

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

SEDE LATACUNGA



**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO DE ENVASADO
DE AGUA EMPLEANDO EL BRAZO ROBÒTICO SCORBOT-ER 4u
INTELITEK DEL LABORATORIO DE ROBÒTICA SINCRÒ Y
SERVOS DE LA ESPE SEDE LATACUNGA”**

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“INGENIERO ELECTRÓNICO”

**CASNANZUELA GUAMUSHIG WILMA JEANETH
VEGA SALAZAR JIMENA NATALY**

LATACUNGA - ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente proyecto fue desarrollado por la señora Wilma Jeaneth Casnanzuela Guamushig y la señorita Jimena Nataly Vega Salazar, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica e Instrumentación.

Fecha

Ing. Amparo Meythaler

DIRECTOR

Ing. José Bucheli

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la fuerza y valor que nos ha dado para seguir adelante en nuestros estudios, a nuestros padres quienes con su confianza y apoyo nos ayudaron a culminar esta importante etapa de nuestras vidas.

A la Escuela Politécnica del Ejército, en especial a nuestros maestros quienes impartieron los conocimientos para nuestra formación profesional.

Un sincero agradecimiento a la Ingeniera Amparo Meythaler y al Ingeniero José Buchelli quienes nos han brindado total apertura y confianza, también por su acertada dirección y recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

Wilma Jeaneth

Jimena Nataly

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por permitirme culminar una etapa más de mi vida, a mis padres Isidro y Rosario a quienes debo todo su amor, lucha y confianza que depositaron en mí, inculcándome los valores de honestidad, humildad, pero sobre todo responsabilidad, permitiendo llegar a una de mis grandes metas.

A mi amado esposo, compañero fiel David quien me apoyó durante todo el proyecto de mis estudios universitarios. A ellos todo mi respeto.

Wilma Jeaneth

Dedico con mucho amor este trabajo fruto del esfuerzo, dedicación y perseverancia a mis padres porque gracias a sus consejos supieron inculcarme lo importante que es culminar con éxito las metas propuestas.

A mi hermano quien es una persona muy importante en mi vida por su confianza y cariño.

A mi novio Fredy quien con amor y comprensión siempre ha estado junto a mí, por apoyarme y ayudarme durante toda mi carrera universitaria.

Jimena Nataly

ÍNDICE

CONTENIDO

PÁGINA

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	INTRODUCCIÓN A LA ROBOTICA INDUSTRIAL	1
1.1.1	¿Qué es la robótica?.	1
1.1.2	¿Qué es un robot?.	2
1.1.3	Robótica Industrial.	2
1.1.4	Brazo Robótico.	3
1.2	SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL	10
1.2.1	¿Qué es una imagen?.	10
1.2.2	¿Qué es un sistema de visión artificial?.	10
1.3	MICROCONTROLADOR	12
1.3.1	Definición.	12
1.3.2	Características.	12
1.3.3	Arquitectura Básica.	13
1.3.4	Familias de Microcontroladores.	14
1.4	PLC'S O AUTÓMATAS PROGRAMABLES	14
1.4.1	Arquitectura Interna.	17
1.4.2	Software para la programación.	24
1.4.3	Ciclo de funcionamiento del PLC.	25
1.4.4	Lenguajes de programación para PLC`s.	26
1.4.5	Comunicación del PLC.	28
1.4.6	Interfaz de usuario.	30
1.4.7	PLC en comparación con otros sistemas de control.	30
1.5	DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN	31

1.5.1	Sensores y Transductores.	31
1.5.2	Tipos y ejemplos de sensores electrónicos.	31
1.6	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	32
1.6.1	Fusible.	32
1.6.2	Contactador.	33
1.7	DISPOSITIVOS DE MANDO	35
1.7.1	Presóstato.	35
1.7.2	Operación de un presóstato.	36
1.8	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA	37
1.8.1	Electroválvulas.	37
1.9	FUENTES DE PRESION	38
1.9.1	Compresores.	38
1.10	ACTUADORES NEUMÁTICOS	44
1.10.1	Cilindros de simple efecto.	44
1.10.2	Cilindros de doble efecto.	46
1.11	VÁLVULAS DE CONTROL	48
1.11.1	Tipos de válvulas.	48
1.12	SISTEMA HIDRAULICO	52
1.12.1	Bomba Hidráulica.	52

CAPÍTULO II

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1	ESPECIFICACIONES DEL PROCESO	54
2.2	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE VISIÓN	56
2.2.1	Sistema Robótico SCORBOT ER-4u.	57
2.2.2	Controlador.	64
2.2.3	Cámara.	67
2.2.4	Objeto.	70
2.2.5	Software.	71
2.3	ELEMENTOS DEL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA	75
2.3.1	Sensores Fotoeléctricos.	76

2.3.2	Sensor Flotador.	77
2.3.3	Microcontrolador.	78
2.3.4	LCD (Liquid Crystal Display).	79
2.3.5	PLC SIEMENS S7- 200.	81
2.3.6	Bomba Hidráulica.	86
2.3.7	Electroválvulas.	87
2.3.8	Compresor.	87
2.3.9	Válvulas Neumáticas.	88
2.3.10	Cilindros.	90
2.4	DIAGRAMA DE BLOQUES	91
2.5	DISEÑO DEL HARDWARE DEL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA	93
2.6	DISEÑO DEL SOFTWARE	98
2.6.1	Software de la cámara.	98
2.6.2	Programa del Brazo Robótico. 101	
2.6.3	Programa del PLC SIMATIC S7-200. 102	
2.6.4	Programa del microcontrolador PIC 16F877A. 104	
2.6	DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS 105	
2.7.1	Circuito del microcontrolador. 105	
2.7.2	Circuito de relés. 105	
2.8	DISEÑO DEL HMI DEL PROCESO 106	
2.8.1	Kepserver. 109	

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

- 3.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPLAY LCD
113

- 3.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS
NEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS
115
 - 3.2.1 Pruebas de funcionamiento de las válvulas neumáticas.
115
 - 3.2.2 Pruebas de funcionamiento de las electroválvulas
116

- 3.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA CÁMARA
118

- 3.4 ANÁLISIS TÉCNICO–ECONÓMICO
119

- 3.5 ALCANCES Y LIMITACIONES
122

CONCLUSIONES

123

RECOMENDACIONES

125

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

127

ANEXOS

ANEXO A: LISTADO DE PROGRAMAS

ANEXO B: DESCRIPCIONES DEL CONTROLADOR DEL BRAZO
ROBÓTICO

DESCRIPCIONES DEL BRAZO ROBÓTICO

ANEXO C: DESCRIPCIONES DEL SOFTWARE VIEWFLEX

ANEXO D: HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO E: FOTOS

ANEXO F: GUÍAS DE LABORATORIO

ANEXO G: GLOSARIO

INTRODUCCIÓN

Hoy en día a nivel industrial los procedimientos que son repetitivos, que necesitan de una gran exactitud y/o son peligrosos obligan a que se empleen sistemas robóticos y sistemas de visión en la producción industrial.

Por lo tanto, la mano de obra humana ahora se emplea en la supervisión de estos sistemas y ya no en la parte operativa directa; además, en procesos repetitivos una persona con el pasar del tiempo no tiene el mismo desenvolvimiento que un robot industrial.

Los sistemas robóticos entonces se han constituido en una herramienta de gran importancia para la industria ya que son versátiles, fiables y son de gran ayuda para el hombre, ya que permiten optimizar el trabajo que antes se realizaba a mano.

Además, el sistema de visión artificial facilita la interpretación de la imagen y la regeneración visual necesitada para la inspección de un objeto, lo cual permitirá que el trabajo se realice en menos tiempo y con mayor confiabilidad.

Dentro de este contexto el presente proyecto consiste en realizar un prototipo de envasado de agua utilizando el brazo robótico SCORBOT ER-4u y el sistema de visión en la parte de posicionamiento y discriminación de las botellas que se van a envasar, con el objetivo de identificar todos los elementos de un sistema de producción que emplea un brazo.

El proyecto está estructurado en un prototipo diseñado e implementado y un documento escrito, el cual, en una forma resumida, contiene la siguiente información.

En el Capítulo I, se detalla el marco teórico, donde se mencionan los conceptos básicos de hardware y software utilizados en el prototipo.

En el Capítulo II, se hace referencia al principio de funcionamiento de los principales dispositivos electrónicos utilizados en el proyecto; además se presenta

el diseño del software y del hardware así como también la selección de materiales y elementos que serán necesarios para el funcionamiento del prototipo.

En el Capítulo III, se detalla los resultados de las pruebas experimentales, análisis técnico-económico, alcances y limitaciones del proyecto.

Se registran al final conclusiones y recomendaciones que pueden servir para futuros proyectos que se realicen usando un brazo robótico interactuado con un sistema de visión artificial.

Se incluye además anexos, bibliografías y los enlaces utilizados como fuentes de consulta.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detallarán los conceptos teóricos necesarios para la solución del problema planteado.

1.6 INTRODUCCIÓN A LA ROBOTICA INDUSTRIAL

1.6.1 ¿QUÉ ES LA ROBÓTICA?¹

La robótica es la ciencia encaminada a diseñar y construir aparatos y sistemas capaces de realizar tareas propias de un ser humano.

Es un área interdisciplinaria formada por la [ingeniería mecánica](#), eléctrica, [electrónica](#), [sistemas](#) computacionales, visión por computadora e inteligencia artificial. La [mecánica](#) comprende tres aspectos: [diseño](#) mecánico de la máquina, [análisis](#) estático y [análisis](#) dinámico.

La microelectrónica le permite al robot transmitir la [información](#) que se le entrega, coordinando impulsos eléctricos que hacen que el robot realice los movimientos requeridos por la tarea.

La [informática](#) provee de los [programas](#) necesarios para lograr la [coordinación mecánica](#) requerida en los movimientos del robot, dar un cierto grado de [inteligencia](#) a la máquina, es decir adaptabilidad, autonomía y capacidad interpretativa y correctiva.

¹ <http://www.roboticspot.com/robotica/robotica.shtml>

1.6.2 ¿QUÉ ES UN ROBOT?²

Un robot es un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para mover [materiales](#), partes, [herramientas](#) o dispositivos especializados a través de movimientos [variables](#) programados para realizar una variedad de labores.

El robot es para la producción, lo que el [computador](#) es para el [procesamiento de datos](#). Es decir, una nueva y revolucionaria concepción del sistema productivo cuyos alcances recién comienzan a percibirse en los países altamente industrializados.

1.6.3 ROBÓTICA INDUSTRIAL³

Se entiende por Robot Industrial a un dispositivo de maniobra destinado a ser utilizado en la industria y dotado de uno o varios brazos, fácilmente programable para cumplir [operaciones](#) diversas con varios grados de [libertad](#) y destinado a sustituir la actividad [física](#) del [hombre](#) en las tareas repetitivas, monótonas, desagradables o peligrosas.

El robot industrial nace de la unión de una estructura mecánica articulada y de un sistema electrónico de control en el que se integra una computadora. Esto permite la programación y control de los movimientos a efectuar por el robot y la memorización de las diversas secuencias de trabajo, por lo que le da al robot una gran flexibilidad y posibilita su adaptación a diversas tareas y medios de trabajo. Los robots se utilizan cada vez más en los procesos industriales, en la industria automovilística, por ejemplo, porque permiten repetir, sin error, operaciones idénticas cuantas veces sea necesario. Se trata por lo general de operaciones elementales, como la soldadura eléctrica y el acoplamiento de partes del motor. A medida que se perfeccionan, los robots se encuentran en condiciones de desarrollar operaciones cada vez más complejas y perfectas.

² http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/industrial.htm

³ <http://www.monografias.com/trabajos10/robap/robap.shtml>

Actualmente, algunos ya están dotados de sensores especiales de “Vista” o de contactores que permiten construir y montar productos particularmente delicados. La capacidad del robot industrial para reconfigurar su ciclo de trabajo, unida a la versatilidad y variedad de sus elementos terminales (pinzas, garras, herramientas, etc.), le permite adaptarse fácilmente a la evolución o cambio de los procesos de producción, facilitando su reconversión.

La construcción de un robot, ya sea una máquina que camine de forma parecida a como lo hace el ser humano, o un manipulador sin rostro para una línea de

producción, es fundamentalmente un problema de control. Existen dos aspectos principales: mantener un movimiento preciso en condiciones que varían y conseguir que el robot ejecute una secuencia de operaciones previamente determinadas, los avances en estos dos campos son en primer lugar un problema matemático y en segundo de tecnología.

1.6.4 BRAZO ROBÓTICO ⁴

Los manipuladores propiamente representan el primer paso en la evolución de la robótica y se emplean preferentemente para la carga y descarga de máquinas y herramientas, así como para manutención de prensas, cintas transportadoras y otros dispositivos.

Actualmente los manipuladores son brazos articulados con un número de grados de libertad que oscila entre dos y cinco; cuyos movimientos, de tipo secuencial, se programan mecánicamente o a través de una computadora. Los manipuladores no permiten la combinación simultánea de movimientos ni el posicionamiento continuo de su efecto terminal.

⁴ http://www2.ing.puc.cl/~wwwicm/investigacion/proy_lc/brazo.html

A pesar de su concepción básicamente sencilla, se han desarrollado manipuladores complejos para adaptarlos a aplicaciones concretas en las que se dan condiciones de trabajo especialmente duras o especificaciones de seguridad muy exigentes.

Casi todos los robots están constituidos por un brazo mecánico provisto de una especie de pinza. Las articulaciones de uno y otra se accionan mediante cilindros oleodinámicos. Estos se encuentran gobernados por motores conectados al adecuado cuadro de control, de manera que permiten al robot moverse en todas direcciones.

Los comandos del robot, una vez programados, están en condiciones de hacer repetir al brazo y a la pinza, o cualquiera que sea el dispositivo encontrado en el extremo del brazo, movimientos idénticos en series sucesivas. En primer lugar, se

preparan los tiempos y formas de los movimientos simples; después, accionando los comandos, el operador hace realizar las operaciones deseadas.

Los comandos contienen una “memoria” semejante a la de los ordenadores, que hacen desarrollar ordenadamente las diversas series de movimientos necesarios para una tarea determinada; todo ello con absoluta precisión.

a. División de un brazo robótico

Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas.

La gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas:

- **La Configuración Polar:** Utiliza coordenadas polares para especificar cualquier posición en términos de una rotación sobre su base, un ángulo de elevación y una extensión lineal del brazo.
- **La Configuración Cilíndrica:** Sustituye un movimiento lineal por uno rotacional sobre su base, con los que se obtiene un medio de trabajo en forma de cilindro.
- **La Configuración de Coordenadas Cartesianas:** Posee tres movimientos lineales y su nombre proviene de las coordenadas cartesianas, las cuales son más adecuadas para describir la posición y movimiento del brazo. Los robots cartesianos a veces reciben el nombre de XYZ, donde las letras representan a los tres ejes del movimiento.
- **La Configuración de Brazo Articulado:** Utiliza únicamente articulaciones rotacionales para conseguir cualquier posición y es por esto que es el más versátil.

b. Estructura de un brazo robótico

Los componentes básicos de un robot son:

- **Estructura:** La estructura mecánica (base, conexiones, etc.). Esta implica un gran trabajo de ingeniería estructural para calcular la distribución de las

fuerzas, además de que necesita una gran cantidad de masa para proveer de suficiente rigidez a la estructura y asegurar un mínimo de certeza bajo diversas situaciones de carga.

- **Propulsores:** Los motores, cilindros, etc., que mueven los diversos puntos movibles de los robots. Esto tal vez incluya mecanismos de transmisión, engranaje, aseguramiento, etc.
- **Controlador de la computadora:** La computadora sirve de interfaz entre el usuario y el robot y permite controlar a los propulsores que mueven los puntos movibles de los robots.
- **Equipamiento (EOAT, End Of Arm Tooling):** El equipamiento es provisto por el usuario y está diseñado para realizar diversas y específicas situaciones.
- **Sistema de aprendizaje:** Un método muy popular para programar un robot es un pequeño control del tamaño de la mano, puede ser cableado o a control remoto y puede dirigir el movimiento del robot, grabar puntos en las secuencias de movimiento y empezar a repetir las secuencias en el orden que sea necesario. Entre más avanzado sea el sistema de aprendizaje, mejor funcionalidad tendrá el dispositivo.

c. Carga

La carga es siempre especificada como un valor máximo, esto debe ser antes de fallar o más comúnmente, antes de una seria pérdida de desempeño.

Se deben tener en cuenta los valores máximos tanto de resistencia de materiales como de fuerzas, potencia y carga, esto debe ser para prevenir cualquier desperfecto que pueda surgir ya en su uso; también se deben tomar en cuenta, los factores de la gravedad, de temperatura y de aceleración.

d. Uniones

- **Unión Giratoria:** Comúnmente estas son movidas por motores eléctricos, cadenas, cinturones o engranes, por cilindros hidráulicos o palancas.

- **Unión Prismática:** Las juntas deslizantes en las que la conexión es sostenida por un sostén deslizante el cual es deslizado por balines y motores o cilindros.

e. Clasificación básica de configuración de movimientos

Las configuraciones básicas son:

- **Cartesiana rectilínea** (ver figura1.1): El posicionamiento se hace con juntas prismáticas, esta configuración es usada cuando un largo espacio necesita ser cubierto, o cuando la certeza debe ser muy grande, se espera el buen funcionamiento del robot.
 - Presenta un volumen de trabajo cúbico.
 - Los actuadores de posición y orientación son accionados por fuentes hidráulicas, neumáticas o eléctricas.



Figura 1.1 Configuración cartesiana rectilínea

- **Cilíndrica rectilínea** (ver figura1.2): El robot tiene un movimiento circular con respecto a la base, una junta prismática para la altura y una junta prismática para el radio. Este robot está muy bien equipado para trabajos circulares. El robot de configuración cilíndrica presenta un volumen de trabajo parecido a un cilindro (normalmente este robot no tiene una rotación de 360°).

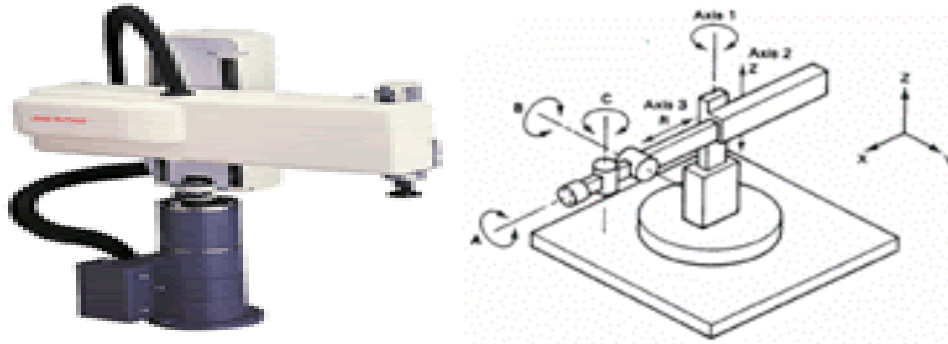


Figura 1.2 Configuración cilíndrica rectilínea

- **Esférico** (ver figura1.3): Dos juntas circulares y una prismática permiten que el brazo apunte en muchas direcciones y puede alcanzar una gran distancia.
 - El tipo esférico a veces se llama polar.
 - Requiere el movimiento coordinado en cada eje de colocación (dos rotacionales y una lineal) para un movimiento en las direcciones de X, Y, o Z.
 - Las máquinas de geometría esféricas son impulsadas hidráulica o eléctricamente.

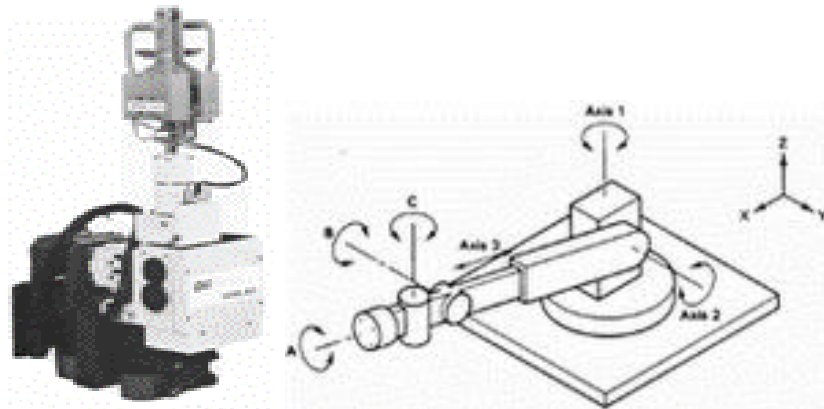


Figura 1.3 Configuración esférico

- **Articulado esférico circular** (ver figura1.4): Este brazo utiliza 3 tipos de uniones para posicionar el brazo. Generalmente el volumen de trabajo es

esférico. Este brazo se parece mucho al brazo humano, ya que cuenta con un hombro, un codo, una muñeca. Poseen una configuración especialmente indicada para acceder a zonas con obstáculos, haciendo uso de su configuración adaptable.

- Varían la posición y orientación, gracias a su elevado número de grados de libertad (usualmente 5 o 6), son idóneos en un amplio y variado abanico de aplicaciones industriales, desde la soldadura por puntos, hasta aplicaciones de pintado y sellado.

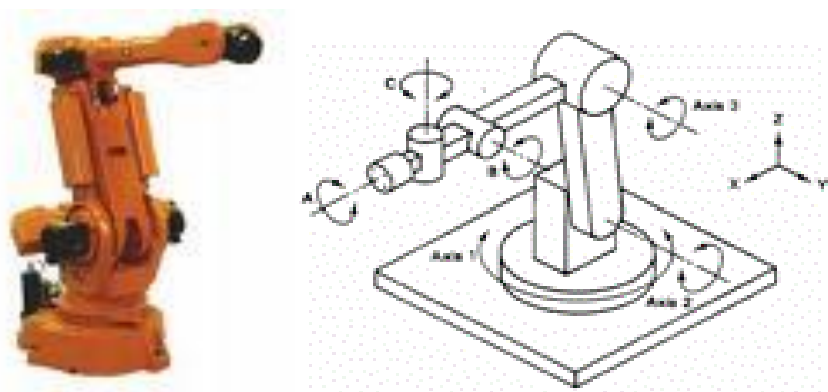


Figura 1.4 Configuración articulado esférico circular

- **Scara (Selective Compliance Arm for Robotic Assembly)** (ver figura 1.5): Este robot confirma las coordenadas cilíndricas, pero el radio y la rotación es obtenida mediante dos contactos planares con juntas circulares.

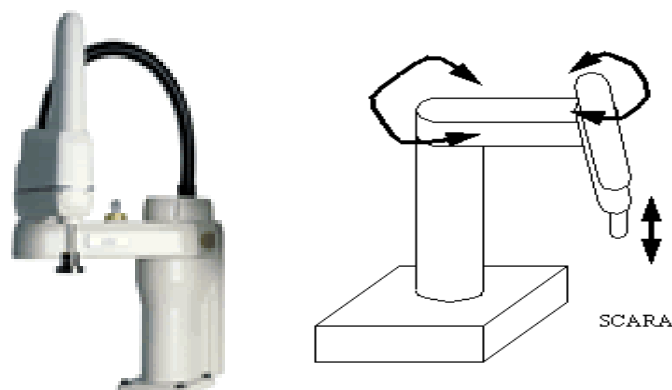


Figura 1.5 Configuración Scara

f. Controladores

Existen diversos tipos de controladores, uno de ellos es el manual, tal vez este puede ser el más simple, pero también es en el que los humanos tienen mayor participación y por ende más control.

Existen otros más complejos, que ya involucran un proceso mediante una computadora vía software. Estos requieren de un software especializado, además de un hardware adaptado para soportar una salida tipo puerto serial o USB, la cual transportará la señal desde la computadora hasta el brazo.

Su funcionamiento es muy simple, se coloca al brazo en una posición y luego se graba esa posición, después se toma otra posición y se la graba también y así sucesivamente hasta que se desee, luego lo único que se hace es indicar al brazo en qué orden se desea que se repita este proceso y listo, el brazo se moverá a través de las posiciones grabadas según el orden previamente indicado.

1.7 SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL

1.7.1 ¿QUÉ ES UNA IMAGEN? ⁵

Una imagen (del latín imago) es una representación visual de un objeto mediante técnicas diferentes de diseño, pintura, fotografía, video.

El reconocer automáticamente a un objeto mediante una computadora es una tarea que tradicionalmente se considera dentro de la Inteligencia Artificial.

1.7.2 ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL? ⁶

La visión artificial (machine visión) es la adquisición automática de imágenes sin contacto y su análisis también automático con el fin de extraer la información necesaria para controlar un proceso o una actividad como:

- Control de calidad.
- Ordenación por calidades.

- Manipulación de materiales.
- Test y calibración de aparatos.
- Monitorización de procesos.

Un sistema de visión artificial (**SVA**) intenta reproducir ciertas funciones hasta ahora atribuibles a organismos biológicos (sistema de visión humano y sistema de visión animal).

Podemos distinguir seis etapas de un sistema de visión artificial:⁷

- 1. Captación:** Es el proceso a través del cual se obtiene una imagen visual.
- 2. Preprocesamiento:** Incluye técnicas tales como la reducción de ruido y realce de detalles.

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen>

⁶ <http://www.cvc.uab.es/~joans/webaerfai/visind/visind.html>

⁷ <http://ccc.inaoep.mx/~labvision/evis.htm>

- 3. Segmentación:** Es el proceso que divide a una imagen en objetos que sean de nuestro interés.
- 4. Descripción:** Es el proceso mediante el cual se obtienen características convenientes para diferenciar un tipo de objeto de otro, por ejemplo: tamaño y forma.
- 5. Reconocimiento:** Es el proceso que identifica a los objetos de una escena. Diferentes tipos de piezas en un tablero de juego.
- 6. Interpretación:** Es el proceso que asocia un significado a un conjunto de objetos reconocidos.

Cada etapa o módulo cumple con una función específica dentro del proceso. De todas las etapas, la segmentación es la que permite agrupar regiones de píxeles con ciertas propiedades. Si la segmentación no se realiza correctamente, en las etapas posteriores (extracción de características y clasificación) será más difícil, por lo general imposible, reconocer a los objetos.

Un objeto segmentado incorrectamente no se puede describir adecuadamente y por lo tanto no se puede clasificar satisfactoriamente. Tradicionalmente, la

extracción de características se realiza sobre las regiones previamente segmentadas, confiando en que las regiones generadas durante la segmentación son las únicas que pueden contener los objetos de interés.

La problemática del proceso de segmentación se acentúa cuando se pretende reconocer objetos cuyos límites son difíciles de detectar en una imagen, como es el caso de la localización e identificación automática de objetos deformables o de objetos con textura y color.

1.8 MICROCONTROLADOR⁸

1.8.1 DEFINICIÓN

El microcontrolador es un [circuito integrado](#) o [chip](#) que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una [computadora](#): Procesador o UCP (Unidad Central de [Proceso](#)), [Unidades de E/S](#) para comunicarse con el exterior y memorias: [RAM](#) para contener los [datos](#) y memoria para el [programa](#) tipo ROM/PROM/EPROM.

1.8.2 CARACTERÍSTICAS

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular, por eso el tamaño de la [CPU](#), la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación (ver figura 1.6).

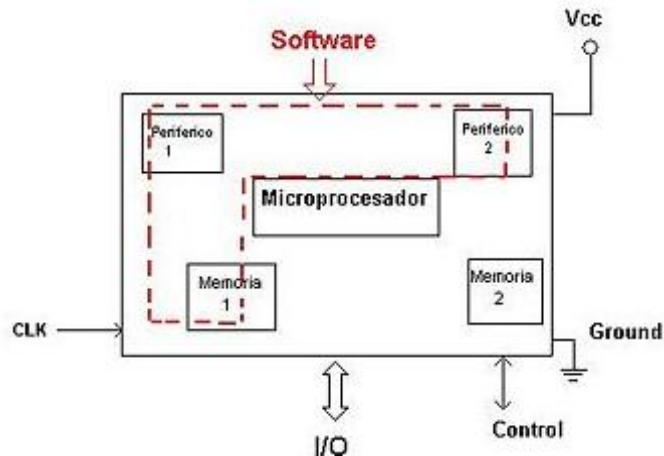


Figura 1.6 Esquema del Microcontrolador

El microcontrolador difiere de una [CPU](#) normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de [chips externos de apoyo](#). Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

⁸ <http://usuarios.lycos.es/sfriswolker/pic/uno.htm>

1.8.3 ARQUITECTURA BÁSICA

Aunque inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de Von Neumann, en el momento presente se impone la arquitectura Harvard. La arquitectura de Von Neumann se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control) como se presenta en la figura 1.7.

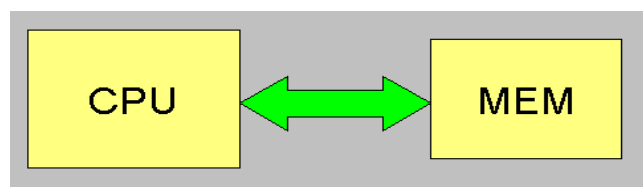


Figura 1.7 Arquitectura Von Neumann

La arquitectura Harvard dispone de dos memorias independientes una que contiene sólo instrucciones y otra sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos

sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias (ver figura 1.8).

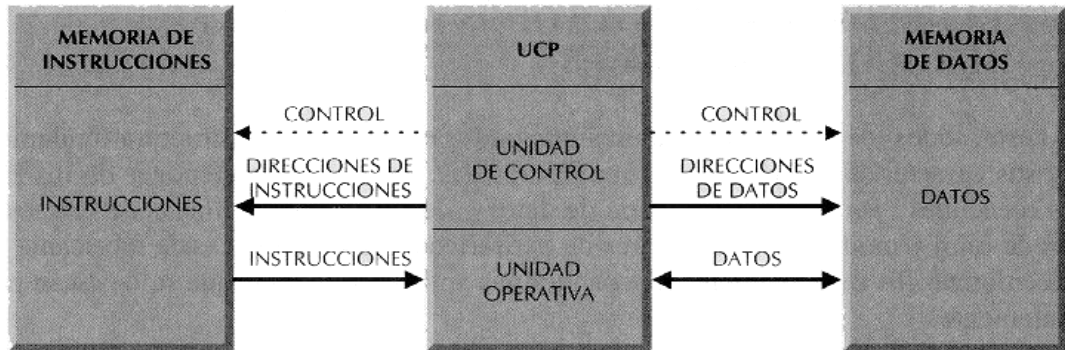


Figura 1.8 Arquitectura Harvard

La arquitectura Harvard dispone de dos memorias independientes para datos y para instrucciones, permitiendo accesos simultáneos.

1.8.4 FAMILIAS DE MICROCONTROLADORES

En la tabla 1.1 se muestra la familia de los microcontroladores de diferentes empresas.

Tabla 1.8 Familia de microcontroladores

Empresa	8 bits	12 bits	14 bits	16 bits	32 bits	64 bits	Observaciones
Atmel AVR							
Freescale (antes Motorola)	68HC05, 68HC08, 68HC11, HCS08	x	x	68HC12, 68HC16	683xx, 68HCS12, 68HCSx12	x	x
Hitachi, Ltd	H8	x	x	x	x	x	x
Holtek	HT8						
Intel	MCS-48 (familia 8048) MCSS1 (familia 8051) 8xC251	x	x	MCS96, MCS296	x	x	x
National Semiconductor	COP8	x	x	x	x	x	x
Microchip	Familia 102xx	Familia 12Cxx de 12 bits	Familia 12Fxx, 16Cxx y 16Fxx de 14 bits (PIC16F67x)	18Cxx y 18Fxx de 16 bits	x	x	x
NEC	78K						
Parallax							
ST	ST 62, ST 7						
Texas Instruments	TMS370, MSP430						
Zilog	Z8, Z86E02						
Silabs	C8051						

1.9 PLC'S O AUTÓMATAS PROGRAMABLES⁹

Autómata programable, o PLC (Controlador Lógico Programable), es toda máquina electrónica diseñada para controlar procesos secuenciales en tiempo real y en ambientes industriales.

Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelas, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.

⁹ CEKIT S.A., "Electrónica Industrial y Automatización", Tomo 2, Colombia, 2002

Otra definición de PLC es, una «caja» en la que existen, por una parte, terminales de entrada o captadores a los que se conectan: pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, detectores, etc., y por otra, terminales de salida o actuadores, a los que se conectan: bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, etc., de forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

Un PLC o Autómata Programable, es un dispositivo programable diseñado para el control de señales eléctricas asociadas al control automático de procesos industriales o automatización industrial. Posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según la aplicación (Ver figura 1.9). Esto conlleva que, además de los componentes físicos requeridos para la adaptación de señales, es necesario disponer de un programa para que el PLC pueda saber qué es lo que tiene que hacer con cada una de ellas.

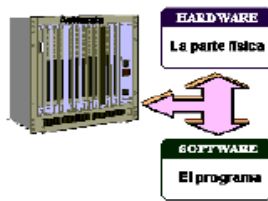


Figura 1.9 Controlador lógico programable

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo y peso son normalmente representados por señales analógicas, las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767.

Los PLC también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

En la figura 1.10 se muestra la estructura de un PLC que está formado por la fuente de alimentación, CPU, interfaces de entradas y salidas, dispositivos de programación.

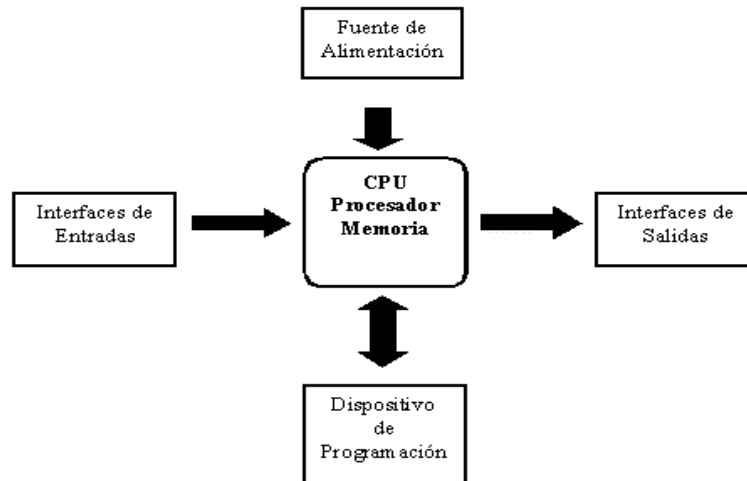


Figura 1.10 Estructura de un Controlador Lógico Programable

El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU, el cual ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente interno del aparato electrónico (transistor, relés, etc.).

1.9.1 ARQUITECTURA INTERNA¹⁰

El hardware de un PLC, básicamente consta de los siguientes componentes:

- Fuente de alimentación.
- CPU.

- Memoria datos (RAM).
- Memoria de programa (ROM; EEPROM o FLASH).
- Módulos de entradas/salidas.
- Terminal de programación.

a. Fuente de alimentación

Es la encargada de suministrar los niveles de tensión DC a todos los módulos que se conectan al PLC, así como a la CPU. Su función es reducir y adaptar el voltaje de entrada, generalmente de 120 ó 220 VAC a voltajes más bajos DC, usualmente 12 ó 24 VDC.

¹⁰ www.unicrom.com/tut_PIC3.asp

Con frecuencia, las fuentes son de tipo conmutadas, cuyas principales características son un peso y tamaño reducidos y un amplio rango de tensión de entrada.

A esto se añade toda la electrónica que realiza las funciones de protección, regulación e inclusive gestión de alarmas y estado de la fuente.

En algunas aplicaciones, inclusive es necesario utilizar el criterio de redundancia, para mantener siempre en estado operativo al PLC y el uso de un UPS o fuente ininterrumpida de potencia, la cual suministra el voltaje adecuado, por un tiempo determinado a la fuente del PLC o directamente a la CPU y módulos, hasta que se pueda restablecer el suministro de la energía convencional.

Algunos PLC's incluyen una batería de respaldo para alimentar a la memoria del programa cuando ésta sea desconectada de la alimentación de la red. También puede ser utilizada para el almacenamiento de algún tipo de configuración, en caso de ser guardada en una memoria de tipo RAM. Dichas baterías son recargables y la operación de carga es

efectuado por el mismo equipo en forma automática. El tiempo de duración de este tipo de baterías oscila entre 2 y 10 años.

b. CPU

Como en toda computadora, la CPU es la unidad que controla todas las acciones del PLC y proporciona la capacidad de cálculo. Los circuitos integrados que permite esta acción son los microprocesadores y el conjunto de circuitos adicionales conocido como chipset.

La CPU se encarga de recibir las órdenes del operario por medio de la consola de programación y los módulos de entradas, posteriormente, las procesa para enviar respuestas a los módulos de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

Contiene las siguientes partes:

- Unidad central o de proceso.
- Temporizadores y contadores.
- Memoria de programa.
- Memoria de datos.
- Memoria imagen de entrada.
- Memoria de salida.
- Periféricos.

El microprocesador en un ciclo de instrucción lee el contenido de las entradas, que previamente han sido copiadas en un segmento de memoria, conocido como imagen de las entradas; luego, interpreta las instrucciones almacenadas en la memoria de programa, para posteriormente ordenar la activación de las salidas físicas a través de otro segmento de memoria de salida. En realidad el microprocesador no interactúa directamente con los módulos de entradas y salidas, son otros circuitos los que realizan estas acciones.

c. Memoria de datos (RAM)

En la memoria de datos se copia los operandos y/o el resultado de las instrucciones, así como ciertas configuraciones del PLC. Para mayor detalle, sobre el direccionamiento, mapa de memoria, operaciones de lectura-escritura, existe una amplia bibliografía. Se omite esta información, por considerarla elemental y plenamente entendida por cualquier profesional formado en electrónica.

La memoria RAM se caracteriza por su extremada rapidez, en ella se puede leer y escribir cuantas veces se requiera. Su principal desventaja es que pierde todo su contenido al perder la alimentación. El microprocesador del PLC utiliza esta memoria para escribir los datos (estado de las entradas, órdenes de salida, resultados intermedios, etc.) y recurre a ella para leer el programa. No se utiliza otro tipo de memoria (la EPROM, por ejemplo) porque, aunque tienen la ventaja de no perder los datos cuando no tienen alimentación, son memorias lentas, que requieren procesos más complicados para su borrado y regrabación. Otra de las ventajas de la memoria RAM es que no se necesita borrar los datos que contiene, se puede escribir directamente los nuevos datos sobre los que ya tiene grabados.

d. Memoria de programa (ROM)

En esta memoria no volátil reside el programa y el sistema operativo del PLC, más conocido como firmware. Tecnológicamente los PLCs están implementando ésta área a través de memorias EEPROM o tipo FLASH. En el caso de ciertas CPU's de la familia Simatic S7-300/400, se utiliza unos pequeños módulos de memoria llamados memory card, que son de tipo Flash, garantizando la permanencia fija de su contenido y la facilidad de reprogramación.

Este tipo de memoria tiene la particularidad de que mantiene la información aunque no esté alimentada. En este módulo, reside el programa que va a ejecutar el PLC. Previo a la ejecución del programa, la CPU realiza una copia del programa en la memoria RAM.

e. Módulos de entrada

Son el hardware que transfiere las señales eléctricas entre la CPU del PLC y los sensores que intervienen en el proceso.

En el caso de los módulos de entrada, las señales provenientes de los sensores, que usualmente oscilan entre 12 y 240 V AC/DC, acondicionan a la CPU como señales binarias compatibles con la lógica TTL; es decir, niveles binarios de 0 y 1 con voltajes entre 0 y 5 VDC, respectivamente.

Cada cierto tiempo el estado de las entradas se transfiere a la memoria imagen de entrada. La información recibida en ella es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo a la programación.

Se pueden diferenciar dos tipos de sensores o captadores que van conectados a los módulos de entradas: los pasivos y los activos.

Los captadores pasivos son los que cambian su estado lógico (activado o no activado) por medio de una acción mecánica, corresponde a los interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.

Los captadores activos son dispositivos electrónicos que suministran una tensión al PLC, que es función del estado de una variable.

f. Módulos de salida

Por su parte, los módulos de salida transforman las señales TTL en diversos niveles de voltaje y corriente para ser llevados a los actuadores del proceso. Son los encargados de activar y desactivar los actuadores: bobinas de contactores, solenoides, lámparas, motores pequeños, etc.

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía a la imagen de memoria de las salidas y luego a la interface de las salidas para que éstas sean activadas o desactivadas.

Según el tipo de proceso a controlar por el PLC, se puede utilizar diferentes módulos de salidas; existen tres tipos bien diferenciados:

- A relés: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- A triac: se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas.
- A transistores a colector abierto: son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo en circuitos de corriente continua.

g. Terminal de programación

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación, pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el PLC, tipo calculadora o bien un computador personal (PC), que soporte un software específicamente diseñado para resolver los problemas de programación y control.

El equipo de programación de un PLC tiene por misión configurar, estructurar, programar, almacenar y aprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Se define entonces el equipo de programación como el conjunto de medios: hardware y software, mediante los cuales el programador introduce y depura el programa a ejecutar, en uno u otro lenguaje.

Son funciones específicas de los tipos de programación las siguientes:

- Escritura del programa de usuario, directamente en la memoria del autómatas o en la memoria auxiliar del mismo equipo. Verificación sintáctica y formal del programa escrito.
- Edición y documentación del programa o aplicación.

- Almacenamiento y gestión del programa o bloques del programa.
- Transferencias de programas de y hacia el PLC.
- Gestión de errores del PLC, con identificación de los mismos, ayudas para su localización y corrección, y reinicialización del sistema.

Además de las funciones anteriores, es muy frecuente encontrar otras adicionales:

- Puesta en marcha y detención del PLC (RUN / STOP).
- Monitorización del funcionamiento, sobre variables seleccionadas o sobre las propias líneas del programa.
- Forzado de variables binarias o numéricas y preselección de contadores, temporizadores y registros de datos.

El programador se comunica con el equipo utilizando un entorno operativo simplificado, con comandos como editar, insertar, buscar, transferir. etc.

Introducido el programa, el equipo de programación lo compila a:

- Código máquina ejecutable directamente por el procesador del PLC.
- Código intermedio interpretado por el procesador del PLC para obtener un código máquina ejecutable.

En el primer caso, el equipo será específico para el PLC considerado o ha sido configurado para él, mientras que en el segundo podrá utilizarse para PLCs equipados con diferentes procesadores, aunque siempre del mismo fabricante, restricción obligada por el empleo de lenguajes o variantes de lenguaje, particulares por cada fabricante.

Debe indicarse que el programador necesita siempre introducir una configuración adicional sobre el equipo, a fin de que el sistema pueda verificar el mapa de memoria que se está utilizando, aceptar o no instrucciones particulares, comprobar el número y tipo de variables utilizadas, etc.

En general, los equipos de programación podrán ser de dos tipos:

- Específicos, bajo la forma de una consola o terminal conectado directamente a la entrada de programación del autómeta.

- Implementados sobre una máquina de uso general, mediante un software dedicado que corre bajo un entorno operativo de amplio uso (DOS, UNIX, WINDOWS).

Entre los equipos específicos, y según su complejidad, se distingue dos variantes:

- Consola o unidad de programación.
- Terminales de programación.

Aunque existen pocas diferencias entre unas y otros, éstas se hacen diferentes cuando se considera la facilidad de manejo e integración de ayudas al programador: almacenamiento, documentación, trabajo con símbolos, etc., las cuales son funciones propias de los terminales que no aparecen o son muy reducidas en las consolas de programación.

h. Periféricos

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del PLC, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EPROM.
- Visualizadores y paneles de operación (OP).
- Memorias EEPROM.

1.9.2 SOFTWARE PARA LA PROGRAMACIÓN

Los paquetes de software para programación de PLC`s convierten a un PC en un equipo de programación específico, aprovechando sus potentes recursos de interfaz con otros sistemas (impresoras, otros PCs) y con el usuario (teclado, monitor), y el bajo precio del hardware debido a la estandarización y generalización de uso de los PC`s.

Esta opción (PC + software) constituye, junto con las consolas y éstas en menor medida, prácticamente la totalidad de equipos de programación utilizados por los programadores de PLC`s.

Los requisitos de hardware y software exigidos para instalar sobre el PC un entorno de programación de PLC's, varían en función del tipo de PLC.

En el caso del software STEP 7, que permite la programación de los PLCs de marca Siemens de la familia S7 200/300/400; los requerimientos son un PC con procesador Pentium I en adelante, con sistema operativo Windows 9x/Me/2K/XP o NT, 32 Mb de memoria RAM, 8 Gb de espacio libre en disco duro y un puerto serial libre.

El paquete de programación se completa con la unidad externa de conexión que convierte y hace compatibles las señales físicas entre la salida serie estándar de PC (RS-232C, RS-422/485) y el puerto de conexión de la consola del PLC, canal usualmente utilizado también para la conexión con el PC.

1.9.3 CICLO DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC

El PLC siempre está repitiendo un ciclo, llamado ciclo de SCAN, que consiste en lo siguiente:

- Lectura de todas las entradas y almacena el estado de cada una de ellas en el área de memoria conocida como imagen de las entradas.
- Ejecución de las operaciones del programa siguiendo el orden en que se han grabado (segmento por segmento).
- Escritura del resultado de las operaciones en las salidas.
- Una vez escritas todas las salidas (activando o desactivando, las que el resultado de las operaciones así lo requieran) se repite el ciclo.

Este ciclo de Scan se muestra en la figura 1.11, se realiza indefinidamente a menos que, físicamente se conmute el interruptor del PLC a la posición STOP, debido a algún error diagnosticado por la CPU o por pérdida de la tensión de alimentación.

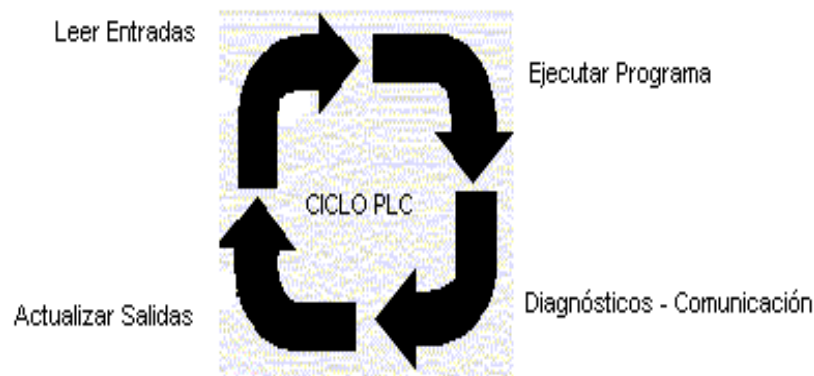


Figura 1.11 Ciclo de funcionamiento del PLC

1.9.4 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLC`S

Los primeros PLC, en la primera mitad de los 80, eran programados usando sistemas de programación propietarios o terminales de programación especializados, que a menudo tenían teclas de funciones dedicadas que representaban los elementos lógicos de los programas de PLC.

Los programas eran guardados en cintas. Más recientemente, los programas PLC son escritos en aplicaciones especiales en un ordenador, y luego son descargados directamente mediante un cable o una red al PLC. Los PLC viejos usan una memoria no volátil (magnetic core memory) pero ahora los programas son guardados en una RAM con batería propia o en otros sistemas de memoria no volátil como las memoria flash.

Los primeros PLC fueron diseñados para ser usados por electricistas que podían aprender a programar los PLC en el trabajo. Estos PLC eran programados con "lógica de escalera" ("ladder logic"). Los PLC modernos pueden ser programados de muchas formas, desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como el BASIC o C.

Otro método es usar la lógica de estados (State Logic), un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programas PLC basándose en los diagramas de transición de estados.

Recientemente, el estándar internacional IEC 61131-3 se está volviendo muy popular. IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables: FBD (Function block diagram), LD (Ladder diagram), ST (Structured text, similar al lenguaje de programación Pascal), IL (Instruction list) y SFC (Sequential function chart).

Mientras que los conceptos fundamentales de la programación del PLC son comunes a todos los fabricantes, las diferencias en el direccionamiento E/S, la organización de la memoria y el conjunto de instrucciones hace que los programas de los PLC nunca se puedan usar entre diversos fabricantes. Incluso dentro de la misma línea de productos de un solo fabricante, diversos modelos pueden no ser directamente compatibles

Cuando surgieron los PLC's, lo diseñaron con la necesidad de sustituir a los enormes tableros de maniobra contruidos con contactores y relés, por lo tanto, la comunicación hombre-máquina debería ser similar a la utilizada hasta ese momento.

El lenguaje usado, debería ser interpretado con facilidad por los mismos técnicos eléctricos que anteriormente estaban en contacto con la instalación. Estos lenguajes han evolucionado, en los últimos tiempos, de tal forma que algunos de ellos ya no tienen nada que ver con el típico plano eléctrico a relés.

Los lenguajes más significativos son:

- **Lenguaje a contactos**

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un eléctrico al elaborar tableros de automatismos.

Muchos PLC's incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma. Siemens denomina KOP a esta forma de programación.

- **Lenguaje por lista de instrucciones**

En los PLC`s de gama baja es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o mnemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. Este tipo de lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente. Siemens tiene su propia versión llamada AWL.

- **GRAFSET (Gráfico Funcional de Etapas y Transiciones)**

Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones.

Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos. Muchos de los PLC`s que existen en el mercado permiten la programación en GRAFSET, tanto en modo gráfico o por lista de instrucciones. También puede utilizárselo para resolver problemas de automatización de forma teórica y posteriormente convertirlo a plano de contactos.

- **Plano de funciones lógicas**

Resulta cómodo de utilizar, especialmente para los técnicos habituados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos casos, es equivalente. Siemens tiene su implementación llamada FUP.

1.9.5 COMUNICACIÓN DEL PLC

El PLC, al ser un elemento destinado a la automatización y control, tiene como objetivos principales el aumento de la productividad o cadencia y la disminución de los tiempos ciclos, no es un simple ejecutador de datos almacenados en su memoria para transmitir directivas a sus dispositivos que controla; es decir, debe ser un elemento que en cualquier momento sea capaz de cambiar la tarea que realiza con simples cambios en su programación, ésta tarea sería imposible sin la ayuda de otros dispositivos tales como: programadoras o paneles de control, dispositivos de campo, etc.

Una comunicación eficiente depende esencialmente de la red en la que se encuentra trabajando el PLC. No solamente el PLC sino también los computadores industriales, unidades de programación, etc., que una vez conectados todos a la red, desde cualquier punto es posible acceder a cada uno de los componentes.

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante. Estos puertos pueden ser de los siguientes tipos:

- RS232
- RS485
- RS422
- Ethernet

Sobre estos tipos de puertos de hardware las comunicaciones se establecen utilizando algún tipo de protocolo o lenguaje de comunicaciones. En esencia un protocolo de comunicaciones define la manera como los datos son empaquetados para su transmisión y como son codificados. De estos protocolos los más conocidos son:

- [Modbus](#)
- [CANBus](#)
- [Profibus](#)

Muchos fabricantes, además, ofrecen distintas maneras de comunicar sus PLC con el mundo exterior mediante esquemas de hardware y software protegidos por patentes y leyes de derecho de autor.

1.9.6 INTERFAZ DE USUARIO

Los PLC necesitan poder interactuar con la gente para la configuración, las alarmas y el control diario. Para este propósito se emplean los interfaces hombre-maquina HMI.

Un sistema simple puede usar botones y luces para interactuar con el usuario, las pantallas de texto están disponibles, al igual que las pantallas táctiles. La mayoría de los PLC modernos pueden comunicarse a través de una red con otros

sistemas, por ejemplo, con un ordenador con SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) o un navegador web.

1.9.7 PLC EN COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS DE CONTROL

Los PLC están adaptados para un amplio rango de tareas de automatización, estos son típicos procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización es relativamente alto contra el costo de la automatización y donde van a existir cambios en el sistema durante toda su vida operacional. Los PLC contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia, se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagramas de funciones). Las aplicaciones del PLC son normalmente hechos a la medida del sistema, por lo que el costo del PLC es bajo comparado con el costo de la contratación del diseñador para un diseño específico que se va a usar una sola vez.

Los PLC pueden incluir lógica para implementar bucles analógicos, “proporcional, integral y derivativo” o un controlador PID. Un bucle PID podría ser usado para controlar cualquier variable de un proceso de fabricación.

1.5 DISPOSITIVOS DE DETECCIÓN

1.5.1 SENSORES Y TRANSDUCTORES¹¹

Se entiende por transductor aquel dispositivo que recibe una señal de entrada, función de una o más cantidades físicas y la convierte, modifica o no, a una señal de salida. En efecto, este es un término general empleado en instrumentación para indicar que existe una transformación de una señal. Con fines de medición y/o control, la salida debe ser eléctrica.

En cuanto a la definición de sensor, existen múltiples criterios y tratar de buscar una o varias diferencias entre transductor y sensor es vano e innecesario.

El sensor esta siempre en contacto con la variable a medir o a controlar, la señal que nos entrega el sensor no sólo sirve para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso. El sensor es un dispositivo que detecta manifestaciones de cualidades o fenómenos físicos o químicos, llamadas variables de instrumentación, como la temperatura, la intensidad luminosa, la distancia, la aceleración, la inclinación, el desplazamiento, la presión, la fuerza, la torsión, la humedad, el pH, etc. y convierte estos fenómenos físicos o químicos en un cambio de alguna de las siguientes variables, por ejemplo: resistencia eléctrica (como una RTD), capacidad eléctrica (como un sensor de humedad), tensión eléctrica (como un termopar), corriente eléctrica (como un fototransistor), etc.

1.5.2 TIPOS Y EJEMPLOS DE SENSORES ELECTRÓNICOS

- Sensores de temperatura: [Termopar](#), [Termistor](#), [RTD](#).
- Sensores de deformación: [Galga extensiométrica](#).

¹¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

- Sensores de acidez: [IsFET](#).
- Sensores de luz: [Fotodiodo](#), [fotorresistencia](#), [fototransistor](#).
- Sensores de sonido: [Micrófono](#).
- Sensores de contacto: [Final de carrera](#).
- Sensores de imagen digital (fotografía): [CCD](#) o [CMOS](#).
- Sensores de proximidad: [Sensor de proximidad](#).

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para la lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de

acondicionamiento, como por ejemplo un [puente de Wheatstone](#) y [amplificadores](#) que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

1.13 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

1.13.1 FUSIBLE¹²

El fusible es un dispositivo que permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido. Si el valor de la corriente que pasa es superior al establecido, el fusible se derrite, se abre el circuito y no pasa corriente.

Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente y causar hasta un incendio. El fusible normalmente se coloca entre la fuentes de alimentación y el circuito a alimentar.

El fusible está constituido por un hilo metálico o lámina que se funde con el calor producido por el paso de la corriente.

Los fusibles deben poseer la capacidad de conducir una corriente ligeramente superior a la que supuestamente se deben "quemar". Esto con el propósito de permitir picos de corriente que son normales en algunos equipos. Se puede observar claramente en la figura 1.12 el esquema del fusible.

¹² http://www.unicrom.com/Tut_fusible.asp

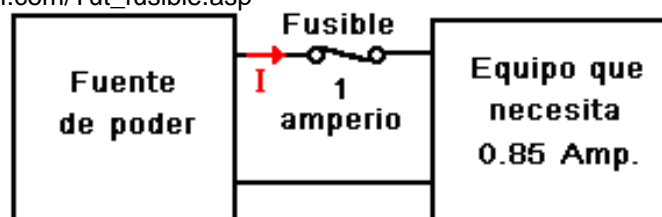


Figura 1.12 Esquema del fusible

a. Tipos de fusibles

Los tipos de fusible se indican a continuación:

- **Desnudo:** Constituido por un hilo metálico (generalmente plomo) que se funde por efecto del calor.
- **Encapsulado de vidrio:** Utilizado principalmente en equipos electrónicos.
- **Tapón enroscable:** Pieza cilíndrica de porcelana o similar, sobre la cual se pone una camisa roscada que sirve para que sea introducido en el circuito. El alambre (fusible) se coloca internamente, se fija con tornillos y se protege con una tapa roscada.
- **Cartucho:** Están constituidos por una base de material aislante, sobre la cual se fijan unos soportes metálicos que sirve para introducir a presión el cartucho.

Su funcionamiento tiene fundamento en la ley de Joule, la temperatura alcanzada por el fusible es proporcional al cuadrado de la corriente circulante, que una vez superado el valor de calibrado, la temperatura aumenta rápidamente llevando al fusible a la fusión y provocando la interrupción del circuito.

1.6.2 CONTACTOR¹³

El contactor es un interruptor accionado o gobernado a distancia por un electroimán.

¹³ www.quiminet.com.mx/ar6/ar_%2524%25B3%258A%25A9%258B%2521%25DB%25E2.htm

Un contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

La energía utilizada para accionar un contactor puede ser muy diversa: mecánica, magnética, neumática, fluídrica, etc. Los contactores que se usan normalmente en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina.

a. Funcionamiento

Cuando la bobina es recorrida por la corriente eléctrica, genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae con un movimiento muy rápido.

Al producirse este movimiento, todos los contactos del contactor (tanto principales como auxiliares) cambien de posición solidariamente.

Los contactos cerrados se abren y los abiertos se cierran. Para volver los contactos a su posición inicial reposo basta con desenergizar la bobina.

En la figura 1.13 se muestra el esquema del contactor, está formado de 8 elementos que son:

1. Contactos móviles.
2. Contactos fijos.
3. Hierro móvil.
4. Muelle antagonista.
5. Bobina.
6. Espira de sombra.
7. Hierro fijo.
8. Alimentación bobina.

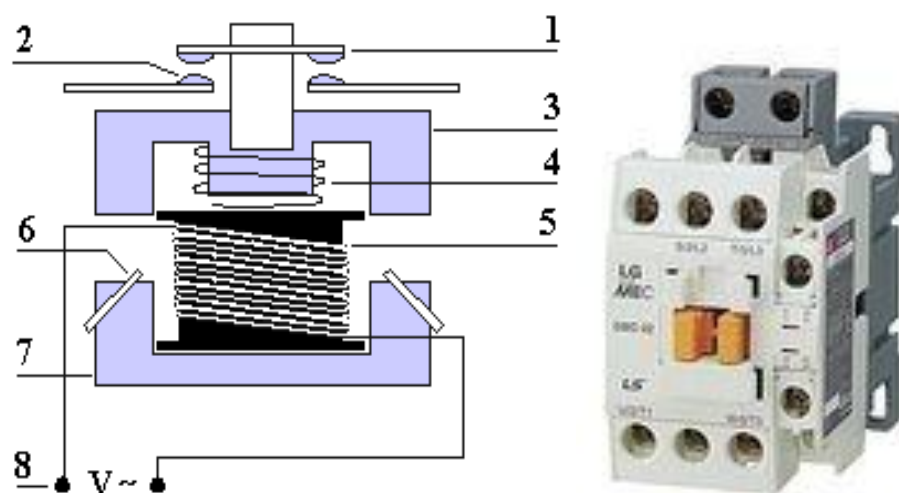


Figura 1.13 Esquema del contactor

Así pues, una característica importante de un contactor será la tensión a aplicar a la bobina de accionamiento, así como su intensidad o potencia. Según sea el fabricante, se dispone de una extensa gama de tensiones de accionamiento, tanto en continua como en alterna siendo las más utilizadas, 24, 48, 220, y 380. La intensidad y potencia de la bobina, naturalmente, dependen del tamaño de contactos.

El tamaño de un contactor depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos de que dispone (normalmente cuatro). El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar, pero ésta suele ser de 660 V para los contactores de normal utilización en la industria.

1.14 DISPOSITIVOS DE MANDO

1.14.1 PRESÓSTATO

El presóstato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un [circuito eléctrico](#) dependiendo de la lectura de [presión](#) de un [fluido](#).

En la figura 1.14 se indica más claramente el diagrama del presóstato.

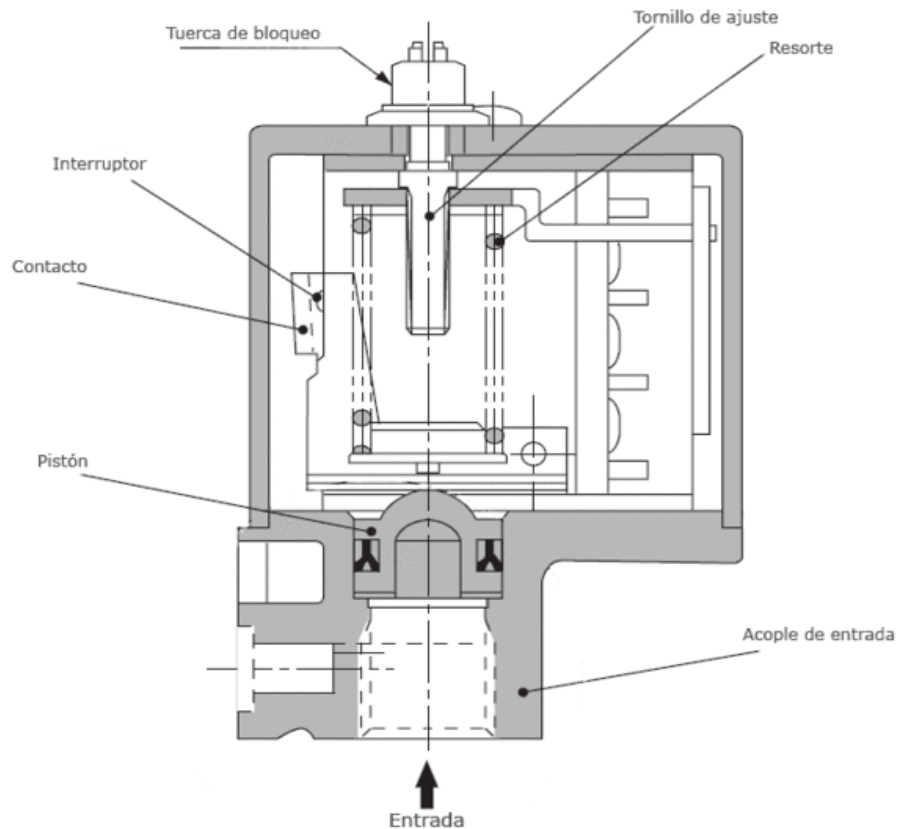


Figura 1.14 Diagrama de una presóstato

1.14.2 OPERACIÓN DE UN PRESÓSTATO

El fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan.

Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presóstato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.

1.15 DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

1.15.1 ELECTROVÁLVULAS¹⁴

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula, el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento.

Es común que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la habrá venciendo la fuerza del muelle, esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo potencia mientras la válvula deba estar abierta.

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 como se indica en la figura 1.15.

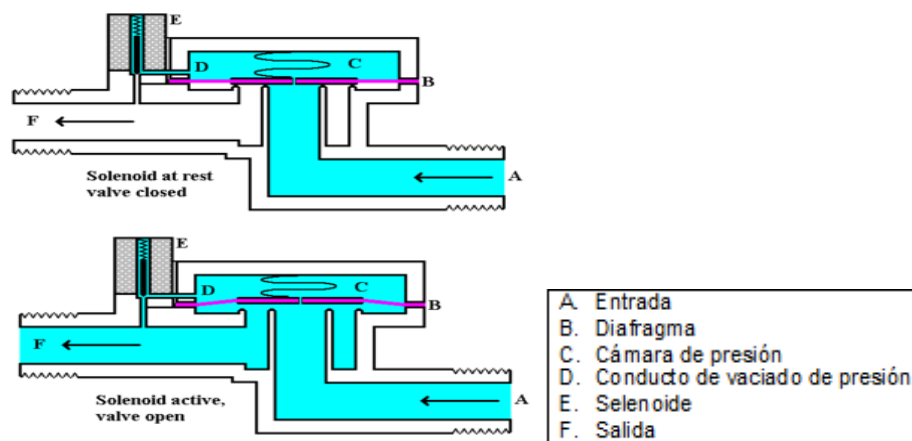


Figura 1.15 Accionamiento de una electroválvula

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrovalvula>

1.16 FUENTES DE PRESION

1.16.1 COMPRESORES¹⁵

El 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 (velocidad) impulsándola a fluir.

La capacidad real de un compresor es menor que el volumen desplazado del mismo, debido a razones tales como:

- Caída de presión en la succión.
- Calentamiento del aire de entrada.
- Expansión del gas retenido en el volumen muerto.
- Fugas internas y externas.

a. Funcionamiento y partes de un compresor

El Compresor se compone de las siguientes partes:

- Un Cilindro (eje, pistones y cámara).
- Un Conjunto de tapas (trasera y delantera).
- Un Conjunto de Válvulas (exteriores de conexión, e interiores de lengüeta y platos de válvula).
- Arandelas de gomas y Empacaduras.
- Conjunto de sellos (eje y tapa).
- Conjunto de Embrague (bobina, rotor, placa de arrastre).

¹⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor>

Al encender el equipo el compresor recibe una señal eléctrica proveniente de un interruptor incorporado al conjunto evaporador del equipo de aire acondicionado, a su vez, el embrague acciona todo el sistema de compresión (pistones, cámara, válvula, etc.).

Como resultado, la baja presión del gas freón 12, proveniente del evaporador, es transformada en alta presión (presión de descarga), este gas de alta presión es enviado al condensador.

El compresor mantiene su funcionamiento hasta que la temperatura del sistema alcanza el nivel deseado, desactivándose mediante una señal recibida del termostato. Cuando la temperatura aumenta nuevamente, el termostato vuelve a accionar el compresor.

b. Tipos de compresores

Se distinguen dos tipos básicos de compresores:

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El segundo trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

c. Uso de los compresores

El aire comprimido se utiliza para la operación de máquinas y herramientas, taladrar, pintar, soplar hollín, en transportadores neumáticos, en la preparación de alimentos, en la operación de instrumentos, las presiones van desde 25 psi (172 kpa) hasta 60000 psi (413,8 kpa). El empleo más frecuente es a presiones de 90 a 110 psi, que son los límites de la presión normal en casi todas las fábricas.

Los compresores son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería y hacen posible nuestro modo de vida por razones como:

- Son parte importante de muchos sistemas de [refrigeración](#) y se encuentran en cada [refrigerador casero](#) y en infinidad de sistemas de [aire acondicionado](#).
- Se encuentran en sistemas de [generación de energía eléctrica](#).

- Se encuentran en el interior muchos "motores de avión", como son los [turborreactores](#) y hacen posible su funcionamiento.
- Generan gases comprimidos para la red de alimentación de [sistemas neumáticos](#), los cuales mueven [fábricas](#) completas.

d. Mantenimiento de los compresores

Una vez que se ha puesto a funcionar el compresor, hay que seguir un estricto programa de mantenimiento preventivo. Una importante ayuda para el mantenimiento son los manuales de operación y mantenimiento que publica el fabricante.

Durante el funcionamiento normal hay que vigilar lo siguiente: flujo de agua de enfriamiento, nivel, presión y temperatura del aceite, funcionamiento de los controles y presión del control, presiones y temperaturas de succión y descarga, ruidos anormales y carga, y la temperatura del motor.

Los compresores poseen una unidad de mantenimiento (ver figura 1.16) la cual representa una combinación de los siguientes elementos:

- Filtro de aire comprimido.
- Regulador de presión.
- Lubricador de aire comprimido.

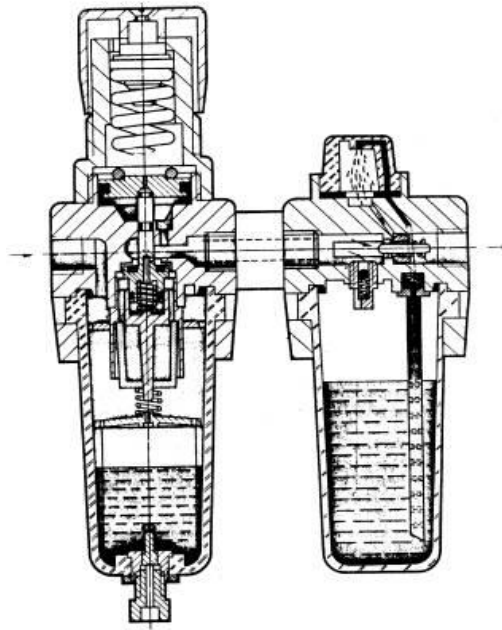


Figura 1.16 Unidad de mantenimiento

En la figura 1.17 se indica el símbolo de la unidad de mantenimiento de los compresores

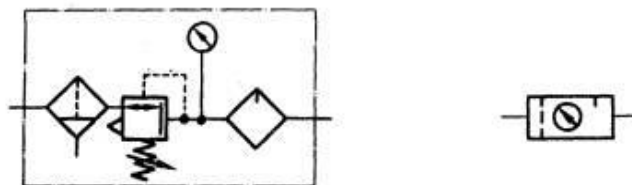


Figura 1.15 Símbolo de la unidad de mantenimiento

Deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- El caudal total de aire en m³/h es decisivo para la elección del tamaño de unidad. Si el caudal es demasiado grande, se produce en las unidades una caída de presión demasiado grande. Por eso, es imprescindible respetar los valores indicados por el fabricante.
- La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50 C (valores máximos para recipiente de plástico).

a. Filtro de aire comprimido con regulador de presión

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio), fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretende el empleo cada vez menor de los lubricadores. Consecuencia de esto es que cada vez tenga más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización. El filtro tiene por misión:

- Detener las partículas sólidas.
- Eliminar el agua condensada en el aire.

Los filtros se fabrican en diferentes modelos y deben tener drenajes accionados manualmente, semiautomática o automáticamente.

La figura 1.18 muestra cómo se encuentra constituido el filtro de aire.

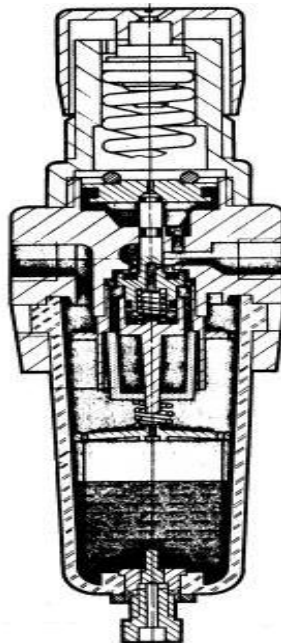


Figura 1.16 Filtro de aire comprimido con regulador de presión

b. Reguladores de presión

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas, normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad reguladores de presión.

Para su aplicación en neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones bruscas de presión de salida o frente a demandas altas de caudal.

Al ingresar el aire a la válvula, su paso es restringido por el disco en la parte superior. La estrangulación se regula por acción del resorte inferior.

El pasaje de aire reducido determina que la presión en la salida o secundario tenga un valor inferior.

La presión secundaria a su vez actúa sobre la membrana de manera tal que cuando excede la presión del resorte se flexa y el disco superior baja hasta cerrar totalmente el paso de aire desde el primario. Si el aumento de presión es suficientemente alto, la flexión de la membrana permitirá destapar la perforación central con lo cual el aire tendrá la posibilidad de escapar a la atmósfera aliviando la presión secundaria. Cuando la presión vuelve a su nivel normal la acción del resorte nuevamente abre la válvula y la deja en posición normal

c. Lubricador de aire comprimido

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite, los aceites que se emplean deben:

- Muy fluidos.
- Contener aditivos antioxidantes.
- Contener aditivos antiespumantes.
- No perjudicar los materiales de las juntas.
- Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C.
- No pueden emplearse aceites vegetales (Forman espuma).

La figura 1.19 muestra como se encuentra constituido el lubricador de aire.

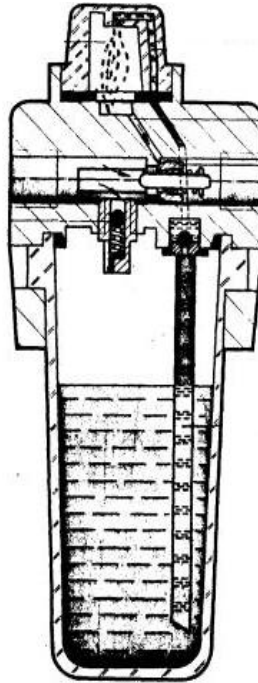


Figura 1.19 Lubricador de aire comprimido

1.17 ACTUADORES NEUMÁTICOS

1.17.1 CILINDROS DE SIMPLE EFECTO¹⁶

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido, se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

¹⁶ <http://www.sapiensman.com/neumatica/index.htm>

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm.

En la figura 1.20 se indica la estructura de un cilindro de simple efecto.

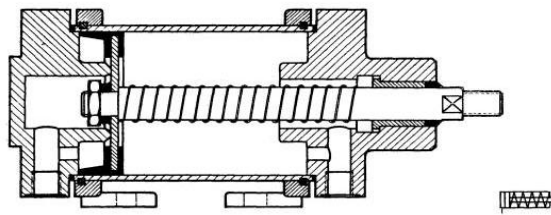


Figura 1.20 Cilindro de simple efecto

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

a. Tipos de cilindros de simple efecto

Existen diferentes tipos de cilindros de simple efecto entre los principales tenemos:

- **Cilindros de membrana**

Una membrana de goma, plástico o metal reemplaza aquí al émbolo, el vástago está fijado en el centro de la membrana, como se indica en la figura 1.21.

Se los emplean en la construcción de dispositivos y herramientas, así como para estampar, remachar y fijar en prensas.

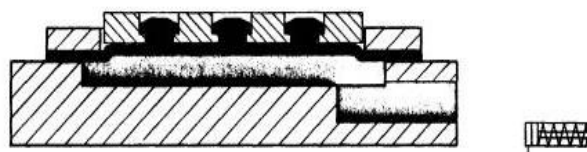


Figura 1.21 Cilindro de membrana

- **Cilindros de membrana arrollable**

Se emplea una membrana que, cuando está sometida a la presión del aire, se desarrolla a lo largo de la pared interior del cilindro y hace salir el vástago como indica la figura 1.22. Las carreras son mucho más importantes que en los cilindros de membrana (aprox. 50-80 mm), el rozamiento es mucho menor.

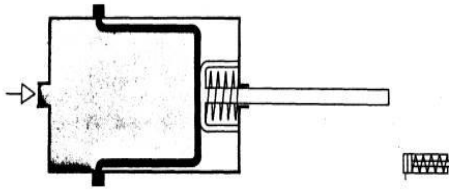


Figura 1.22 Cilindro de membrana arrollable

1.17.2 CILINDROS DE DOBLE EFECTO

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, al realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno como indica la figura 1.23.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. Y en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

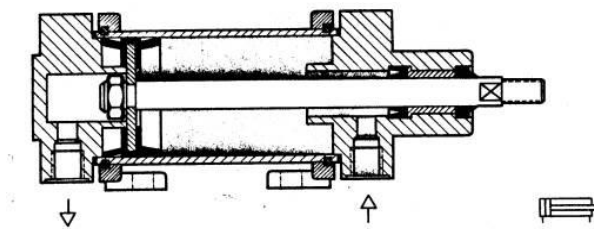


Figura 1.23 Cilindro de doble efecto

a. Tipos de cilindros de doble efecto

Existen diferentes tipos de cilindros de doble efecto entre los principales tenemos:

- **Cilindros con amortiguación interna**

Cuando las masas que traslada un cilindro son grandes, al objeto de evitar un choque brusco y daños es utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el final de la carrera. Antes de alcanzar la

posición final, un émbolo amortiguador corta la salida directa del aire al exterior como indica la figura 1.24.

El aire comprimido se comprime más en la última parte de la cámara del cilindro. La sobrepresión producida disminuye con el escape de aire a través de las válvulas antirretorno de estrangulación montada. El émbolo se desliza lentamente hasta su posición final. En el cambio de dirección del émbolo, el aire entra sin obstáculos en la cámara del cilindro por la válvula antirretorno.

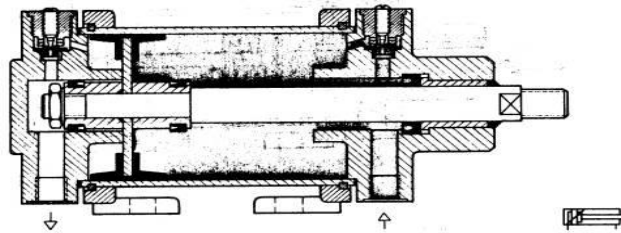


Figura 1.24 Cilindro con amortiguación interna

- **Cilindros de doble vástago**

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados como indica la figura 1.25. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas pequeñas laterales. La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales).

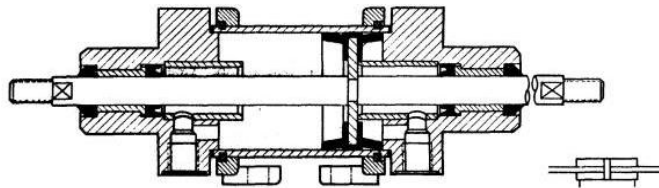


Figura 1.25 Cilindro de doble vástago

1.18 VÁLVULAS DE CONTROL

La gran evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido.
- Regular caudal.
- Regular presión.

Según la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oiéohydrauliques et Pneumatiques) define a las válvulas como los elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenada en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

1.18.1 TIPOS DE VÁLVULAS

Según su función las válvulas se dividen en:

- Válvulas de vías o distribuidoras.
- Válvulas de bloqueo.
- Válvulas de presión.
- Válvulas de caudal.

a. Válvulas de vías o distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop).

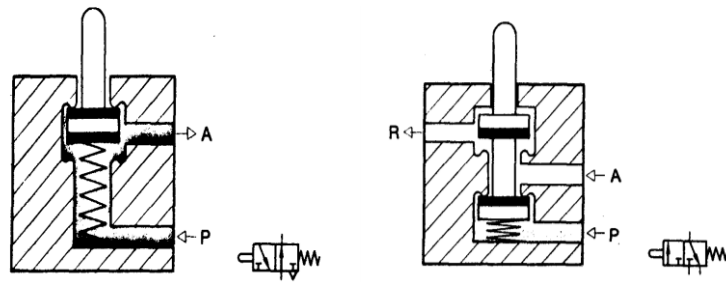
Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

Entre las principales válvulas de vías o distribuidoras tenemos:

- **Válvula 3/2**

Esta válvula posee una entrada, una salida, un escape (ver figura 1.26).



a. Abierta

b. Cerrada

Figura 1.26 Válvula distribuidora 3/2

- **Válvula 5/2**

Esta válvula posee una entrada, dos salidas y dos desfogues (ver figura 1.27).

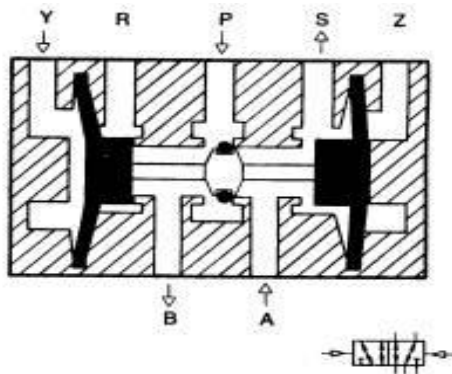


Figura 1.27 Válvula distribuidora 4/2

b. Válvulas de Bloqueo

Son elementos que bloquean el paso del caudal preferentemente en un sentido y lo permiten únicamente en el otro sentido. La presión de lado de salida actúa sobre la pieza obturadora y apoya el efecto de cierre hermético de la válvula. Entre las principales válvulas de bloqueo tenemos:

- Válvula antirretorno.
- Válvula selectora de circuito.
- Válvula antirretorno y de estrangulación.

c. Reguladores de Presión

Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, o están acondicionadas al valor que tome la presión. Se distinguen:

- Válvulas de regulación de presión.
- Válvulas de limitación de presión.
- Válvulas de secuencia.

d. Válvulas de caudal

Estas válvulas influyen sobre la cantidad de circulación de aire comprimido o de fluido; el caudal se regula en ambos sentidos de flujo, se indica en la figura 1.33 el esquema válvula reguladora de caudal.

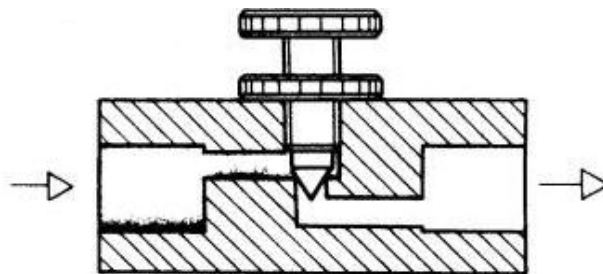

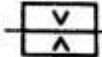

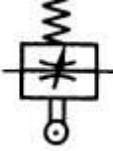


Figura1.33 Válvula reguladora de caudal

En la siguiente tabla se indica los tipos de válvulas reguladoras de caudal.

Tabla1.2 Tipos de válvulas reguladoras de caudal

Válvulas reguladoras de caudal, de estrangulación constante	
Válvula de estrangulación En esta válvula, la longitud del tramo de estrangulación es de tamaño superior al diámetro.	
Válvula de restricción de turbulencia En esta válvula la longitud del tramo de estrangulación es de tamaño inferior al diámetro.	

Válvulas reguladoras de caudal, de estrangulación variable	
Válvula de estrangulación regulable	
Válvula de estrangulación de accionamiento mecánico, actuando contra la fuerza de un muelle. Resulta más conveniente incorporar las válvulas de estrangulación al cilindro.	

1.19 SISTEMA HIDRÁULICO

1.19.1 BOMBA HIDRÁULICA¹⁷

Una bomba es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica de fluido incompresible que mueve.

El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli.¹⁸

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Las bombas se pueden clasificar de acuerdo al principio de funcionamiento y al tipo de accionamiento:

a. Bomba de acuerdo al principio de funcionamiento

- **Bombas de desplazamiento positivo** o **volumétrico**, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano

propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_Hidráulica

¹⁸ El principio de Bernoulli, describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente

b. Bomba de acuerdo al tipo de accionamiento

- **Electrobombas.** Genéricamente, son aquellas accionadas por un motor eléctrico, para distinguirlas de **las motobombas**, habitualmente accionadas por motores de explosión.
- **Bombas neumáticas** que son bombas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.
- **Bombas de accionamiento hidráulico**, como la bomba de ariete o la noria.
- **Bombas manuales.** Un tipo de bomba manual es la bomba de balancín.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.7 ESPECIFICACIONES DEL PROCESO

El presente proyecto radica en la implementación de un prototipo de envasado de agua con el brazo robótico SCORBOT ER-4u interactuado con un sistema de visión que permite la elección o exclusión de las botellas a ser envasadas.

En base a estas particularidades el proceso se desarrolla de la siguiente manera; se posicionan las botellas previamente en un dispensador, tomando en cuenta y determinando el área de trabajo del brazo robótico con respecto a la ubicación de la cámara, porque es importante saber la limitación del espacio para el movimiento del robot, esto es para la sujeción de las botellas desde el dispensador a la cámara de imagen donde se tomará una foto de la etiqueta de la botella para la discriminación de esta.

Esta discriminación consiste en clasificar las botellas de acuerdo al logotipo de la etiqueta, en nuestro caso se estableció como modelo patrón el volcán que se encuentra en la etiqueta de la botella, entonces cuando toma el brazo robótico del dispensador una botella la lleva a la cámara, toma una foto y realiza la comparación con el modelo patrón establecido, entonces de acuerdo al resultado se envía la botella a una cinta transportadora para ser envasada, por el contrario si se trata de una botella incorrecta se envía a desechar.

Previamente para el envasado tenemos un tanque reservorio con líquido, donde se encuentra instalado una bomba hidráulica y dos electroválvulas, cuando se inicia el funcionamiento de estos dispositivos la bomba funciona conjuntamente con la electroválvula uno, la cual permite que el líquido que absorbe la bomba retorne al tanque, esto lo realiza hasta que las botellas se posicionen en la banda

transportadora, es entonces cuando se cierra la electroválvula uno y se abre la electroválvula dos para que fluya el líquido al distribuidor para el llenado de las botellas.

El posicionamiento correcto de las botellas para el llenado depende de la activación de las válvulas neumáticas que empujan a los pistones, cabe recalcar que el llenado se realizará únicamente con cuatro botellas.

En la banda transportadora existen dos sensores fotoeléctricos, el uno funciona como contador y el segundo activa el pistón que detiene el paso de las botellas, ya que la banda transportadora se encuentra en constante movimiento.

El primer sensor cuenta cuatro botellas que ingresan a la banda transportadora, el cual activa el segundo pistón para la alineación de las botellas para el llenado.

Se utiliza el microcontrolador para recibir las señales de los sensores el cual activa los pistones, también se usa para el manejo de la pantalla LCD (Liquid Crystal Display) donde se muestran el número de botellas que ingresan a envasarse y el número de botellas envasadas, es decir un acumulador del conteo.

Para la supervisión del proceso existe un HMI (Interfaz Humano-Máquina), el cual permite observar los elementos que están funcionando en el proceso, también existe una alarma que indica el nivel del tanque, ya que si este es muy bajo puede dañar a la bomba.

El sistema implementado se compone de dos partes, el sistema de visión con el brazo robótico y el proceso de envasado de agua.

A continuación se detallará los requerimientos de cada una de las partes del sistema:

El sistema de visión con el brazo robótico se requiere de los siguientes elementos:

- Cámara de visión.
- Brazo robótico SCORBOT ER-4u
- Software de operación SCORBASE.
- Software de visión ViewFlex.

El proceso de envasado de agua necesita los siguientes elementos:

- Sensado de las botellas para el posicionamiento en la banda transportadora.
- Control de la activación de los dispositivos neumáticos e hidráulicos mediante el PLC SIEMENS S7-200.
- Tarjetas electrónicas para la activación de los dispositivos eléctricos neumáticos e hidráulicos.
- Tablero de monitoreo del proceso de envasado de agua con el microcontrolador PIC16F877A.
- HMI del proceso usando el software InTouch.

2.8 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE VISIÓN

Los componentes que forman parte del sistema de visión son (ver figura 2.1):

- Brazo Robótico.
- Controlador.
- Cámara.
- Objeto.
- Software.

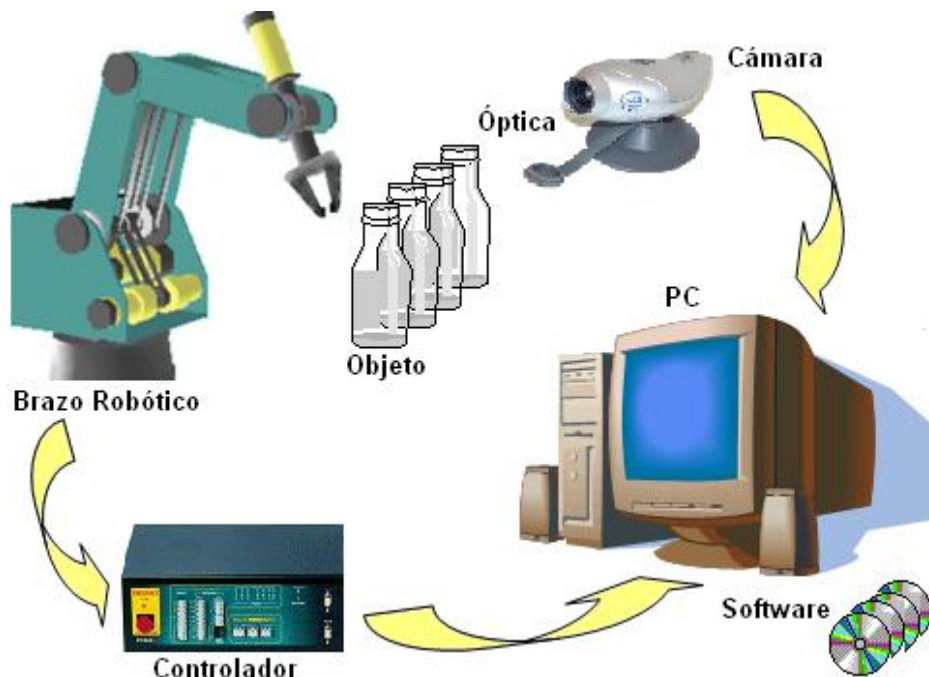


Figura 2.1 Elementos del sistema de visión

2.8.1 SISTEMA ROBÓTICO SCORBOT ER-4u¹⁹

a. Introducción

El desarrollo de la automatización, especialmente en los procesos en línea, en los cuales se incluye la acción de los robots manipuladores ha permitido al hombre facilitar sus labores e incrementar su productividad, esto es al realizar trabajos repetitivos que requieran precisión o realizar labores que ponen en peligro la vida humana o las dos cosas al mismo tiempo.

Para realizar estas funciones es importante dotar al brazo robótico de las herramientas necesarias para su correcto control. Como todo sistema, se tiene variables de entrada, de salida y el proceso requerido para manejar señales así como una retroalimentación para configurar un sistema de lazo cerrado estable. Las señales pueden ser procesadas por la computadora mediante un programa con interface para usuario que permite ingresar las trayectorias y muestra en tiempo real el movimiento descrito por el brazo.

Además, entre el brazo y la PC tiene que haber interfaces para tratar las señales; es decir, las señales de entrada tienen que ser acondicionadas para que la

computadora pueda leerlas y las de salida tienen que ser amplificadas para que el brazo robótico pueda moverse.

b. Componentes del brazo robótico SCORBOT ER-4u

El SCORBOT ER-4u fue designado y desarrollado para emular un robot industrial. La estructura abierta de un brazo robótico permite a los usuarios observar y aprender acerca de este mecanismo interno, como indica la figura 2.2.

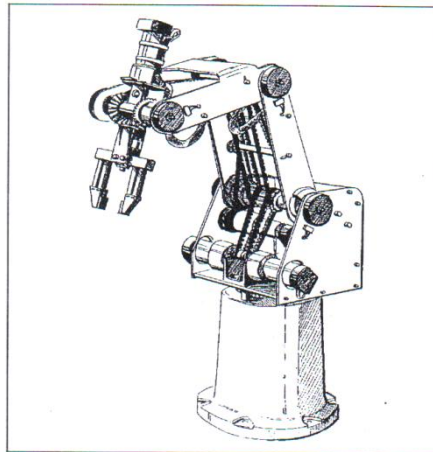


Figura 2.2 Brazo Robótico SCORBOT ER-4u

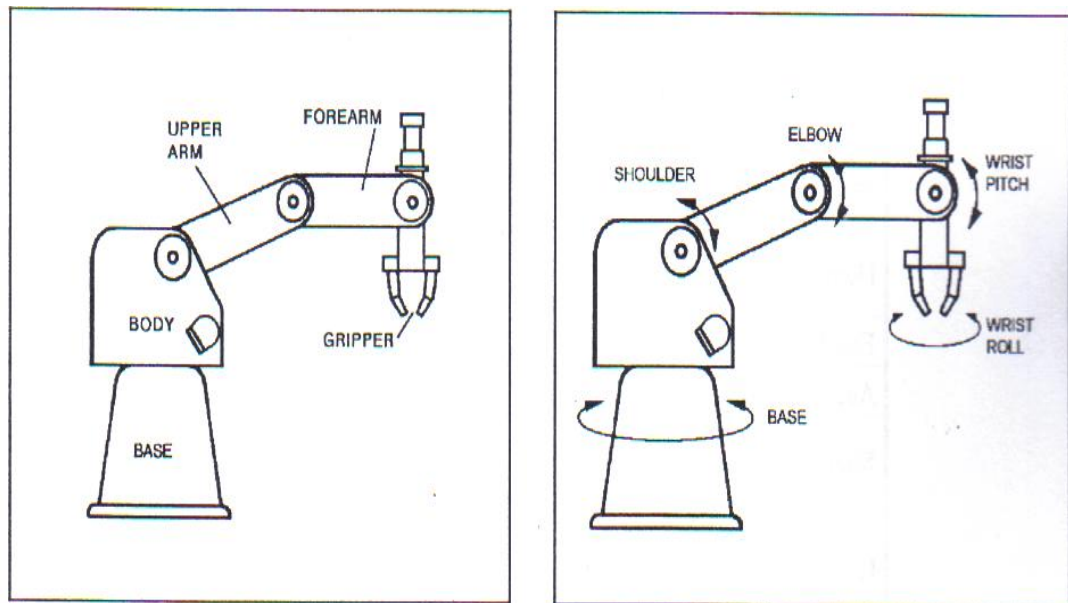
El SCORBOT-ER 4u es perfecto para propósitos académicos y fue especialmente concebido para la enseñanza y aprendizaje práctico. Como si de un robot industrial se tratara el SCORBOT-ER 4u se deja programar y “enseñar” tareas. La estructura de carcasa abierta permite controlar visualmente la función del sistema mecánico accionador, posee un sistema de seguridad que permite un aprendizaje práctico bajo condiciones muy seguras. El robot puede ser combinado con otros componentes de automatización o bien operar de forma individual y autónoma.

¹⁹ <http://www.intelitek.com>

- **Estructura**

El SCORBOT ER-4u es un robot articulado verticalmente, con cinco grados de libertad; con el gripper sujetado. El efector final puede ser posicionado y

orientado arbitrariamente, pero no tiene un largo espacio de trabajo, como se indica en la figura 2.3.



Enlaces

Articulaciones

Figura 2.3 Estructura del brazo robótico SCORBOT ER-4u

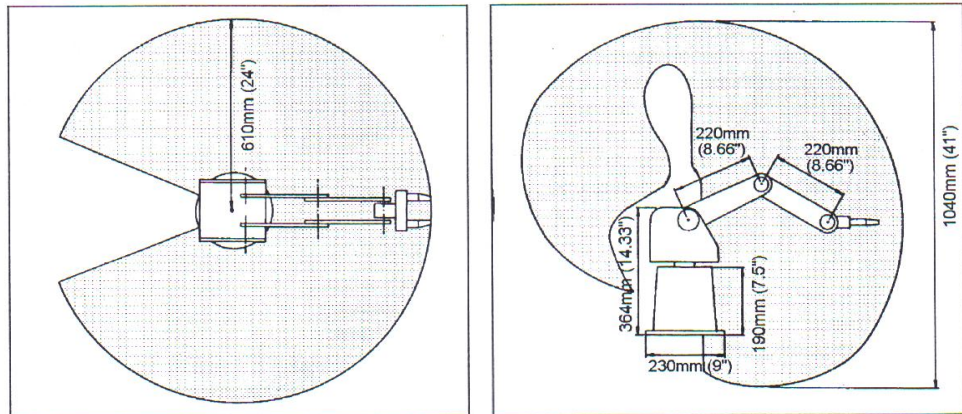
El brazo robótico SCORBOT ER-4u realiza los movimientos de las articulaciones como se indica en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Movimientos de las articulaciones

No. eje	Nombre- articulación	Movimiento	No. Motor
1	Base	Rotación del cuerpo	1
2	Shoulder	Sube y baja el brazo alto	2
3	Elbow	Sube y baja el antebrazo	3
4	Wrist pitch	Sube y baja el efector final	4+5
5	Wrist roll	Rotación del efector final	4+5

- **Área de trabajo**

La longitud del enlace y los grados de rotación de las articulaciones del robot son determinadas por el área de trabajo. En la figura 2.3 se muestran las dimensiones y el alcance del SCORBOT ER-4u.



Vista Superior

Vista Lateral

Figura 2.3 Área de trabajo

La base del robot debe ser fijada a una superficie de trabajo fija. Sin embargo, puede ser sujetado a una base extra, obteniendo así un rango de trabajo extendido.

- **Motores**

Los cinco ejes del robot y el gripper son operados por servo motores DC. La dirección del movimiento es determinada por la polaridad del voltaje de operación: Con voltaje positivo DC el movimiento del motor es en una dirección, y con voltaje negativo DC el movimiento es en dirección opuesta. Cada motor es operado con un encoder para cerrar el circuito de control, como se indica la figura 2.4.

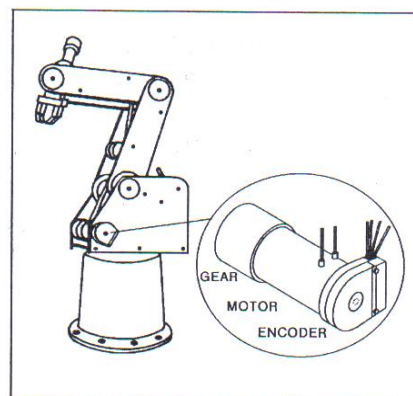


Figura 2.4 Motor

- **Encoders**

La posición y el movimiento de cada eje se miden mediante un encoder electro-óptico sujetado al eje del motor, el cual empuja a los ejes (ver figura 2.5).

Cuando se mueven los ejes del robot, el encoder genera una serie de señales eléctricas alternas altas y bajas. El número de señales es proporcional a la suma de movimientos del eje. La secuencia de la señal indica la dirección del movimiento.

El controlador lee estas señales y determina el grado y dirección del movimiento del eje.

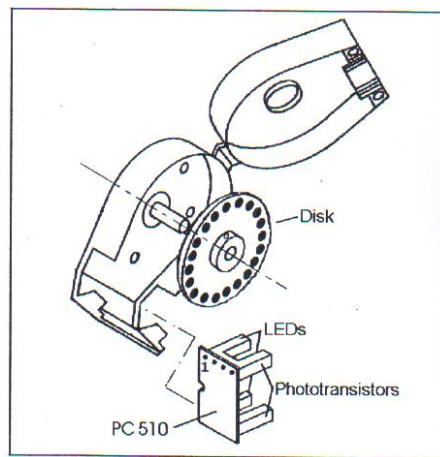


Figura 2.5 Encoder

- **Microinterruptores**

El SCORBOT ER-4u tiene cinco microinterruptores, uno en cada eje, los cuales sirven para identificar la posición "HOME" del robot (ver figura 2.6).

Durante el procedimiento de "HOMING", las articulaciones del robot son movidas una en un tiempo. Cada eje es movido hasta que el interruptor "HOME" es activado. Entonces el eje es movido ligeramente hasta que se cierre el interruptor.

Cuando todas las articulaciones están en "HOME", el robot está en "HOME". A esto se lo conoce como el punto de referencia para la operación del robot.

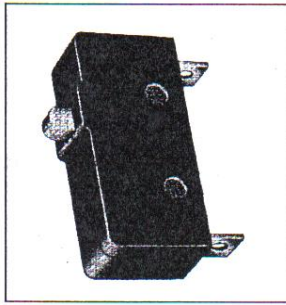


Figura 2.6 Microinterruptores

- **Transmisiones**

Varios tipos de transmisiones son utilizados para mover los enlaces del brazo robótico, como indica la figura 2.7.

- Los engranes inician el movimiento de la base y del eje "shoulder".
- La polea y la correa sincronizadas mueven el eje "elbow".
- La polea y la correa sincronizadas y un borde del engrane diferencial unitario que está al final del brazo, mueven el "wrist" pitch (muñeca) y el eje roll.
- Un tornillo guía transmisor abre y cierra el gripper.

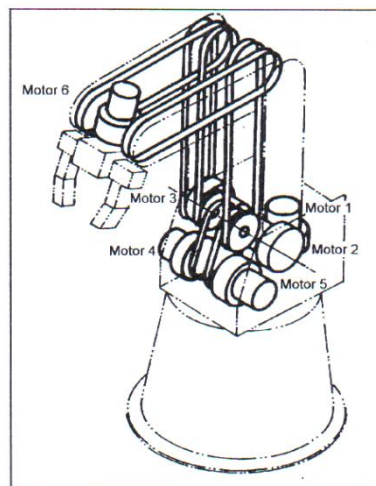


Figura 2.7 Transmisiones

- **Gripper**

El SCORBOT ER 4u tiene un servo adherido al gripper ajustado con almohadilla de caucho. Estas almohadillas pueden ser removidas para permitir la unión del dispositivo del efector final.

Tres bordes de los engranes forman un tren de engrane diferencial, el cual mueve el "wrist joint" (articulación de la muñeca). Cuando los motores 4 y 5 son manejados en dirección opuesta el "wrist pitch" se mueve arriba y abajo.

Cuando los motores 4 y 5 son manejados en la misma dirección, el "wrist rolls" se mueve en sentido horario y antihorario. Un tornillo guía acoplado directamente al motor 6 produce un abrir o cerrar al gripper.

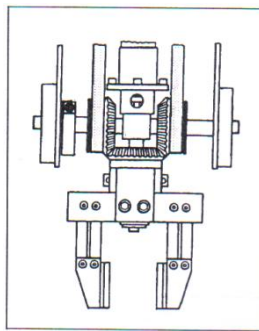


Figura 2.8 Gripper

2.2.2 CONTROLADOR

El controlador es un microcomputador de propósito específico, especialmente diseñado para las tareas de control de brazo articulado.

a. Funciones del controlador

Las funciones del controlador son:

- Recepción de órdenes del computador principal a través del canal USB y comprobación del canal.
- Transmisión de respuestas al computador principal a través de dicho canal.

En la figura 2.8 se indica la actuación sobre los motores mediante la conmutación de transistores de potencia a ± 12 Volt (según la dirección del movimiento).

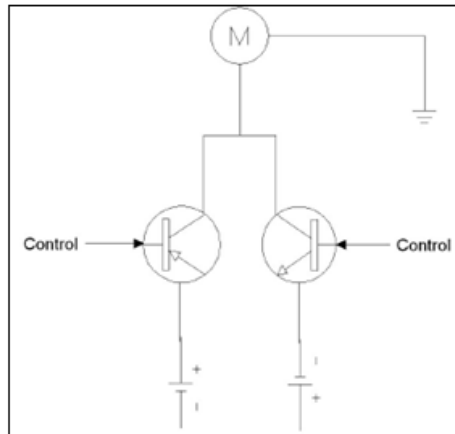


Figura 2.8 Actuación sobre los motores

- Seguimiento (control) del movimiento de cada motor, contando los impulsos que llegan de los encoders, llevando cada uno hasta una posición final.
- Controla 8 líneas de entrada (más otras 2 en forma de interruptores manuales con fines didácticos) mediante las cuales recibe señales de su entorno. Mediante el computador principal (PC) puede comprobar el estado de alguna(s) de estas líneas.
- Controla 8 líneas de salida para la activación de equipos externos. El controlador dispone de una rutina que puede llevar al brazo articulado hasta una posición predefinida (conocida como "HOME") que marca el sistema de referencia en que se va a mover el Robot. La forma de alcanzar la posición de "HOME" es mover cada articulación hasta que llega al final de carrera, donde se conmuta un microinterruptor. Al detectar esta conmutación, el controlador ya sabe donde se encuentra la articulación y puede llevarla (contando un cierto número de impulsos) hasta la posición de "HOME".
- El controlador puede parar todos los motores guardando información del estado de cada uno para luego poder continuar el movimiento.
- El controlador puede obtener información del progreso en el movimiento de un motor a través de la PC y responder de acuerdo con ella.

b. Partes del controlador

El panel posterior del controlador indica en la figura 2.9.

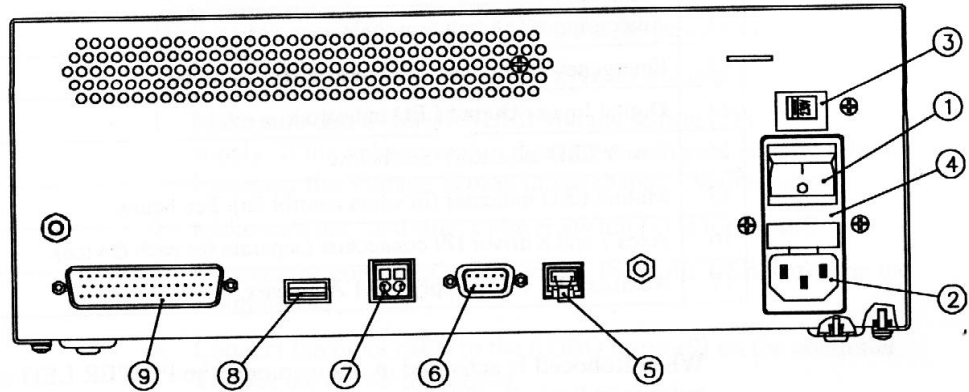


Figura 2.9 Controlador USB – Panel posterior

En la tabla 2.2 se especifica las partes del controlador del panel posterior que se muestra en la figura 2.9.

Tabla 2.2 Partes del controlador (panel posterior)

PANEL POSTERIOR	
1	Interruptor ON/OFF
2	Línea de alimentación 110/220VAC
3	Selector de línea de voltaje
4	Fusible de alimentación AC – 110V,2A;220 V,1 ^a
5	Conexión Teach Pendant
6	Puerto RS 232 COM para usos futuros
7	Interruptor remoto de emergencia , conector de 2 pines
8	Conector USB (para PC)
9	Cable de conexión del ROBOT de 62 pines, conector tipo D de alta densidad

El panel frontal del controlador indica en la figura 2.10.

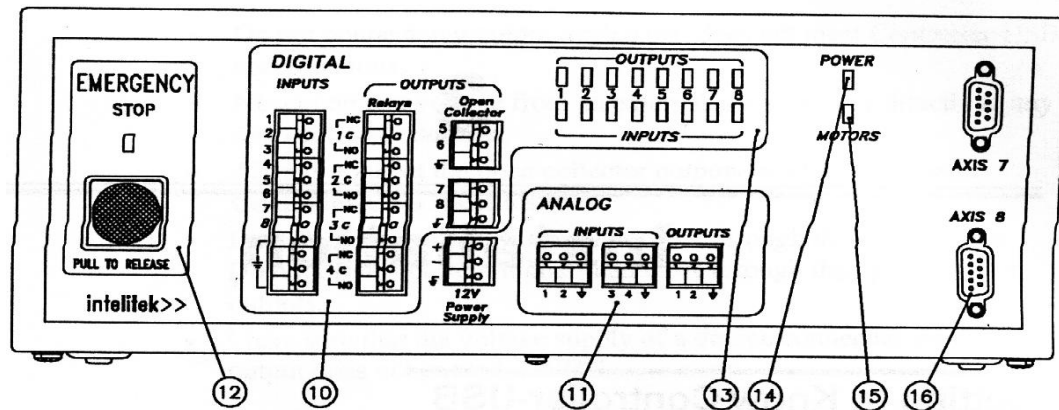


Figura 2.10 Controlador USB – Panel frontal

En la tabla 2.3 se especifica las partes del controlador del panel frontal que se muestra en la figura 2.10.

Tabla 2.3 Partes del controlador (panel frontal)

PANEL FRONTAL	
10	Terminales de entrada/salida digitales
11	Terminales de entrada/salida analógicas
12	Botón de emergencia y led indicador
13	Leds indicadores de entrada/salida digitales
14	Led indicador de alimentación
15	Led indicador de motores (encendido cuando el controlador esta en on)
16	Conectores DB9 para los ejes 7 y 8
17	Suministro auxiliar de 12 VDC – 0.1 A máx.

2.2.3 CÁMARA

La visión artificial es un término general que abarca desde el nivel más bajo (el hardware) con los dispositivos de captura, hasta los niveles superiores en el tratamiento de las imágenes, que se encargan de extraer la información útil de las

imágenes capturadas, en función de la aplicación sobre la cual se esté trabajando.

a. Cámara VEO

La cámara de imagen es un dispositivo que captura imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas, es decir es un transductor óptico.

- **Características principales**

Las características principales que posee la cámara son las que se detallan a continuación:

- 1,3 mega píxeles (1280 x 1024) Sensor CMOS.
- Conexión USB 2,0 (a la compatibilidad hacia atrás con USB 1,1 rendimiento y la funcionalidad de compromisos).
- Formato de imagen: BMP, JPG.
- Color verdadero de 24 bits.
- Configuración automática de la exposición, balance de blancos y control del color.

- **Herramientas de procesamiento de imagen**

- Histograma en tres colores (barra, línea o datos).
- Operación de extracción de banda.
- Filtros: predefinidos (erosión, dilatar, abierto, cerrado, etc.) y definidos por el usuario.
- Transformada rápida de Fourier.
- Define y procesa regiones de interés no rectangulares.
- Umbral: pasa banda, rechaza banda, pasa bajos, pasa altos.

- **Componentes de la cámara**

Los componentes que posee la cámara (ver figura 2.11) son las que se detallan a continuación:

- **LED azul ON/OFF:** indica si la cámara está o no conectada con la computadora principal.
- **Botón de fotografía instantánea:** habilita a la cámara para capturar una imagen.
- **Lente focal:** habilita la calidad de la imagen, para lo cual se puede girar este foco.
- **Cobertor del lente:** protege el lente cuando no se usa.
- **Base de la cámara:** se lo usa como alternativo para la colocación de la cámara.
- **Cable de conexión USB:** cable de conexión a la PC.



Figura 2.11 Cámara VEO

- Modelo de color RGB

La descripción **RGB** (del inglés *Red, Green, Blue*; "rojo, verde, azul") de un [color](#) hace referencia a la composición del color en términos de la intensidad de los [colores primarios](#) luz con que se forma: el rojo, el verde y el azul (ver figura 2.12).

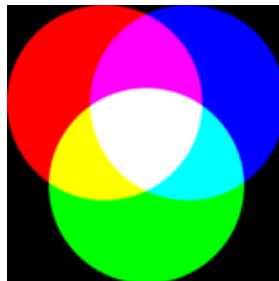


Figura 2.12 Modelo de color RGB

Las imágenes RGB utilizan tres colores para reproducir en pantalla hasta 16,7 millones de colores.

El modelo RGB asigna un valor de intensidad a cada píxel que oscile entre 0 (negro) y 255 (blanco) para cada uno de los componentes RGB de una imagen en color. Por ejemplo, un color rojo brillante podría tener un valor R de 246, un valor G de 20 y un valor B de 50. El rojo más brillante que se puede conseguir es el R: 255, G: 0, B: 0. Cuando los valores de los tres componentes son idénticos, se obtiene un matiz de gris. Si el valor de todos los componentes es de 255, el resultado será blanco puro y será negro puro si todos los componentes tienen un valor 0.

2.2.4 OBJETO

El objeto que se usa para el análisis son botellas, estas poseen las mismas características, como son: tamaño, tipo de material y color. Únicamente cambian su logotipo y el color de la etiqueta.

En la figura 2.13 se muestra la botella a ser analizada, para establecerla como modelo patrón.



Figura 2.13 Botella con etiqueta correcta

En la figura 2.14 se indica la botella a ser analizada y comparada con respecto al modelo patrón.



Figura 2.14 Botella con etiqueta incorrecta

La región que se establece para la comparación entre las botellas es únicamente el logotipo de la etiqueta (ver figura 2.15).



Figura 2.15 Etiquetas de las botellas

Es importante señalar que la parte a ser analizada es la etiqueta que tiene la botella y no el estado, el color o el tamaño, es de esta forma como se aplica la cámara en este proyecto, por lo que la aplicación no es de tipo industrial sino de tipo demostrativo específico.

2.2.5 SOFTWARE

Para el manejo del sistema de visión se utiliza el software ViewFlex y para el manejo del brazo robótico se utiliza el software SCORBASE.

a. Software VIEW FLEX

El sistema de visión incluye el software interactivo de ViewFlex, que se basa en el motor de procesamiento de imagen Inspector.

Las funciones avanzadas de ViewFlex permiten a los usuarios ejecutar aplicaciones científicas e industriales. El software de ViewFlex ofrece un amplio conjunto de funciones para optimizar el procesamiento de imágenes y el reforzamiento, evaluar y medir, y la coincidencia de patrones. El sistema soporta aplicaciones tales como la medición de precisión y detección de falla.

La figura 2.16 indica la barra de herramientas de ViewFlex, entre los comandos y funciones que presenta son:

- Herramienta para el procesamiento de imagen: Matrox Inspector.
- Cámara.
- Tabla de Resultados.
- Calibración.
- Acerca de.
- Salir.

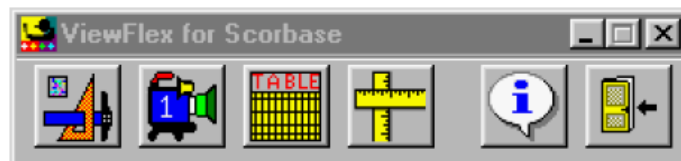


Figura 2.16 Barra de Herramientas de ViewFlex

- **Matrox Inspector**



Matrox Inspector es una aplicación que trabaja interactivamente con imágenes, para la captura, almacenamiento y procesamiento de las mismas. Matrox Inspector es un paquete de 32 bits basado en Windows, lo cual le brinda todo el potencial y la facilidad para la utilización de una interfaz gráfica. Es capaz de correr en cualquier sistema que se ejecuta en Windows 95/98 o Windows NT 4.0.

- **Cámara**

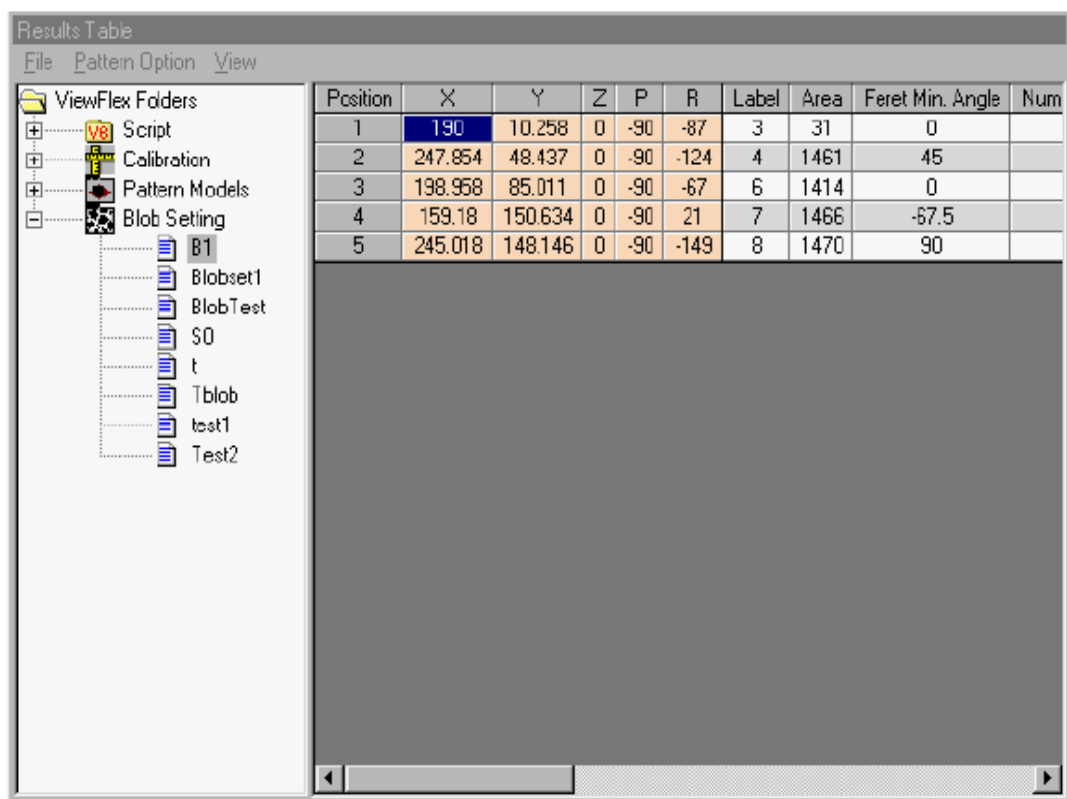


Este comando tiene un entorno de visualización el cual permite al usuario poder observar la imagen que va a ser capturada, a la vez permite la configuración respectiva de la imagen.

- **Tabla de Resultados**



La ventana de tabla de resultados está dividida en dos secciones: una sección presenta las carpetas de ViewFlex (Script, Calibration, Pattern Models, Blob Setting) y la segunda sección indica una tabla con las coordenadas de los objetos en el espacio del robot, como se indica en la figura 2.17.



Position	X	Y	Z	P	R	Label	Area	Feret Min. Angle	Num
1	190	10.258	0	-90	-87	3	31	0	
2	247.954	48.437	0	-90	-124	4	1461	45	
3	198.958	85.011	0	-90	-67	6	1414	0	
4	159.18	150.634	0	-90	21	7	1466	-67.5	
5	245.018	148.146	0	-90	-149	8	1470	90	

Figura 2.17 Tabla de resultados

- **Calibración**



Permite sincronizar el sistema de visión con el brazo robótico, estableciendo un mismo espacio de trabajo.

b. Software SCORBASE

SCORBASE (nivel 1,2 y 3 o "Pro") es un lenguaje de programación de robots de alto nivel, interactivo y con control de trayectoria punto a punto. Trabaja en dos etapas:

1. "Enseñar" al robot un conjunto de distintas posiciones con las que operará posteriormente. Se trata de definir de antemano una serie de puntos en el espacio (x, y, z).
2. "Programar" el robot: se escribe un programa utilizando los comandos que provee el lenguaje SCORBASE.

Además, el software soporta periféricos I/O (entrada/salida) digitales y analógicos y ejes de servo, ofreciendo así una completa herramienta para la programación y el funcionamiento en la celda de trabajo del robot.

En la figura 2.18 se indica la ventana del software SCORBASE y la variedad de comandos que permite realizar cualquier programa y que el brazo robótico ejecute cada una de las instrucciones descritas.

La programación se realiza en la ventana de programa, en esta ventana no se puede escribir directamente sino que las instrucciones se seleccionan de la ventana "zona de trabajo".

Las instrucciones que se presentan en esta ventana dependen del nivel al que estemos trabajando. Así, para el nivel 1 se muestran las órdenes más básicas, mientras que para el nivel profesional aparecen todas las órdenes disponibles.

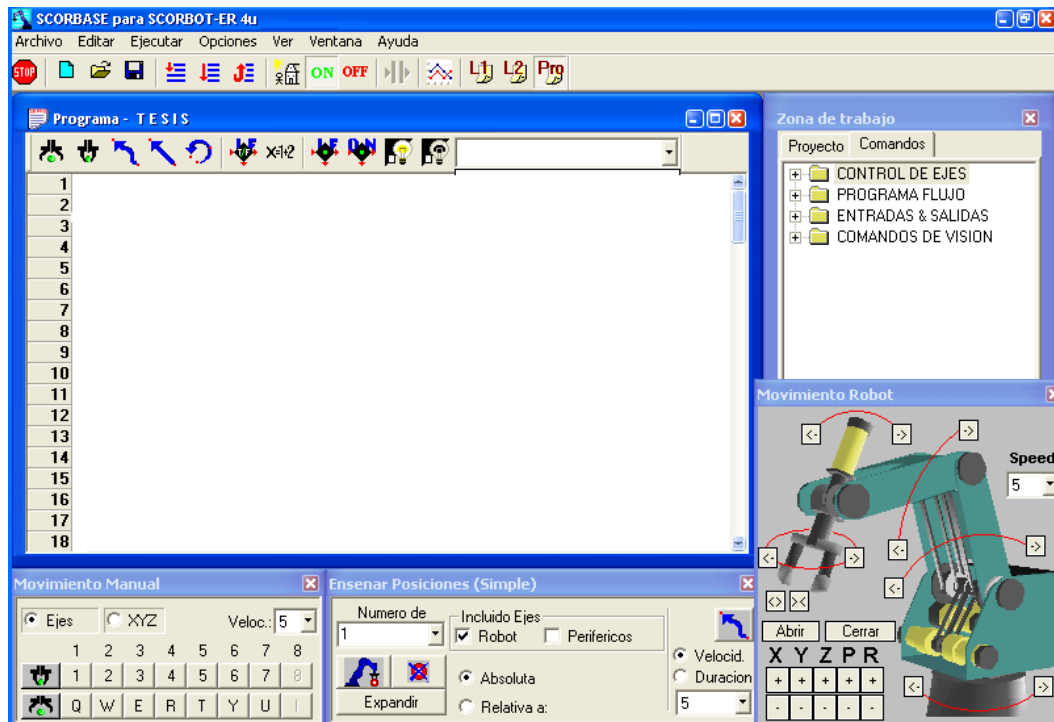


Figura 2.18 Software SCORBASE

2.3 ELEMENTOS DEL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA

Para implementar el proceso de envasado de agua se utiliza los elementos que se describen a continuación (ver figura 2.19):

- Sensor fotoeléctrico.
- Sensor de nivel.
- Microcontrolador PIC 16F877A.
- Display LCD.
- PLC SIMATIC S7-200.
- Bomba hidráulica.
- Electroválvula.
- Compresor.
- Válvula neumática.
- Cilindro.

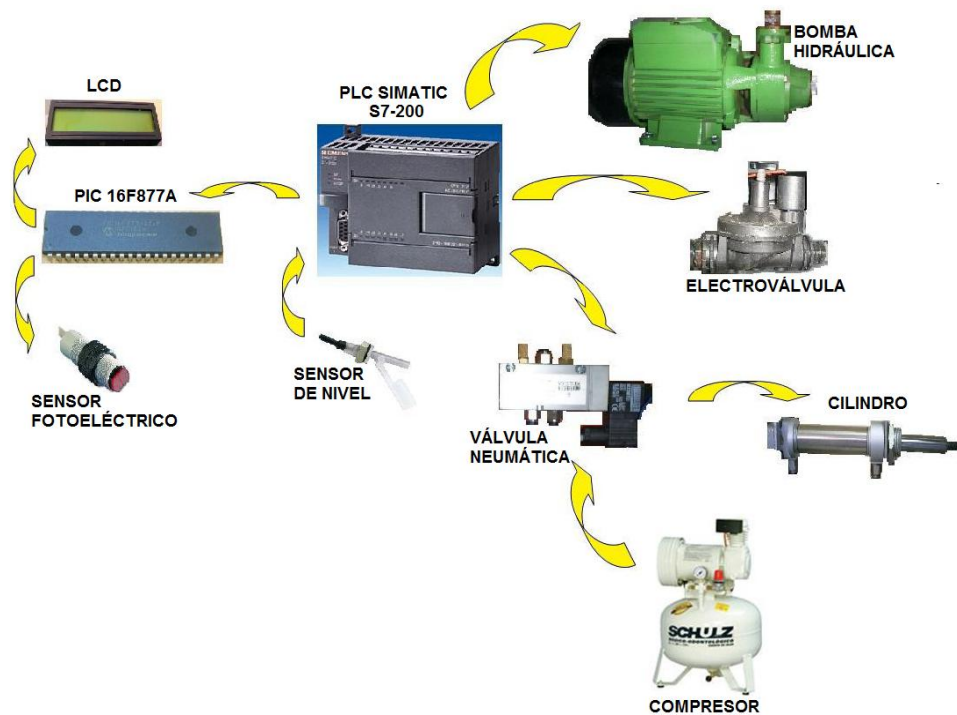


Figura 2.19 Elementos del proceso de envasado de agua

2.3.1 SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico (ver figura 2.20) que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor, todos los diferentes modos de sensado se basan en este principio de funcionamiento. Está diseñado especialmente para la detección de objetos.



Figura 2.20 Sensor fotoeléctrico CY-22

El sensor fotoeléctrico que se utiliza en la detección de presencia de objeto en la banda transportadora presenta las características que se indican en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Características del sensor CY-22

SENSOR CY-22	
Tipo de sensor	Difusa
Distancia	12cm
Alimentación	10 a 30V DC
Corriente Máxima	100mA
Salida	Transistor NPN en colector abierto
Objetos detectados	Opacos, translúcidos y transparentes
Repetibilidad (dirección vertical al eje de la luz)	0.3mm o menos
Histéresis	15% o menos del rango de operación
Elemento emisor	LED infrarrojo

2.3.2 SENSOR FLOTADOR

El interruptor de nivel permite el control de líquidos en recipientes (ver figura 2.21), el sensor se monta en la cara del recipiente. Un flotador plástico con bisagras con un imán flota hacia arriba y hacia abajo a través del nivel del líquido. El contacto reed encapsulado es manejado por el imán. La función de conmutación (contacto N/A, contacto N/C) es determinada por la posición de la instalación, como indica la figura 2.22. La función se invierte simplemente rotando el interruptor 180°.



Figura 2.21 Sensor flotador

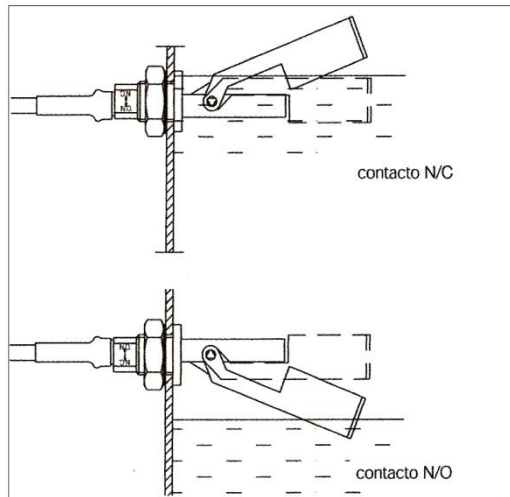


Figura 2.22 Conmutación del sensor

En el presente proyecto el sensor tiene una conexión en contacto normalmente cerrado y es éste el que activa una alarma que indica que el nivel del tanque está bajo.

En la tabla 2.5 se indican las principales características del sensor de nivel que se usa en este proyecto.

Tabla 2.5 Características principales del sensor flotador.

SENSOR FLOTADOR	
Contacto	1 Contacto Reed
Conexión	G 1/2A IG, 1/2 NPT, M16
Material	Polipropileno, PVDF
Máxima Presión	10 BAR
Máxima Temperatura	100°C
Densidad del Líquido	Desde 0,6 g/ml

2.3.3 MICROCONTROLADOR

El PIC 16F877A (ver figura 2.22) es el que se usa en el proyecto debido a sus prestaciones y a su fácil manejo.

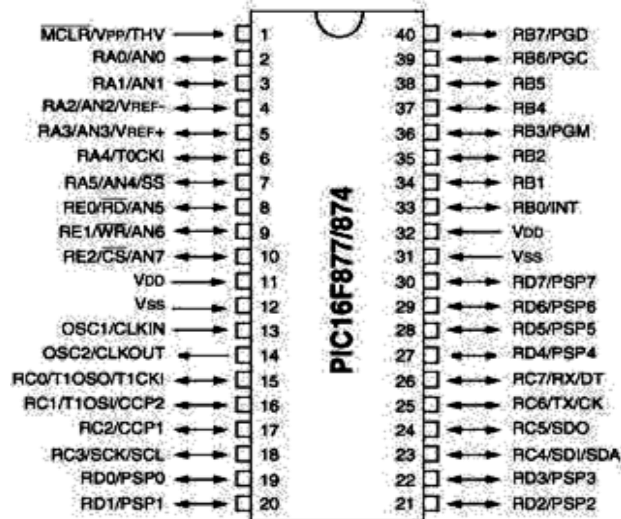


Figura 2.22 Distribución de pines del PIC 16F877A

Las características más relevantes que tiene este integrado son las siguientes:

- Frecuencia Máxima 20 MHz.
- Memoria de programa de 14Kbits, soporta 8K instrucciones.
- Memoria EEPROM de 256 bytes y Data SRAM de 256 bytes.
- Comunicación mediante protocolo I2C.
- Comunicación Serial MSSP, Usart.
- Comunicación Paralelo PSP.
- Posee 33 pines de Entrada / Salida.
- 14 Interrupciones y 3 Timers.
- Un Juego de 35 Instrucciones.

2.3.4 LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)

El módulo LCD es un display de cristal líquido (ver figura 2.23), son utilizados para mostrar mensajes al operario del estado de la máquina, o para dar instrucciones de manejo, mostrar valores, etc. El LCD permite la interface entre un dispositivo electrónico y su usuario, este puede mostrar cualquier carácter ASCII y consume mucho menos corriente que los displays de siete segmentos. A los LCD se los puede encontrar en algunas presentaciones tales como 2 líneas

por 8 caracteres; 2 x16, 2x 20, 4x20, 4x40; estas presentaciones pueden tener (16 pines) o no backlight (14 pines).



Figura 2.23 LCD

En el presente proyecto se usa la LCD 2x16 y su distribución de pines se representa en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Descripción de pines de una LCD.

PIN	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de +5V CC
3	Vo	Ajuste del contraste de cristal líquido
4	RS	Selección del registro de control de datos
5	R/W	Lectura/ escritura en LCD
6	E	Habilitación
7	D0	Bit menos significativo(bus de datos bidireccional)
8	D1	
9	D2	
10	D3	
11	D4	
12	D5	
13	D6	
14	D7	Bit más significativo(bus de datos bidireccional)
15	A	Alimentación de back light +3.5C 0 +5 V CC
16	K	Tierra GND de back Light

Los LCD se pueden conectar con el microcontrolador mediante un bus de 4 bits o de 8 bits, la diferencia está en el tiempo que se demora, pues en la comunicación a 4 bits primero envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que las de 8 bits envía todo al mismo tiempo, entonces la comunicación sería

más rápida; pero la gran ventaja de hacer conexión a 4 bits, son los pocos cables que se deben conectar.

2.3.5 PLC SIEMENS S7- 200

EL PLC SIEMENS S7-200 usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas.

La CPU S7-200 incorpora en una carcasa compacta un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y de salida que conforman un potente Micro-PLC (ver figura 2.24). Tras haber cargado el programa en el S7-200 éste contendrá la lógica necesaria para observar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

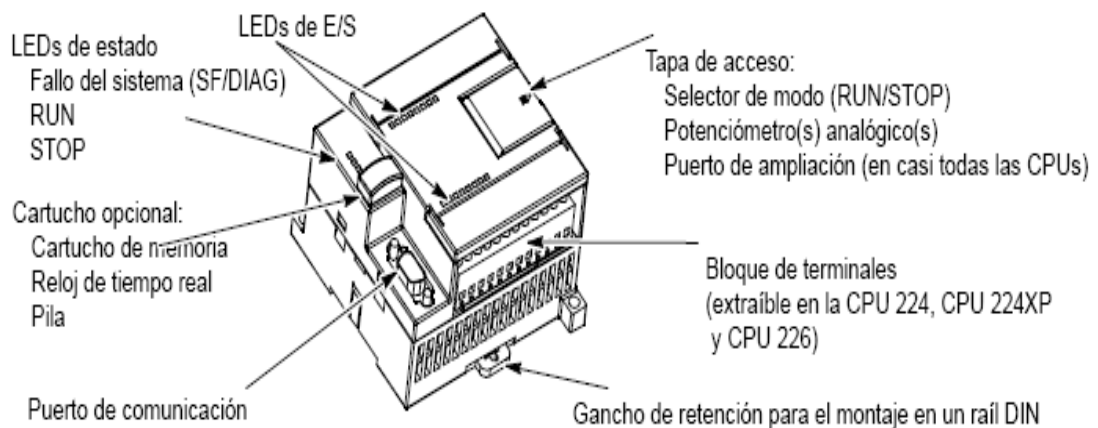


Figura 2.24 PLC Siemens S7-200

La figura 2.25 indica los componentes básicos de un sistema Micro-PLC S7-200, incluyendo una CPU S7-200, un PC, el software de programación STEP 7-Micro/WIN 32 y un cable de comunicación.

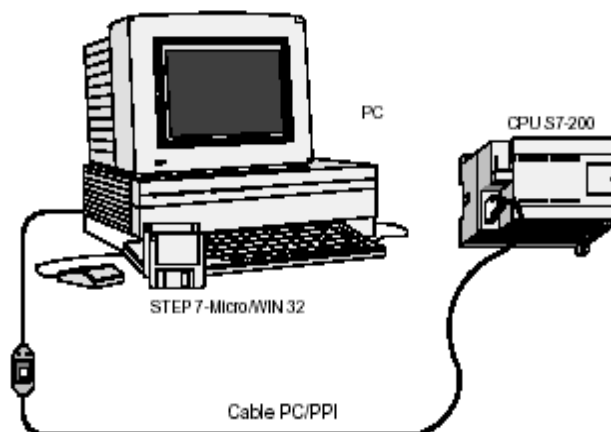


Figura 2.25 Componentes básicos de un sistema Micro-PLC S7-200

Gracias a su diseño compacto, su capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones, los Micro-PLC's S7-200 son especialmente apropiados para solucionar tareas de automatización sencillas. Además, los diversos tamaños y fuentes de alimentación de las CPUs ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

a. Alimentación del S7-200

Primero que todo es preciso conectar el S7-200 a una fuente de alimentación, la figura 2.25 muestra el cableado de una CPU S7-200 con alimentación c.c. (corriente continua) o c.a. (corriente alterna).

Antes de montar o desmontar cualquier aparato eléctrico, se debe vigilar que se haya desconectado la alimentación del mismo.

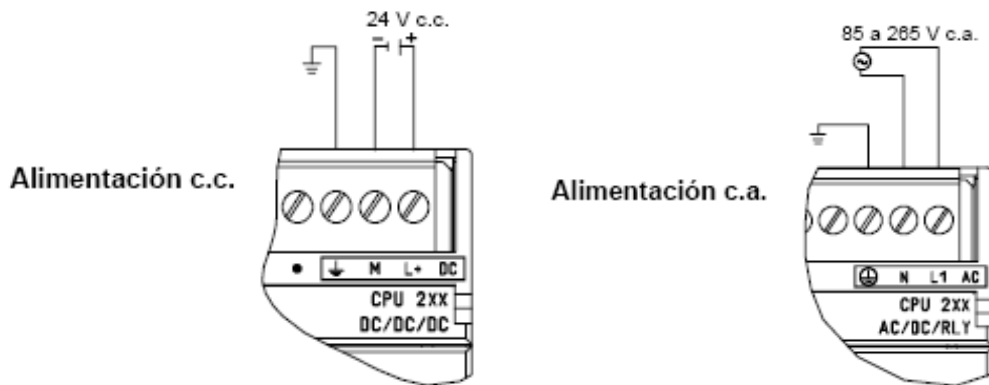


Figura 2.25 Alimentación del S7-200

b. Software STEP7-Micro/WIN 32

Para la programación del PLC se utilizó el software STEP7-Micro/WIN 32 (ver figura 2.26). Un proyecto en STEP 7-Micro/WIN 32 integra la información necesaria para comunicarse con una CPU y cargar el programa en ella.

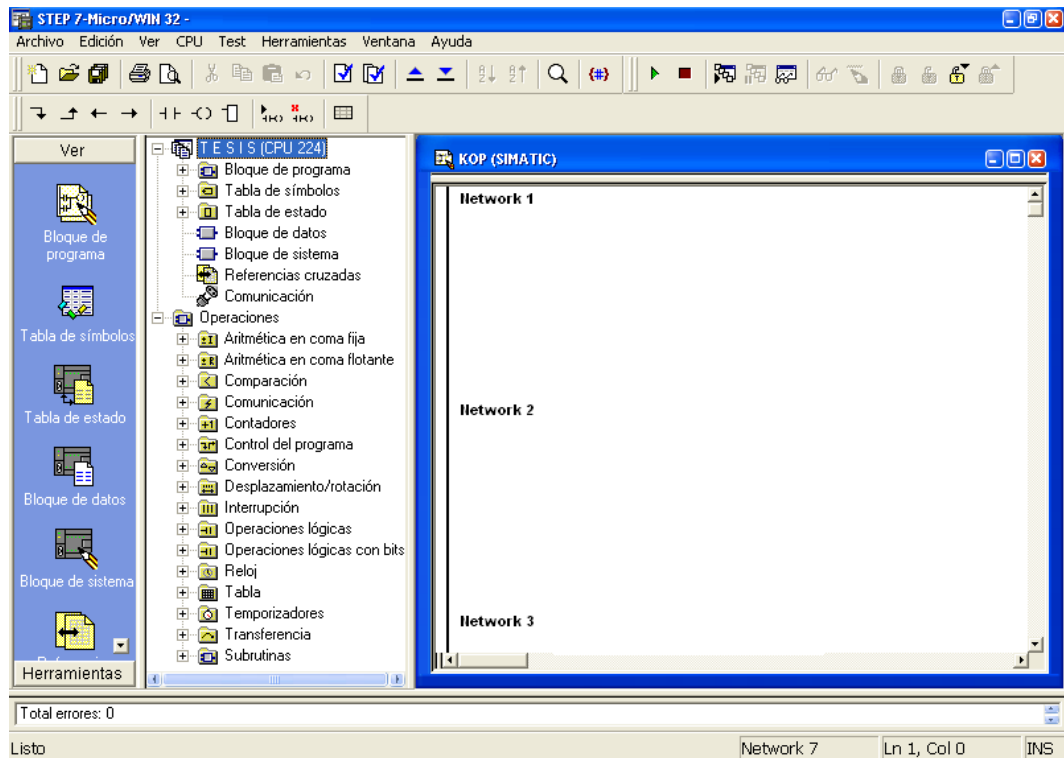


Figura 2.26 Entorno de programación del software STEP7-Micro/WIN 32

Un proyecto está compuesto por cinco elementos básicos:

1. **Bloque de programa:** Incluye el código ejecutable y los comentarios. El código se compila y se carga en la CPU, más no los comentarios del programa.
2. **Bloque de datos:** Comprende datos (valores iniciales de memoria, valores de constantes) y comentarios. Los datos se compilan y se cargan en la CPU, más no los comentarios.
3. **Bloque de sistema:** Comprende los datos de configuración, tales como los parámetros de comunicación, las áreas remanentes, los filtros de las entradas analógicas y digitales, los valores de las salidas en caso de un cambio a STOP y las informaciones sobre la protección con contraseña. Las informaciones contenidas en el bloque de sistema se cargan en la CPU.
4. **Tabla de símbolos:** Permite utilizar el direccionamiento simbólico para la programación. En algunos casos es más conveniente programar con símbolos, puesto que facilitan el entendimiento del programa. El programa compilado que se carga en la CPU convierte todos los símbolos a

direcciones absolutas. Las informaciones contenidas en la tabla de símbolos no se cargan en la CPU.

5. Tabla de estado: Las informaciones contenidas en la tabla de estado no se cargan en la CPU.

- **Estructura del Programa**

Un bloque de programa incluye el código ejecutable y los comentarios. El código ejecutable comprende tres partes básicas: el programa principal, las subrutinas (opcional) y las rutinas de interrupción (opcional). El código se compila y se carga en el S7-200, a excepción de los comentarios del programa. Las unidades de organización (programa principal, subrutinas y rutinas de interrupción) sirven para estructurar el programa de control.

- **Programa principal**

En esta parte del programa se disponen las operaciones que controlan la aplicación. Las operaciones del programa principal se ejecutan de forma secuencial en cada ciclo de la CPU.

- **Subrutinas**

Estos elementos opcionales del programa se ejecutan sólo cuando se llaman desde el programa principal, desde una rutina de interrupción o bien desde otra subrutina.

Las subrutinas son elementos opcionales del programa, adecuándose para funciones que se deban ejecutar repetidamente. Así, en vez de tener que escribir la lógica de la función en cada posición del programa principal donde se deba ejecutar esa función, basta con escribirla sólo una vez en una subrutina y llamar a la subrutina desde el programa principal cada vez que sea necesario.

- **Rutinas de interrupción**

Estos elementos opcionales del programa reaccionan a determinados eventos de interrupción. Las rutinas de interrupción se pueden programar para gestionar eventos de interrupción predefinidos. El S7-200 ejecuta una rutina de interrupción cuando ocurre el evento asociado.

El programa principal no llama a las rutinas de interrupción. Una rutina de interrupción se asocia a un evento de interrupción y el S7-200 ejecuta las operaciones contenidas en esa rutina sólo cada vez que ocurra el evento en cuestión.

En la figura 2.27 se presenta el bloque del programa para el PLC Siemens S7-200.

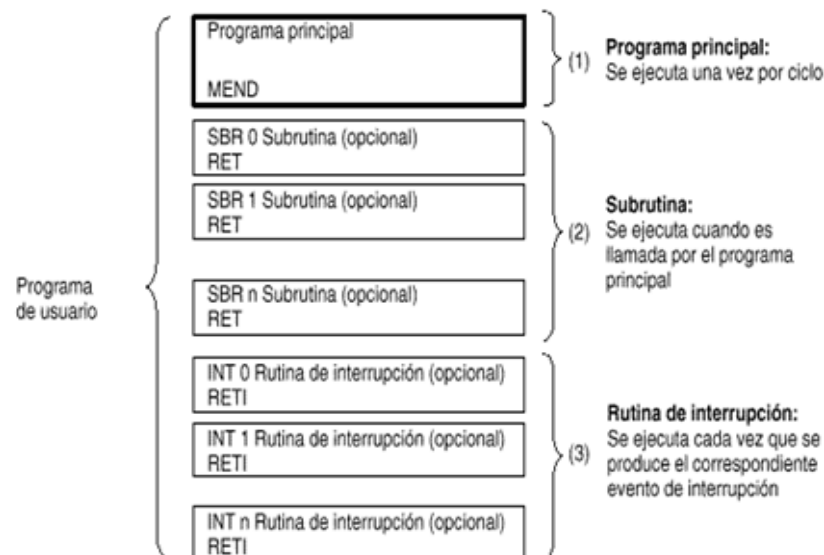


Figura 2.26 Estructura del programa del PLC

2.3.6 BOMBA HIDRÁULICA

Para el presente proyecto se utilizó una bomba hidráulica para obtener el caudal suficiente en el envasado de agua (ver figura 2.27).

La bomba está encaminada a abastecer el funcionamiento de motor hidráulico, la bomba no genera presión, por tanto es importante entender que la bomba genera caudal. La bomba es un mecanismo diseñado para producir el flujo necesario para el desarrollo de la presión, pero esta presión no se da si no hay resistencia al avance del flujo.



Figura 2.27 Bomba hidráulica

La tabla 2.7 indica las especificaciones de la bomba hidráulica utilizada.

Tabla 2.7 Especificaciones de la bomba hidráulica

BOMBA HIDRÁULICA TPI – TEMCO POWER INDUSTRY	
Modelo	QB-70
Caudal máximo	40 lts/min
Altura máxima	40 m
Potencia Hidráulica	0.37 Kw
RPM	3450
Voltaje de alimentación	110/220 V
Frecuencia	60 Hz
Caballos de fuerza (Potencia mecánica)	0.5HP

2.3.7 ELECTROVÁLVULAS

En este proyecto se utilizan las electroválvulas solenoides (ver figura 2.28), ya que permite de acuerdo a su accionamiento On/Off determinar la dirección de flujo del líquido al tanque reservorio o al distribuidor.



Figura 2.28 Electroválvula BERMAD

La tabla 2.8 indica las especificaciones de las electroválvulas.

Tabla 2.8 Especificaciones de las electroválvulas

Electroválvula marca BERMAD S-390-2-R	
Voltaje de alimentación	24 VAC
Corriente	120 mA
Potencia	1.7 Watt

2.3.8 COMPRESOR

El compresor provee el aire comprimido para que los cilindros actúen, en la figura 2.29 se indica el compresor que se usa en este proyecto. Tiene una válvula reguladora de presión cuyas unidades son PSI o BAR, posee un medidor que indica la presión del compresor, también tiene un filtro que permite detener las partículas sólidas que existen en el aire; además, posee un drenaje de fácil acceso para eliminar el agua condensada del aire.



Figura 2.29 Compresor SCHULZ

En la tabla 2.9 se muestra las especificaciones del compresor marca SCHULZ.

Tabla 2.9 Especificaciones del compresor marca SCHULZ

COMPRESOR SCHULZ MSV6	
Presión	8.3 BAR (120PSI)
Entrega de aire	170lts/min (6 pies³/min)
Voltaje de alimentación	115V
Potencia	0.75Kw
Frecuencia	60Hz
RPM	1730
Caballos de fuerza	1HP
Capacidad del tanque	30 litros
Peso aproximado	42Kgs

2.3.9 VÁLVULAS NEUMÁTICAS

Se utilizaron dos tipos de válvulas las que se describen a continuación:

a. Válvula 3/2

La válvula 3/2 que se usa en el proyecto permite comandar la activación del cilindro de simple efecto (ver figura 2.30).



Figura 2.30 Válvula neumática 3/2

La tabla 2.10 presenta las especificaciones de la válvula 3/2.

Tabla 2.10 Especificaciones de la válvula 3/2

VÁLVULA 3/2 FESTO

Voltaje de alimentación	24VDC
Presión	1,5 - 8 BAR

b. Válvula 5/2

Al igual que la válvula 3/2, la válvula 5/2 se utiliza para comandar la activación del cilindro de doble efecto (ver figura 2.31).



Figura 2.31 Válvula neumática 5/2

La tabla 2.11 se muestra las especificaciones de la válvula 5/2.

Tabla 2.11 Especificaciones de la válvula 5/2

VÁLVULA 5/2 HOEABIGER ORIGA	
Voltaje de alimentación	24VDC
Presión máxima	10BAR (145PSI)

2.3.10 CILINDROS

Se utilizaron dos tipos de cilindros, los mismos que tienen una presión máxima de 10 BAR y se describen a continuación:

a. Cilindro de simple efecto

El cilindro de simple efecto que se muestra en la figura 2.32 es el que se usa en el proyecto, tiene una sola entrada de aire para que el vástago salga afuera, ya que su retorno es por medio de un resorte que funciona cuando se le quita el aire, su desplazamiento es de 8cm.



Figura 2.32 Cilindro de simple efecto

b. Cilindro de doble efecto

El cilindro de doble efecto que se muestra en la figura 2.33 es el que se usa en el proyecto, tiene dos entradas de aire para la salida y entrada del vástago respectivamente, su desplazamiento es de 8cm.



Figura 2.33 Cilindro de doble efecto

2.4 DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques de la figura 2.34 presenta gráficamente los elementos que intervienen en el proceso.

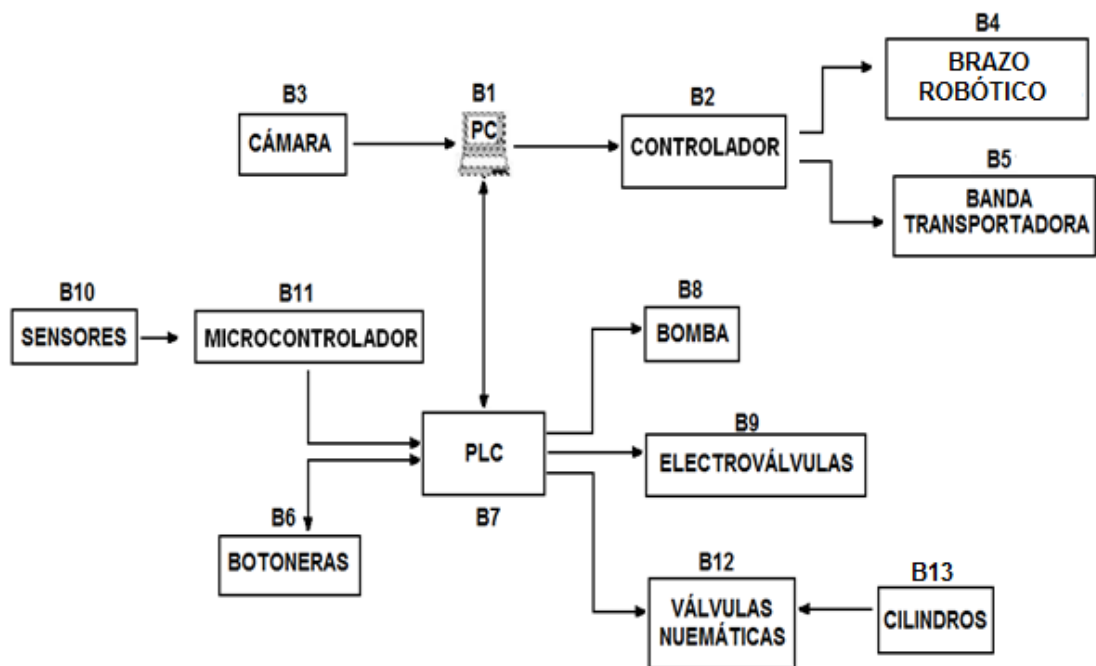


Figura 2.34 Diagrama de bloques

- **Bloque 1:** Este bloque está formado por la PC, es la parte más importante del proceso, ya que tiene el software ViewFlex para el manejo de la cámara, SCORBASE para la programación del brazo robótico y STEP7-Micro/WIN 32 para la programación del PLC.
- **Bloque 2:** El controlador es el encargado de enviar las señales eléctricas a los motores de los ejes del robot y a la banda transportadora para que este ejecute sus respectivos movimientos.
- **Bloque 3:** La cámara es la encargada de capturar la imagen para ser analizada y comparada con el modelo patrón establecido, para que el brazo robótico actúe y envíe las botellas a la banda transportadora o las deseche.
- **Bloque 4:** El brazo robótico es el encargado de coger las botellas del dispensador y llevarlas a una determinada posición para la captura de la imagen y luego ir a otra posición determinada para colocarlas en la banda transportadora.

- **Bloque 5:** La banda transportadora es la encargada de llevar las botellas hasta la posición correcta para el llenado.
- **Bloque 6:** Las botoneras dan la señal de activación y de reset al PLC, además existe un interruptor que permite el paso de las señales eléctricas a los dispositivos electrónicos.
- **Bloque 7:** Este bloque está formado por el PLC, tiene un programa que permite comandar los dispositivos electrónicos mediante una secuencia. Estos dispositivos comandados son la bomba, las electroválvulas, las válvulas neumáticas, y la señal de alarma.
- **Bloque 8:** La bomba es la encargada de dar el suficiente caudal para que el líquido circule por las diferentes tuberías.
- **Bloque 9:** Las electroválvulas permiten el paso del líquido, hay dos electroválvulas, la una se activa para que el líquido retorne al tanque reservorio y la otra se activa para que el líquido viaje por las tuberías hasta llegar al distribuidor.
- **Bloque 10:** Está formado por los sensores, un sensor de nivel que actúa para determinar el nivel del tanque reservorio, si el nivel es bajo activa una alarma.

Existe además dos sensores fotoeléctricos ubicados en la banda transportadora para la detección de las botellas, el uno detecta la presencia de la primera botella para accionar el cilindro de detención de paso y el segundo sensor es el encargado de enviar señales de detección de botellas al microcontrolador.

- **Bloque 11:** El microcontrolador es el encargado de recibir las señales del segundo sensor fotoeléctrico para contabilizar y presentar al usuario, mediante una pantalla LCD, el número de botellas que ingresan a envasarse y el número de botellas envasadas.

Además, al obtener la señal de la cuarta botella envía una señal de entrada al PLC para la activación del cilindro que está acoplado con el brazo metálico.

- **Bloque 12:** Las válvulas neumáticas, mediante la señal de activación que reciben del PLC, realizan el control del paso del aire para la actuación de los cilindros.
- **Bloque 13:** Con la activación de las válvulas neumáticas los cilindros de simple y doble efecto permiten la salida del vástago para el posicionamiento correcto de las botellas a ser envasadas en la banda transportadora.

2.5 DISEÑO DEL HARDWARE DEL PROCESO DE ENVASADO DE AGUA

Para el diseño del prototipo de envasado de agua se realizaron los respectivos acondicionamientos mecánicos a los elementos que forman parte del mismo.

A continuación se detalla el montaje de los elementos usados en el prototipo.

- En la salida de la bomba hidráulica se colocaron reductores de media pulgada, debido a que se utiliza una manguera de estas dimensiones, porque soporta altas presiones.
- En el tanque reservorio se colocaron adaptadores flex de media pulgada, para la entrada de la bomba y para la salida de la electroválvula que retorna el líquido al tanque reservorio, también para la adaptación del sensor flotador en el tanque que determina el nivel del líquido.
- Para que no existan fugas de agua cuando arranque el proceso, en las uniones entre la bomba, las electroválvulas y el tanque se usó materiales de fontanerías como son teflón y pegamento permatex.

En la figura 2.35 se muestra los elementos de la parte hidráulica.

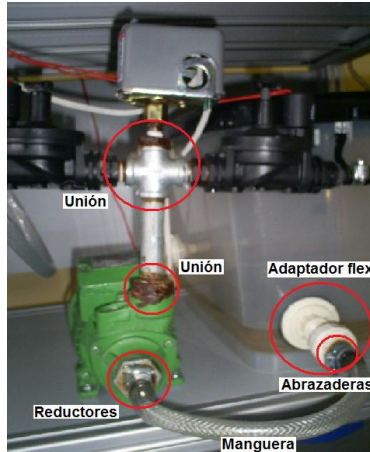


Figura 2.35 Montaje de los elementos de la parte hidráulica

- En la banda transportadora se acoplaron barras en ambos lados con el propósito de proteger a las botellas durante el recorrido por ésta y así evitar su caída a los lados. Además, ayudan a un mejor posicionamiento de las botellas para su llenado.
- Se construyó también un distribuidor con una entrada de 1/2 plg de diámetro, donde se ubicaron una válvula reguladora de caudal y cuatro salidas cuyos diámetros son de 1/8 plg, además, se acoplaron mangueras del mismo diámetro permitiendo que el líquido fluya a través de las salidas.
- Además se construyó un soporte fijo para colocar el distribuidor.

En la figura 2.36 se presenta los elementos que forman parte del posicionamiento de las botellas para su envasado.

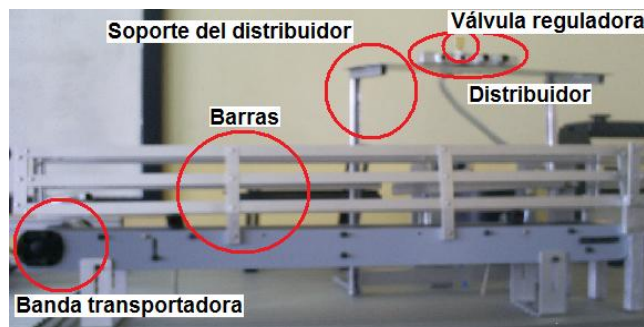


Figura 2.36 Montaje de los elementos para el envasado

- Los cilindros están acoplados con racores de 1/8 plg donde se conectan mangueras del mismo diámetro, que permite fluir el aire enviado por el compresor.
- Al cilindro de doble efecto se acopla un brazo metálico para alinear a las botellas durante su proceso de llenado.

- Se construye también un soporte en forma de U para la sujeción de cada cilindro, el cual está sujeto junto a la mesa de apoyo.

En la figura 2.37 se muestra los elementos que ayudan a un buen posicionamiento de las botellas para su llenado.

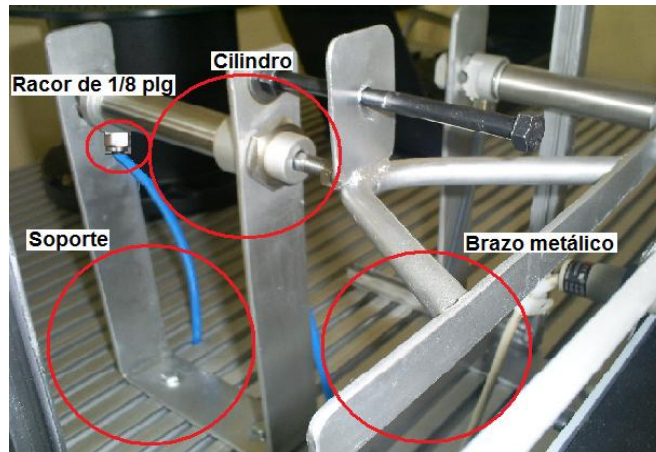


Figura 2.37 Acoples para los cilindros

- Se monta un gabinete para la colocación de las tarjetas electrónicas y fuente de alimentación en la parte interna, en la parte externa del gabinete (tapa) se encuentran ubicados el LCD, los interruptores de encendido y apagado, las cuales forman parte del tablero de monitoreo.
- Se coloca también una caja en la que se ubica el PLC, las válvulas neumáticas con su distribuidor de aire y la luz piloto de la alarma del sensor de nivel.
- La caja y el gabinete se encuentran ubicados en la base inferior de la mesa que se diseñó y en la base superior se encuentra sujeto el brazo robótico y el dispensador de botellas.
- La cámara se encuentra ubicada en un soporte fijado a la mesa de apoyo.

En la figura 2.38 se indica la posición de los elementos que forman parte del proceso.

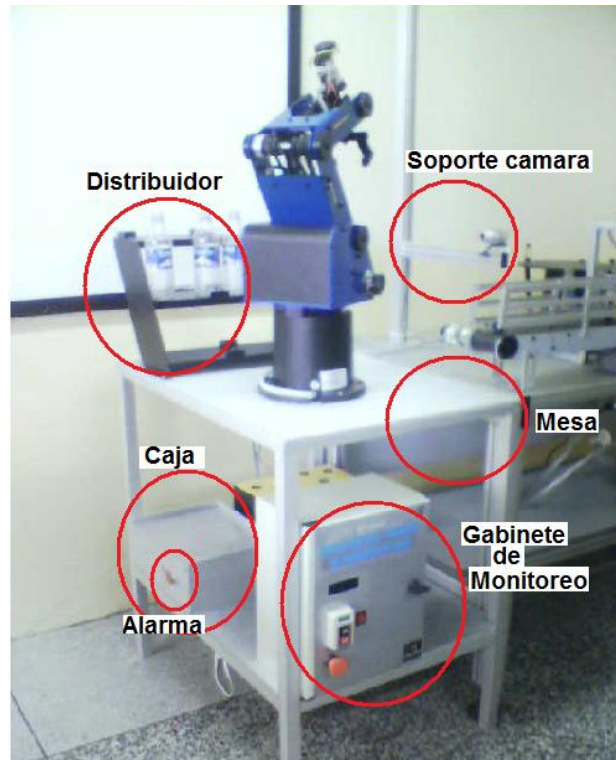


Figura 2.38 Elementos de monitoreo del proceso

- Por medio de una canaleta se organiza el cableado eléctrico de todo el proceso (ver figura 2.39).



Figura 2.39 Cableado eléctrico del proceso

En la figura 2.40 se indica el prototipo final de envasado de agua utilizando la cámara que interactúa con el brazo robótico SCORBOT ER-4u implementado en el laboratorio de Robótica.



Figura 2.40 Prototipo de envasado de agua

2.6 DISEÑO DEL SOFTWARE

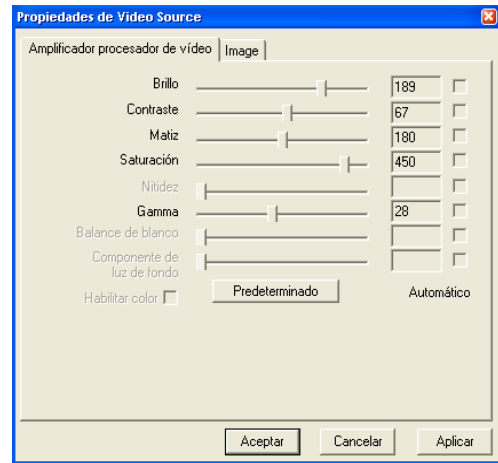
2.6.1 SOFTWARE DE LA CÁMARA

Para el análisis de la imagen en el software ViewFlex se realizan los siguientes pasos:

1. Capturar la imagen dando clic en el ícono de SNAP, para mejorar la calidad de la imagen debe hacerse un clic en el ícono de calibración (ver figura 2.41).



(a) SNAP



(b) Calibración

Figura 2.41 Cámara

2. Definir la zona de región de interés (ROI) en la pantalla de Matrox inspector (ver figura 2.42).

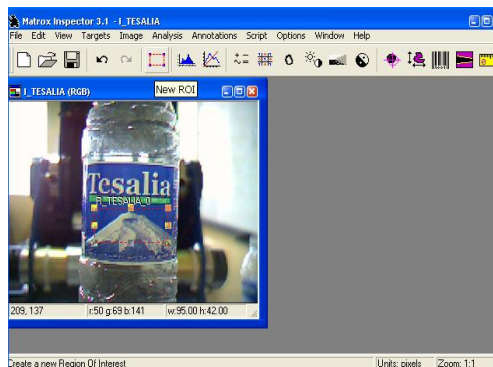


Figura 2.42 Matrox inspector (ROI)

3. Luego de seleccionar la región de interés, dar clic en el icono de pattern matching para realizar el análisis de la imagen patrón (ver figura 2.43).

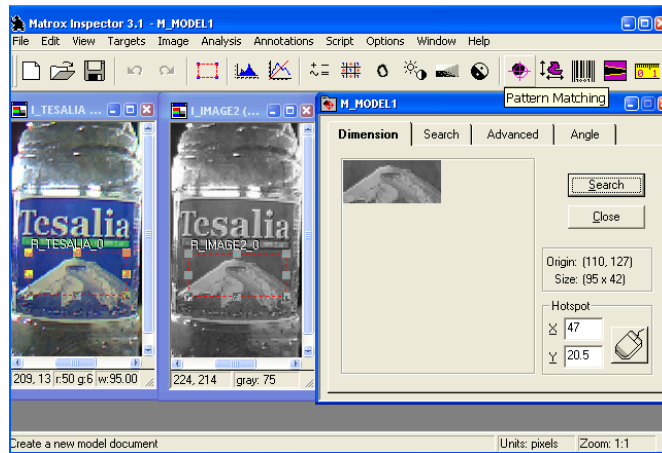


Figura 2.43 Matrox inspector (Pattern Matching)

4. Las opciones y las configuraciones que se debe realizar en la ventana de M_MODEL se indican en la figura 2.44.

- En la opción Search se debe seleccionar only first y configurar poniendo el número 1, esto quiere decir que el programa de SCORBASE buscará un sólo objeto idéntico que tenga el modelo patrón, que en este caso es el volcán de la etiqueta de la botella.
- El nivel de aceptación escogido para este proyecto es del 60%, esto quiere decir que se buscará un objeto que tenga el 60% de igualdad con respecto al modelo patrón, ya que es suficiente para reconocer la etiqueta.
- En la opción de Advanced la configuración es automática.
- En la opción Angle en delta positivo y delta negativo se debe poner 180 y en search angle 0, esto es de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (especificaciones del manual).
- Dando clic en el botón search se puede obtener la posición del pattern en coordenadas (x,y), además muestra el porcentaje de aceptación de una nueva imagen con respecto al modelo patrón.
- Antes de salir de la pantalla de M_MODEL se debe guardar los cambios.

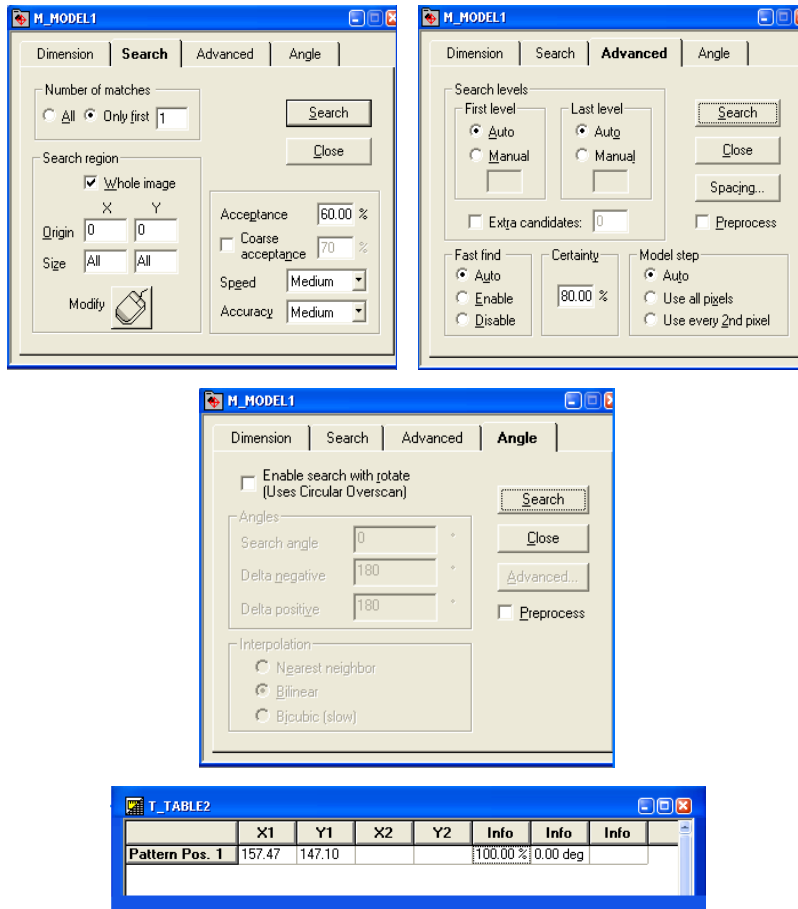


Figura 2.44 Matrox Inspector (Pattern Matching)

5. Para poder usar este Pattern Matching en el programa SCORBASE se debe guardar en la tabla de resultados en la carpeta de Pattern Models (ver figura 2.45).

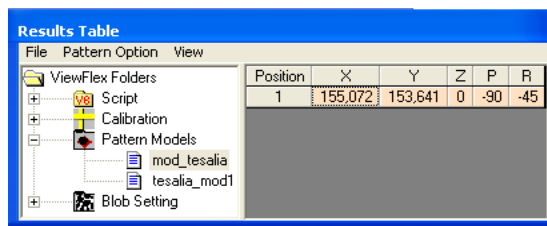


Figura 2.45 Tabla de resultados

2.6.2 PROGRAMA DEL BRAZO ROBÓTICO

En el software SCORBASE para desarrollar el programa se siguió los siguientes pasos:

1. Para que el brazo robótico funcione lo primero que se debe realizar es enviar los ejes al punto de referencia para iniciar el robot, esto se lo hace

presionando el botón HOME, además es importante observar que el controlador esté en ON para que funcione correctamente y tomar en cuenta que el botón de emergencia no esté presionado.

2. Definir las posiciones utilizando la ventana de movimiento del robot (se puede también utilizar la ventana de movimiento manual) y en la ventana de enseñar posiciones grabar el número de posición.
3. Para este prototipo se eligió el nivel profesional porque este permite manejar los comandos de visión.
4. En la zona de trabajo existen carpetas de comandos, tales como CONTROL DE EJES, PROGRAMA FLUJO, ENTRADAS Y SALIDAS, y COMANDOS DE VISIÓN, que nos ayudan en el desarrollo del programa.
5. Para que el brazo robótico realice las instrucciones definidas en el programa (ver anexo B.1) y siga la secuencia de la tarea, existen tres formas de ejecutar el programa y son:
 - Ejecutar una instrucción.
 - Ejecutar una secuencia.
 - Ejecutar indefinidamente.
6. El funcionamiento del robot se puede detener presionando el icono del STOP.

Lo descrito anteriormente se muestra en la figura 2.46.

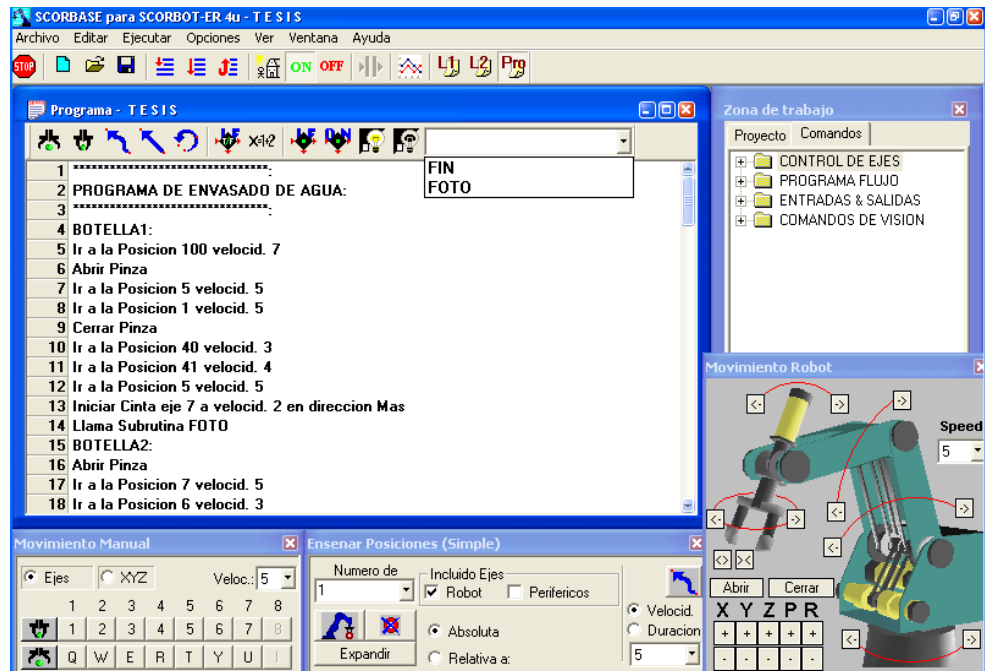


Figura 2.46 Software SCORBASE

2.6.3 PROGRAMA DEL PLC SIMATIC S7-200

En el software STEP7 Micro/WIN 32 se desarrolla el programa de secuencia (ver anexo B.2) para la activación de los dispositivos que se usan en el prototipo.

Para la realización del programa se debe seguir los siguientes pasos:

1. En la página principal del bloque de programa definir las tareas que debe realizar el PLC; el programa se realizó utilizando el diagrama escalera (KOP).
2. Se debe compilar el programa para verificar que no existan errores de sintaxis en la programación.
3. Para poder bajar el programa al PLC se debe verificar que el cable PPI esté conectado a la PC, también se debe comprobar que exista comunicación (ver figura 2.47). Antes de bajar el programa se debe establecer el tipo de CPU que se está usando, en este caso es la CPU 224.
4. Para cargar el programa el PLC debe estar en modo STOP y finalmente se presiona en el ícono de CARGAR EN CPU.

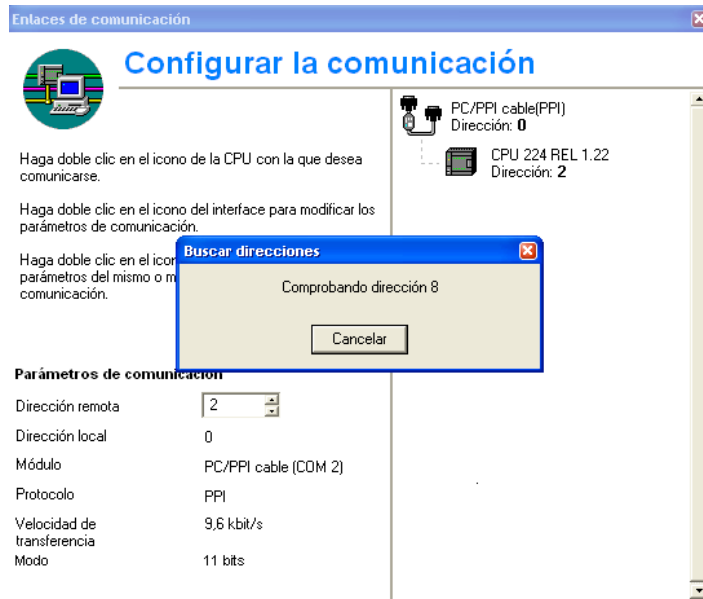


Figura 2.47 Comunicación del PLC

Lo descrito anteriormente se indica en la figura 2.48.

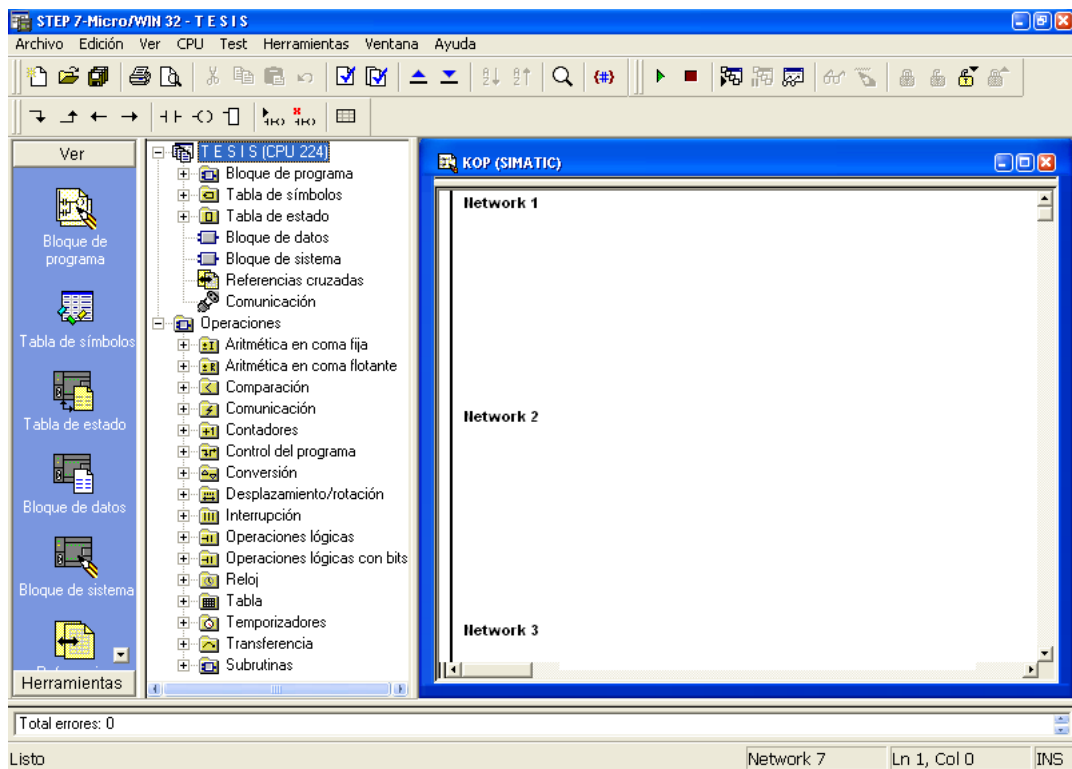


Figura 2.48 Software STEP7 Micro/WIN 32

2.6.4 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

Se decidió utilizar el software Micro Code Studio con su compilador Pic Basic Pro (PBP) para programar el microcontrolador (ver anexo B.3). Pic Basic como su nombre lo dice es un lenguaje del tipo Basic de nueva generación, el mismo que

hace que el programador maneje más fácil y rápido los microcontroladores de Microchip. En la tabla 2.12 se describen las instrucciones más importantes que se usaron en la programación del microcontrolador.

Tabla 2.12 Instrucciones del microcontrolador

INSTRUCCIONES	DESCRIPCIÓN
LCDOUT	Muestra caracteres en LCD
GOSUB	Llama a una subrutina BASIC en la línea especificada.
GOTO	Continúa la ejecución en la línea especificada.
IF, ENDIF	Ejecuta declaraciones en forma condicional.
PAUSE	Demora (en milisegundos).
HIGH	Saca un 1 lógico (5 V) por un pin.
LOW	Saca un 0 lógico (0 V) por un pin.
RETURN	Continúa a la declaración que sigue al último GOSUB.

2.7 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

A continuación se presenta los esquemas de todos los elementos electrónicos del proceso separados de acuerdo a la tarea que desempeñan.

2.7.1 CIRCUITO DEL MICROCONTROLADOR

Este circuito consiste en tomar las señales de 12V de los sensores acondicionadas con optotransistores, para la entrada del PIC con 5V y para la entrada del PLC acondicionada a 24V (ver figura 2.48).

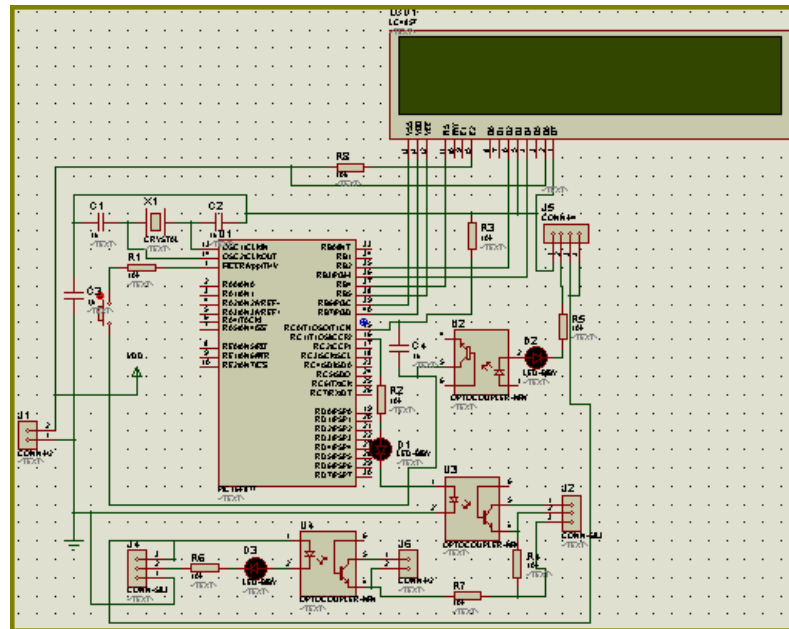


Figura 2.48 Circuito del microcontrolador

2.7.2 CIRCUITO DE RELÉS

Está compuesto por relés de 12VDC que para cerrar su contacto deben recibir señales del PLC (ver figura 2.49), por esta acción este circuito permite activar y desactivar los diferentes voltajes de alimentación para todos los dispositivos electrónicos.

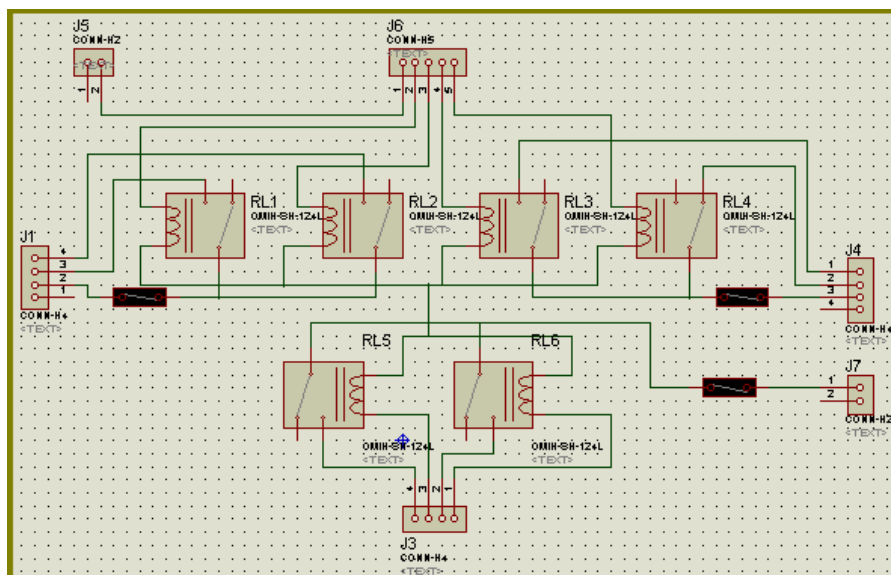


Figura 2.49 Circuito de relés

2.8 DISEÑO DEL HMI DEL PROCESO

Todo proceso moderno debe tener un HMI (Interface Hombre Máquina), que consiste en la visualización y monitoreo del mismo desde un computador y que mediante sus puertos se envía o se recibe señales digitales que son procesadas de ambas partes para que exista una comunicación; con esto se evita la presencia de un operario en el proceso; por lo que, se logra una mayor seguridad para el personal que desempeña su labor.

El proceso de envasado de agua con la utilización de la cámara que interactúa con el brazo robótico es suficiente para el proceso en sí, pero un HMI (realizado en el programa de InTouch) sirve para la animación y visualización de la activación de los dispositivos neumáticos e hidráulicos.

El HMI diseñado tiene varias ventanas que se describirán a continuación:

1. La primera es para un PASSWORD: Permite el acceso del usuario al proceso, se crearon dos tipos de usuarios: el operador y supervisor, los cuales tienen restricciones para la manipulación de las opciones existentes (ver figura 2.50).

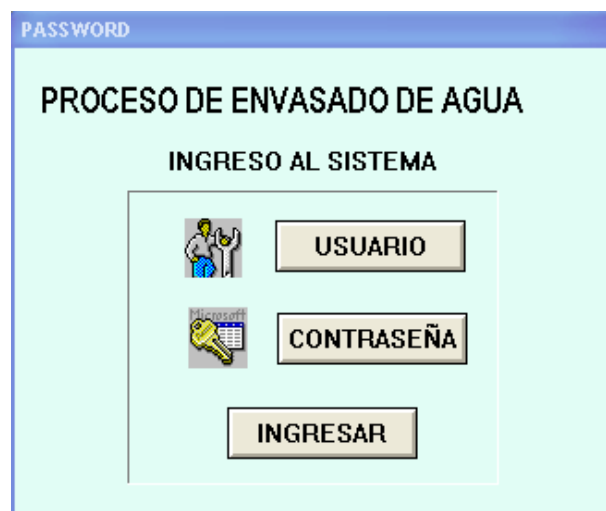


Figura 2.50 Password

2. La segunda es ERROR: Se activa cuando el nombre del usuario o la contraseña son incorrectos (ver figura 2.51).

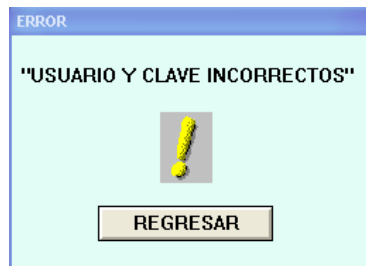


Figura 2.50 Error

3. La tercera es MONITOREO DE PROCESO: Esta pantalla muestra todo el entorno del proceso (ver figura 2.52).

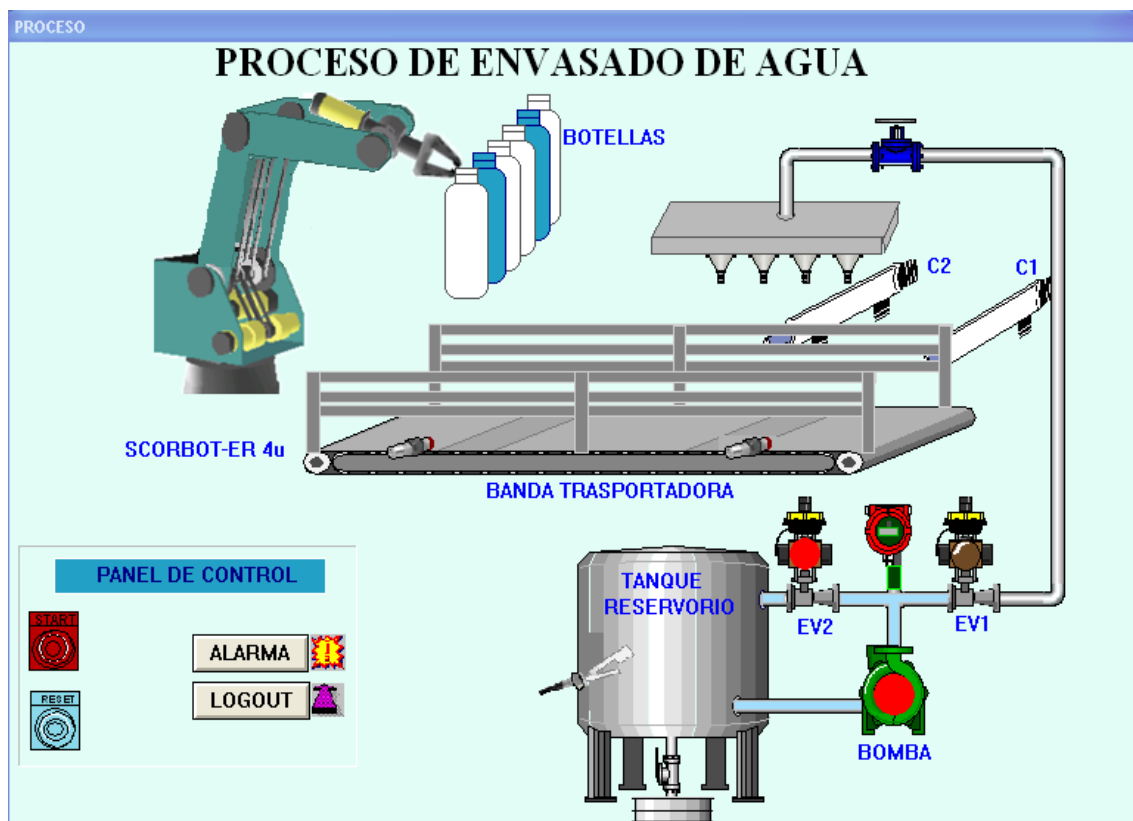


Figura 2.52 Monitoreo del proceso

4. La cuarta es ALARMA: Esta pantalla permite visualizar el nivel del tanque reservorio mediante luces indicadoras (ver figura 2.53).

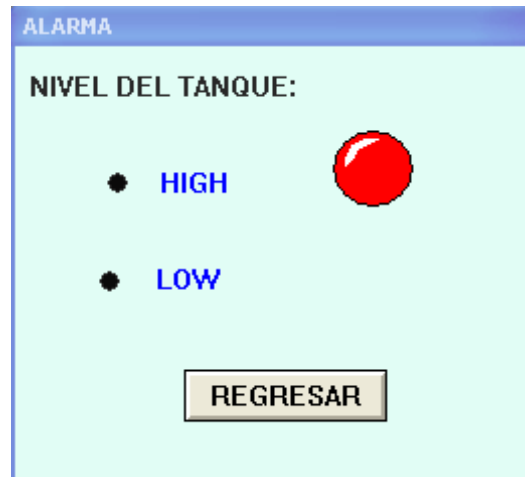


Figura 2.53 Alarma

2.8.1 KEPSERVER

Esta herramienta permite la comunicación entre el PLC y el programa de InTouch, para la configuración de la comunicación se sigue los siguientes pasos:

1. Se debe añadir el canal de comunicación y el dispositivo, cabe recalcar que el nombre del dispositivo debe ser el mismo que se crea en el Access Name (ver figura 2.54).

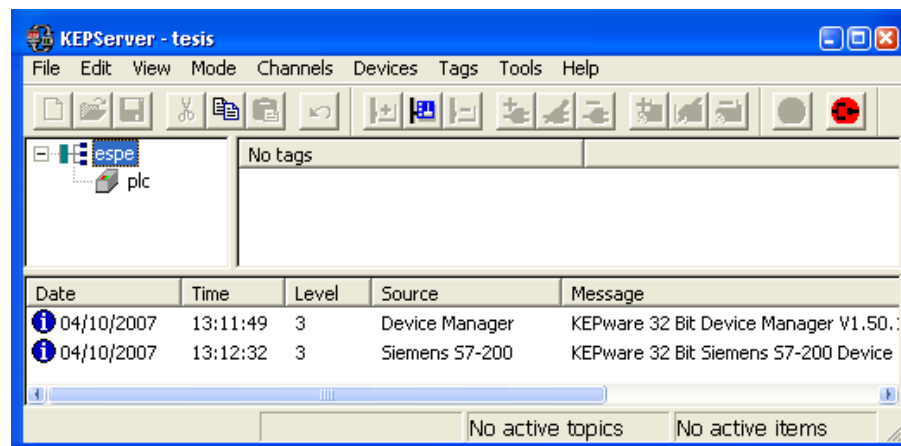
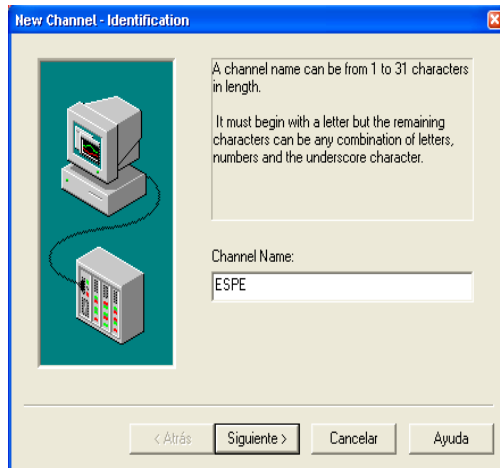
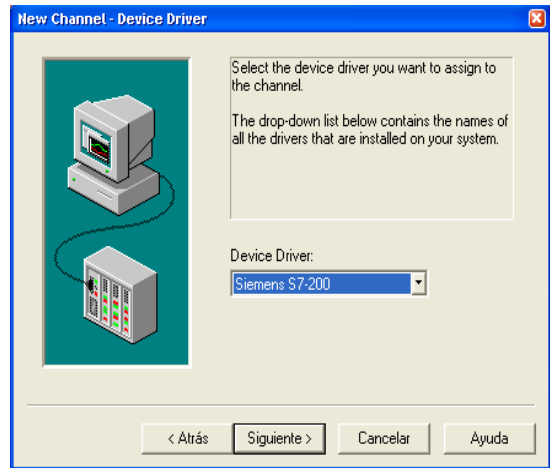


Figura 2.54 KEPServer

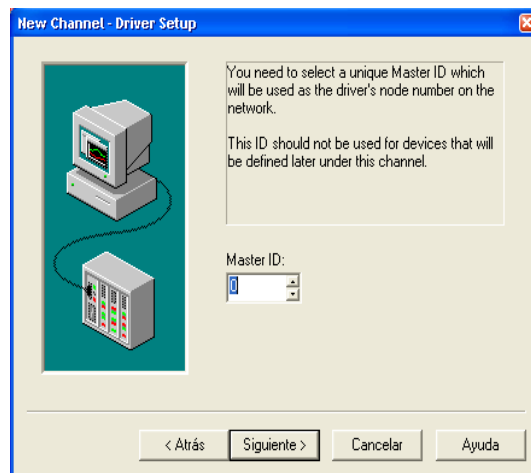
2. Para crear el canal de comunicación se deben seguir los pasos que se visualizan en la figura 2.55



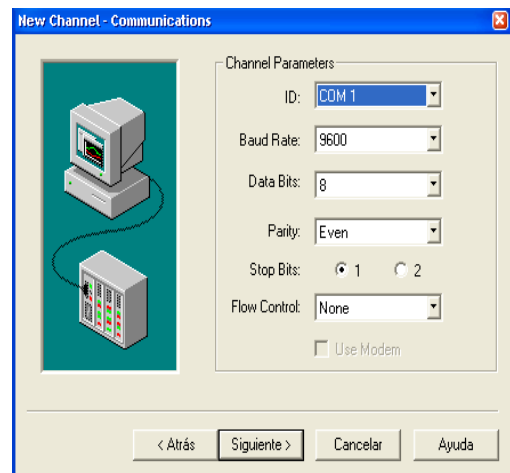
(a)



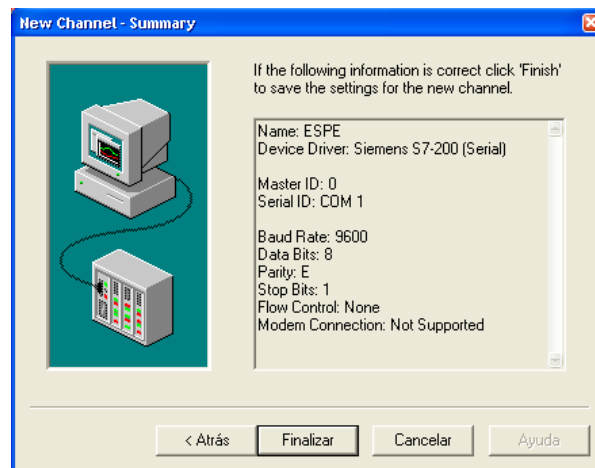
(b)



(c)



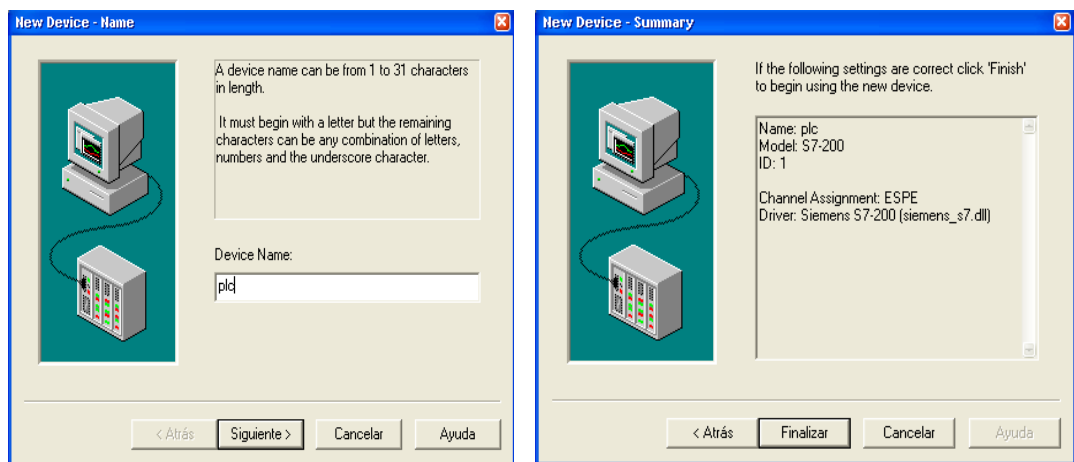
(d)



(e)

Figura 2.55 Canal de comunicación

- Para crear el dispositivo de comunicación se deben seguir los pasos que se presentan en la figura 2.56, se debe tomar en cuenta que si no se crea éste dispositivo no existirá comunicación alguna.

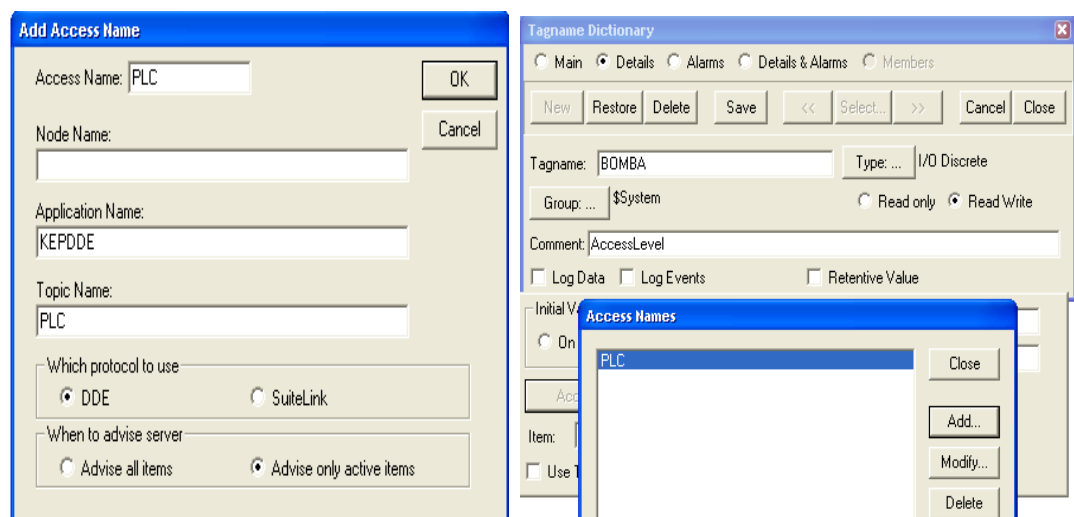


(a)

(b)

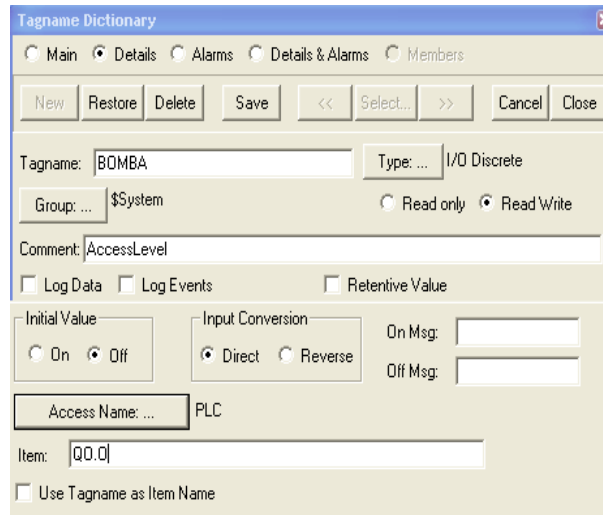
Figura 2.56 Dispositivo de comunicación

- Para crear el Access Name en la pantalla de Intouch primero se debe crear una variable de tipo I/O discreta y luego se realizan los pasos que se detallan en la figura 2.57.



(a)

(b)



(c)

Figura 2.57 Access Name (Intouch)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL DISPLAY LCD

Los datos que se visualizan en el display LCD son el resultado de la detección del sensor fotoeléctrico ubicado al inicio de la banda transportadora.

El problema que pudimos detectar al inicio del funcionamiento del display LCD eran los constantes datos erróneos (diferentes caracteres ASCII) que mostraba la misma, esto se debió a la sensibilidad de la LCD, pues los ruidos que producen los dispositivos electrónicos, neumáticos e hidráulicos provocaron este problema, para solucionar este inconveniente se utilizó condensadores cerámicos de 0.01µF en el voltaje de alimentación del PIC y de la LCD y de esta manera se filtran los picos de voltaje.

Además, para eliminar este problema en el programa del PIC se realizó una subrutina de REFRESH la cual permite que los datos mostrados en la LCD estén refrescándose constantemente.

A continuación se muestra en la figura 3.1 los datos erróneos que presentaba la LCD al inicio del proyecto.

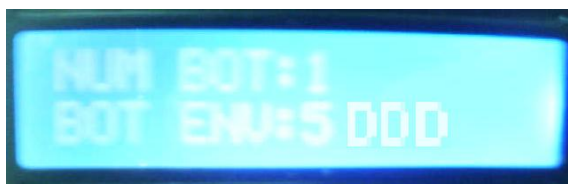






Figura 3.1 Datos erróneos en la LCD

Los datos que muestra la LCD son en tiempo real con respecto al proceso, corregido los problemas debido a las interferencias el LCD indica en la tabla 3.1 el conteo de las botellas.

Tabla 3.1 Datos de la LCD

PANTALLA LCD 2X16	
Datos	Descripción
	Al encender el proceso se muestra el mensaje de inicialización durante 3 segundos.
	La LCD inicia el contador desde cero.
	El sensor detecta la primera botella y en LCD se observa que el NUM BOT y el BOT ENV se acumulan en uno.

	<p>El sensor detecta la segunda botella y en LCD se observa que el NUM BOT y el BOT ENV se acumulan en dos.</p>
	<p>El sensor detecta la tercera botella y en LCD se observa que el NUM BOT y el BOT ENV se acumulan en tres.</p>
	<p>El sensor detecta la cuarta botella y en LCD se observa que el NUM BOT y el BOT ENV se acumulan en cuatro.</p>
	<p>En la pantalla podemos observar que cuando el sensor detecta más de cuatro botellas el dato NUM BOT se inicia y el BOT ENV indica la acumulación de botellas ya envasadas.</p>

En este proyecto se decidió utilizar la pantalla LCD 2x16 con la finalidad de obtener mayor información de este dispositivo electrónico.

3.7 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS E HIDRÁULICOS



Para utilizar las electroválvulas y las válvulas neumáticas en este proyecto primeramente se hicieron pruebas de funcionamiento en forma manual de estos dispositivos.

3.7.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS NEUMÁTICAS

En la tabla 3.2 se muestra el funcionamiento manual de las válvulas neumáticas, el cual en dos únicas posiciones de la perilla 1L y 0L.

Tabla 3.2 Funcionamiento manual de la válvulas neumáticas

VÁLVULA NEUMÁTICA 3/2	
Funcionamiento	Descripción

	<p>Cuando la perilla está en cero el aire que ingresa del compresor (1) fluye por el desfogue (2).</p>
	<p>Cuando la perilla está en uno el aire que ingresa del compresor (1) fluye por la salida (3) y se cierra el desfogue.</p>

VÁLVULA NEUMÁTICA 5/2	
Funcionamiento	Descripción
	<p>Cuando la perilla está en cero el aire que ingresa del compresor (1) fluye por la salida (3), y si se tapa esta salida el aire fluye por el desfogue (2).</p>
	<p>Cuando la perilla está en uno el aire que ingresa del compresor (1) fluye por la salida (5), y si se tapa esta salida el aire fluye por el desfogue (4).</p>

Ejecutadas estas pruebas se define que al realizar las conexiones eléctricas de las válvulas neumáticas la perilla debe estar en la posición de 0L.

En los desfogues de las válvulas neumáticas se colocó silenciadores con el fin de reducir el ruido producido por el aire comprimido como se indica en la figura 3.2.



Figura 3.2 Silenciadores

3.7.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS ELECTROVÁLVULAS

Para determinar el funcionamiento de las electroválvulas antes del montaje en el proceso se usó la activación manual, al igual que las válvulas neumáticas las electroválvulas tienen dos posiciones de la perilla 1L y 0L.

En la tabla 3.3 se muestra el funcionamiento manual de las electroválvulas.

Tabla 3.3 Funcionamiento manual de la electroválvulas

Electroválvulas	
Funcionamiento	Descripción
	<p>Cuando la perilla está en cero la electroválvula se cierra obstruyendo el paso del líquido.</p>
	<p>Cuando la perilla está en uno la electroválvula se abre permitiendo el paso del líquido.</p>

Ejecutadas estas pruebas se define que al realizar las conexiones eléctricas de las electroválvulas la perilla debe estar en la posición de 0L.

Estos dispositivos electrónicos presentan la ventaja de poseer una válvula de estrangulación que permite ajustar el caudal como indica en la figura 3.3.




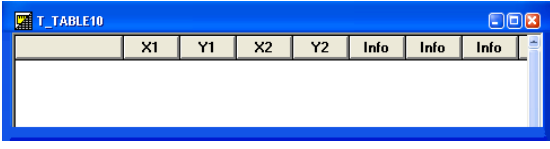
Figura 3.3 Válvula de estrangulación

3.8 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA CÁMARA

Se realizó pruebas del análisis de la imagen de cada una de las botellas ubicadas en cinco posiciones del dispensador, se colocaron cuatro botellas de la misma clase que el modelo patrón y una diferente, pues mediante este análisis se podrá establecer el porcentaje de identidad que tienen con respecto al modelo patrón. En la tabla 3.4 se detalla el análisis de imagen de cada una de las botellas.

Tabla 3.4 Análisis de imagen de las botellas

ANÁLISIS DE IMAGEN	
Datos	Descripción
	La primera botella tuvo un porcentaje de identidad del 88,59% lo cual es aceptable, ya que se definió como porcentaje de aceptación el 60%.
	La segunda botella tuvo un porcentaje de identidad del 82,47%.
	La tercera botella tuvo un porcentaje de identidad del 88,02%.

 <table border="1" data-bbox="308 257 860 405"> <thead> <tr> <th></th> <th>X1</th> <th>Y1</th> <th>X2</th> <th>Y2</th> <th>Info</th> <th>Info</th> <th>Info</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pattern Pos. 1</td> <td>192.78</td> <td>161.05</td> <td></td> <td></td> <td>76.14 %</td> <td>0.00 deg</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		X1	Y1	X2	Y2	Info	Info	Info	Pattern Pos. 1	192.78	161.05			76.14 %	0.00 deg		<p>La cuarta botella tuvo un porcentaje de identidad del 76,14%.</p>
	X1	Y1	X2	Y2	Info	Info	Info										
Pattern Pos. 1	192.78	161.05			76.14 %	0.00 deg											
 <table border="1" data-bbox="308 456 860 604"> <thead> <tr> <th></th> <th>X1</th> <th>Y1</th> <th>X2</th> <th>Y2</th> <th>Info</th> <th>Info</th> <th>Info</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		X1	Y1	X2	Y2	Info	Info	Info									<p>La quinta botella no presentó ningún valor en la tabla ya que se trataba de una botella que no tenía ningún parecido con el modelo patrón.</p>
	X1	Y1	X2	Y2	Info	Info	Info										

Pudimos determinar que cuando se trata de una botella con otra etiqueta, Matrox Inspector abre automáticamente la pantalla donde se encuentra el modelo patrón, para realizar la comparación y mostrar la tabla con los datos obtenidos, pero como no se encuentra ningún nivel de aceptación con respecto al modelo patrón el brazo robótico la desecha y se obtiene lo que indica la figura 3.4.

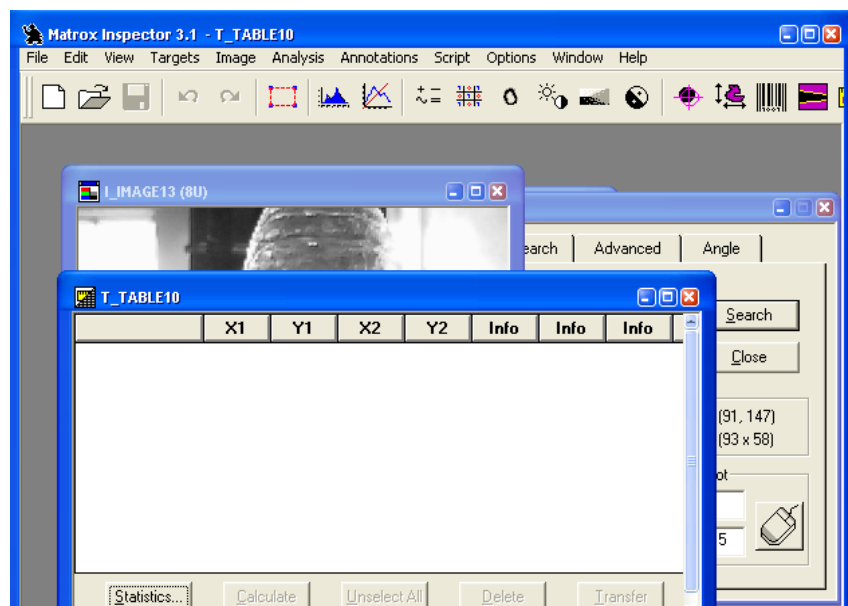


Figura 3.4 Resultados obtenidos de la botella incorrecta

Entonces, de acuerdo a los datos obtenidos en la tabla se determinó que el porcentaje de identidad también depende de la posición de la botella al momento de capturar la imagen.

3.9 ANÁLISIS TÉCNICO–ECONÓMICO

Desde el punto de vista técnico, es pertinente cuantificar la inversión realizada por los autores en los componentes implementados. Cabe indicar, que todos los componentes eléctricos, electrónicos, neumáticos, hidráulicos y accesorios que forman parte del proyecto fueron adquiridos de paquete.

En la tabla 3.5 se detalla el costo de cada uno los componentes usados en este proyecto.

Tabla 3.5 Costo de los componentes

COMPONENTES				
ITEM	CANT	DESCRIPCION	V. UNIT	V. TOTAL
1	1	PLC SIEMENS S7-200	447,31	447,31
2	2	LCD 16*4	11,00	22,00
3	2	PIC 16F877A	10,00	20,00
4	2	Transformadores 110V a $\pm 12V$	5,00	10,00
5	8	Relés	0,80	6,40
6	1	Luz piloto	2,25	2,25
7	1	Placa	3,00	3,00
8	4	Optotransistores	0,70	2,80
9	12	Conectores de 2 pines	0,30	3,60
10	2	Válvulas Neumáticas	75,00	150,00
11	1	Cilindros de simple efecto	65,00	65,00
12	1	Cilindros de doble efecto	44,00	44,00
13	1	Contactador	3,00	3,00
14	2	Electroválvulas	39,13	78,26
15	1	Válvula de Globo	3,65	3,65
16	1	Bomba 1/2HG	29,12	29,12
17	1	Presostato SQUAR	13,33	13,33
18	8	Adaptadores flex	0,24	1,92
19	2	Universales HG de media	1,12	2,24
20	8	Brazaderas	0,59	4,72
21	1	Gabinete Beaucoup 40x30x20	31,42	31,42
22	3	Conectores de media	1,98	5,94
23	1	Gabinete Beaucoup 35x24x12	12,00	12,00
24	1	Botonera ON-OFF	3,70	3,70
25	1	Pulsador	2,00	2,00
26	1	Canaleta	3,50	3,50
27	1	Riel Din Acero	3,33	3,33
28	3	Silenciadores	1,50	4,50
29	15	Racores	1,50	22,50
30	12	Metros de manguera de 1/8 plg	1,65	19,80
31	1	Mesa de apoyo	40,00	40,00
32	1	Tanque reservorio	12,00	12,00

33	1	Recipiente de desecho	2,00	2,00
34	2	Barras de soporte	6,00	12,00
35	1	Acumulados de botellas	10,00	10,00
36	2	Distribuidores	4,00	8,00
37	15	Cable #18	0,25	3,75
TOTAL:			1021,29	

El costo neto de los componentes es de 1021,29/100 dólares americanos. Para conocer el costo total del proyecto, debe añadirse el rubro de la mano de obra de ingeniería y montaje del proyecto. Aún, cuando no existe una regla definida para la estimación del costo del software y de la ingeniería se aplica la regla de Cocomo¹⁸. Dicha regla establece la siguiente expresión:

$$\text{Costo (USD)} = K * \text{No horas persona} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Siendo:

K = Valor hora profesional en USD, estimado en 8.00 USD

Para calcular el costo de la mano de obra del montaje e instalaciones eléctricas, se utiliza el mismo criterio, pero asignando a K un valor de 2.50 USD.

En la tabla 3.6, se detalla el costo de la mano de obra del proyecto, considerando que para el rubro de ingeniería intervienen dos personas con una carga laboral neta de 20 días y 8 horas diarias.

Para el montaje e instalaciones eléctricas, se calcula con dos personas con una carga laboral de 10 días y 8 horas diarias.

Tabla 3.6 Costo de la mano de obra del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	K (USD)	NO.HORAS HOMBRE	SUBTOTAL (USD)
1	Ingeniería del proyecto	8.00	320.00	2.560.00
2	Montaje e instalaciones eléctricas	2.50	160.00	400.00
TOTAL:				2.960.00

Por lo tanto, el costo total del proyecto es la suma de los rubros de los componentes y de la mano de obra, obteniendo la cantidad de **3981,29 /100** dólares americanos.

¹⁸ Fuente: Sistema Informático SAP

3.10 ALCANCES Y LIMITACIONES

Una de las metas del proyecto es la evaluación objetiva de los alcances y limitaciones del prototipo de envasado de agua implementado al equipo del brazo robótico una vez que ha sido puesto en funcionamiento. Las limitaciones se detallan a continuación:

- El análisis que se realiza con la cámara es únicamente de tipo demostrativo y no se podría usarse a nivel industrial ya que se trata de un proceso de análisis de imagen considerablemente lento.
- En este prototipo de envasado de agua el llenado de las botellas se realiza únicamente en grupo de cuatro, pero si se desea ampliar el llenado con más botellas implicaría cambios en el diseño físico e incluso en el programa del microcontrolador.
- El área del trabajo del robot es limitada por lo que este tipo de brazo robótico se usa exclusivamente a nivel educativo y no industrial.
- El proyecto se basa únicamente en el llenado de las botellas por lo que se considera o asume que el líquido que se usa para el envasado está previamente purificado.
- EL nivel de producción es bajo con respecto a las industrias envasadoras.

Los alcances que tiene este proyecto son los siguientes:

- Se puede realizar cambios en el tipo de botella a envasarse, ya que el análisis de la etiqueta de la botella se puede modificar en cualquier

instante, estableciendo un nuevo modelo patrón gracias a las facilidades que ofrece el software ViewFlex.

- Existe un ahorro de líquido considerable ya que en las industrias envasadoras hay demasiado desperdicio del líquido vital pues no existe precisión de la caída del líquido por la embocadura de las botellas y además porque no existe un control del nivel de llenado.

CONCLUSIONES

Al término del desarrollo del presente trabajo de "Diseño e implementación de un prototipo de envasado de agua utilizando el brazo robótico SCORBOT ER-4u", se pone a consideración las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante las experiencias en la realización del proyecto, a la espera de aportar para futuros trabajos de la misma índole.

- Al finalizar el proyecto se logró cumplir el objetivo general trazado que fue diseñar un prototipo de envasado de agua empleando el brazo robótico SCORBOT ER-4u Intelitek del Laboratorio de Robótica Sincro y Servos de la ESPE sede Latacunga.
- Se logró implementar al brazo robótico ya existente en el laboratorio un prototipo de envasado de agua para la ubicación de las botellas frente a la cámara y para el posicionamiento de estas en la banda transportadora.
- Se consiguió que la cámara de imagen interactúe con el brazo robótico para realizar el análisis de una imagen comparándola con un modelo patrón; además se pudo configurar la cámara para obtener una mejor resolución y calidad de la imagen.
- Para la selección de sensores, equipos eléctricos, electrónicos, dispositivos neumáticos e hidráulicos, a más de las especificaciones técnicas, se debe considerar otros factores físicos que influyen directamente a los componentes tales como: temperatura y presión.

- La implementación en el proyecto de los dispositivos neumáticos e hidráulicos, como son los cilindros, electroválvulas y las válvulas neumáticas permitió aumentar los conocimientos del funcionamiento de las mismas.
- Los sensores fotoeléctricos utilizados requirieron de acondicionamiento de la señal ya que estos producían una señal de 0V (0L) y 12V (1L), porque para enviarlas al microcontrolador deben ser de 0V ó 5V.
- La interfaz HMI implementada por medio del software InTouch permite monitorear las activaciones de los distintos dispositivos utilizados en el proceso, realizando una comunicación con el cable PPI del PLC.
- El diseño de las pantallas de la aplicación HMI contienen la información necesaria, para que de esta manera sean amigables para el usuario final y al mismo tiempo que no esté obligado a conocer los detalles técnicos de la parte electrónica.
- El uso de la lógica de PLC representa ventajas tales como: miniaturización, escalabilidad, facilidad de diagnóstico, mantenimiento reducido, posibilidad de comunicación, implementación de aplicaciones HMI/SCADA.
- La automatización industrial con PLC's y las aplicaciones HMI permiten obtener información del proceso, útil para la toma de decisiones en los diferentes niveles: técnico, producción y gerencia.
- Se ha implementado un paro de emergencia que permite una seguridad para los elementos que forman parte del proceso, pues al activarlo permite detener el proceso en cualquier instante.
- Luego de varias pruebas se verificó que sin conectar el Teach Pendant no funciona ya que se produce el accionamiento del botón de emergencia es por eso que éste debe estar conectado al controlador y en modo automático.
- Uno de los aspectos más relevantes que se debe considerar de un ingeniero al realizar proyectos es el aspecto de homologación tecnológica, ya que debe seleccionar la plataforma de desarrollo del proyecto y sobre todo la selección de componentes.

- En el proceso se controló los tiempos de activación de diferentes dispositivos electrónicos, neumáticos e hidráulicos usando el PLC SIMATIC S7-200.
- Para el desarrollo de este proyecto se han combinado asignaturas como: Microcontroladores, PLC's, Scada, Robótica, Electrónica Básica, Control Hidráulico y Neumático.

RECOMENDACIONES

- Para un buen entendimiento del software del brazo robótico y de la cámara es recomendable estudiar detenidamente los manuales.
- Los dispositivos electrónicos deben ser seleccionados de acuerdo a los requerimientos del proceso, ya que se debe tomar en cuenta que si existen fallos estos deben ser reemplazables inmediatamente para que la producción no se detenga, por lo que deben ser productos de fácil adquisición en el mercado nacional.
- Para el proceso de envasado de agua se debe asegurar que los elementos electrónicos seleccionados puedan trabajar sin ningún problema en su ambiente de trabajo.
- Se recomienda dar mantenimiento continuo al brazo robótico ya que los engranes que tiene permiten los distintos movimientos del mismo y si estos no están debidamente engrasados su trabajo puede endurecerse hasta incluso dañar los motores.
- Se recomienda antes de montar los elementos en el proceso determinar el funcionamiento real de los mismos, es así que para usar las electroválvulas y las válvulas neumáticas se debe usar el mando manual.
- En caso de fallos en el funcionamiento de algún dispositivo se recomienda revisar la continuidad de los cables, antes de sacarlos de las canaletas y con esto se ahorra el tiempo de trabajo empleado en la instalación.
- Regular la presión que entrega el compresor a las válvulas neumáticas y a los cilindros de acuerdo a las especificaciones técnicas que tienen estas.
- Revisar la unidad el filtro de aire del compresor, también el desfogue del líquido, pues las micro partículas de agua existentes en el aire pueden provocar daños en las válvulas neumáticas.

- Revisar durante el montaje de los dispositivos el voltaje de alimentación, pues en este proyecto se manejan diferentes voltajes como son: 110VAC, 24VAC, 24VDC, 12VDC Y 5VDC.
- Se recomienda que los dispositivos de mayor disipación de potencia se ubiquen en la parte superior de los tableros eléctricos alejados de los circuitos electrónicos.
- En las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos, se recomienda suspender la energía de alimentación, sea ésta, eléctrica, neumática o hidráulica, evitando de esta manera acciones y condiciones inseguras.
- Es recomendable colocar los dispositivos eléctricos y neumáticos por separado ya que por su acción producen ruido que pueden afectar el buen funcionamiento de los elementos electrónicos, provocando datos incorrectos.
- Tener conectado el Teach Pendant al controlador del brazo robótico y verificar que esté en modo automático.
- Revisar que el botón de emergencia no esté activado.
- Si se trabaja con la cámara revisar que esté conectada la llave física en el puerto paralelo.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

1. Reyes Carlos, "Microcontroladores PIC", 1ra Edición, Ayerve C.A, Ecuador, 2005.
2. José Angulo, "Microcontroladores PIC", 2^{da} Parte, 2^{da} Edición, McGraw Hill, España, 2006.
3. OMRON, "Sensores Inductivos, Capacitivos y Fotoeléctricos", Diapositivas, 2005.
4. Maloney Timothy J., "Electrónica Industrial Moderna", Tercera Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 1997.
5. SIEMENS, "Componentes electrónicos", Siemens Aktiengesellschaft, Berlín y Munich, 1987.
6. Victoriano Angel Martínez, "Automatización Industrial Moderna", Alfaomega Grupo Editor S.A., México, 2001.
7. Francisco Ruiz Vassallo, "Electrónica Industrial", 4^{ta} Edición, Ediciones CEAC S.A., España, 1991.
8. James T. Humphries, "Electrónica Industrial", 4^{ta} Edición, Editorial Paraninfo S.A., España, 1996.
9. www.roboticspot.com
10. www2.ing.puc.cl/~wwwicm/investigacion/proy_lc/brazo.html
11. www.wikipedia.org
12. www.cvc.uab.es/~joans/webaerfai/visind/visind.html
13. www.ccc.inaoep.mx/~labvision/visind.htm
14. www.unicrom.com/tut_PIC3.asp
15. www.unicrom.com/Tut_fusible.asp
16. www.quiminet.com.mx/ar6/ar_%2524%25B3%258A%25A9%258B%2521%25DB%25E2.htm
17. www.sapiensman.com/neumatica/index.htm
18. www.intelitek.com

ANEXOS

ANEXO A: LISTADO DE PROGRAMAS

**ANEXO B: DESCRIPCIONES DEL CONTROLADOR DEL BRAZO ROBÓTICO
DESCRIPCIONES DEL BRAZO ROBÓTICO**

ANEXO C: DESCRIPCIONES DEL SOFTWARE VIEWFLEX

ANEXO D: HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO E: FOTOS

ANEXO F: GUÍAS DE LABORATORIO

ANEXO G: GLOSARIO

ANEXO A

- **PROGRAMA DEL BRAZO ROBÓTICO EN EL SOFTWARE SCORBASE**

PROGRAMA DE ENVASADO DE AGUA

BOTELLA1:

Ir a la Posición 100 velocid. 7
Abrir Pinza
Ir a la Posición 5 velocid. 5
Ir a la Posición 1 velocid. 5
Cerrar Pinza
Ir a la Posición 40 velocid. 3
Ir a la Posición 41 velocid. 4
Ir a la Posición 5 velocid. 5
Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más
Llama Subrutina FOTO

BOTELLA2:

Abrir Pinza
Ir a la Posición 7 velocid. 5
Ir a la Posición 6 velocid. 3
Ir a la Posición 2 velocid. 2
Cerrar Pinza
Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más
Ir a la Posición 6 velocid. 1
Ir a la Posición 42 velocid. 2
Ir a la Posición 43 velocid. 2
Ir a la Posición 7 velocid. 5
Llama Subrutina FOTO

BOTELLA3:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 8 velocid. 3

Ir a la Posición 3 velocid. 3

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 8 velocid. 5

Ir a la Posición 44 velocid. 5

Llama Subrutina FOTO

BOTELLA4:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 10 velocid. 5

Ir a la Posición 9 velocid. 3

Ir a la Posición 4 velocid. 5

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 9 velocid. 3

Ir a la Posición 45 velocid. 3

Ir a la Posición 10 velocid. 5

Llama Subrutina FOTO

BOTELLA5:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 32 velocid. 7

Ir a la Posición 31 velocid. 3

Ir a la Posición 21 velocid. 1

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 31 velocid. 1

Ir a la Posición 32 velocid. 3

Llama Subrutina FOTO

BOTELLA6:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 34 velocid. 7

Ir a la Posición 33 velocid. 3

Ir a la Posición 22 velocid. 1

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 33 velocid. 1

Ir a la Posición 34 velocid. 3

Llama Subrutina FOTO

BOTELLA7:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 35 velocid. 7

Ir a la Posición 23 velocid. 2

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 35 velocid. 3

Llama Subrutina FOTO

BOTELLA8:

Abrir Pinza

Ir a la Posición 37 velocid. 7

Ir a la Posición 36 velocid. 4

Ir a la Posición 24 velocid. 2

Cerrar Pinza

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 36 velocid. 2

Ir a la Posición 37 velocid. 5

Llama Subrutina FOTO

Llama Subrutina FIN

Poner Subrutina FOTO

Ir a la Posición 20 velocid. 7

Espere 150 (10cent. de segundo)

Poner Variable TESALIA = 0

Snap by Camera 1

Buscar Objeto ("mod_tesalia") -> TESALIA

Si TESALIA >= 1 salta a ENVASAR

Salta a DESECHAR

ENVASAR:

Iniciar Cinta eje 7 a velocid. 2 en dirección Más

Ir a la Posición 11 velocid. 6

Ir linealmente a la Posición 12 velocid. 3

Abrir Pinza

Salta a FIN_BOT

DESECHAR:

Ir a la Posición 13 velocid. 7

Ir linealmente a la Posición 14 velocid. 5

Abrir Pinza

FIN_BOT:

Retornar desde Subrutina

Poner Subrutina FIN

Ir a la Posición 100 velocid. 7

End

Retornar desde Subrutina

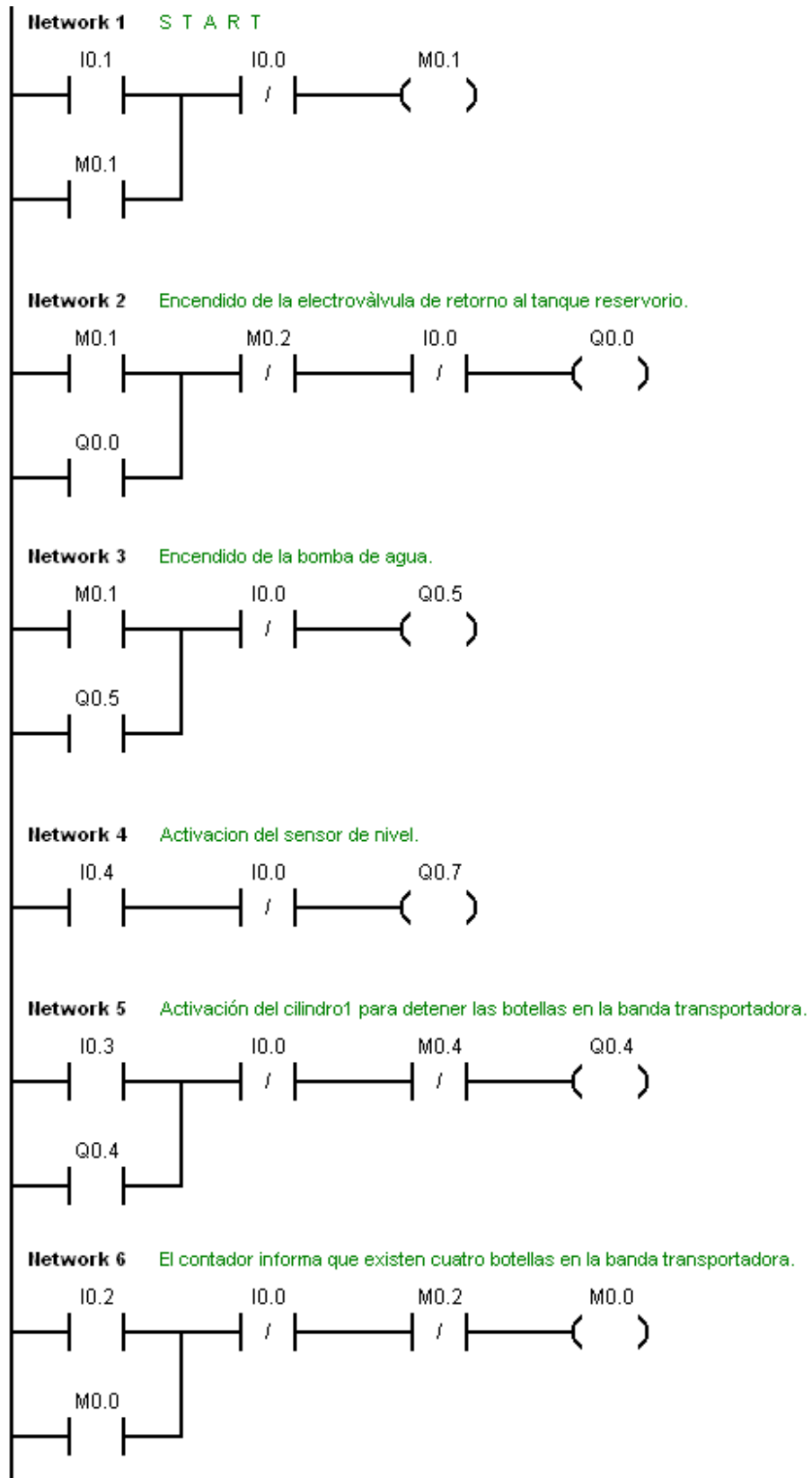
- **PROGRAMA DEL PIC 16F877A**

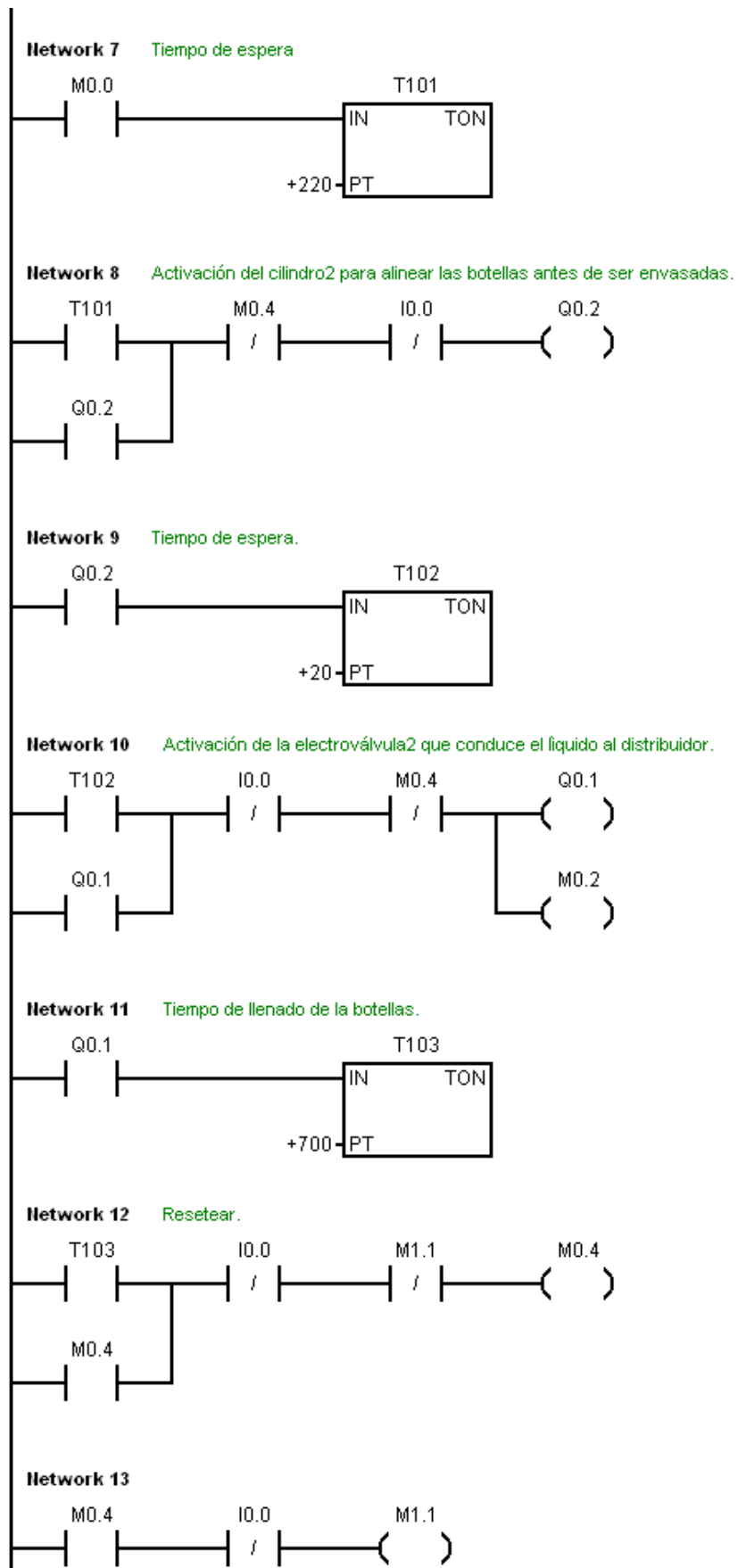
```
@ DEVICE WDT_OFF, LVP_OFF, BOD_OFF
DEFINE LCD_DREG PORTB ; define puertos del LCD B4 a B7
define LCD_DBIT 4 ; empezando desde el puerto B4 hasta el B7
define LCD_RSREG PORTB ; define pin para conectar el bit RS
define LCD_RSBIT 3 ; en el puerto B3
define LCD_EREG PORTB ; define pin para conectar el bit enable
define LCD_EBIT 2 ; en el puerto B2
sensor1 VAR PORTC.0
salida VAR PORTC.1
numbot VAR WORD
botenv VAR WORD
numbot = 0
```

```
botenv = 0
PAUSE 200
LCDOUT $FE,1," JCV DESIGN"
LCDOUT $FE,$C0,"CONTADOR-BOTELLAS"
PAUSE 2000
LCDOUT $FE,1,"NUM BOT:"
LCDOUT $FE,$C0,"BOT ENV:"
  INICIO:
    IF sensor1 = 1 THEN
      GOSUB ANTIREBOTE
      GOTO CONTAR
    ENDIF
    GOTO INICIO
  CONTAR:
    LCDOUT $FE,1,"NUM BOT:"
    numbot = numbot+1
    LCDOUT $FE,$88,DEC numbot
    LCDOUT $FE,$C0,"BOT ENV:"
    botenv= botenv+1
    LCDOUT $FE,$C8,DEC botenv
    GOTO VERIFICAR
  VERIFICAR:
    IF numbot = 4 THEN ENCERAR
    GOTO INICIO
  ENCERAR:
    numbot = 0
    GOSUB SALIDA_PIC
    GOTO INICIO
  SALIDA_PIC:
    PAUSE 200
    HIGH salida
    PAUSE 2000
    LOW salida
    RETURN

  ANTIREBOTE:
    IF sensor1 = 1 THEN ANTIREBOTE
    RETURN
  END
```

- **PROGRAMA DEL PLC SIMATIC S7-200**





ANEXO B

- **DESCRIPCIONES DEL CONTROLADOR DEL BRAZO ROBÓTICO**

Contralor-USB	
Tipo de control	<ul style="list-style-type: none"> • en tiempo real; PID; PWM
Servo eje conductores	<ul style="list-style-type: none"> • 6 de robot • 2 de periféricos
Ruta de control	<ul style="list-style-type: none"> • Mixto • Lineal • Circular
Control de la velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • 10 velocidades • El tiempo de viaje definiciones
Parámetros de control	<ul style="list-style-type: none"> • 160 accesible al usuario los parámetros • Servo control PID, la velocidad, perfil de velocidad, suavizado; eje error de posición; operación de pinza; térmico, impacto, límite de la protección; homing; cartesiano cálculos.
Requisitos de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • 110/220 VAC, 50/60 Hz, 180W máx.
Interna fuentes de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Servo: 24 V (dependiendo de la tensión de entrada y de carga) • Digital: 5V, +15 V,-12V
Microcontroladores	<ul style="list-style-type: none"> • una gama completa de opciones, NEC V853 RISC de 32 bits microcontrolador
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • USB tipo A cable de conexión a PC • Plug y el juego sin reiniciar • 2 integrado RS232 canales: uno para enseñar colgante, un controlador de tarjeta I / O
Entradas	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas digitales: 24 V max., Alta / baja configurable • 4 entradas analógicas: 8-bit; tensión de entrada 0-10V
Productos	<ul style="list-style-type: none"> • 8 salidas digitales: 24 V max., 4 relés, 4 colectores abiertos, sumidero / fuente configurable • 2 salidas analógicas: 8 bits, y la salida de voltaje 0-10V
Usuario fuente de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Dos terminales de +12 V CC, para la conexión remota de interruptores, sensores, etc
Programación	<ul style="list-style-type: none"> • SCORBASE para Contralor-USB software • RoboCell para Contralor-USB software de simulación 3D (opcional) • Enseñe colgante para Contralor-USB (opcional)
Posición definición	<ul style="list-style-type: none"> • coordenadas XYZ • Conjunto de coordenadas (grados) • Codificador cuenta • posiciones absolutas y relativas
LED indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • principal del poder, alternando los colores: el poder y la comunicación con el PC (verde), y no sobre el poder comunicarse con los PC (naranja) • entradas digitales / salidas digitales • Emergencia
Peso	<ul style="list-style-type: none"> • 7 kg (15,4 lb)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • L = 315 mm; W = 223,5 mm, H = 117 mm (L = 12,4 ", W = 8,8"; H = 4,6 ")
Temperatura de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • 2 ° - 40 ° C (36 ° - 104 ° F)
Características de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE de seguridad de cumplimiento • interruptor de emergencia en el panel frontal del controlador • Protección contra cortocircuitos • cierre automático después de la detección de sobrecalentamiento, PC fracaso, error de comunicación, el impacto

CARACTERÍSTICAS	
Posición de grabación	<ul style="list-style-type: none"> Las posiciones se pueden grabar tanto en línea como fuera de línea. Posiciones puede ser absoluta o relativa. Las coordenadas de posición puede ser para el brazo robot, ejes periféricos, o ambos. Número ilimitado de posiciones pueden ser grabadas El usuario puede mover manualmente a la ubicación deseada robot y controlador de instrucciones para registrar posición. El usuario puede introducir las coordenadas XYZ de posiciones. Posición lista muestra todas las posiciones registradas y sus coordenadas. Las diferentes opciones de visualización permite a los usuarios organizar y mostrar los datos de la posición en un formato fácil de entender. Posiciones registrada por enseñar colgante son automáticamente reconocidos por SCORBASE.
Manual de control de robot y periféricos ejes	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento de las articulaciones y en coordenadas cartesianas y velocidades seleccionables Control de la circulación desde el cuadro de diálogo, teclado y enseñar colgante Imagen gráfica del robot; usuario hace clic sobre las flechas para mover el eje robot ejes.
Programa de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Los programas se pueden ejecutar tanto en línea como fuera de línea. Opciones para ejecutar un comando, de un solo ciclo o ciclo continuo. Mando actualmente en ejecución se pone de relieve en la ventana del programa. Ejecutar, pausar, reanudar y abortar el programa disponible en todo momento.
En tiempo real los datos de visualización	<ul style="list-style-type: none"> en tiempo real, visualización continua de las posiciones del robot y periféricos (codificador de los valores y las coordenadas XYZ) y la I / Os en tiempo real, visualización continua de casa cambia la situación, conjuntos ángulos, mando valor (PWM) y el error de posición Dinámica de los gráficos presentes codificador valores, el valor de mando (PWM) y el error de posición
Sistema abierto: la integración y el apoyo a los componentes workcell	<ul style="list-style-type: none"> La plena integración ViewFlex máquina con sistema de visión, lo que permite robot orientación y control de la calidad de las aplicaciones La plena integración con el sistema automatizado de soldadura MIG Soporta la programación y el control de dos ejes servo periféricas Monitores y controles de E / S digital dispositivos Monitores y controles analógicos de E / S de dispositivos El usuario puede simular las entradas y salida de la condición de programa de pruebas fuera de línea. API de software de utilidad es que permite a los de C / C ++ para la interfaz de programación de controlador
Parámetros de manipulación	<ul style="list-style-type: none"> 160 accesible al usuario los parámetros, entre ellos: servo control PID, la velocidad, la velocidad de perfil; eje error de posición; operación de pinza; térmico, impacto, límite de la protección; homing; cartesiano cálculos Parámetros de las tablas pueden ser fácilmente vistos y manipulados; incluir descripciones detalladas Los parámetros pueden ser guardados y optimizado para diferentes funciones (por ejemplo, aprovechar al máximo la velocidad, la carga útil, la exactitud) Programa de comando se puede utilizar para modificar un valor de parámetro durante la ejecución del programa Programa de comando permite la selección y la activación de un conjunto de parámetros predefinidos durante la ejecución del programa
Interfaz de usuario	<ul style="list-style-type: none"> Industrial funciones en una interfaz intuitiva diseñada para entornos de formación 3 modos de funcionamiento: En línea: SCORBASE se comunica con el controlador. El robot, periféricas y ejes I / Os ejecutar todos los comandos. Offline: SCORBASE no se comunica con el controlador, a pesar de que se pueden conectar; ejes no se mueven; I / Os no se enciende, pero diferentes de E / S de los estados pueden ser Simulada por el usuario (útil para probar y depurar programas). Simulación: SCORBASE se comunica con software de simulación RoboCell, que ejecuta todos los comandos SCORBASE Varios niveles operativos, cada uno con cada vez más funciones de programación y operaciones, novatos y avanzados permiten a los usuarios trabajar en entornos en los que mejor se adapte a su nivel de conocimientos. Los usuarios pueden cambiar los niveles sin salir o volver a escribir los proyectos de software Icono de barras de herramientas usadas y de las operaciones predefinidas y el usuario puede configurar la pantalla de diseños Los programas y las posiciones se pueden guardar y cargar por separado o en conjunto Programas, posiciones y configuraciones gráficas de células se crean y almacenan como un "proyecto", los usuarios pueden abrir, ver y guardar los datos conexos en un solo clic del ratón Completa ayuda en línea Demostración de proyectos Impresión de los programas y posiciones Vista preliminar e impresión en 3D funciones de las células y configuraciones dinámicas gráficos

Idioma de la interfaz	<ul style="list-style-type: none"> • Inglés, español, portugués, alemán, coreano, vietnamita, polaco. • ¿Puede ser fácilmente traducidos a cualquier idioma de usuario
Programa de edición	<ul style="list-style-type: none"> • Más de 40 comandos fácilmente seleccionados a través de los iconos, atajos de teclado y mando lista. • Comman lista muestra todos los comandos disponibles SCORBASE agrupados por funcionalidad. • Un comando generador de caracteres calcula y enseña todas las posiciones necesarias para la producción de cualquier cadena de texto; robótico utilizado en la escritura, la pintura y la soldadura aplicaciones. • cuadros de diálogo de todos los comandos para incluir indicaciones y opciones para garantizar la correcta y completa sintaxis durante la edición de programas • Número ilimitado de programas pueden abrir y visualizar simultáneamente. • Número ilimitado de las líneas de programa • funciones estándar de Windows para la edición de programas (por ejemplo, cortar, copiar, pegar, encontrar).
REQUISITOS DE COMPUTADORAS	
Actual versión del software	<ul style="list-style-type: none"> • 4.9.5
Notas de la versión	<ul style="list-style-type: none"> • Enero 2004 • pinzas pueden ahora cerca de los objetos más finos que los 4mm, y efectuar objeto de medición • Conjunto de XYZ y el movimiento manual de la configuración de permanecer en efecto si el cambio de cuadros de diálogo • idioma polaco interfaz añadido • Soporte total de e-learning • Varias correcciones de errores y mejoras en la interfaz de usuario
Requisitos del PC	<ul style="list-style-type: none"> • Pentium II a 350 MHz, 64 MB de RAM, 100 MB disponibles en el disco duro, puerto USB, unidad de CD-ROM o acceso a la red para la instalación • Requisitos recomendados PC: Pentium III 600 Mhz, 128 MB de RAM, 100 MB disponibles en el disco duro, puerto USB, unidad de CD-ROM o acceso a la red para la instalación • Sistema operativo: Windows 98/2000/XP

- **DESCRIPCIONES DEL BRAZO ROBÓTICO SCORBOT ER-4u**

ESPECIFICACIONES	
Estructura mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • verticalmente articulado
Grados de libertad	<ul style="list-style-type: none"> • 5 ejes de rotación + pinza
Capacidad de carga útil	<ul style="list-style-type: none"> • 2,1 kg (4,6 libras)
Eje Rango	<ul style="list-style-type: none"> • Eje 1: Base de rotación: 310 ° • Eje 2: Hombro rotación: +130 ° / -35 ° • Eje 3: codos de rotación: ± 130 ° • Eje 4: la muñeca de tono: ± 130 ° • Eje 5: rollo de la muñeca: Ilimitado (mecánica); ± 570 ° (eléctricamente)
Reach	<ul style="list-style-type: none"> • 610mm (24 ") fin de pinza
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • 700 mm / seg (27,6 "/ seg)
Norma de pinzas	<ul style="list-style-type: none"> • servo motor, paralelo dedos
Apertura de pinzas	<ul style="list-style-type: none"> • 75 mm (3 "), sin pastillas • 65 mm (2,6 ") con almohadillas
Repetibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • ± 0,18 mm (0,007 ")
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> • Alta resolución codificador óptico incremental en cada eje y pinzas
Homing	<ul style="list-style-type: none"> • Microinterruptor casa sobre cada eje
Actuadores	<ul style="list-style-type: none"> • 12 VDC servo motor en todos los ejes y pinzas
Transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de cambios, el calendario cinturones, plomo tornillo
Peso	<ul style="list-style-type: none"> • 10,8 kg (23,8 lb)
Ambiente, la temperatura de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • 2 ° - 40 ° C (36 ° - 104 ° F)
Características adicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos de apoyo en todos los ejes • Anti-reacción sobre la base de sistema de cómputo eje • Robot se conecta a través de controlador único de 50-pin cable • Capacidades integradas de neumáticos de cableado permite la utilización de neumáticos efectores finales

ANEXO C

- **DESCRIPCIONES DEL SOFTWARE VIEWFLEX**

CARACTERÍSTICAS	
Interfaz de usuario y manipulación de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> Fácil de usar entorno de trabajo interactivo Control de scripts personalizados utilizando los cuadros de diálogo Mostrar imágenes en color y monocromo en una variedad de formatos predefinidos o personalizados Cargar y guardar imágenes en muchos formatos de archivo (por ejemplo, BMP, JPG, TIFF) Grabar y reproducir secuencias de imágenes AVI y utilizando múltiples formatos de archivo TIFF página Anotar las imágenes con texto y gráficos Crear y gestionar bases de datos de imágenes
Herramientas de procesamiento de imagen	<ul style="list-style-type: none"> 3 colores histograma (como mostrar barras de la partida o de los datos) Extracto de banda de operación Filtros: predefinidas (Erode, Dilate, Abrir, Cerrar, etc) y definido por el usuario Umbral: (rechazar Band, la banda pasa, pasa el Bajo, Alto de aprobados) transformaciones Fast Fourier Definir el proceso y no rectangular regiones de interés
Herramientas de análisis de imágenes	<ul style="list-style-type: none"> Color de análisis de imágenes Plan coincidentes (con máscara y rotar las operaciones) Blob análisis identificación por parte gota estadísticas Calibración (indemnización de relación de aspecto, la rotación y otros distorsión espacial) Mediciones (distancia, ángulo, área de las mediciones y con precisión sub-pixel; mediciones en el mundo real de unidades) Detección automática de movimiento.
Soporte completo para aplicaciones de vídeo	<ul style="list-style-type: none"> Tomar fotos manualmente y automáticamente Grabación de vídeo (y audio; Windows requiere una tarjeta de sonido compatible con los altavoces y el micrófono) Crear una película
Soporte completo para aplicaciones Web	<ul style="list-style-type: none"> (Se requiere el proveedor de acceso a Internet, 28,8 Kbps o más rápido) Crear y enviar mensajes de correo electrónico tarjetas postales Crear páginas web que incorporan vídeos, imágenes y / o sonidos Hacer llamadas de vídeo por Internet
Abrir el medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Fácil adquisición de las imágenes de una variedad de fuentes (USB de la cámara, videocámara, grabadora, cámara de vídeo industrial) Fácil integración con otras aplicaciones de Windows (cliente / servidor) a través de OLE / Automatización: visión enviar datos (OLE); llamada visión funciones de los usuarios de código (OCX); llamar funciones de usuario desde el sistema de visión (script, DLLs) Los resultados fácilmente transferido a Microsoft Excel u otras aplicaciones de Windows Automatizar las rutinas con Microsoft Visual Basic o C compatible scripting
La integración con los productos OEM y Intelitek	<ul style="list-style-type: none"> Soporta todos los controladores: Controlador USB-, Contralor-A,-B Contralor, Contralor-BRC, Contralor-PC Instalación de sistema independiente para la máquina de visión y control de calidad Robot de orientación en SCORBASE / RoboCell (ER 4pc, ER 4u, ER 7 robots) Robot de orientación en la lista de control de acceso (ER 5, ER 7, ER 9, ER 14, SV3 robots) Apoya la plena integración con el software OpenCIM: de la identificación y control de la calidad de las aplicaciones Soporta cámaras remotas. Soporta código de barras. Soporta reconocimiento óptico de caracteres (OCR). Soporta el uso de múltiples cámaras en la misma visión aplicación.
Color cámara USB	<ul style="list-style-type: none"> 1,3 mega píxeles (1280 x 1024) Sensor CMOS conexión USB 2,0 (a la compatibilidad hacia atrás con USB 1,1 rendimiento y la funcionalidad de compromisos) Formato de imagen: BMP, JPG Formato de Vídeo: AVI, WMV El promedio de cuadros: 30 fps Color verdadero de 24 bits Configuración automática de la exposición, balance de blancos y control del color anillo de enfoque ajustable f/1.6: 5 elemento de lente de cristal On / Off indicador Cable de 1,5 m
REQUISITOS DE COMPUTADORAS	
Actual versión del software	<ul style="list-style-type: none"> 2,9
Notas de la versión	<ul style="list-style-type: none"> ViewFlex corrección de errores sólo 2,9. ViewFlex versiones 2,8 y posterior apoyo SCORBOT-ER 4u (Contralor-USB), así como todos los demás robots (Contralor-A,-B Contralor y Contralor-PC). Versiones de 2,8 y más tarde son compatibles para su uso con el Intel Pro Cámara PC y la cámara Veo Velocity Conectar.
Requisitos del PC	<ul style="list-style-type: none"> Pentium III 750 MHz, 256 MB de RAM, 300 MB disponibles en el disco duro, USB 2,0 puerto, unidad de CD-ROM o acceso a la red para la instalación Sistema operativo: Windows 98/2000/XP (cuando se utiliza con Intel Camera) Sistema operativo: Windows 2000/XP (cuando se utiliza con la cámara Veo) Para la integración con SCORBOT-ER 4pc, 2 ordenadores en red se recomienda: Una PC para el robot y ViewFlex software; lo mismo que el anterior, excepto: Windows 95/98, de tarjeta ISA, USB no es necesario. Segunda cámara para PC, por los requisitos del sistema.

ANEXO D

- **HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO CY-22**

SPECIFICATIONS

DC supply type

Item	Model No.	Type	Retroreflective			Diffuse reflective
			Thru-beam		With polarizing filters	
		NPN output type	CY-21	CY-27	CY-29	CY-22
		PNP output type	CY-21-PN	CY-27-PN	CY-29-PN	CY-22-PN
Sensing range			12m	3m (Note 1)	1.5m (Note 1)	120mm (Note 2)
Sensing object			∅ 8mm or more opaque object	∅ 50mm or more opaque or translucent object (Note 1)	∅ 50mm or more opaque, translucent or specular object (Note 1)	Opaque, translucent or transparent object
Hysteresis			—————			15% or less of operation distance
Repeatability (perpendicular to sensing axis)			0.1mm or less			0.3mm or less
Supply voltage			10 to 30V DC Ripple P-P 10% or less			
Current consumption			Emitter: 20mA or less Receiver: 25mA or less	25mA or less		
Output			<NPN output type> NPN open-collector transistor • Maximum sink current: 100mA • Applied voltage: 30V DC or less (between output and 0V) • Residual voltage: 1.5V or less (at 100mA sink current)			<PNP output type> PNP open-collector transistor • Maximum source current: 100mA • Applied voltage: 30V DC or less (between output and + V) • Residual voltage: 1.5V or less (at 100mA source current)
	Utilization category		DC-12 or DC-13			
	Output operation		Selectable either Light-ON or Dark-ON by the control input			
	Short-circuit protection		Incorporated			
Response time			2ms or less			
Test input function			Incorporated	—————		
Operation indicator			Red LED (lights up when the output is ON)			
Emission indicator			Red LED (lights up during beam emission)	—————		
Environmental resistance	Pollution degree		3 (Industrial environment)			
	Protection		IP67 (IEC)			
	Ambient temperature		- 25 to + 55°C (No dew condensation or icing allowed), Storage: - 30 to + 70°C			
	Ambient humidity		35 to 85% RH, Storage: 35 to 85% RH			
	Ambient illuminance		Sunlight: 10,000ℓx at the light-receiving face, Incandescent light: 3,000ℓx at the light-receiving face			
	EMC		Emission: EN50081-2, Immunity: EN50082-2			
	Voltage withstandability		1,000V AC for one min. between all supply terminals connected together and enclosure			
	Insulation resistance		20MΩ, or more, with 250V DC megger between all supply terminals connected together and enclosure			
	Vibration resistance		10 to 500Hz frequency, 1.5mm amplitude (10G max.) in X, Y and Z directions for two hours each			
Shock resistance		500m/s ² acceleration (50G approx.) in X, Y and Z directions for three times each				
Emitting element			Infrared LED (modulated)	Red LED (modulated)	Infrared LED (modulated)	
Material			Enclosure: PBT, Lens: Polycarbonate		Enclosure: PBT, Front cover: Acrylic	
Cable			0.34mm ² 4-core (thru-beam type emitter: 3-core) cabtyre cable, 2m long			
Cable extension			Extension up to total 100m is possible with 0.34mm ² , or more, cable (thru-beam type: both emitter and receiver).			
Weight			Emitter: 90g approx. Receiver: 100g approx.	100g approx.		
Accessories			Nut: 4 Nos.		Nut: 2 Nos.	

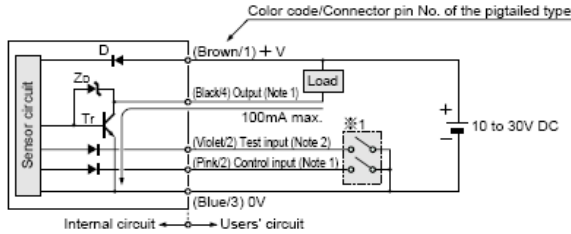
NOTE: Reflector is not supplied with the retroreflective type sensor. Please select the suitable reflector or reflective tape from the options.

Notes: 1) The sensing range and the sensing object of the retroreflective type sensor are specified for the RF-230 reflector (optional).
 2) The sensing range of the diffuse reflective type sensor is specified for white non-glossy paper (200 × 200mm) as the object.

I/O CIRCUIT AND WIRING DIAGRAMS

NPN output type

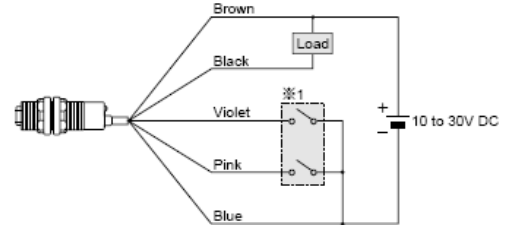
I/O circuit diagram



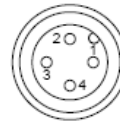
- Notes: 1) The emitter of the thru-beam type sensor does not incorporate the output and the control input. When the mating cable is connected to the pigtailed type, the color of the control input wire is white.
- 2) Incorporated only on the emitter of the thru-beam type sensor. When the mating cable is connected to the pigtailed type, its color is white.

Symbols ... D: Reverse supply polarity protection diode
Zs: Surge absorption zener diode
Tr: NPN output transistor

Wiring diagram



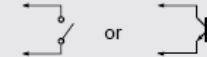
Connector pin position (Pigtailed type)



- 1: +V
2: Test input or control input
3: 0V
4: Output or not connected

※1

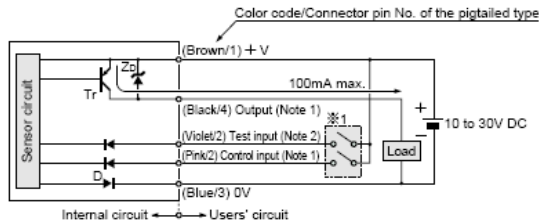
Non-voltage contact or
NPN open-collector transistor



- Test input
Low (0 to 2.5V): emission stopped
High (6 to 30V or open): emission
- Control input
Low (0 to 1.5V): Dark-ON
High (6 to 30V, or open): Light-ON

PNP output type

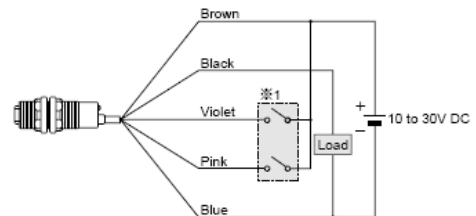
I/O circuit diagram



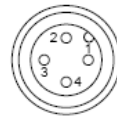
- Notes: 1) The emitter of the thru-beam type sensor does not incorporate the output and the control input. When the mating cable is connected to the pigtailed type, the color of the control input wire is white.
- 2) Incorporated only on the emitter of the thru-beam type sensor. When the mating cable is connected to the pigtailed type, its color is white.

Symbols ... D: Reverse supply polarity protection diode
Zs: Surge absorption zener diode
Tr: PNP output transistor

Wiring diagram



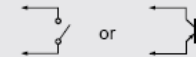
Connector pin position (Pigtailed type)



- 1: +V
2: Test input or control input
3: 0V
4: Output or not connected

※1

Non-voltage contact or
PNP open-collector transistor



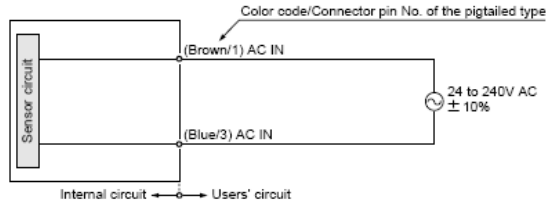
- Test input
Low (0 to 1.5V, or open): emission
High (3 to 30V): emission stopped
- Control input
Low [(supply voltage - 6V) or less, or open]: Light-ON
High [(supply voltage - 1.5V) or more]: Dark-ON

I/O CIRCUIT AND WIRING DIAGRAMS

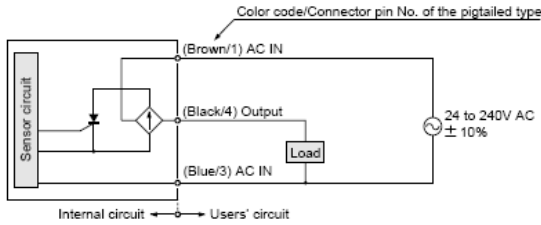
AC non-contact output type

I/O circuit diagrams

Emitter of thru-beam type sensor

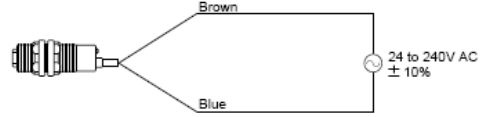


Receiver of thru-beam type sensor, retroreflective & diffuse reflective type sensors

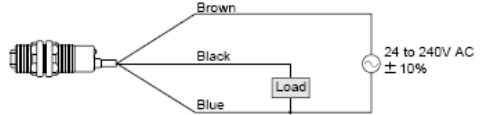


Wiring diagrams

Emitter of thru-beam type sensor

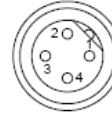


Receiver of thru-beam type sensor, retroreflective & diffuse reflective type sensors

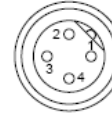


Connector pin position (Pigtailed type)

Emitter of thru-beam type sensor



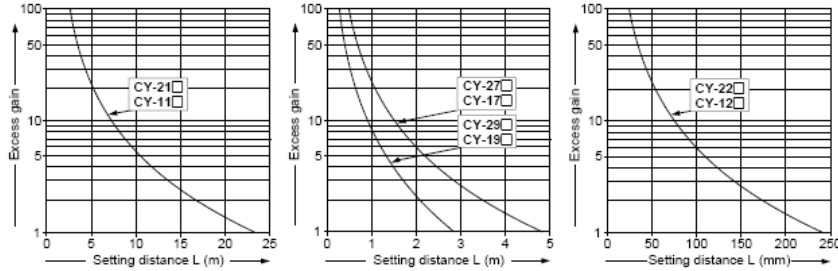
Receiver of thru-beam type sensor, retroreflective & diffuse reflective type sensors



SENSING CHARACTERISTICS (TYPICAL)

All models

Correlation between setting distance and excess gain



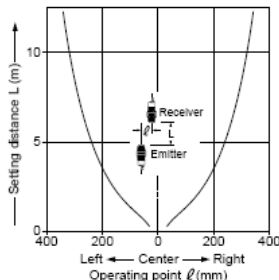
CY-21
CY-11

Thru-beam type

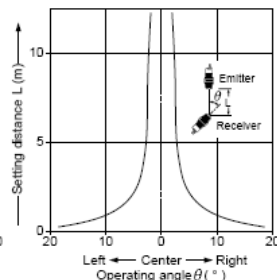
CY-27
CY-17

Retroreflective type

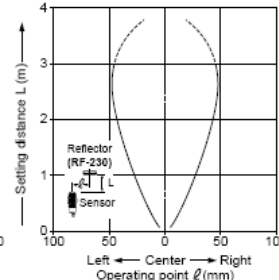
Parallel deviation



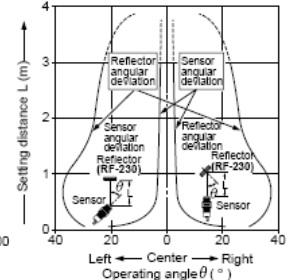
Angular deviation



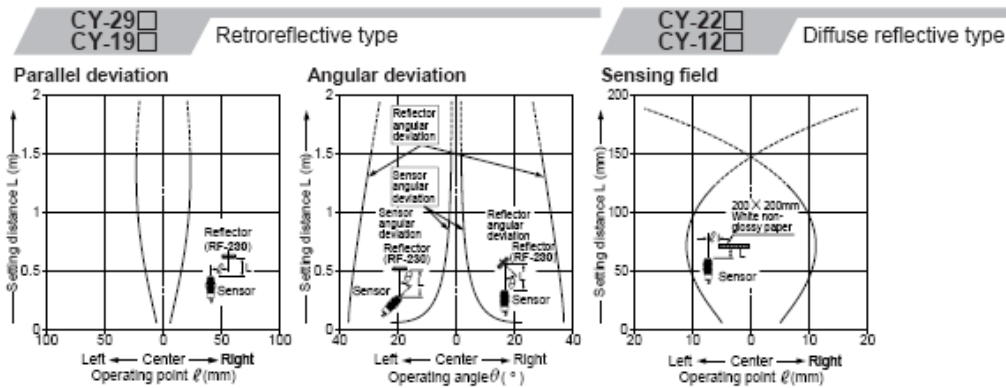
Parallel deviation



Angular deviation

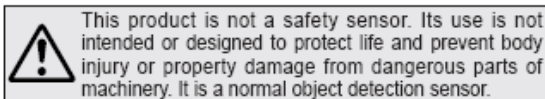


SENSING CHARACTERISTICS (TYPICAL)



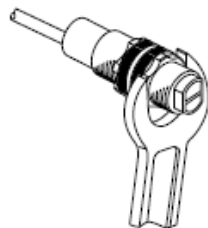
PRECAUTIONS FOR PROPER USE

Refer to P.820~ for general precautions.



Mounting

- The tightening torque should be 2N·m or less.



Retroreflective type sensor with polarizing filters (CY-29□ and CY-19□)

- If a shiny object is covered or wrapped with a transparent film, such as those described below, the retroreflective type sensor with polarizing filters may not be able to detect it. In that case, follow the steps given below.

Example of sensing objects

- Can wrapped by clear film
- Aluminum sheet covered by plastic film
- Gold or silver color (glossy) label or wrapping paper

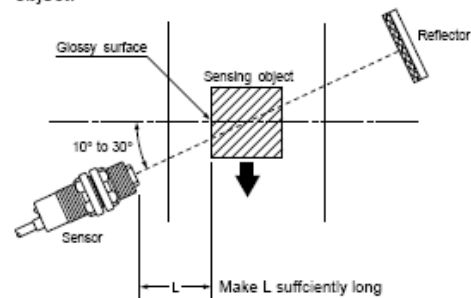
Steps

- Tilt the sensor with respect to the sensing object while fitting.
- Increase the distance between the sensor and the sensing object.

Retroreflective type sensor (CY-27□ and CY-17□)

- Please take care of the following points when detecting materials having a gloss.

- Make L, shown in the diagram, sufficiently long.
- Install at an angle of 10 to 30 degrees to the sensing object.



※CY-29□ and CY-19□ do not need the above adjustment.

Others

- Do not use during the initial transient time (50ms) after the power supply is switched on.

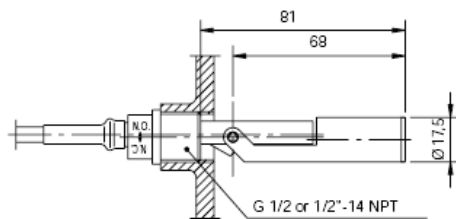
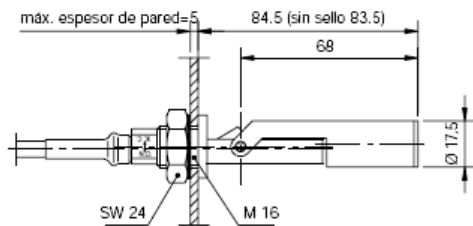
- HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL INTERRUPTOR PLÁSTICO DE NIVEL KOBOLD**

Descripción

El interruptor de nivel plástico NKP se diseña para el control económico de líquidos en recipientes. Muchas aplicaciones industriales se pueden realizar con dos versiones plásticas diferentes cada uno con tres diferentes montajes. El interruptores notable por su diseño libre de mantenimiento, dimensiones pequeñas y contactos reed con alta capacidad de interrupción.

El interruptor se monta en la cara del recipiente. Un flotador plástico con bisagras con un imán flota hacia arriba y hacia abajo a través del nivel líquido. El contacto reed encapsulado es manejado por el imán. La función de conmutación (contacto N/A, contacto N/C) es determinada por la posición de la instalación. La función es invertida simplemente rotando el interruptor 180°C.

Dimensiones



Datos de pedido (Ejemplo: NKP-14011)

Tipo de códigos	Conexión	Caja de conexiones	Cable
NKP-	1 = G 1/2	401 = Polipropileno 501 = PVDF	1 = 1 m PVC cable
	2 = 1/2" NPT		2 = 1.6 m PVC cable
	6 = M 16		3 = 3 m PVC cable
			Y = longitud especial*

*Por favor especifique en texto claro.

Detalles Técnicos

Cuerpo del interruptor : NKP-14..., -24..., -64...: polipropileno
NKP-15..., -25..., -65...: PVDF

Conexiones: NKP-1...: G 1/2
NKP-2...: 1/2" NPT
NKP-6...: M 16

Flotador: NKP-14..., -24..., -64...: polipropileno
NKP-15..., -25..., -65...: PVDF

Sello: NKP-6401 ; NBR
NKP-6501 ; FPM
alternativo : EPDM

Max. temperatura: NKP-14..., NKP-24..., NKP-64...: 80°C
NKP-15..., NKP-25..., NKP-65...: 100°C

Max. presión: 10 bar

Posición de instalación: Horizontal ($\pm 30^\circ$ desde el plano horizontal)

Componentes de cont.: Contacto N/A/contacto N/C (dependiendo de la instalación)

Conexión eléctrica: Cable trenzado AWG20, 2 nucleos, PVC, 1 m

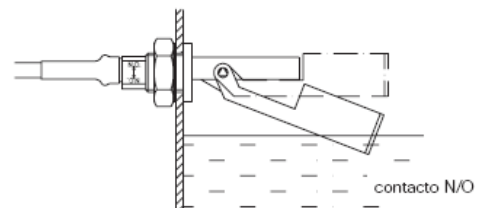
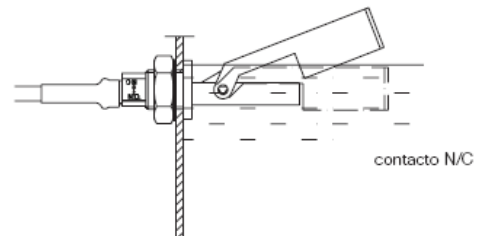
Capacidad de contacto: Max. 230 VAC/VDC /
Max. 40 watt/VA / max. 2 A

Resistencia de contacto: Max. 80 mOhm

Fuerza eléctrica mínima: 400 VDC/1 s

Densidad del medio: NKP-14..., -24..., -64...: $> 0.6 \text{ g/cm}^3$
NKP-15..., -25..., -65...: $> 0.95 \text{ g/cm}^3$

Protección: IP68



Aplicaciones

- Lavado de automoviles
- Limpieza de máquinas
- Tanques plásticos
- Refrigeración con Láser

● HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PLC SIMATIC S7-200

Datos técnicos

Condiciones ambientales — Transporte y almacenamiento	
EN 60068-2-2, ensayo Bb, calor seco y EN 60068-2-1, ensayo Ab, frío	-40° C a +70° C
EN 60068-2-30, ensayo Dd, calor húmedo	25° C a 55° C, 95% humedad
EN 60068-2-14, ensayo Na, choque de temperatura	-40° C a +70° C tiempo de secado 3 horas, 2 ciclos
EN 60068-2-31, vuelco	100 mm, 4 gotas, desembalado
EN 60068-2-32, caída libre	1 m, 5 veces, embalado para embarque
Condiciones ambientales — Funcionamiento	
Condiciones ambientales (aire de entrada 25 mm debajo de la unidad)	0° C a 55° C en montaje horizontal, 0° C a 45° C en montaje vertical 95% humedad no condensante
Presión atmosférica	1080 a 795 hPa (altitud: -1000 a 2000 m)
Concentración de contaminantes	SO ₂ : < 0,5 ppm; H ₂ S: < 0,1 ppm; RH < 60% no condensante
EN 60068-2-14, ensayo Nb, cambio de temperatura	5° C a 55° C, 3° C/minuto
EN 60068-2-27, choque mecánico	15 G, 11 ms impulso, 6 choques en c/u de 3 ejes
EN 60068-2-6, vibración sinusoidal	Montaje en un armario eléctrico: 0,30 mm de 10 a 57 Hz; 2 G de 57 a 150 Hz Montaje en perfil soporte: 0,15 mm de 10 a 57 Hz; 1 G de 57 a 150 Hz 10 barridos por eje, 1 octava/minuto
EN 60529, IP22 Protección mecánica	Protege los dedos contra el contacto con alto voltaje, según pruebas realizadas con sondas estándar. Se requiere protección externa contra polvo, impurezas, agua y objetos extraños de menos de 12,5 mm de diámetro.
Compatibilidad electromagnética — Inmunidad según EN 61000-6-2¹	
EN 61000-4-2 Descargas electrostáticas	Descarga del aire de 8 kV en todas las superficies y al puerto de comunicación, descarga de contactos de 4kV en las superficies conductivas desnudas
EN 61000-4-3 Campos electromagnéticos radiados	10 V/m, 80-1000 MHz y 1,4 a 2.0 GHz, 80% AM a 1 kHz
EN 61000-4-4 Transitorios eléctricos rápidos	2 kV, 5 kHz con red de unión a la alimentación c.a. y c.c. 2 kV, 5 kHz con abrazadera de unión a las E/S digitales 1 kV, 5 kHz con abrazadera de unión a la comunicación
EN 61000-4-5 Inmunidad a ondas de choque	Alimentación 2 kV asimétrico, 1 kV simétrico 1 kV simétrico para ES (para los circuitos de 24 V c.c. se necesita una protección externa contra sobrecorriente)
EN 61000-4-6 Perturbaciones conducidas	0,15 MHz a 80 GHz 10 V/m, 80% AM a 1 kHz
EN 61000-4-11 Caídas de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión	>95% de reducción durante 8,3 ms, 83 ms, 833 ms y 4167 ms
VDE 0160 Sobrevoltaje no periódico	A 85 V c.a. línea, 90° decaje de fase, aplicar cresta de 390 V, impulso de 1,3 ms A 180 V c.a. línea, 90° decaje de fase, aplicar cresta de 750 V, impulso de 1,3 ms
Compatibilidad electromagnética — Emisiones conducidas y radiadas según EN 61000-6-3² y EN 61000-6-4	
EN 55011, clase A, grupo 1, conducida ¹ 0,15 MHz a 0,5 MHz 0,5 MHz a 5 MHz 5 MHz a 30 MHz	< 79 dB (µV) casi cresta; < 66 dB (µV) promedio < 73 dB (µV) casi cresta; < 60 dB (µV) promedio < 73 dB (µV) casi cresta; < 60 dB (µV) promedio
EN 55011, clase A, grupo 1, radiada ¹ 30 MHz a 230 MHz 230 MHz a 1 GHz	40 dB (µV/m) casi cresta; medida a 10 m 47 dB (µV/m) casi cresta; medida a 10 m
EN 55011, clase B, grupo 1, conducida ² 0,15 a 0,5 MHz 0,5 MHz a 5 MHz 5 MHz a 30 MHz	< 66 dB (µV) decremento casi cresta con frecuencia logarítmica a 56 dB (µV); < 56 dB (µV) decremento promedio con frecuencia logarítmica a 46 dB (µV) < 56 dB (µV) casi cresta; < 46 dB (µV) promedio < 60 dB (µV) casi cresta; < 50 dB (µV) promedio
EN 55011, clase B, grupo 1, radiada ² 30 MHz a 230 MHz 230 MHz a 1 GHz	30 dB (µV/m) casi cresta; medido a 10 m 37 dB (µV/m) casi cresta; medido a 10 m

Datos técnicos de las CPUs

	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Memoria					
Tamaño del programa de usuario (EEPROM) con edición en modo RUN sin edición en modo RUN	4096 bytes 4096 bytes		8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Datos de usuario (EEPROM)	2048 bytes (remanentes)		8192 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)
Respaldo (condensador de alto rendimiento) (pila opcional)	Típ. 50 h (mín. 8 h a 40°C) Típ. 200 días		Típ. 100 h (mín. 70 h a 40° C) Típ. 200 días	Típ. 100 horas (mín. 70 horas a 40°C) Típ. 200 días	
Entradas y salidas (E/S)					
E/S de ampliación	6 E/4 S	8 E/8 S	14 E/10 S	14 E/10 S	24 E/16 S
E/S analógicas	Ninguna			2 E/1 S	Ninguna
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E/128 S)				
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	Ninguno	32 (16 E/16 S)	64 (32 E/32 S)		
Nº máx. de módulos de ampliación	Ninguno	2 módulos ¹	7 módulos ¹		
Nº máx. de módulos inteligentes	Ninguno	2 módulos ¹	7 módulos ¹		
Entradas de captura de impulsos	6	8	14		24
Contadores rápidos Fase simple Dos fases	4 contadores (total) 4 a 30 kHz 2 a 20 kHz		6 contadores (total) 6 a 30 kHz 4 a 20 kHz	6 contadores (total) 4 a 30 kHz 2 a 200 kHz 3 a 20 kHz 1 a 100 kHz	6 contadores (total) 6 a 30 kHz 4 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2 a 20 kHz (sólo en salidas c.c.)			2 a 100 kHz (sólo en salidas c.c.)	2 a 20 kHz (sólo en salidas c.c.)
Datos generales					
Temporizadores	256 temporizadores en total: 4 temporizadores de 1 ms, 16 temporizadores de 10 ms y 236 temporizadores de 100 ms				
Contadores	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila)				
Marcas internas almacenadas al desconectar la CPU	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) 112 (almacenamiento en EEPROM)				
Interrupciones temporizadas	2 con resolución de 1 ms				
Interrupciones de flanco	4 flancos positivos y/o 4 flancos negativos				
Potenciómetros analógicos	1 con resolución de 8 bits		2 con resolución de 8 bits		
Velocidad de ejecución booleana	0,22 µs por operación				
Reloj de tiempo real	Cartucho opcional		Incorporado		
Cartuchos opcionales	Memoria, pila y reloj de tiempo real		Memoria y pila		
Comunicación integrada					
Puertos (potencia limitada)	1 puerto RS-485			2 puertos RS-485	
Velocidades de transferencia PPI, DP/T	9,6, 19,2 y 187,5 kbit/s				
Velocidades de transferencia Freeport	1,2 kbit/s a 115,2 kbit/s				
Longitud máx. del cable por segmento	Con repetidor aislado: 1000 m hasta 187,5 kbit/s, 1200 m hasta 38,4 kbit/s Sin repetidor aislado: 50 m				
Nº máximo de estaciones	32 por segmento, 128 por red				
Nº máximo de maestros	32				
Punto a punto (modo maestro PPI)	Sí (NETR/NETW)				
Enlaces MPI	4 en total, 2 reservados (1 para una PG y 1 para un OP)				

Datos de alimentación de las CPUs

Corriente continua		Corriente alterna	
Potencia de entrada			
Tensión de entrada	20,4 a 28,8 V c.c.		85 V a 264 V c.a., 47 a 63 Hz
Intensidad de entrada	CPU sólo a 24 V c.c.	Carga máx. a 24 V c.c.	sólo CPU
CPU 221	80 mA	450 mA	30/15 mA a 120/240 V c.a.
CPU 222	85 mA	500 mA	40/20 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224	110 mA	700 mA	60/30 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224XP	120 mA	900 mA	70/35 mA a 120/240 V c.a.
CPU 226	150 mA	1050 mA	80/40 mA a 120/240 V c.a.
Carga máx.			120/80 mA a 120/240 V c.a.
			140/70 mA a 120/240 V c.a.
			200/100 mA a 120/240 V c.a.
			220/100 mA a 120/240 V c.a.
			320/160 mA a 120/240 V c.a.
Corriente de inyección	12 A a 28,8 V c.c.		20 A a 264 V c.a.
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sin aislamiento		1500 V c.a.
Tiempo de retardo (desde la pérdida de corriente)	10 ms a 24 V c.c.		20/80 ms a 120/240 V c.a.
Fusible (no reemplazable)	3 A, 250 V, de acción lenta		2 A, 250 V, de acción lenta
Alimentación de sensores 24 V c.c.			
Tensión de sensores (potencia limitada)	L+ menos 5 V		20,4 a 28,8 V c.c.
Intensidad límite	1,5 A pico, límite térmico no destructivo (v. tabla A-3, carga nominal)		
Rizado/corriente parásita	Derivado de potencia de entrada		Menos de 1 V pico a pico
Aislamiento (sensor a circuito lógico)	Sin aislamiento		

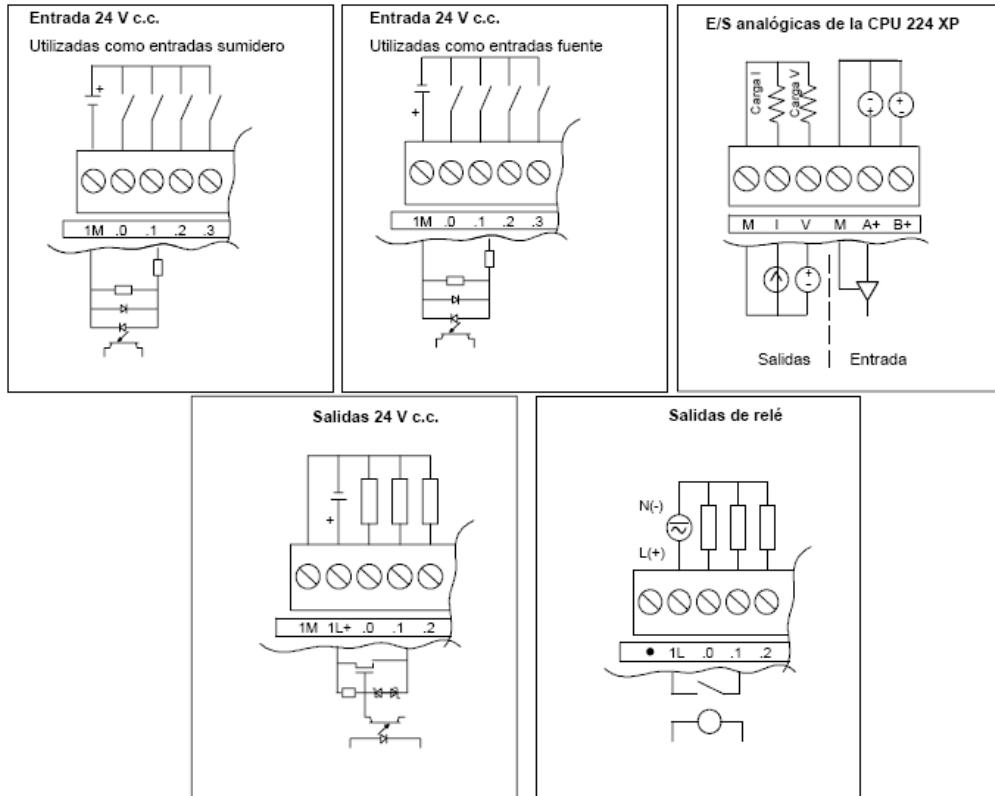
Datos de las entradas digitales de las CPUs

Datos generales	Entrada de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Entrada de 24 V c.c. (CPU 224XP)
Tipo de datos	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC con sumidero de corriente)	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC, excepto I0.3 a I0.5)
Tensión nominal	Típ. 24 V c.c. a 4 mA	Típ. 24 V c.c. a 4 mA
Tensión continua máx. admisible	30 V c.c.	
Sobretensión	35 V c.c., 0,5 s	
Señal 1 lógica (mín.)	15 V c.c. a 2,5 mA	15 V c.c. a 2,5 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 4 V c.c. a 8 mA (I0.3 a I0.5)
Señal 0 lógica (máx.)	5 V c.c. a 1 mA	5 V c.c. a 1 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 1 V c.c. a 1 mA (I0.3 a I0.5)
Retardo de entrada	Seleccionable (0,2 a 12,8 ms)	
Conexión de sensor de proximidad de 2 hilos (Bero)		
Corriente de fuga admisible (máx.)	1 mA	
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sí	
Separación galvánica	500 V c.a., 1 minuto	
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado	
Frecuencia de entrada de los contadores rápidos (HSC)		
Entradas HSC	Señal 1 lógica	Fase simple Dos fases
Todos los HSC	15 a 30 V c.c.	20 kHz 10 kHz
Todos los HSC	15 a 26 V c.c.	30 kHz 20 kHz
H04, H05 (sólo CPU 224XP)	> 4 V c.c.	200 kHz 100 kHz
Entradas ON simultáneamente	Todas	Todas Sólo CPU 224XP AC/DC/relé: Todas a 55° C con entradas c.c. a 26 V c.c. máx. Todas a 50° C con entradas c.c. a 30 V c.c. máx.
Longitud del cable (máx.)		
Apantallado	500 m para las entradas normales, 50 m para las entradas HSC ¹	
No apantallado	300 m para las entradas normales	

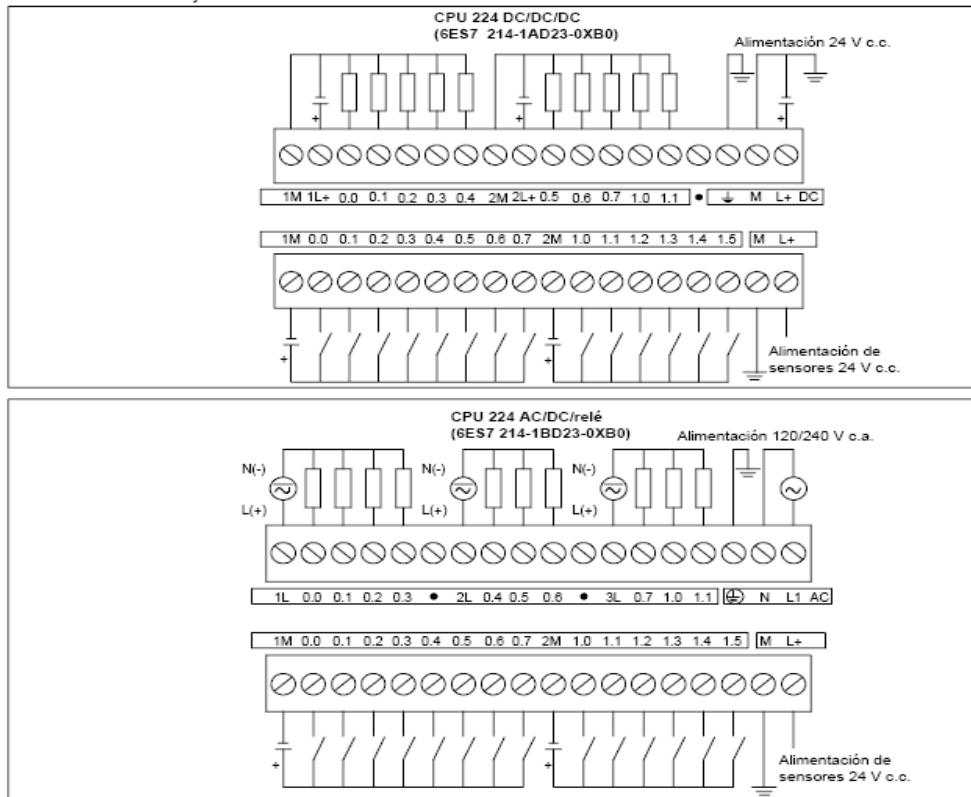
Datos de las salidas digitales de las CPUs

Datos generales	Salida de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Salida de 24 V c.c. (CPU 224XP)	Salidas de relé
Tipo de datos	Estado sólido-MOSFET ¹ (fuente)		Contacto de baja potencia
Tensión nominal	24 V c.c.	24 V c.c.	24 V c.c. ó 250 V c.a.
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V c.c.	5 a 28,8 V c.c. (Q0.0 a Q0.4) 20,4 a 28,8 V c.c. (Q0.5 a Q1.1)	5 a 30 V c.c. ó 5 a 250 V c.a.
Sobreintensidad (máx.)	8 A, 100 ms		5 A durante 4 s c/u 10% de ciclo de trabajo
Señal 1 lógica (mín.)	20 V c.c. a intensidad máx.	L+ menos 0,4 V a intensidad máx.	-
Señal 0 lógica (máx.)	0,1 V c.c. con 10 K Ω de carga		-
Intensidad nominal por salida (máx.)	0,75 A		2,0 A
Intensidad nominal por neutro (máx.)	6 A	3,75 A	10 A
Corriente de fuga (máx.)	10 μ A		-
Carga de lámparas (máx.)	5 W		30 W c.c.; 200 W c.a. ^{3, 4}
Tensión de bloqueo inductiva	L+ menos 48 V c.c., disipación de 1 W		-
Resistencia en estado ON (contactos)	Típ. 0,3 Ω (0,6 Ω máx.)		0,2 Ω (máx. si son nuevas)
Separación galvánica			
Separación galvánica (campo a circuito lógico)	500 V c.a., 1 minuto		-
Circuito lógico a contacto	-		1500 V c.a., 1 minuto
Resistencia (circuito lógico a contacto)	-		100 M Ω
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado		Consulte el diagrama de cableado
Retardo (máx.)			
OFF a ON (μ s)	2 μ s (Q0.0, Q0.1), 15 μ s (todas las demás)	0,5 μ s (Q0.0, Q0.1), 15 μ s (todas las demás)	-
ON a OFF (μ s)	10 μ s (Q0.0, Q0.1), 130 μ s (todas las demás)	1,5 μ s (Q0.0, Q0.1), 130 μ s (todas las demás)	10 ms
Conmutación	-		-
Frecuencia de impulsos (máx.)	20 kHz ² (Q0.0 y Q0.1)	100 kHz ² (Q0.0 y Q0.1)	1 Hz
Vida útil mecánica	-		10.000.000 (sin carga)
Vida útil de los contactos	-		100.000 (carga nominal)
Salidas ON simultáneamente	Todas a 55° C (horizontal), todas a 45° C (vertical)		
Conexión de dos salidas en paralelo	Sí, sólo salidas de un mismo grupo		No
Longitud del cable (máx.)			
Apantallado	500 m		
No apantallado	150 m		

Diagramas de cableado

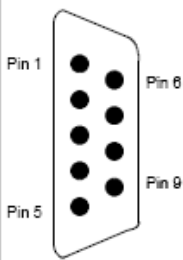


Entradas y salidas de las CPUs



Diagramas de cableado de la CPU 224

Asignación de pines del puerto de comunicación del S7-200 (potencia limitada)

Enchufe	Nº de pin	Señal PROFIBUS	Puerto 0/Puerto 1
	1	Blindaje	Tierra
	2	Hilo de retorno 24 V	Hilo lógico
	3	Señal B RS-485	Señal B RS-485
	4	Petición de transmitir	RTS (TTL)
	5	Hilo de retorno 5 V	Hilo lógico
	6	+5 V	+5 V, 100 Ω resistor en serie
	7	+24 V	+24 V
	8	Señal A RS-485	Señal A RS-485
	9	No aplicable	Selección protocolo de 10 bits (entrada)
	Carcasa del enchufe	Blindaje	Tierra

Cable multimaestro RS-232/PPI S7-200

Cable multimaestro RS-232/PPI S7-200 - Asignación de pines para el conector de RS-485 a RS-232 en modo local

Asignación de pines del conector RS-485		Asignación de pines del conector local RS-232	
Nº de pin	Descripción de la señal	Nº de pin	Descripción de la señal
1	Sin conexión	1	Data Carrier Detect (DCD) (no utilizado)
2	Hilo de retorno 24 V (tierra RS-485)	2	Receive Data (RD) (salida del cable PC/PPI)
3	Señal B (Rx/D/TxD+)	3	Transmit Data (TD) (entrada al cable PC/PPI)
4	RTS (nivel TTL)	4	Data Terminal Ready (DTR) ¹
5	Sin conexión	5	Tierra (RS-232)
6	Sin conexión	6	Data Set Ready (DSR) ¹
7	Alimentación 24 V	7	Request To Send (RTS) (no utilizado)
8	Señal A (Rx/D/TxD-)	8	Clear To Send (CTS) (no utilizado)
9	Selección de protocolo	9	Ring Indicator (RI) (no utilizado)

¹ Los pines 4 y 6 tienen una conexión interna.

Cable multimaestro RS-232/PPI S7-200 - Asignación de pines para el conector de RS-485 a RS-232 en modo remoto

Asignación de pines del conector RS-485		Asignación de pines del conector remoto RS-232 ¹	
Nº de pin	Descripción de la señal	Nº de pin	Descripción de la señal
1	Sin conexión	1	Data Carrier Detect (DCD) (no utilizado)
2	Hilo de retorno 24 V (tierra RS-485)	2	Receive Data (RD) (entrada al cable PC/PPI)
3	Señal B (Rx/D/TxD+)	3	Transmit Data (TD) (salida del cable PC/PPI)
4	RTS (nivel TTL)	4	Data Terminal Ready (DTR) ²
5	Sin conexión	5	Tierra (RS-232)
6	Sin conexión	6	Data Set Ready (DSR) ²
7	Alimentación 24 V	7	Request To Send (RTS) (salida del cable PC/PPI)
8	Señal A (Rx/D/TxD-)	8	Clear To Send (CTS) (no utilizado)
9	Selección de protocolo	9	Ring Indicator (RI) (no utilizado)

¹ Para los módems se debe efectuar una conversión de conector hembra a conector macho y de 9 pines a 25 pines.

² Los pines 4 y 6 tienen una conexión interna.

Utilizar el cable multimaestro RS-232/PPI S7-200 con STEP 7-Micro/WIN 3.2 Service Pack 4 (o posterior)

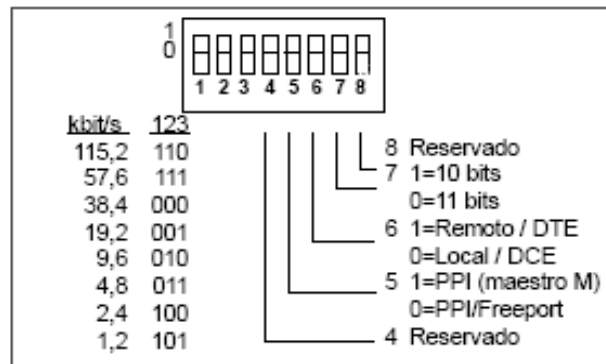
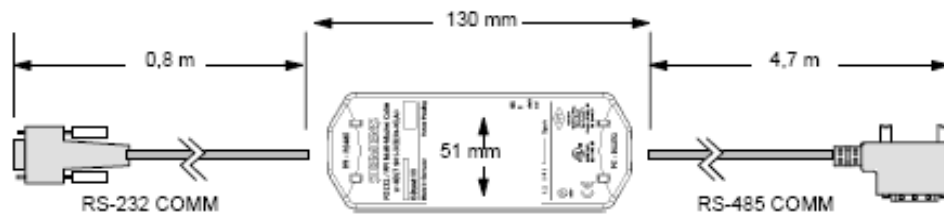
Para conectar el cable directamente al PC:

- Ajuste el modo PPI (interruptor 5=1).
- Ajuste el modo local (interruptor 6=0).

Para conectar el cable a un módem:

- Ajuste el modo PPI (interruptor 5=1).
- Ajuste el modo remoto (interruptor 6=1).

La figura muestra las dimensiones, la etiqueta y los LEDs del cable multimaestro RS-232/PPI S7-200.

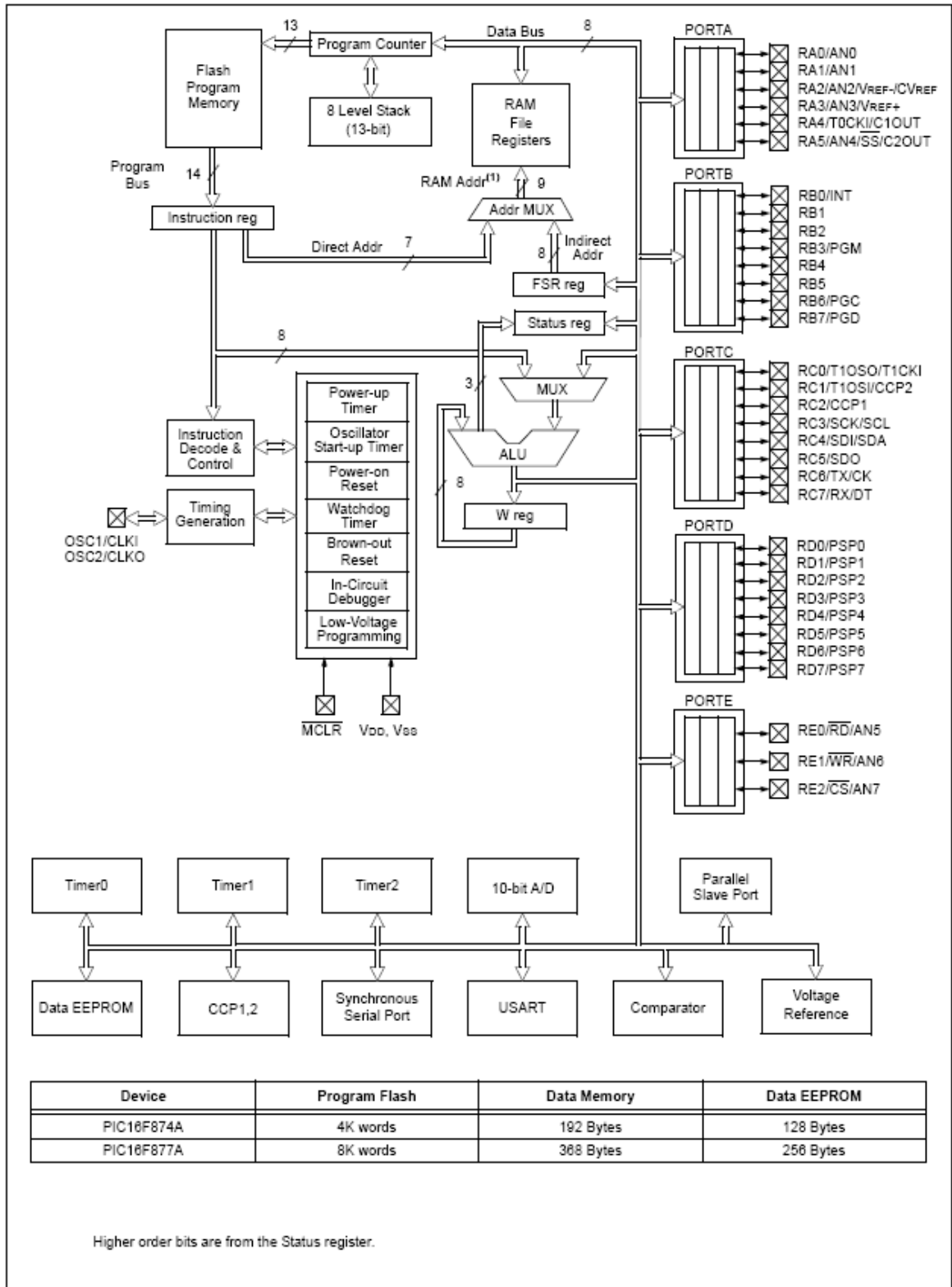


LED	Color	Descripción
Tx	Verde	Indicador de transmisión RS-232
Rx	Verde	Indicador de recepción RS-232
PPI	Verde	Indicador de transmisión RS-485

Dimensiones, etiqueta y LEDs del cable multimaestro RS-232/PPI S7-200

- **HOJA DE ESPECIFICACIONES PIC 16F877A**

PIC16F877A BLOCK DIAGRAM



PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	13	14	30	32	I I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	14	15	31	33	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/Vpp MCLR Vpp	1	2	18	18	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0 RA1/AN1 RA1 AN1 RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	2 3 4 5 6 7	3 4 5 6 8	19 20 21 22 23 24	19 20 21 22 23 24	I/O I I/O I I/O I I O I/O I I O I/O I I O	TTL TTL TTL TTL ST TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Digital I/O. Analog input 1. Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator Vref output. Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input. Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output. Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.
RB0/INT RB0 INT RB1 RB2 RB3/PGM RB3 PGM RB4 RB5 RB6/PGC RB6 PGC RB7/PGD RB7 PGD	33 34 35 36 37 38 39 40	36 37 38 39 41 42 43 44	8 9 10 11 14 15 16 17	9 10 11 12 14 15 16 17	I/O I I/O I/O I/O I I/O I/O I I/O I I/O	TTL/ST ⁽¹⁾ TTL TTL TTL TTL TTL/ST ⁽²⁾ TTL/ST ⁽²⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. Digital I/O. External interrupt. Digital I/O. Digital I/O. Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin. Digital I/O. Digital I/O. Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock. Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

PIC16F877 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	15	16	32	34	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	16	18	35	35	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	17	19	36	36	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	18	20	37	37	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	23	25	42	42	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	24	26	43	43	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	25	27	44	44	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	26	29	1	1	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
RD0/PSP0 RD0 PSP0	19	21	38	38	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	PORTD is a bidirectional I/O port or Parallel Slave Port when interfacing to a microprocessor bus. Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD1/PSP1 RD1 PSP1	20	22	39	39	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD2/PSP2 RD2 PSP2	21	23	40	40	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD3/PSP3 RD3 PSP3	22	24	41	41	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD4/PSP4 RD4 PSP4	27	30	2	2	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD5/PSP5 RD5 PSP5	28	31	3	3	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD6/PSP6 RD6 PSP6	29	32	4	4	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD7/PSP7 RD7 PSP7	30	33	5	5	I/O I/O	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.

RE0/ $\overline{\text{RD}}$ /AN5 RE0 $\overline{\text{RD}}$ AN5	8	9	25	25	I/O I I	ST/TTL ⁽³⁾	PORTE is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Read control for Parallel Slave Port. Analog input 5.	
RE1/ $\overline{\text{WR}}$ /AN6 RE1 $\overline{\text{WR}}$ AN6	9	10	26	26	I/O I I	ST/TTL ⁽³⁾		Digital I/O. Write control for Parallel Slave Port. Analog input 6.
RE2/ $\overline{\text{CS}}$ /AN7 RE2 $\overline{\text{CS}}$ AN7	10	11	27	27	I/O I I	ST/TTL ⁽³⁾		Digital I/O. Chip select control for Parallel Slave Port. Analog input 7.
Vss	12, 31	13, 34	6, 29	6, 30, 31	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.	
VDD	11, 32	12, 35	7, 28	7, 8, 28, 29	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.	
NC	—	1, 17, 28, 40	12, 13, 33, 34	13	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.	

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

ANEXO E



Figura E.1 Proceso de envasado de agua



Figura E.1 Tablero de monitoreo del proceso de envasado de agua

ANEXO F

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÓTICA

PRÁCTICA N° 01

Objetivo:

Identificar las herramientas del software SCORBASE del brazo robótico SCORBOT ER-4u.

Procedimiento:

1. Encender el controlador del brazo robótico.
2. Conectar el cable USB del controlador a la PC.
3. Dar clic en el icono SCORBASE ubicado en el escritorio de la PC.

4. Seleccionar la opción control ON.
5. Hacer clic en el icono encontrar Home para que el robot inicie su trabajo en el punto de referencia.
6. Revisar el contenido de la barra de menú del software y determinar el funcionamiento de cada una de ellas.

Opciones del menú Archivo son:



Nuevo proyecto (Ctrl +N): abre un nuevo proyecto.



Abrir proyecto (Ctrl +O): carga un proyecto de la lista de programas del SCORBASE.



Guardar proyecto (Ctrl +S): guarda el proyecto que se encuentra abierto (programa, posiciones y gráficos).

Exit: cierra SCORBASE.

Opciones del menú Editar son:

Cortar (Ctrl +X): borra el texto o líneas de programa seleccionado.

Copiar (Ctrl +C): copia el texto o líneas de programa seleccionado.

Pegar (Ctrl +V): Pega el contenido del texto o líneas de programa en el lugar seleccionado.

Encontrar (Ctrl +F): abre un cuadro de diálogo que permite buscar un texto particular de tipo String.

Opciones del menú Ejecutar:



Buscar Home-todos los ejes: ubica en el punto de referencia a los ejes del robot y los ejes de los periféricos configurados.

Ir a Home-todos los ejes: envía al robot y a los ejes a su posición Home.



Ejecutar una línea (F6): ejecuta la línea seleccionada del programa.



Ejecutar un ciclo (F7): ejecuta el programa desde la línea seleccionada hasta e final del programa.



Ejecutar continuamente (F8): ejecuta el programa desde la línea seleccionada cuando la última línea del programa es ejecutada, el programa empieza otra vez desde la primera línea.



Detener (F9): inmediatamente detiene la ejecución del programa y el movimiento de todos los ejes.



Pause (F10): detiene la ejecución del programa después ejecuta la siguiente línea.

Opciones del menú Opciones:

ON-line: establece comunicación con el controlador.

OFF-line: SCORBASE no está comunicado con el controlador.



Control ON: habilita los servos del control de los ejes.



Control OFF: deshabilita los servos del control de los ejes.

Configuración de hardware: abre el cuadro de diálogo de configuración de hardware para definir los periféricos que son conectados y operados por el controlador como eje 7 y eje 8 (banda transportadora o mesa giratoria).



Nivel 1: despliega la lista de comando y opciones a un nivel introductoria.



Nivel 2: despliega la lista de comando y opciones a un nivel avanzado.



Nivel profesional: despliega la lista de todos los comandos y opciones.

Opciones avanzadas: abre un cuadro de diálogo que permite habilitar las siguientes opciones:

- Comandos avanzados.

- Comandos ViewFlex.

Opciones del menú Ver:

Espacio de trabajo: muestra/oculta la ventana de zona de trabajo.

A través de esta ventana el usuario puede acceder a los comandos del SCORBASE.

Movimiento manual: muestra/oculta el cuadro de diálogo del movimiento manual. Este cuadro habilita el control manual de todos los movimientos del robot, el gripper y los ejes de los periféricos.

Enseñar posiciones: muestra/oculta el cuadro de diálogo de enseñar posiciones. Este cuadro habilita grabar, enseñar y borrar posiciones. Este también permite al usuario enviar al robot y a los periféricos a una posición previamente definida.

Movimiento del robot: abre el cuadro de diálogo del movimiento del robot, presionando en un eje el robot se mueve en la dirección seleccionada.

Barra de herramientas: muestra/oculta la barra de herramientas del programa.

Barra de estado: muestra/oculta la barra de estado del programa.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÈCNICA DEL EJÈRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÒTICA

PRÀCTICA N° 02

Objetivo:

Realizar una secuencia de trabajo con el brazo robòtico SCORBOT ER -4u estableciendo posiciones.

Procedimiento:

1. Seleccionar la opción control ON.

2. Hacer clic en el icono encontrar Home para que el robot inicie su trabajo en el punto de referencia.
3. Seleccionar el nivel de trabajo como nivel introductorio.
4. Mover el robot a la posición deseada usando la ventana de movimiento manual.
5. Guardar las posiciones con números enteros en la ventana de enseñar posiciones dando clic en el icono grabar posición.



6. En la zona de trabajo en la carpeta de control de ejes usar el comando ir a la posición para realizar un programa.
7. Verificar que el programa se encuentre en ON-line.
8. Hacer clic en el icono ejecutar una línea para realizar la secuencia del programa y verificar cada una de las posiciones guardadas.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÈCNICA DEL EJÈRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÒTICA

PRÀCTICA N° 03

Objetivo:

Identificar los comandos de la zona de trabajo en el nivel introductorio del software SCORBASE del brazo robòtico SCORBOT ER -4u.

Procedimiento:

1. Grabar las posiciones necesarias de acuerdo a la secuencia que se va a realizar.
2. Utilizar los comandos necesarios para la secuencia deseada.

Control de ejes:

- **Abrir pinza:** abre completamente el gripper.
- **Cerrar pinza:** cierra completamente el gripper (agarrar un objeto si es que la hay).

- **Ir a la posición #. Velocidad:** abre el cuadro de diálogo de ir a la posición. Este comando envía al robot ir a la posición mencionada en el tiempo o velocidad deseada.

Programa flujo:

- **Espere:** detiene el programa en ejecución por un tiempo especificado por el usuario.
- **Salta A:** el comando de salto condicional causa al programa un salto a la línea que contiene la etiqueta especificada.
- **Etiqueta:** marca una línea en el programa que es referencia para el comando de salto. En el cuadro de diálogo que muestra este comando se debe poner caracteres de texto.

Entradas & Salidas:

- **Si entrada #. ON salta:** causa al programa un salto a una etiqueta o llama a una subrutina, de acuerdo al estado de la entrada digital especificar el estado en ON ó OFF.
- **Activa salida #:** pone el estado de la salida digital en ON.
- **Desactiva salida #:** pone el estado de la salida digital en OFF.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO – SEDE LATACUNGA
LABORATORIO DE ROBÓTICA
PRÁCTICA N° 04

Objetivo:

Identificar los comandos de la zona de trabajo en el nivel avanzado del software SCORBASE del brazo robótico SCORBOT ER -4u.

Procedimiento:

1. Grabar las posiciones necesarias de acuerdo a la secuencia a realizar.
2. Utilizar los comandos necesarios para la secuencia deseada.

Control de ejes:

- **Ir linealmente a la posición:** envía al TCP del robot desde una posición a otra por una trayectoria lineal. Este movimiento lineal es aplicable solo para los ejes del robot.
- **Ir circularmente a la posición:** envía al TCP del robot desde una posición a otra por una trayectoria circular. Este movimiento circular es aplicable solo para los ejes del robot.
- **Si interruptor límite # salta A:** este comando es un salto condicional. Esto causa que el programa que se está ejecutándose salte a una línea que contiene la etiqueta especificada.
- **Poner eje # a cero:** inicializa (setea en cero) el encoder del eje seleccionado.

Programa flujo:

- **Comentario:** permite insertar una línea de comentario para explicar lo que se realiza en el programa. El número de caracteres de texto es de 47, incluido los espacios.
- **Timbre:** cuando está en ejecución este comando produce un beep, usando un altavoz interno del computador.
- **Poner variable a computador:** permite asignar un valor o una expresión a una variable.
- **Si salta:** es un comando condicional, el cual es usado para determinar el flujo del programa en relación al valor de la variable.

- **Poner subrutina:** crea una subrutina. Usted puede programar hasta 64 subrutinas en un programa.

Nota: crear subrutina solo al final del programa principal.

- **Retornar subrutina:** indica el final de la subrutina.
- **Llama subrutina:** activa la subrutina especificada.
- **Imprimir:** muestra el valor de una variable en la pantalla de mensajes.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÈCNICA DEL EJÈRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÒTICA

PRÀCTICA N° 05

Objetivo:

Identificar los comandos de la zona de trabajo en el nivel profesional del software SCORBASE del brazo robòtico SCORBOT ER -4u.

Procedimiento:

1. Grabar las posiciones necesarias de acuerdo a la secuencia a realizar.
2. Utilizar las instrucciones necesarias para la secuencia deseada.

Control de ejes:

- **Mordaza:** mueve la mordaza del gripper en el rango especificado.
- **Memorizar posición:** cuando el comando memorizar posición es ejecutado, el controlador guarda los datos de esta posición especificada.

- **Arrancar cinta:** inicia la cinta. Se determina la velocidad y el eje conectado en el controlador.
- **Parar cinta:** detiene en movimiento de la cinta.
- **Poner variable a sensor:** asigna el valor de la abertura del gripper (en mm).
- **Control ON:** habilita el control de los ejes por el controlador.
- **Control OFF:** deshabilita el control de los ejes por el controlador.
- **Teach position by joints:** enseña la posición definido por la posición absoluta de la articulación.
- **Teach position by joints relative to:** enseña la posición definido por la posición de la articulación relativa a otra posición definida.
- **Teach position by XYZ:** enseña la posición definido por la coordenada cartesiana absoluta de la TCP.
- **Teach position by XYZ relative to:** enseña la posición definido por la coordenada cartesiana absoluta de la TCP relativo a otra posición definida.
- **Set variable to joint position:** permite poner el nombre de la variable y el número de posición a una articulación específica.
- **Set variable to Cartesian position:** permite poner el nombre de la variable y el número de posición a una coordenada cartesiana.

Programa flujo:

- **Resetear temporizador:** SCORBASE usa un temporizador que mide el tiempo en unidades de segundo. El temporizador inicia cuando el SCORBASE es abierto. El valor del temporizador debería ser asignado a una variable.
- **Poner variable a tiempo:** permite asignar el valor del temporizador a una variable.
- **Send message:** envía un mensaje a las diferentes opciones que muestra el cuadro de diálogo.
- **Send command:** envía una orden para el driver CNC.
- **Load strip:** carga un stript de visual Basic.
- **End program:** finaliza el programa.

Entradas & Salidas:

- **Si entrada interrupción # ON:** una orden de interrupción causa un alto al programa que se esté ejecutando e inmediatamente ejecuta la orden especificada por esta interrupción. Esta orden de interrupción puede ser llamar subrutina o poner subrutina.
- **Activa interrupción #:** este comando permite deshabilitar a la interrupción de la entrada especificada.
- **Desactiva interrupción #:** este comando permite habilitar a la interrupción de la entrada especificada
- **Poner salidas analógicas #:** pone el estado de las salidas analógicas, el valor del rango de voltaje es de 0 (0V) a 255 (10V).
- **Poner variable a entrada analógica #:** pone el estado de las salidas analógicas especificadas a una variable, el valor del rango de voltaje está entre 0 (0V) a 255 (10V).

Comandos avanzados:

- **Poner parámetro:** especifica el nombre del parámetro a ser usado.
- **Poner variable a parámetro:** pone el valor para un dispositivo seleccionado.

Comandos de visión:

- **Snap:** captura la imagen que se muestra en la cámara.
- **Buscar objeto:** busca el objeto de acuerdo al nombre del pattern model que está guardado en la carpeta pattern.
- **Buscar blobs:** busca el blobs de acuerdo al nombre del blob analizado que está guardado en la carpeta blobs.
- **Fijar posición:** pone el valor de la coordenada de una posición desde la tabla de resultados.
- **Función externa:** ejecuta la función externa o subrutina que el usuario escribe en matrox script.
- **Tomar valor:** recibe un valor desde alguna celda de la tabla de resultados.

- **Cambiar tabla:** cambia un valor en alguna celda de la tabla de resultados.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÓTICA

PRÁCTICA Nº 06

Objetivo:

Identificar las herramientas del software ViewFlex del brazo robótico SCORBOT ER -4u.

Procedimiento:

1. Revisar el contenido de la barra de herramientas del software y determinar el funcionamiento de cada una de ellas.



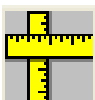
Herramienta para el procesamiento de imagen: Matrox Inspector es una aplicación que trabaja interactivamente con imágenes, para la captura, almacenamiento y procesamiento de las mismas.



Cámara: Este comando tiene un entorno de visualización el cual permite al usuario poder observar la imagen que va ser capturada, a la vez permite la configuración respectiva de la imagen.



Tabla de resultados: La ventana de tabla de resultados está dividida en dos secciones: una sección presenta las carpetas de ViewFlex (Script, Calibration, Pattern Models, Blob Setting) y la segunda sección indica una tabla con las coordenadas de los objetos en el espacio del robot



Calibración: Permite sincronizar el sistema de visión con el brazo robótico, estableciendo un mismo espacio de trabajo.



Salir: permite abandonar el software.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÈCNICA DEL EJÈRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÒTICA

PRÀCTICA N° 07

Objetivo:

Usar la herramienta del software ViewFlex Matrox Inspector para crear un modelo patrón.

Procedimiento:

1. Clic en el icono de herramienta de procesamiento de imagen para abrir Matrox Inspector.
2. Hacer clic en el icono cámara.
3. Configurar la calidad de la imagen.
4. Capturar la imagen dando clic en SNAP.
5. Hacer un clic en el icono ROI (región de interés) de Matrox Inspector y definir el contorno del objeto a ser analizada.

6. Clic en el icono pattern matching de Matrox Inspector y realizar su respectivo análisis.
 - En la opción angle definir para delta negativo y delta positivo 180.
 - En la opción Search definir el porcentaje de aceptación considerable (60%).
7. Guardar el pattern matching en la carpeta de pattern.
8. Verificar que este nuevo modelo patrón guardado se encuentre en la tabla de resultados del ViewFlex.
9. Emplear este nombre cuando desee usar la instrucción buscar objeto del software SCORBASE.

Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ESCUELA POLITÈCNICA DEL EJÈRCITO – SEDE LATACUNGA

LABORATORIO DE ROBÒTICA

PRÀCTICA N° 08

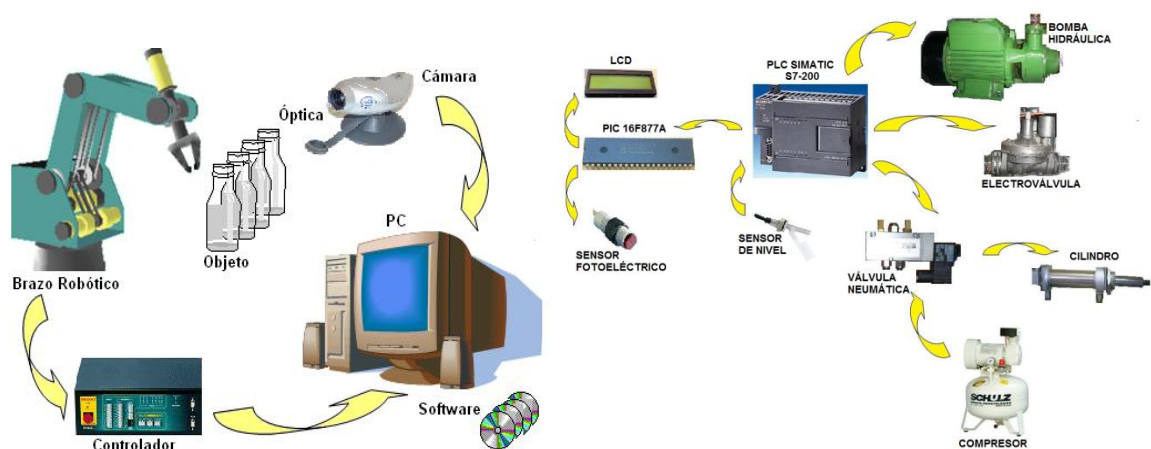
Objetivo:

- Determinar el trabajo que puede realizar el brazo robòtico interactuando con el sistema de visi3n.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las pràcticas realizadas.
- Utilizar los elementos acoplados al brazo robòtico para desarrollar esta pràctica.

Procedimiento:

1. Seleccionar la opci3n control ON.
2. Hacer clic en el icono encontrar Home para que el robot inicie su trabajo en el punto de referencia.
3. Seleccionar el nivel de trabajo (profesional).
4. Clic en el icono de herramienta de procesamiento de imagen para abrir Matrox Inspector.
5. Hacer clic en el icono càmara.
6. Configurar la calidad de la imagen.
7. Capturar la imagen dando clic en SNAP.

8. Hacer un clic en el icono ROI (región de interés) de Matrox Inspector y definir el contorno del objeto a ser analizada.
9. Realizar un pattern matching del objeto a ser analizado (etiqueta de la botella) en el software ViewFlex.
10. Cargar el programa que se encuentra en la carpeta Laboratorio de Robótica situado en el escritorio de la PC.
11. Cargar el programa del microcontrolador y del PLC ubicados en la carpeta Laboratorio de Robótica situado en el escritorio de la PC.
12. Conectar la manguera de alimentación de aire al distribuidor de aire para manejar las válvulas neumáticas.
13. Encender el compresor y verificar que el presóstato esté en estado de arranque.
14. Verificar que el nivel de tanque de agua sea alto.
15. Para el desarrollo final de la práctica ubicar las botellas en el dispensador en las posiciones establecidas.
16. Para el encendido del proceso presionar primero el botón ON para encender la fuente de alimentación.
17. Presionar el botón de inicio para dar la señal de inicio al PLC y el proceso de envasado de agua funcione.
18. Correr el programa del brazo robótico dando clic en el icono ejecutar un ciclo.
19. Las graficas indican la secuencia de operación del sistema de visión y el proceso de envasado de agua respectivamente.



Conclusiones y recomendaciones

Nota: para obtener información más detallada ver manual.

ANEXO G

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Actuador neumático: Dispositivo capaz de transformar la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico.

AWL: (Lista de instrucciones) Lenguaje de programación por instrucción de los PLC's.

ASCII: (Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información) Estándar que identifica letras, números y varios símbolos por códigos numéricos para el intercambio de datos entre diferentes sistemas de computadoras.

B

Bit: Dígito binario, puede ser cero o uno lógico.

Backlight: Es la forma de iluminación utilizado en una pantalla de cristal líquido (LCD).

BMP: Mapa de bit. Formato de archivo de imagen comúnmente usado para 8 bits en imagen de color.

BAR: Unidad de presión.

C

CMOS: (Semiconductor Complementario de Óxido Metálico) es una de las [familias lógicas](#) empleadas en la fabricación de [circuitos integrados](#) (chips).

Canbus: (Controller Area Network) es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en ambientes distribuidos.

D

Driver: Software que puede controlar un hardware específico.

E

EEPROM: Memoria sólo de lectura eléctricamente programable y borrable.

Ethernet: Es el nombre de una tecnología de [redes de computadoras de área local](#) (LAN's) basada en [tramas de datos](#)

G

GRAFSET: Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales.

H

Hardware: Todos los elementos físicos del computador.

J

JPG: Formato de archivo imagen que almacena 8 bits.

K

KOP: (Diagrama de contactos) Lenguaje de programación por contactos de los PLC's.

KPa: Unidad de presión.

M

Modbus: Es un [protocolo](#) de [comunicaciones](#) situado en el nivel 7 del [Modelo OSI](#), basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor.

N

N/A: Estado de un elemento. Normalmente/abierto.

N/C: Estado de un elemento. Normalmente/cerrado.

P

Pixel: Es un elemento cuadrado, constituye la unidad más pequeña de una imagen.

PSI: Unidad de presión. Libra por pulgada cuadrada.

Profibus: Es un protocolo de comunicación, es el [bus de campo](#) industrial con mayor número de nodos instalados.

PLC: Controlador lógico programable.

R

ROI: Región de interés de una imagen.

RGB: (Red, Green, Blue) Información donde cada pixel en una imagen de color es puesto en código usando 32 bits.

Resolución: Tamaño de pixel.

Racor: Pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos:

RAM: Memoria de acceso aleatorio.

ROM: Memoria sólo de lectura.

T

TTL: (Lógica Transistor a Transistor) es una [familia lógica](#) es decir una tecnología de construcción de circuitos electrónicos [digitales](#).

S

Software: Conjunto de programas que ejecuta el computador.

V

VDC: Voltaje en corriente continua.

VAC: Voltaje en corriente alterna.