



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODULO
DIDÁCTICO DE MONITOREO Y CONTROL DEL
NIVEL DE AGUA BASADO EN UN COMPUTADOR,
A TRAVÉZ DEL PLC UTILIZANDO LABVIEW PARA
EL LABORATORIO DE CONTROL”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de
Ingeniero en Electrónica, Control y Redes Industriales

Presentado por:
RICARDO GERMAN VACA CEVALLOS
FERNANDO MARCELO CASTRO MUÑOZ.

Riobamba-Ecuador

2010

A mis padres Antonio e Inés, por su amor, comprensión mis valores, principios, perseverancia, empeño y su gran apoyo incondicional a lo largo de mi formación humana y académica ya que sin ello no hubiera podido alcanzar mis objetivos.

A mi Esposa Jenny Lescano por haberme demostrado un amor inigualable, convirtiéndose en ejemplo de valentía, capacidad, generosidad, superación, incentivo a seguir adelante en todo momento a pesar de las dificultades y tropiezos a lo largo de mi carrera profesional.

A mi hija Alejandra, alegría de mi vida quiero dedicarte por haber finalizado esta meta trazada la cual ayudo a seguir esforzándome cada día para seguir adelante

Ricardo Germán Vaca Cevallos

A mis padres Antonio e Inés, a mi hermana Paulina, por haberme apoyado siempre, sin haber dudado de mi inteligencia y capacidad.

A mi esposa Jenny, que me demostró su gran amor apoyándome en todas mis metas, me incentivo a seguir adelante en todo momento a pesar de las dificultades y tropiezos a lo largo de mi carrera profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirnos sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un mundo mejor y ser más competitivos

Ricardo Germán Vaca Cevallos

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser forjadora de mi educación, a todos los maestros que aportaron con sus conocimientos para que pueda culminar esta etapa de mi vida.

Un reconocimiento especial a mí Director de Tesis Ing. Pablo Guevara quien por su guía, apoyo y paciencia contribuyó en gran manera al desarrollo de este trabajo, quien más que un maestro ha sido un amigo.

A mis queridos padres por ser fuente indispensable y soportes fundamentales de mi vida, por darme su apoyo incondicional así como a mis hermanos por su apoyo desinteresado, y sobre todas las cosas quiero dar las gracias a Jehová Dios por ser el protector de nuestras vidas.

Fernando Marcelo Castro Muñoz

Este trabajo de tesis está dedicado a Dios por darme las fuerzas para seguir adelante día a día y así poder alcanzar todas mis metas que he proyectado.

A mis amados padres Armando y Marcia quienes son pilares fundamentales en mi formación de estudiante quienes con su ayuda y cuidado constante han hecho de mí una mejor persona.

A mi familia por brindarme su apoyo de forma incondicional y por darme consejos que me han ayudado para ser un mejor amigo y una mejor persona.

Fernando Marcelo Castro Muñoz

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Ricardo Germán Vaca Cevallos y Fernando Marcelo Castro Muñoz somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y el patrimonio intelectual de la tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Ricardo Germán Vaca Cevallos

Fernando Marcelo Castro Muñoz

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD	
INDICE DE ABREVIATURAS	
INDICE GENERAL	

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES.....	16
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.....	17
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVOS GENERALES:.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	18
4. HIPÓTESIS.....	18

CAPITULO II

2. MEDICIÓN Y CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS.....	19
2.1 PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS.....	19
2.1.1 COMPRESIÓN Y EXPANSIÓN.....	19
2.1.2 DIFUSIÓN.....	20
2.1.3 FORMA Y VOLUMEN.....	20
2.1.4 VISCOSIDAD.....	20
2.2 MEDICIÓN DE NIVEL DE LÍQUIDOS.....	21
2.2.1 MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	21
2.2.1.1 Métodos de medición indirecta.....	21
2.2.1.2 Métodos de medición directa.....	22
2.2.1.3 Métodos de medición por las características eléctricas del líquido.....	22
2.2.1.3.1 Método Conductivo.....	22
2.2.1.3.2 Método Capacitivo.....	23
2.2.1.3.3 Método ultrasónico.....	24

2.3 VÁLVULAS	24
2.3.1 DEFINICIÓN	24
2.3.2 TIPOS DE VÁLVULAS	25
2.3.2.1 Válvulas tipo compuerta	25
2.3.2.2 Válvulas de retención o Check	26
2.3.2.3 Válvulas de Globo.....	26
2.3.2.4 Válvulas de macho	27
2.3.2.5 Válvulas de Bola	28
2.3.2.6 Válvulas de mariposa	29
2.3.2.7 Válvulas de diafragma.....	30
2.3.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE CONTROL	31
2.3.3.1 Partes de la válvula de control.....	31
2.3.3.1.1 Actuador.....	31
2.3.3.1.2 Cuerpo de la válvula	32
2.4 SISTEMAS DE CONTROL	32
2.4.1 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO.....	32
2.4.1.1 Sistemas de control en lazo cerrado	32
2.4.1.2 Sistema de control en lazo abierto	33
2.4.1.3 Comparación entre estos dos tipos de sistemas.....	33
2.4.1.4 Proceso.....	34
2.4.1.5 Planta	34
2.4.1.6 Sistema.....	35
2.4.1.7 Señal de salida.....	35
2.4.1.8 Señal de referencia	35
2.4.1.9 Error	35
2.4.1.10 Señal de control	35
2.4.1.11 Señal análoga	35
2.4.1.12 Señal digital.....	35
2.4.1.13 Conversor análogo/digital.....	35
2.4.1.14 Conversor digital/análogo.....	35
2.4.1.15 Perturbación.....	35
2.4.1.16 Sensor.....	35
2.4.1.17 Actuador.....	36

2.4.1.18 Transmisor.....	36
2.4.1.19 Controlador	36

CAPITULO III

3.1 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	37
3.2 CICLO DE OPERACIÓN DE UN PLC	38
3.2.1 ESTRUCTURA EXTERNA.....	39
3.2.2 ESTRUCTURA INTERNA.....	39

CAPITULO IV

SISTEMAS HMI.....	41
4.1 SISTEMAS SCADA.....	41
4.2 Funciones	42
4.3 Interfaz	43
4.4 ALGUNAS APLICACIONES DEL CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS.....	44
4.4.1 EN TANQUES DE INODOROS	44
4.4.2 EN CISTERNAS	44
4.4.3 EN LAS EMBOTELLADORAS	44
4.4.4 INDUSTRIA PAPELERA	44
4.4.5 INDUSTRIA DE CRUDOS.....	44
4.4.6 NIVELIMETRÍA EN GRANDES TANQUES.....	45

CAPITULO V

5.1 OPERACIÓN DEL MODULO.....	46
5.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	48
5.2.1 MODOS DE OPERACIÓN DEL MÓDULO.....	51
5.2.1.1 Modo Manual-Control Local	51
5.2.1.2 Modo Manual-PC	51

5.2.1.3 Modo Automático-PC.....	51
5.2.2 COMPONENTES DEL MÓDULO.....	52
5.2.2.1 Sensor ultrasónico.....	52
5.2.2.2 Sensor Infrarojo QRD 1114.....	53
5.2.2.3 Sensores ON-OFF conductivos.....	55
5.2.2.4 Servoválvula.....	56
5.2.2.4.1 Parte Motriz: Motor DC.....	57
5.2.2.4.2 Actuador: Válvula De Control.....	57
5.2.2.4.3 Acoplamiento Motor-Válvula.....	58
5.2.2.5 Bomba.....	59
5.2.2.6 Controlador Lógico Programable.....	60
5.2.2.6.1 Partes constitutivas del TWDLCAA40DRF.....	61
5.2.2.7 Tarjeta de Potencia.....	64
5.2.2.7 .8 Esquemático de la tarjeta de potencia.....	65
5.2.2.8 Tarjeta de Control.....	66

CAPITULO VI

6.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	68
6.2 TWIDO SOFT.....	68
6.2.2 DIRECCIONAMIENTOS DE OBJETOS EN TWIDO SOFT.....	70
6.2.2.1 Direccionamientos de objetos de bits.....	70
6.2.2.2 Direccionamientos de objetos de palabras.....	71
6.2.2.3 Direccionamientos de las entradas/salidas.....	72
6.2.3 COMUNICACIONES DEL PLC TWIDO.....	73
6.2.3.1 Conexión remota.....	73
6.2.3.2 ASCII.....	73
6.2.3.3 Modbus.....	73
6.2.3.4 Master de Modbus.....	74
6.2.3.5 Slave Modbus.....	74
6.2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA PARA EL PLC.....	75

CAPITULO VII

7.1 ANALISIS Y RESULTADOS.....	90
7.2 DESCARGA DEL PROGRAMA PARA EL PLC TWIDO.....	90
7.2.1 Pruebas de la Bomba.....	91

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS

Figura II.1: Método Conductivo	20
Figura II.2: Método Capacitivo	20
Figura II.3: Medidor Ultrasónico	21
Figura II.4: Válvula Tipo Compuerta	22
Figura II.5: Válvula De Retención	23
Figura II.6: Válvula De Globo	24
Figura II.7: Válvula De Macho	25
Figura II.8: Válvula De Bola	25
Figura II.9: Válvula De Mariposa	26
Figura II.10: Válvula De Diafragma	27
Figura II.11: Actuador De Una Válvula De Control	28
Figura II.12: Sistema De Control En Lazo Cerrado	30
Figura II.13: Sistema De Control En Lazo Abierto	30
Figura III.14: Esquema Básico De Un PLC	35
Figura III.15: Ciclo De Operación De Un PLC	35
Figura III.16: Estructura Interna Y Externa De Un PLC	35
Figura III.17: Racks De Un PLC	37
Figura III.18: Racks de salida de un PLC	37
Figura IV.19: Sistema De Información	40
Figura V.20: Esquema del módulo	44
Figura V.21: Partes constitutivas del módulo	46
Figura V.22: Partes constitutivas del panel del operador	47
Figura V.23: Sensor ultrasónico	49
Figura V.24: Sensor QRD1114	52
Figura V.25: Sensores ON-OFF conductivos	52

Figura V.26: Servoválvula construida	54
Figura V.27: Respuesta de una válvula de comportamiento lineal	55
Figura V.28: Bomba	56
Figura V.29: PLC TWDLCDA40DRF	57
Figura V.30: PLC TWDLCAA40DRF	59
Figura V.31: Esquemático de la tarjeta de potencia	62
Figura V.32: Esquemático de la tarjeta de Control de la servoválvula	63
Figura V.33: Diagrama de conexión del cable tsxpc1031	64
Figura VI.34: Ladder Logic	66
Figura VI.35: Lenguaje Grafcet	67
Figura VI.36: Formato de direccionamiento de objetos de bits	67
Figura VI.37: Formato De Direccionamiento De Objetos De Palabras	68
Figura VI.38: Formato De Direccionamiento De Entradas/Salidas	69
Figura VI.39: Programa principal en twido swite etapa 1	72
Figura VI.40: Programa principal en twido swite etapa 2	73
Figura VI.41: Programa principal en twido swite	73
Figura VI.42: Creación de un nuevo proyecto	74
Figura VI.43: Información de un proyecto	74
Figura VI.44: Selección del tipo de PLC a utilizar	75
Figura VI.45: Tipo de comunicación	75
Figura VI.46: Puerto de comunicación	76
Figura VI.47: Cargando la comunicación	76
Figura VI.48: DAQ NI USB 6009	76
Figura VI.49: Pinout de tarjeta DAQ USB 6009	80
Figura VI.50: Diagrama de Bloques de una tarjeta DAQ	81

Figura VI.51: Crear un Empty Project	84
Figura VI.52: Creación Nuevo servidor	85
Figura VI.53: Selección de tipo de servidor	85
Figura VI.54: Configuración Modbus	86
Figura VI.55: Creación de variables Modbus	86
Figura VI.56: Escojemos variables Modbus	87
Figura VI.57: Pantalla Principal	87
Figura VI.58: Panel frontal en Labview	88
Figura VI.59: Diagrama en bloques del programa principal	89
Figura VII.59: Caudal vs tiempo	93

INDICE DE TABLAS

Tabla IV.I Características de los Sistemas Scada y de los DCS	39
Tabla V.II PLC TWDLCAA40DRF	59
Tabla V.II PLC TWDLCAA40DRF	60
Tabla V.III: Características PLC TWDLCAA40DRF	61
Tabla VI.IV: Elementos de direccionamiento de bits	68
Tabla VI.V: Elementos De Direccionamiento De Palabras	69
Tabla VI.VI: Asignación de terminales análogos	82
Tabla VI.VII: Asignación Terminales digitales del DAQ	82
Tabla VI.VIII: Descripción de las señales de salida y entrada de la tarjeta NI-6009	83
Tabla VII.IX: Prueba Manual-Local De La Bomba	90
Tabla VII.X: Prueba Manual-PC De La Bomba	91
Tabla VII.XI: Caudal De Entrada Para Modo Manual-Local	91
Tabla VII.XII: Caudal De Entrada Para Modo Manual-PC	91

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES.

En los procesos industriales la medición y el control de las variables de nivel se hacen necesarios: cuando se pretende tener una producción continua, al mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de control y medición de volúmenes de líquidos o; bien en el caso más simple, para evitar que un líquido se derrame; la medición de estos parámetros en los líquidos, dentro de un recipiente parece sencilla, pero puede convertirse en un problema relativamente difícil en los siguientes casos: cuando el material es corrosivo o abrasivo, al exponerlo a altas presiones, si es radioactivo o si se encuentra en un recipiente sellado en el que no conviene tener partes móviles o cuando es prácticamente imposible mantenerlas.

El control de nivel entre dos puntos, uno alto y otro bajo, es una de las aplicaciones más comunes de los instrumentos para controlar y medir el nivel, los niveles se pueden medir y mantener mediante dispositivos mecánicos de caída de presión, eléctricos y electrónicos.

Hoy en día, la instrumentación virtual sigue siendo una de las opciones favoritas para construir sistemas de automatización y control de procesos. Sin lugar a duda más y

más sistemas están aprovechando la tecnología del PC para aplicaciones en las cuales el tiempo de prueba es primordial, los instrumentos basados en PC ofrecen el rendimiento imprescindible que se requiere para los sistemas automatizados actuales. Lamentablemente en la Escuela de Ing. Electrónica y Control no cuenta con laboratorios que puedan medir estos parámetros para que los estudiantes puedan entender los efectos que se producen en la medición de nivel de líquidos.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS.

Debido al giro que viene dando en la actualidad el control de procesos en la industria y viendo la necesidad que los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales, se familiaricen con estos temas de un modo más práctico, se desarrolló este proyecto que tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo didáctico de monitoreo y control de nivel de líquidos basado en un computador, a través del PLC, utilizando LabView.

Integrando entonces los recursos humanos a los tecnológicos y las competencias intelectuales se hace necesario que este tipo de proyectos e instrumentos de aprendizaje se faciliten a los estudiantes en primera instancia en los laboratorios de la escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales y sea un programa piloto, modelo de innovación, empeño y muestra de colaboración; obteniendo como valor agregado el posicionamiento de nuestra escuela a nivel regional y nacional, ganando de este modo el desempeño brillante de sus egresados y el deseo de muchos Ecuatorianos de formarse y capacitarse en tan prestigiosa institución.

3. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVOS GENERALES:

- Diseñar e implementar un módulo didáctico de monitoreo y control de nivel del agua basado en un Computador, a través del PLC utilizando LabView, para el laboratorio Control.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diseño y construcción de la servoválvula para fijar el nivel de agua en el tanque principal.
- Construcción del panel frontal del módulo para el control manual.
- Implementación del tanque reservorio y del tanque principal con la respectiva ubicación de los sensores.
- Implementación de la bomba hidráulica con sus respectivas conexiones entre los tanques y el PLC.
- Diseño e implementación de la interface de acondicionamiento de señales entre los sensores y el PLC.
- Programación del PLC Telemecanique para el control de los sensores y actuadores.
- Desarrollo del programa de monitoreo y control del Computador utilizando el software Labview.
- Integración de las diversas etapas del modulo didáctico.
- Realizar pruebas del sistema.
- Elaboración del manual de usuario.

4. HIPÓTESIS

Una vez construido el sistema de Control y monitoreo de nivel de agua será de gran ayuda a los estudiantes de la Escuela de Ing. Electrónica, Control y Redes Industriales para realizar prácticas de laboratorio y así fortalecer los conocimientos obtenidos en clases.

CAPÍTULO II

2. MEDICIÓN Y CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS

Los líquidos son sustancias en un estado de la materia intermedio entre los estados sólido y gaseoso. Las moléculas de los líquidos no están tan próximas como las de los sólidos, pero están menos separadas que las de los gases.

Tienen un volumen determinado, por lo cual sus distancias moleculares no se ven afectadas al asumirse la forma del recipiente que los contiene.

2.1 PROPIEDADES DE LOS LÍQUIDOS

2.1.1 COMPRESIÓN Y EXPANSIÓN

A los líquidos se les considera incompresibles debido a que dentro de ellos existen fuerzas extremas de atracción entre sus moléculas. Por otra parte cuando a un líquido se le aplica una presión, su volumen no se ve afectado en gran cantidad, ya que sus moléculas tienen poco espacio entre sí. Si se aplica un cambio de temperatura su volumen no sufrirá cambios considerables. Cuando las moléculas de un líquido están en continuo movimiento es por causa de la temperatura que está experimentando, lo cual inclina al líquido a aumentar la distancia de sus moléculas; a pesar de esto las fuerzas de atracción que existen en el líquido se oponen a ese distanciamiento de sus moléculas.

2.1.2 DIFUSIÓN

Al realizar la mezcla de dos líquidos, las moléculas de uno de ellos se difunden en las del otro a menor velocidad que en los gases. Si se desea ver la difusión de dos líquidos, se puede hacer, dejando caer una pequeña cantidad de tinta china en un poco de agua. Debido a que las moléculas en ambos líquidos están muy cerca, cada molécula conlleva una inmensidad de choques antes de alejarse, puede decirse que millones de choques. La distancia promedio que se genera en los choques se llama *trayectoria libre media* y, en los gases es más grande que en los líquidos, esto sucede porque las moléculas están bastante separadas. A pesar esto hay constantes interrupciones en sus trayectorias moleculares, por lo que los líquidos se difunden mucho más lentamente que los gases.

2.1.3 FORMA Y VOLUMEN

En un líquido, las fuerzas de atracción son suficientemente agudas para limitar a las moléculas en su movimiento dentro de un volumen definido. A pesar de esto las moléculas no pueden guardar un estado fijo, es decir, las moléculas del líquido no permanecen en una sola posición. Las moléculas, dentro de los límites del volumen del líquido, tienen la libertad de moverse unas alrededor de otras; a causa de esto, permiten que el líquido fluya. Los líquidos poseen un volumen definido, pero debido a su capacidad para fluir, su forma depende del contorno del recipiente que los contiene.

2.1.4 VISCOSIDAD

Algunos líquidos fluyen lentamente, mientras que otros fluyen con facilidad; la resistencia a fluir se conoce con el nombre de viscosidad. Si existe una mayor viscosidad, el líquido fluye más lentamente. Los líquidos como el aceite de los motores son relativamente viscosos; el agua y los líquidos orgánicos como el tetracloruro de carbono, no lo son. La viscosidad puede medirse tomando en cuenta el tiempo que

transcurre cuando cierta cantidad de un líquido fluye a través de un delgado tubo, bajo la fuerza de la gravedad.

2.2 MEDICIÓN DE NIVEL DE LÍQUIDOS

La medición de nivel, su detección o su monitoreo, es fundamental en la industria, especialmente en la industria química de tratamiento de las aguas y de almacenamiento de líquidos en tanques. Es igualmente parte integrante en la medición de otros parámetros como el caudal. La determinación del nivel permite evaluar la cantidad de líquido en un reservorio o recipiente industrial de dimensiones conocidas. En consecuencia, los medidores de nivel podrían tener sus escalas directamente en unidades de longitud, de masa, de peso o de volumen.

Para medir nivel en un líquido se determina la distancia existente entre una línea de referencia y la superficie del fluido y generalmente dicha línea de referencia se toma como el fondo del recipiente.

El nivel es una variable que puede ser medida fácilmente, pero existen otros factores tales como: viscosidad del fluido, tipo de medición deseada, presión, recipiente presurizado o no; las que traen como consecuencia que existan varios métodos y tipos de instrumentos medidores del nivel. El medidor de nivel seleccionado dependerá de las necesidades o condiciones de operación.

Los métodos utilizados para la medición del nivel de líquidos básicamente pueden ser clasificados en: Métodos de medición directa y Métodos de medición indirecta.

2.2.1 MÉTODOS DE MEDICIÓN

2.2.1.1 Métodos de medición indirecta

Los métodos de medición indirecta de nivel son:

- Método de medidores actuados por desplazadores.
- Método de medidores actuados por presión hidrostática.

- Sistema básico o Manómetro.
- Método de diafragma-caja.
- Método de presión diferencial.
- Método de duplicador de presión.

2.2.1.2 Métodos de medición directa

Los métodos de medición directa de nivel son:

- Método de medición por sonda.
- Método de medición por aforación.
- Método de medición por indicador de cristal.
- Método de medición flotador-boya.

2.2.1.3 Métodos de medición por las características eléctricas del líquido

Los métodos de medición de nivel por las características eléctricas del líquido son:

- **Método Conductivo.**
- **Método Capacitivo.**
- **Método Ultrasónico.**

2.2.1.3.1 Método Conductivo

En los líquidos conductores de electricidad, el nivel puede ser detectado por medio de electrodos que al entrar en contacto con el líquido, accionan un relé eléctrico o electrónico. Se tiene un electrodo de referencia que cierra el circuito con el electrodo colocado a la altura requerida en el instante que entra en contacto con el líquido. Si el tanque es metálico, puede usarse su pared en lugar del electrodo de referencia. La figura 2.1 ilustra el método conductivo.

Se debe tomar en cuenta que el líquido debe ser lo suficientemente conductivo como para excitar el circuito del relé.

Este instrumento se puede utilizar con diferentes propósitos: alarmas, arranques de motores o paradas de los mismos. Su campo de acción depende de la longitud de los electrodos.

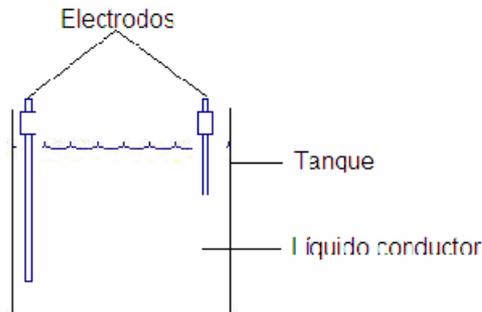


Figura II.1: Método Conductivo

2.2.1.3.2 Método Capacitivo

Cuando se tienen electrodos sumergidos en un líquido, las variaciones del dieléctrico entre ellos, debidas a la subida o bajada del nivel, provocan cambios en la capacidad entre los mismos. Dicha variación en la capacidad se usa para determinar el nivel del líquido en un tanque, como se indica en la figura II.2.

Este método se puede aplicar a muchas clases de líquidos más no en los que poseen sólidos conductores en suspensión, ya que se producen cambios en la constante dieléctrica, ocasionando un porcentaje de error en la medición.

Los sensores que trabajan bajo este principio se caracterizan por no tener partes móviles, son ligeros, resisten la corrosión pero su constante dieléctrica puede ser afectada por la temperatura.

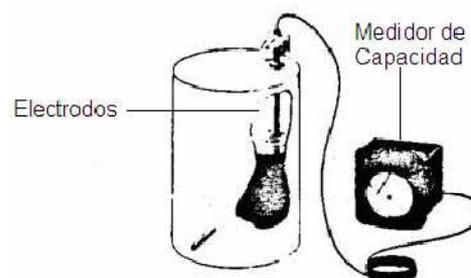


Figura II.2: Método Capacitivo

2.2.1.3.3 Método ultrasónico

Este método se basa en la emisión de un impulso de ultrasonido hacia una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo. El tiempo que se demore el eco depende del nivel del líquido. La figura II.3 ilustra el método ultrasónico.

Los sensores que trabajan bajo este principio operan a una frecuencia de unos 20KHz. Pueden estar en contacto con el líquido o montados en el exterior del tanque; este último tipo no es aplicable en algunas instalaciones o su uso puede quedar limitado por las características del líquido en el cual se va a determinar el nivel. Se usan para medir nivel en forma continua o discreta; su precisión es del orden de ± 1 a 3% y tienen el inconveniente de ser sensibles a la densidad del fluido.

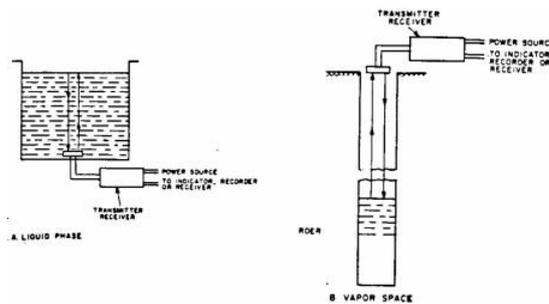


Figura II.3: Medidor Ultrasónico

2.3 VÁLVULAS

2.3.1 DEFINICIÓN

Una válvula es un dispositivo mecánico para controlar, retener, regular, o dar paso a cualquier fluido entubado.

En automatismos, una válvula de control sirve para mantener dentro de un rango determinado (al abrirse o cerrarse) variables como: nivel, presión, caudal, etc; dependiendo de lo que requiera determinado proceso.

En el control de nivel de líquidos las válvulas se usan para mantener el nivel dentro de un rango apropiado, mediante la acción de abierto o cerrado de la válvula de control.

2.3.2 TIPOS DE VÁLVULAS

Existe una gran variedad de válvulas, las más comunes son: las válvulas manuales y las automáticas. Las primeras son de algunos tipos, siendo las más comunes las siguientes:

2.3.2.1 Válvulas tipo compuerta

Son utilizadas para el flujo de fluidos limpios y sin interrupción, este tipo de válvula no es recomendable para estrangulamiento ya que posee un disco que mueve dentro del cuerpo de la válvula, lo que causaría una erosión arruinando su funcionamiento. La figura II.4 muestra una válvula tipo compuerta.

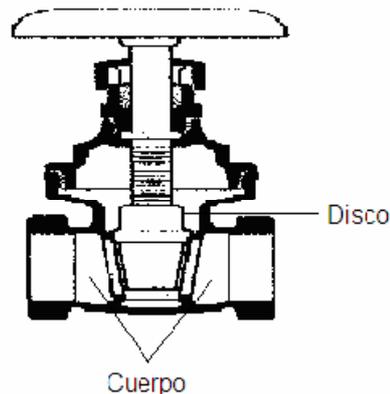


Figura II.4: Válvula Tipo Compuerta

Existen diferentes tipos de válvulas de compuerta que se diferencian por el tipo de disco para el cierre: válvula de compuerta tipo cuña sólida, tipo flexible, tipo abierta, de guillotina, de cierre rápido.

Normalmente este tipo de válvulas son construidas con cuerpo de latón, bronce, hierro, acero fundido. En su interior normalmente son de bronce, acero inoxidable, acero aleado, cromo, estelita o molibdeno.

2.3.2.2 Válvulas de retención o Check

Las válvulas de retención se usan como medida de seguridad para evitar que el flujo retroceda en la tubería, también se usan para mantener la tubería llena cuando la bomba no está funcionando automáticamente. La figura II.5 muestra una válvula de retención.

Este tipo de válvula de usa en serie con las de compuerta y funcionan en posición horizontal o vertical.

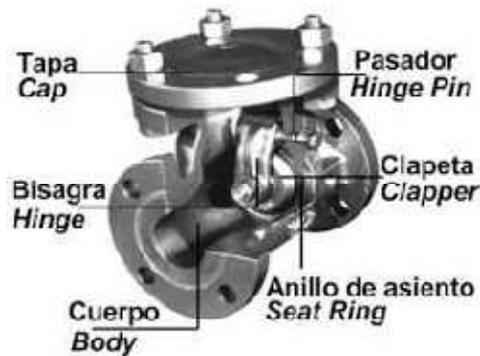


Figura II.5: Válvula De Retención

La presión del fluido circulante abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierra.

Existen distintos tipos de válvulas de retención y su selección depende de la temperatura, caída de presión que producen y la limpieza de fluido.

Ciertas válvulas de retención se pueden equipar con pesos externos. Esto producirá el cierre rápido del disco. Este tipo de válvula se compone principalmente de asiento, cuerpo, disco y pasador oscilante.

2.3.2.3 Válvulas de Globo

La principal función de las válvulas de globo es regular el flujo de un fluido. Estas válvulas regulan el fluido desde el goteo hasta el sellado hermético. Además siguen siendo eficientes para cualquier posición del vástago. La figura 2.6 muestra una válvula de globo.

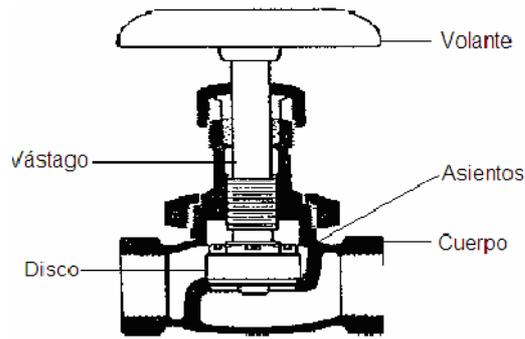


Figura II.6: Válvula De Globo

Debido a que la caída de presión es bastante fuerte (en todo caso siempre controlada) se utilizan en servicios donde la válvula de compuerta no funciona adecuadamente. Estas válvulas necesitan igual espacio y pesan casi lo mismo que las válvulas de compuerta. Una de las características que posee esta válvula es la construcción interna, donde posee un disco o macho cuyo movimiento se da en forma perpendicular al fluido dentro del cuerpo de la válvula.

Se componen principalmente de volante, vástago, bonete, asientos, disco y cuerpo.

2.3.2.4 Válvulas de macho

Es una válvula de 1/4 de vuelta. Dado que el flujo por la válvula es suave y sin interrupción, existe poca turbulencia dentro de ella y por lo tanto la caída de presión es baja. La figura II.7 muestra una válvula de macho.

El macho es cónico o cilíndrico y tiene un conducto por el cual circula el líquido.

En la posición abierta, la cavidad en el macho conecta los extremos de entrada y salida de la válvula y permite flujo lineal.

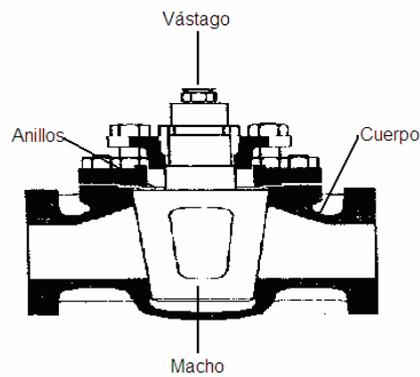


Figura II.7: Válvula De Macho

Un problema pequeño con este tipo de válvulas es que se endurecen si no son accionadas periódicamente.

Una característica importante de la válvula de macho es su fácil adaptación al tipo de orificios múltiples.

Las válvulas macho se utilizan en plantas con procesos químicos. Además, con este tipo de válvula se produce una baja en los costos por su precio relativamente bajo en comparación con otras válvulas.

2.3.2.5 Válvulas de Bola

Este tipo de válvulas poseen un macho esférico que controla la circulación del líquido. Son válvulas de macho modificadas y su uso está limitado debido al asentamiento de metal con metal, que no permite el debido cierre. La figura II.8 muestra una válvula de bola.



Figura II.8: Válvula De Bola

Ahora, producto de los avances en la fabricación de plásticos se han sustituido los asientos metálicos por plastómeros modernos.

Consisten en un cuerpo con orificio de vénturi y anillos de asientos, una bola para producir el cierre y una jaula con vástago para desplazar la bola en relación con el orificio. Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil y su caída de presión es función del tamaño del orificio.

La válvula de bola está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento. Se puede emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos.

2.3.2.6 Válvulas de mariposa

Son válvulas de $\frac{1}{4}$ de vuelta. El nombre de estas válvulas viene de la acción tipo aleta del disco regulador de flujo, el que opera en torno a un eje que está en ángulo recto al flujo. Esta válvula obtura y regula. La figura II.9 muestra una válvula de mariposa.

La válvula de mariposa consiste en un disco (llamado también chapaleta u hoja), un cuerpo con cojinetes y empaquetadura para sellamiento y soporte, y un eje.

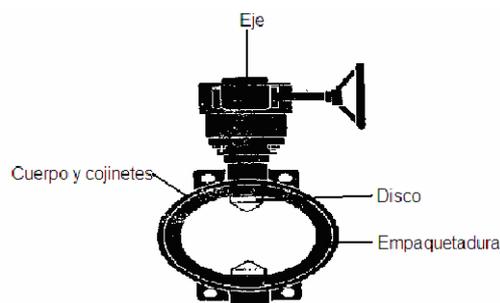


Figura II.9: Válvula De Mariposa

Este tipo de válvula es recomendada y usada especialmente en servicios donde el fluido contiene gran cantidad de sólidos en suspensión, ya que por su forma es difícil que estos se acumulen en su interior entorpeciendo su funcionamiento.

Aunque estas válvulas son excelentes utilizándolas para control de fluido, su uso más común es para servicio de corte y estrangulamiento cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas. Para la estrangulación el disco se mueve a una posición intermedia, en el cual se mantiene por medio de un seguro. Para el corte el disco obstruye totalmente el paso del fluido.

2.3.2.7 Válvulas de diafragma

Las válvulas de diafragma son de vueltas múltiples; se utilizan para el corte y estrangulación de líquidos con gran cantidad de sólidos en suspensión, además desempeñan una serie de servicios importantes para el control de fluido. La figura II.10 muestra una válvula de diafragma.

Entre sus componentes principales se tiene el cuerpo, el bonete y el diafragma flexible.

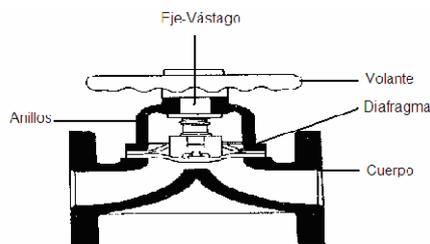


Figura II.10: Válvula De Diafragma

Las aplicaciones de este tipo de válvula son para presiones bajas y pastas aguadas que a la mayoría de los demás equipos los corroerían y obstruirían; para fluidos corrosivos, materiales pegajosos o viscosos, etc.

Cuando la válvula se abre, se produce la elevación del diafragma quedando éste fuera de la trayectoria de flujo, por lo que el líquido tiene un paso suave y sin obstrucciones.

Cuando se cierra la válvula, el diafragma asienta con rigidez contra un vertedero o zona circular en el fondo de la válvula.

2.3.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE CONTROL

Las válvulas automáticas de control generalmente constituyen el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comportan como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

2.3.3.1 Partes de la válvula de control

Las válvulas de control constan básicamente de dos partes que son: la parte motriz o actuador y el cuerpo.

2.3.3.1.1 Actuador

El actuador también llamado accionador o motor, puede ser neumático, eléctrico o hidráulico, pero los más utilizados son los dos primeros por ser la más sencilla y de rápida acción. Aproximadamente el 90% de las válvulas utilizadas en la industria son accionadas neumáticamente. Los actuadores neumáticos constan básicamente de un diafragma, un vástago y un resorte tal como se muestra en la Figura II.11. Lo que se busca en un actuador de tipo neumático es que cada valor de la presión recibida por la válvula corresponda una posición determinada del vástago. Teniendo en cuenta que la gama usual de presión es de 3 a 15 psi, en la mayoría de los actuadores se selecciona el área del diafragma y la constante del resorte de tal manera que un cambio de presión de 12 psi, produzca un desplazamiento del vástago igual al 100% del total de la carrera.

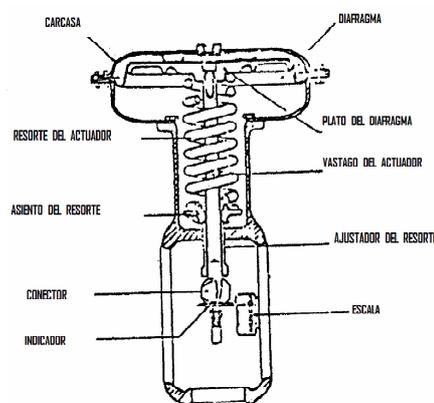


Figura II.11: Actuador De Una Válvula De Control.

2.3.3.1.2 Cuerpo de la válvula

Está provisto de un obturador o tapón, los asientos del mismo y una serie de accesorios. La unión entre la válvula y la tubería puede hacerse por medio de bridas soldadas o roscadas directamente a la misma. El tapón es el encargado de controlar la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula y puede accionar en la dirección de su propio eje mediante un movimiento angular.

2.4 SISTEMAS DE CONTROL

2.4.1 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO

El control automático desempeña un papel importante en los procesos de manufactura, industriales, navales, aeroespaciales, robótica, biológicos, etc. Va ligado a prácticamente todas las ingenierías (eléctrica, electrónica, mecánica, sistemas, industrial, química, etc.)

Son sistemas que pretenden la ausencia de un operador para que se realicen las operaciones necesarias dentro de un proceso cualesquiera. Pueden ser en lazo abierto o en lazo cerrado.

2.4.1.1 Sistemas de control en lazo cerrado

También llamado sistema de control realimentado, es aquel que compara la salida del sistema con la entrada de referencia y usa la diferencia como medio de control para poder obtener una salida deseada. Dicha señal de error es llevada al controlador a fin de reducir el error y llevar al sistema a un valor conveniente.

Tienen además la característica de que no requieren de un operador al poseer un sistema de medición y actuación, por lo que también se los llama sistemas de control automático.

Son sistemas de tipo robusto que resisten perturbaciones internas y externas por lo que debido a la realimentación la salida se mantendrá en valores convenientes.

El diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado se muestra en la figura II.12.

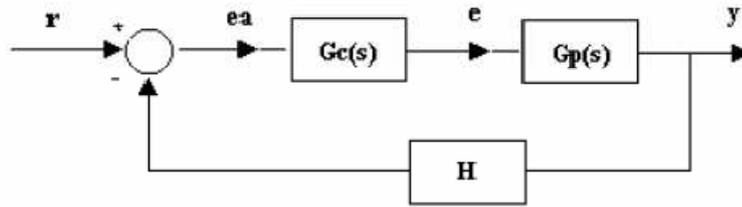


Figura II.12: Sistema De Control En Lazo Cerrado.

2.4.1.2 Sistema de control en lazo abierto

Son sistemas en los cuales la salida no afecta la señal de control, es decir, que el sistema de control en lazo abierto no mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia, por tanto a cada entrada de referencia, le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, este sistema de control no realiza la tarea deseada. En la práctica, este tipo de sistema de control solo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones externas e internas.

El diagrama de bloques de un sistema de control en lazo abierto se muestra en la figura II.13.

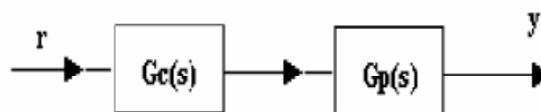


Figura II.13: Sistema De Control En Lazo Abierto

2.4.1.3 Comparación entre estos dos tipos de sistemas

Una ventaja del sistema de control en lazo cerrado es que el uso de la realimentación vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema. Por tanto, es posible usar

componentes relativamente precisos y baratos para obtener el control adecuado de una planta determinada, en tanto que hacer eso es imposible en el caso de un sistema en lazo abierto.

Desde el punto de vista de la estabilidad, el sistema de control en lazo abierto, es más fácil de desarrollar, porque la estabilidad del sistema no es un problema importante. Por otra parte, la estabilidad es una función principal en el sistema de control en lazo cerrado, lo cual puede conducir a corregir en exceso errores que producen oscilaciones de amplitud constante o cambiante.

Para los sistemas en los que se conocen con anticipación las entradas y en los cuales no hay perturbaciones, es aconsejable usar un control en lazo abierto. Los sistemas de control en lazo cerrado solo tienen ventajas cuando se presentan perturbaciones impredecibles en los componentes del sistema.

La cantidad de elementos utilizados en un sistema de control en lazo cerrado es mayor que la que se utiliza para un sistema de control en lazo abierto equivalente.

Por lo tanto, el sistema de control en lazo cerrado suele tener costos y potencias más grandes. Para disminuir la energía requerida de un sistema, se emplea un control en lazo abierto cuando puede aplicarse. Por lo general, una combinación adecuada de controles en lazo abierto y lazo cerrado es menos costosa y ofrecerá un desempeño satisfactorio del sistema en general.

En un sistema de control automático en lazo cerrado intervienen:

2.4.1.4 Proceso

Operación que conduce a un resultado determinado.

2.4.1.5 Planta

Es el elemento físico que se desea controlar. Planta puede ser: un motor, un horno, un sistema de disparo, un sistema de navegación, un tanque de combustible, etc.

2.4.1.6 Sistema

Consiste en un conjunto de elementos que actúan coordinadamente para realizar un objetivo determinado.

2.4.1.7 Señal de salida

Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina variable controlada.

2.4.1.8 Señal de referencia

Es el valor que se desea que alcance la señal de salida.

2.4.1.9 Error

Es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

2.4.1.10 Señal de control

Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya, o elimine, el error.

2.4.1.11 Señal análoga

Es una señal continua en el tiempo.

2.4.1.12 Señal digital

Es una señal que solo toma valores de 1 y 0. El PC solo envía y/o recibe señales digitales.

2.4.1.13 Conversor análogo/digital

Es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).

2.4.1.14 Conversor digital/análogo

Es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).

2.4.1.15 Perturbación

Es una señal que tiende a afectar la salida del sistema, desviándola del valor deseado.

2.4.1.16 Sensor

Es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital.

También es llamado transductor. Los sensores o transductores analógicos envían, por lo regular, señales normalizadas de 0 a 5 voltios, 0 a 10 voltios ó 4 a 20 mA.

2.4.1.17 Actuador

Es un dispositivo de potencia que produce la entrada para la planta de acuerdo con la señal de control, a fin de que la señal de salida se aproxime a la señal de entrada de referencia.

2.4.1.18 Transmisor

Es en conjunto un sensor que convierte el valor de una magnitud física, en una señal eléctrica normalizada, sea esta digita o análoga; y un circuito de acondicionamiento que permite su manejo.

2.4.1.19 Controlador

Es un dispositivo que compara el valor real de la salida de una planta con la entrada de referencia (el valor deseado), determina la desviación y produce una señal de control que reducirá la desviación a cero o a un valor pequeño. La manera en la cual el controlador produce la señal de control se denomina *acción de control*.

CAPÍTULO III

3.1 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

El PLC es un sistema más robusto que un microcontrolador, es decir, que soporta interferencia electromagnética y de cualquier tipo. En el caso del microcontrolador, se deberán tomar medidas que protejan al sistema de interferencias, por ejemplo desarrollo de filtros.

Es un elemento de estado sólido que controla elementos de salida basados en el estado de las entradas, y un programa desarrollado por el usuario. Fueron originalmente desarrollados para reemplazar a los relés usados para control discreto.

Son ampliamente utilizados en la industria para automatizar procesos, por ejemplo en las envasadoras de agua, en donde el PLC recibe las señales de los sensores de nivel, posición, contadores; y de acuerdo de éstas, habilita actuadores que llenan las botellas, mueven bandas transportadoras, etc. La figura III.14 muestra el esquema básico de un PLC.

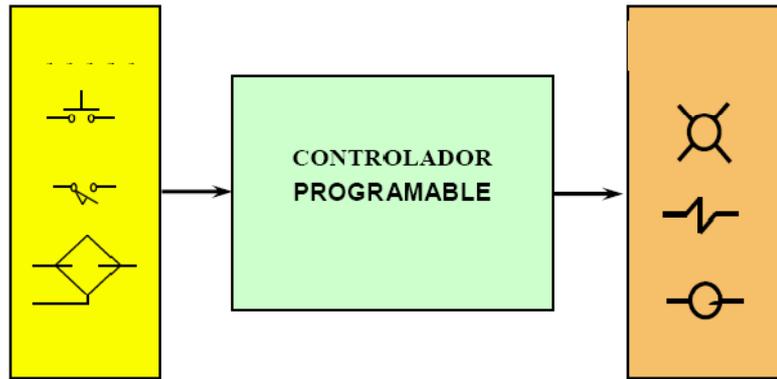


Figura III.14: Esquema Básico De Un PLC.

3.2 CICLO DE OPERACIÓN DE UN PLC

El ciclo de operación de un PLC consiste, como se muestra en la figura III.15, en un chequeo de las entradas para ejecutar, de acuerdo a esta información, el programa y actualizar las salidas.



Figura III.15: Ciclo De Operación De Un PLC

La figura III.16 muestra la estructura tanto interna como externa de un PLC

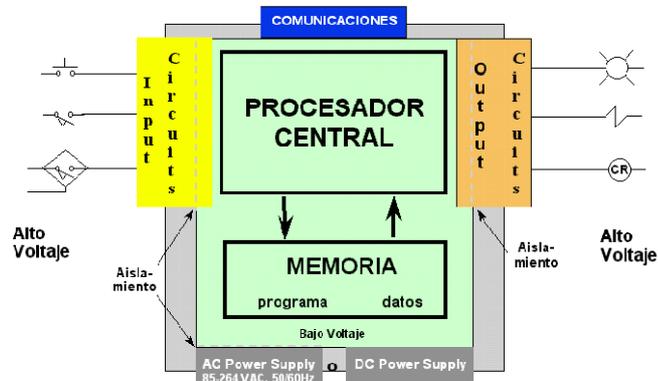


Figura III.16: Estructura Interna Y Externa De Un PLC

3.2.1 ESTRUCTURA EXTERNA

Elementos de entrada

- Pulsantes
- Switches Selectores
- Contactos Auxiliares.
- Contactos de Relé.
- 120 VAC.
- 240 VAC
- 12 VDC
- 24 VAC/VDC
- TTL

Elementos de salida

- Arrancadores de Motores.
- Relés de Control.
- Luces.
- .Relés.
- 120 VAC/VDC.
- 240 VAC/VDC.
- 24 VAC/VDC

3.2.2 ESTRUCTURA INTERNA

Los PLC vienen en tamaños como:

- Micro con menos de 32 I/O
- Pequeño con menos de 128 I/O
- Mediano con menos de 1024 I/O
- Grande con más de 1024 I/O

- PLC fijos que tienen: Fuente de poder, Entradas, Salidas y pórtico de comunicaciones que están contenidos en un solo chasis. Los elementos de Entrada y Salida están cableados individualmente al controlador fijo.
- PLC fijos con expansión: la base es idéntica al PLC fijo estándar, pero además tiene la habilidad de manejar I/O adicionales.
- Modulares (sin rack – o con rack), que tienen procesadores, Fuentes de Poder y módulos de I/O enchufadas en un rack o chasis. Y
- Distribuidos en el cual todas las I/O son conectadas al procesador mediante un enlace de datos de “Alta Velocidad”.

Los Racks de entradas y salidas de un PLC se representan como:

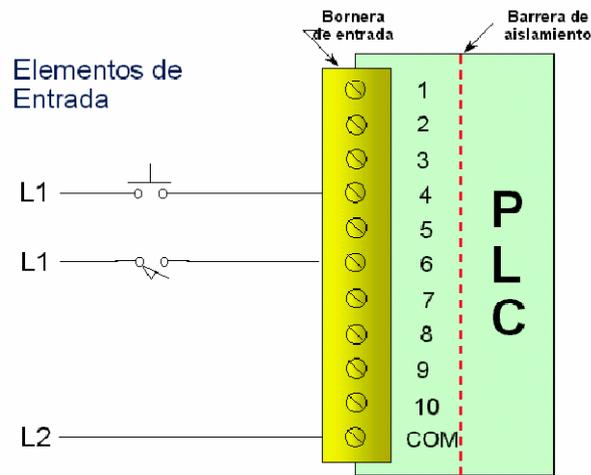
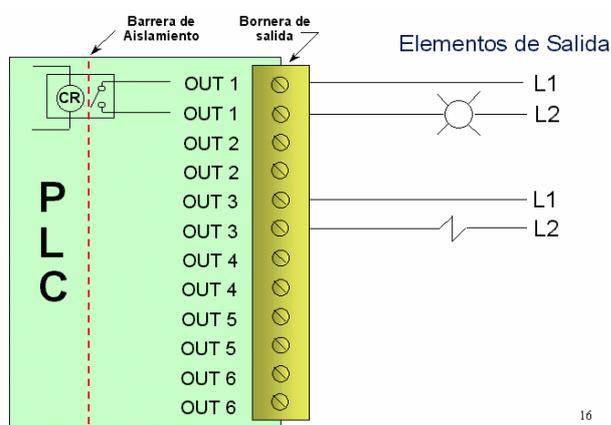


Figura III.17: Racks de un PLC



16

Figura III.18: Racks de salida de un PLC

CAPITULO IV

SISTEMAS HMI

4.1 SISTEMAS SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo.

Un Sistema de Control Distribuido es un conjunto de lazos automáticos de control entre los cuales se establecen jerarquías en la toma de las decisiones intrínsecas del sistema.

En los sistemas SCADA, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

En la tabla IV.I se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS) (Estas características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, son típicas).

Aspecto	Scada	Dcs
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA

Tabla IV.I Características de los Sistemas Scada y de los DCS

4.2 Funciones

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.

- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

4.3 Interfaz

Un ordenador ayudado de un sistema de información consiste en tres principales componentes: hardware, software y usuario, como se muestra en la figura IV.19.

La interacción de estos componentes es una de las más importantes partes del sistema: el interfaz hombre-máquina.



Figura IV.19: Sistema De Información

El interfaz hombre-máquina es un canal comunicativo entre el usuario y el ordenador.

4.4 ALGUNAS APLICACIONES DEL CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS

4.4.1 EN TANQUES DE INODOROS

Este es un ejemplo básico del control de nivel de agua que puede ser apreciado con facilidad en cada casa. El sistema mecánico consta de un flotador con un brazo que obstruye el paso del agua al tanque cuando ha llegado a una determinada posición por acción del empuje del agua y que permite el paso del agua al tanque cuando el nivel baja.

4.4.2 EN CISTERNAS

En cisternas interesa que se tenga una buena cantidad de agua almacenada.

Generalmente el control se realiza mediante sensores conductivos que indican los niveles máximos y mínimos permitidos, siendo estas señales procesadas para tomarse las respectivas acciones de control como por ejemplo prender ó apagar bombas.

4.4.3 EN LAS EMBOTELLADORAS

En el caso de las embotelladoras como por ejemplo: Cervecería, Coca Cola, Bebidas en general, se controla el nivel apropiado del líquido dentro del envase ya que si es mayor al deseado se tendrían pérdidas que pueden llegar a ser significativas. Por otro lado, si el nivel es menor al deseado la empresa perdería credibilidad en su medio. Esto indica que la medición del nivel debe ser exacta.

4.4.4 INDUSTRIA PAPELERA

Las balas de papel usado o celulosa se transportan sobre una cinta de carga hasta la procesadora de pulpa y allí se disuelven con agua. A partir de la medición del nivel se controla la correcta relación entre papel usado o celulosa y agua. Para esto, se utilizan transmisores de nivel basados en presión.

4.4.5 INDUSTRIA DE CRUDOS

En la producción de químicos existe la necesidad de almacenar los productos más diversos: hay que mantener provisiones de materias primas para garantizar la continuidad de la producción. Es preciso almacenar temporalmente diferentes productos semielaborados para continuar con su procesamiento en nuevos procesos

químicos, y hay que almacenar el producto final mientras no sale de fábrica. Todo esto requiere una medición perfectamente exacta del contenido de los tanques.

Además de la medición continua de los niveles, la detección de nivel límite constituye una característica de seguridad esencial para los tanques de almacenamiento de productos. Aunque muchos sensores modernos destinados a la medición continua de niveles han sido homologados como sistemas antidesbordamiento, no deja de ser cierto que el uso de un segundo principio de medición proporciona una seguridad óptima redundante.

4.4.6 NIVELIMETRÍA EN GRANDES TANQUES.

Para medir Movimientos y Operaciones se puede utilizar masa o volumen. El volumen puede ser derivado de la medición de nivel, mientras que la masa se puede medir en forma directa, por medio de transmisores de presión.

CAPÍTULO V

5.1 OPERACIÓN DEL MODULO.

El Módulo Didáctico Para Control de Nivel de Líquidos, tiene como objetivo fundamental el dotar al laboratorio de Control de un equipo nuevo con el cual los estudiantes puedan capacitarse mediante la realización de prácticas de laboratorio.

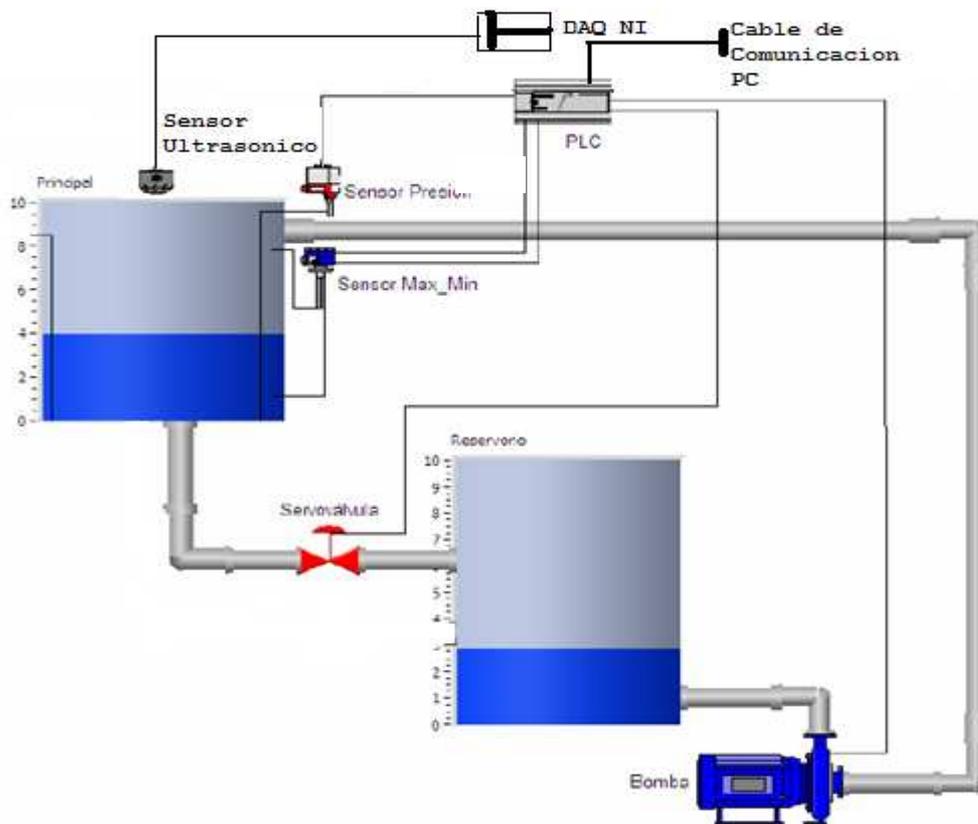
El módulo consta de dos tanques: uno reservorio o secundario cuya capacidad es de 80000cm³ y otro principal cuya capacidad es de 73500cm³ que es el tanque en el cual se realiza la medición y control del nivel de agua. El elemento que realiza el control es un PLC (Controlador Lógico Programable), en el cual se procesan los datos y de acuerdo a éstos se toman las decisiones respectivas.

El equipo posee una bomba, con la cual el agua es llevada del tanque reservorio al tanque principal a través de una tubería con caudal constante. El caudal de salida del tanque principal es llevado al tanque reservorio a través de una tubería en la cual se tiene una servoválvula, formando así un circuito cerrado de agua.

La medición de nivel se hace con dos sensores continuos: un flotador y uno de tipo ultrasónico; estas señales son llevadas al conversor AD y de éste son transmitidos al PLC vía serial para ser procesados; con esto se evita la compra de entradas análogas,

Además se tienen dos sensores discretos: uno para nivel máximo y otro para nivel mínimo.

El monitoreo y control se puede hacer mediante: a) el control local, ubicado en el panel frontal de operador del módulo; b) control a distancia (remoto), desde un PC, en el cual se tiene un HMI desarrollado en LabView.



En la figura V.20 se muestra un esquema del Módulo:

5.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El Módulo Didáctico Para Control De Nivel De Líquidos está constituido por los elementos indicados en la figura V.21

1. Tanque Principal
2. Servoválvula
3. Válvula check
4. Tubería de descarga
5. Tubería de succión
6. Bomba
7. Tanque Secundario
8. Panel de operador (Control Local)
9. Tubería de vaciado principal
10. Sensores de nivel.
11. Sensor ultrasónico.

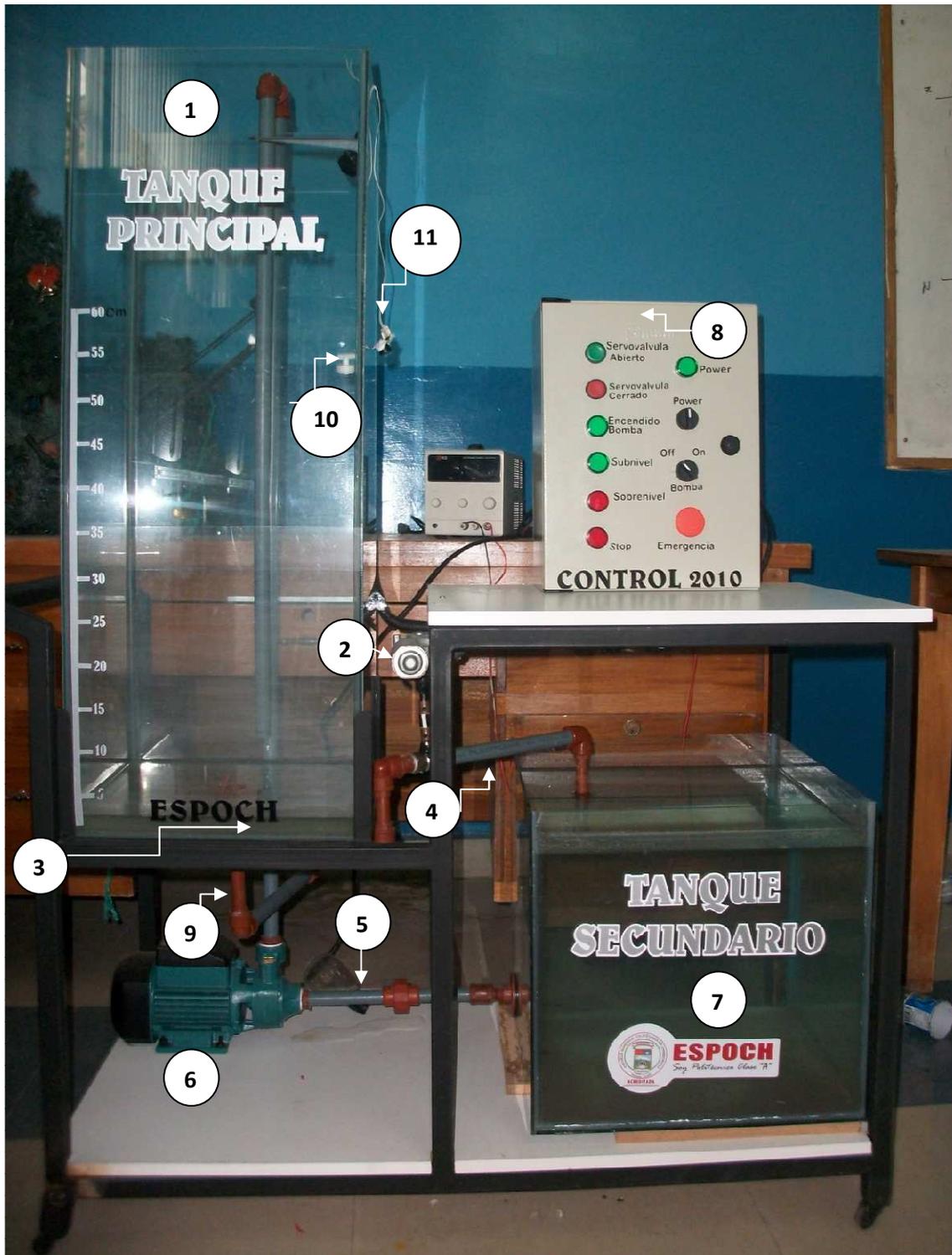


Figura V.21 Partes constitutivas del módulo

El panel de operador consta de los elementos mostrados en la figura V.22



Figura V.22: Partes constitutivas del panel del operador

1. Botonera para abrir la servoválvula.
2. Botonera para cerrar la servoválvula.
3. Luz indicadora de encendido de la bomba.
4. Luz indicadora de subnivel.
5. Luz indicadora de sobrenivel.
6. Pulsante para parada de emergencia
7. Luz indicadora principal (Módulo encendido)
8. Luz indicadora para la botonera de emergencia.
9. Selector de tres posiciones para encender o apagar la bomba manualmente.

5.2.1 MODOS DE OPERACIÓN DEL MÓDULO

El módulo didáctico de control de nivel de líquidos construido permite trabajar en dos modos de operación: MANUAL y AUTOMATICO, tanto para la interfaz gráfica diseñada en LabVIEW, como para el control local.

5.2.1.1 Modo Manual-Control Local

Este modo de operación permite realizar las siguientes operaciones:

- Prender bomba.
- Apagar bomba.
- Mover servoválvula.
- Visualizar el estado de las variables del sistema mediante luces indicadoras.

5.2.1.2 Modo Manual-PC

Este modo de operación permite realizar las siguientes operaciones:

- Prender bomba.
- Apagar bomba.
- Mover servoválvula.
- Visualizar el nivel del líquido en la interfaz gráfica hecha en Labview.
- Visualizar el estado de las variables del sistema mediante luces indicadoras.

5.2.1.3 Modo Automático-PC

- Fijar el set point del nivel del líquido a través de la interfaz gráfica hecha en Labview.
- Visualizar el nivel del líquido en la interfaz gráfica hecha en Labview.
- Visualizar el estado de las variables del sistema mediante luces indicadoras.

5.2.2 COMPONENTES DEL MÓDULO

Sensores de nivel

En un control de nivel de líquidos se debe tener una medida adecuada del nivel para que las acciones de control sean óptimas; por tanto, la selección de los sensores a utilizarse para la medición debe ser cuidadosa.

Los sensores que se utilizan en el presente proyecto son:

- ***Un sensor ultrasónico.***
- ***Sensor Infrarojo QRD 1114***
- ***Sensores ON/ OFF Conductivos***

5.2.2.1 Sensor ultrasónico

Tiene tres tipos de salida: Voltaje analógico, Ancho de Pulso, Comunicación Serial

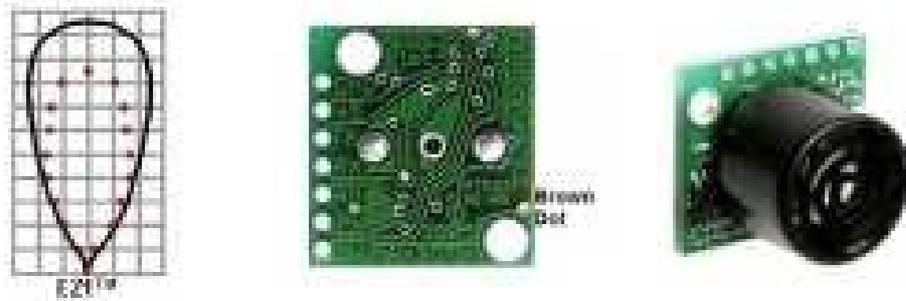


Figura V.23: Sensor ultrasónico

Características

- **Bajo Voltaje de Operación:** Provee un gran desempeño a 3.3V o 5V, por lo que los usuarios de microcontroladores de bajo voltaje no necesitan una fuente de alimentación adicional para el sensor.

- **Sin Zona Muerta:** El sensor LV-MaxSonar no tiene línea de zona muerta. Otros sensores ultrasónicos medidores de distancia (especialmente de un solo sensor) tienen zonas muertas, algunas mayores que 6 pulgadas. Las zonas muertas son problemáticas para muchas aplicaciones (por ejemplo robots mini-sumo y robots seguidores de pared).
- **Simple Calibración:** Los productos LV-MaxSonar® se calibran automáticamente, después del encendido, y antes de tomar la primera lectura. (En ambientes puertas adentro normales, no se requiere otra calibración).
- **Fácil Interfaz de Usuario:** La interfaz de usuario del LV-MaxSonar-EZ1? ha sido diseñada para ser usado de manera muy intuitiva y fácil. Los formatos de interfaz de salida incluyen salida por ancho de pulso, salida de voltaje analógico, y salida digital serial asíncrona. Todas las interfaces trabajan sin código de usuario o cadenas de configuración complicadas.

5.2.2.2 Sensor Infrarojo QRD 1114

Este sensor utiliza un diodo emisor infrarojo en combinación con un fototransistor infrarojo para detectar las señales infrarojas. Sirve para detectar transiciones Negro-Blanco (robots sigue-líneas) o para detectar objetos cercanos (0.5 a 1 cm).

La función básica de este sensor es la de adquirir una información mediante la emisión y recepción de un rayo luminoso que sale de cada una de las dos células que lo componen. El valor de dicha información dependerá del color con el que choque el rayo emisor.

Aprovechando la discriminación de colores que nos detecta este sensor y mediante la utilización de la controladora ENCONOR PLUS o ENCONOR 2 podemos desarrollar diversos proyectos en el aula de Tecnología.

CARACTERÍSTICAS:

- Se ha diseñado de un tamaño muy reducido para poder instalarlo en cualquier móvil.
- El seguidor de línea negra ENCONOR se conecta a dos entradas analógicas de la controladora ENCONOR PLUS o ENCONOR 2 (por ejemplo EA1 y EA2).
- Su alimentación es de 5 voltios en continua (exterior o a través de la propia controladora).
- La línea que determina la información emitida por las células, puede ser negra en un fondo claro o clara en un fondo negro.
- La anchura de la línea determinará que el zig-zag que describe el móvil en su desplazamiento sea más o menos pronunciado. Está diseñado para una anchura óptima de línea correspondiente a la de una cinta aislante negra.
- Los valores de discriminación entre los colores claros y negros, puede llegar a ser hasta de 220 unidades si el negro es mate y de 175 si este, es con brillo.

FORMA DE USO

Para discriminar si se está dentro o fuera de la línea negra, se leerá el valor de las entradas analógicas a las que se ha colocado el sensor estando sobre el color negro, y fuera de él.

De esta forma se puede crear un programa que actúe en consecuencia teniendo en cuenta estos valores.

Por ejemplo, si sobre el color negro la lectura es de 75 y fuera de él es de 135, se podría hacer el siguiente programa:

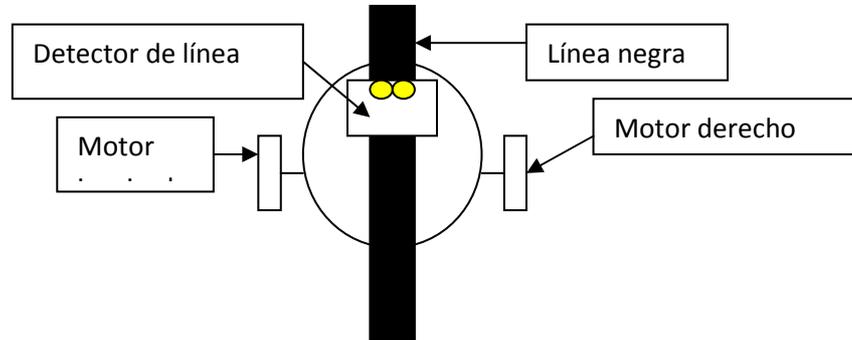


Figura V.24: Sensor QRD1114.

5.2.2.3 Sensores ON-OFF conductivos

Se utilizaron 2 sensores ON-OFF conductivos tipos relé como se puede apreciar en la figura V.25:



Figura V.25: Sensores ON-OFF conductivos.

Estos sensores tienen en su acondicionamiento dos contactos uno cerrado y otro abierto con un punto común para los dos, los mismos que son utilizados para detectar el nivel mínimo y el máximo respectivamente, y que son conectados a las entradas del PLC.

5.2.2.4 Servoválvula

Una servoválvula permite hacer un control continuo del caudal entre sus valores máximo y mínimo, que dependen de las posiciones entre totalmente abierta y totalmente cerrada de la servoválvula, respectivamente. En el caso del Proyecto planteado, servirá para controlar el nivel a través del control del caudal de salida del tanque principal.

Los componentes principales de la servo válvula son: parte motriz y cuerpo o actuador; la parte motriz, que es en general un motor DC, es la que regula la apertura del actuador (válvula), controlando de esta manera el caudal de salida.

En el mercado se tienen servoválvulas de algunos fabricantes, pero su precio es elevado, está entre los 600 y 1200 dólares, por tratarse de elementos para trabajo en la industria; es decir, que no se fabrican con fines didácticos.

Este es el motivo por el cual se optó por construir una servoválvula, teniendo ésta por elementos constitutivos: un motor DC (parte motriz), una válvula de control (actuador) y un sensor infrarrojo de colores QRD 1114 acoplado al eje del motor de cc, que servirá para sensar la posición de la válvula de control entre sus estados: totalmente abierta y totalmente cerrada, es decir entre 0% y 100% de su apertura.

A continuación en la figura V.26 se presenta la servoválvula construida:



Figura V.26: Servoválvula construida.

Para construir la servoválvula se seleccionaron sus componentes: el motor de DC, la válvula de control y acoplamiento Motor-Válvula de la siguiente manera:

5.2.2.4.1 Parte Motriz: Motor DC

Por la disponibilidad y por sus características, se escogió un motor DC que es usado normalmente para mover las plumas de los autos. Este tipo de motores son construidos para trabajo intermitente y (ó) continuo, y además tienen un buen torque, lo cual se acopla perfectamente con los fines del proyecto, ya que dicho motor será el encargado de accionar la válvula de control.

5.2.2.4.2 Actuador: Válvula De Control

Existen numerosos tipos de válvulas diseñadas para cierto tipo de uso, la mala elección de éstas puede llevar al mal funcionamiento, en general, de una planta y así acortar la vida útil, lo que conlleva a un aumento excesivo de costos.

En la selección de la válvula se requiere de los siguientes datos:

Tipo de fluido, material, presión, tipo de unión, temperatura, diámetro, etc.

Debido a esto al seleccionar una válvula se tiene la necesidad de recurrir a catálogos para ver algunas especificaciones técnicas como el peso, espacio disponible u otros factores para así ver si concuerda los objetivos planteados.

El tipo de fluido que se va a manejar en este proyecto es agua, la misma que para una altura de 60cm (máxima altura del tanque) a temperatura ambiente de 25°C.

Por lo que en este caso se requiere de una válvula de comportamiento lineal del flujo con relación a la elevación del vástago, como se muestra en la figura V.27:

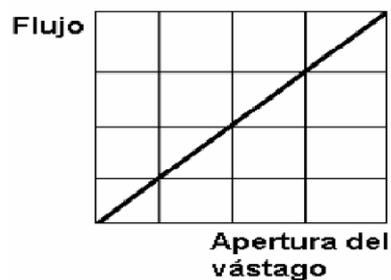


Figura V.27: Respuesta de una válvula de comportamiento lineal

Luego de este análisis se selecciona una válvula de bola que tiene un giro de 90° para el cierre o apertura de caudal.

5.2.2.4.3 Acoplamiento Motor-Válvula

Se construyó, con la ayuda de un torno, un acople entre el eje motor y la válvula. Se construyó además una cinta de color blanco con negro en franjas que va enrollada en el eje del motor con la ayuda del sensor diodo emisor IR QRD 1114 permitirá detectar cada giro que se vaya realizando como un motor paso a paso y mediante pulsos ir controlando la apertura o cierre de la válvula entre 0% y 100%.

Como la válvula gira aproximadamente 90° y el motor de igual manera con pocos pulsos podemos abrir y cerrar la válvula.

5.2.2.5 Bomba

La bomba permite el ingreso de un caudal constante al tanque en el que se realiza el control; dicho líquido es extraído del tanque reservorio. Es un elemento que puede ser seleccionado a través de los siguientes criterios:

- Modelo.
- Capacidad Máxima.
- Cabezal máximo (Altura máxima de descarga)
- Altura máxima de succión
- Potencia
- Diámetro bomba
- Peso neto
- Dimensión general

La bomba marca PAOLO que se escogió es la que se muestra en la figura V.28



Figura V.28: Bomba

Las características de esta bomba son las siguientes:

Modelo: PKM60-1

Capacidad Máxima (L/min): 40

Cabezal max (m): 40

Altura máxima de succión (m): 9

Potencia (HP): 0.5

Diámetro bomba (1"): 1"*1"

Peso neto (Kg): 5.3

Dimensión general (mm): 265 *120*155

5.2.2.6 Controlador Lógico Programable

El PLC que con el que cuenta el módulo es un TWDLCAE40DRF el cual se indica en la figura V.29:

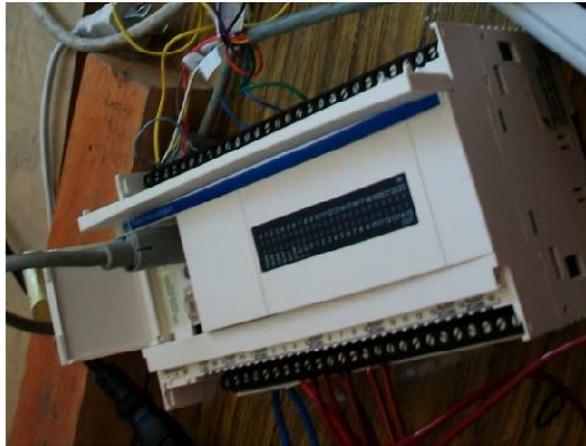


Figura V.29: PLC TWDLCAE40DRF

Este PLC que se usa para comandar en modo manual diferentes acciones, tales como prender o apagar bomba y mover la servo válvula, de acuerdo a la necesidad que tenga el operario. En el modo automático realiza las acciones de control necesarias para mantener un nivel del líquido adecuado a las condiciones que se presenten.

El PLC, para su trabajo utiliza las siguientes entradas y salidas:

Entradas digitales:

Sensor de nivel para nivel máximo: %I0.0

Sensor de nivel para nivel mínimo: %I0.2

Señal de Inicio de encendido de la bomba: %I0.3

Señal de apagado de la bomba o Stop: %I0.4

Señal de emergencia: %I0.1

Salidas tipo relé:

Accionamiento de la bomba ON-OFF %Q0.3

Accionamiento de servoválvula: %Q0.7 Abrir; %Q0.8 Cerrar

Luz indicadora de Sobre-nivel: %Q0.6

Luz indicadora de Emergencia: %Q0.4

Luz indicadora de Sub-nivel: %Q0.7

Luz indicadora de encendido de la bomba: %Q0.5

Las características del PLC TWDLCAE40DRF de Schneider Electric son:

- 24 entradas binarias (digitales).
- 14 salidas tipo relé y dos salidas de transistor.
- 2 puertos seriales.
- Hasta 7 módulos de expansión.

Las funciones integradas avanzadas se proporcionan en las bases compactas de las series TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF:

- Puerto de red Ethernet 100Base-TX integrado: sólo para TWDLCAE40DRF.
- Reloj de tiempo real (RTC) integrado: TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF.
- Un cuarto contador rápido (FC): TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF.
- Soporte de batería externa: TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF.

5.2.2.6.1 Partes constitutivas del TWDLCAA40DRF

En la siguiente ilustración, se muestra una imagen de dos tipos de controladores compactos de 40 E/S:

Referencias de controladores	Ilustración
TWDLCAA40DRF TWLDCDA40DRF Nota: Fuente de alimentación: <ul style="list-style-type: none"> ● 100/240 VCA para TWDLCAA40DRF ● 24 VCC para TWLDCDA40DRF 	<div style="text-align: center;">TWDLCAA40DRF</div>  <div style="text-align: center;">TWDLCAE40DRF</div>

Figura V.30: PLC TWDLCAE40DRF

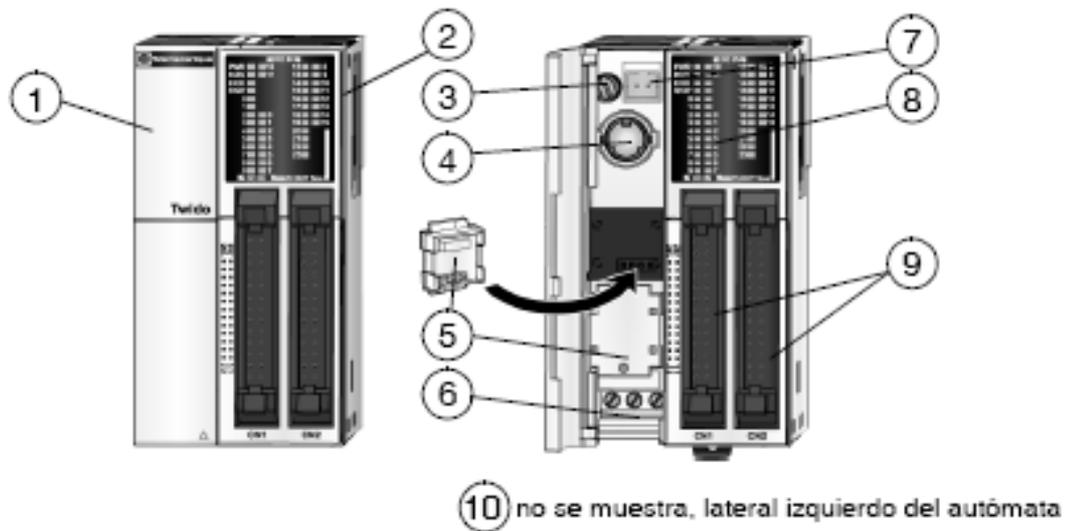
Descripción de los componentes de una base modular

Introducción: En la siguiente sección se describen los componentes de una base modular. Su base puede ser distinta de la que aparece en las ilustraciones, pero las partes siempre serán las mismas.

Descripción de los componentes de una base modular

La siguiente ilustración muestra los componentes de una base modular.

Esta figura muestra la base modular de 40 E/S.



Etiqueta	Descripción
1	Tapa con bisagra
2	Conector de ampliación
3	Potenciómetro analógico
4	Puerto serie 1
5	Cubiertas de los cartuchos
6	Terminales de fuente de alimentación de 24 V CC
7	Conector de entrada de tensión analógica
8	Indicadores luminosos
9	Terminales de E/S
10	Conector de comunicaciones

Tabla V.II PLC TWDLCAA40DRF

Características de las salidas de común positivo de transistor

Base compacta	TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF.
Tipo de salida	Cableado de salida
Número de puntos de salida binaria	2
Puntos de salida por línea común	1
Tensión de carga nominal	24 V CC
Corriente máxima de carga	1 A por línea común
Rango de tensión de carga de funcionamiento	De 20,4 a 28,8 V CC
Caída de tensión (con tensión)	Máximo de 1 V (tensión entre los terminales COM y de salidas cuando la salida está activa).
Corriente de carga nominal	1 A por salida
Corriente de llamada	Máximo de 2,5 A
Corriente de fuga	Máximo de 0,25 mA
Potencia máxima absorbida	19 W
Carga inductiva	I/D = 10 ms (28,8 V CC, 1 Hz)
Consumo externo	12 mA como máximo, 24 V CC (tensión de alimentación en el terminal +V).

Tabla V.III: Características PLC TWDLCAA40DRF

5.2.2.7 Tarjeta de Potencia

La tarjeta de potencia se utiliza como un complemento para el PLC y sus salidas tipo relé. Esta tarjeta posee nueve relés para manejar siete luces indicadoras ubicadas en el panel de operador y la servoválvula (dos relés). La bomba se opera a través de un contactor que es comandado por uno de los relés (relé de bomba: salida %Q0.0₉ del PLC).

5.2.2.7 .8 Esquemático de la tarjeta de potencia

En la figura V.31 se muestra el esquemático de la tarjeta de potencia:

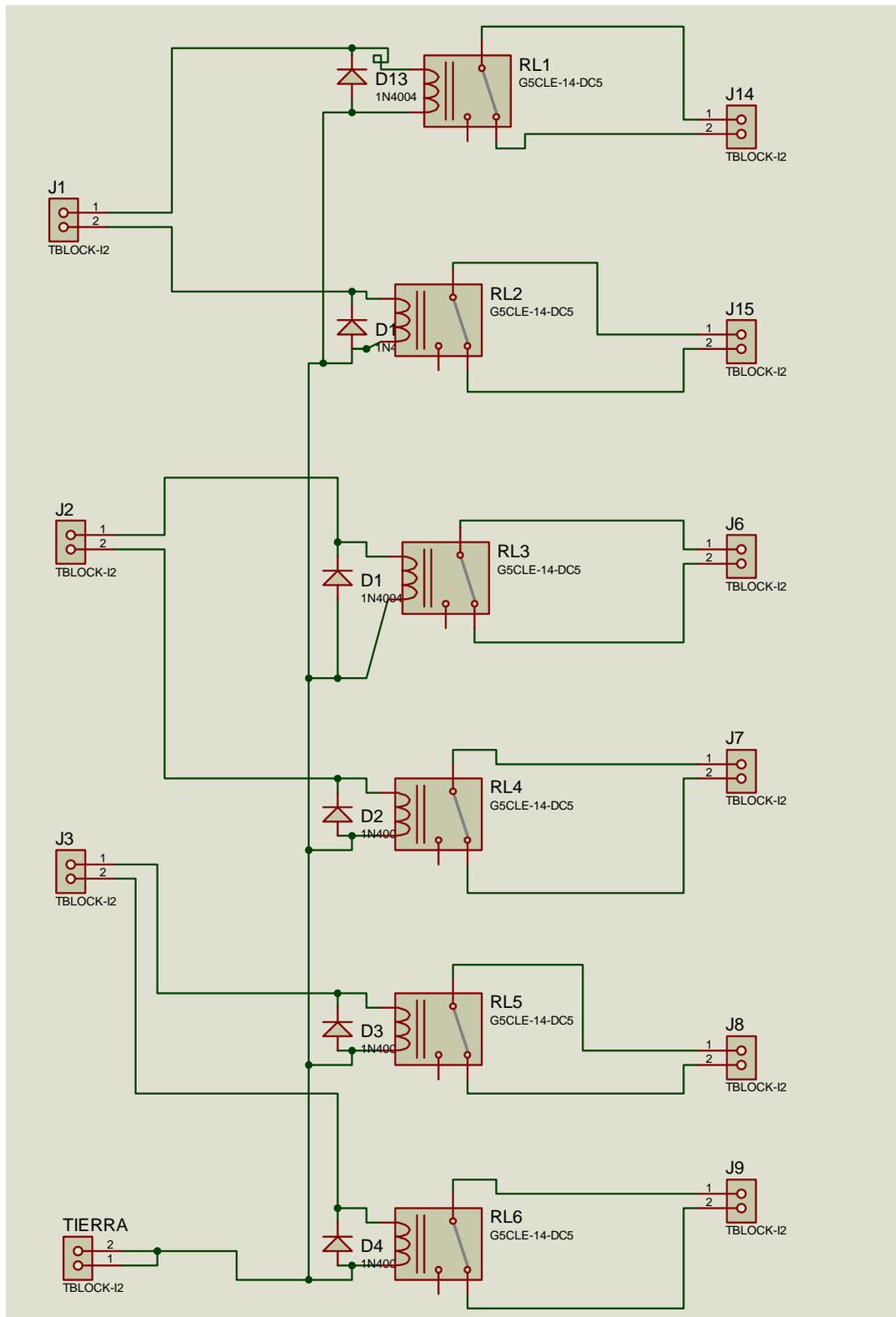


Figura V.31: Esquemático de la tarjeta de potencia

5.2.2.8 Tarjeta de Control de la Servoválvula

En la figura V.32 se muestra el diagrama esquemático:

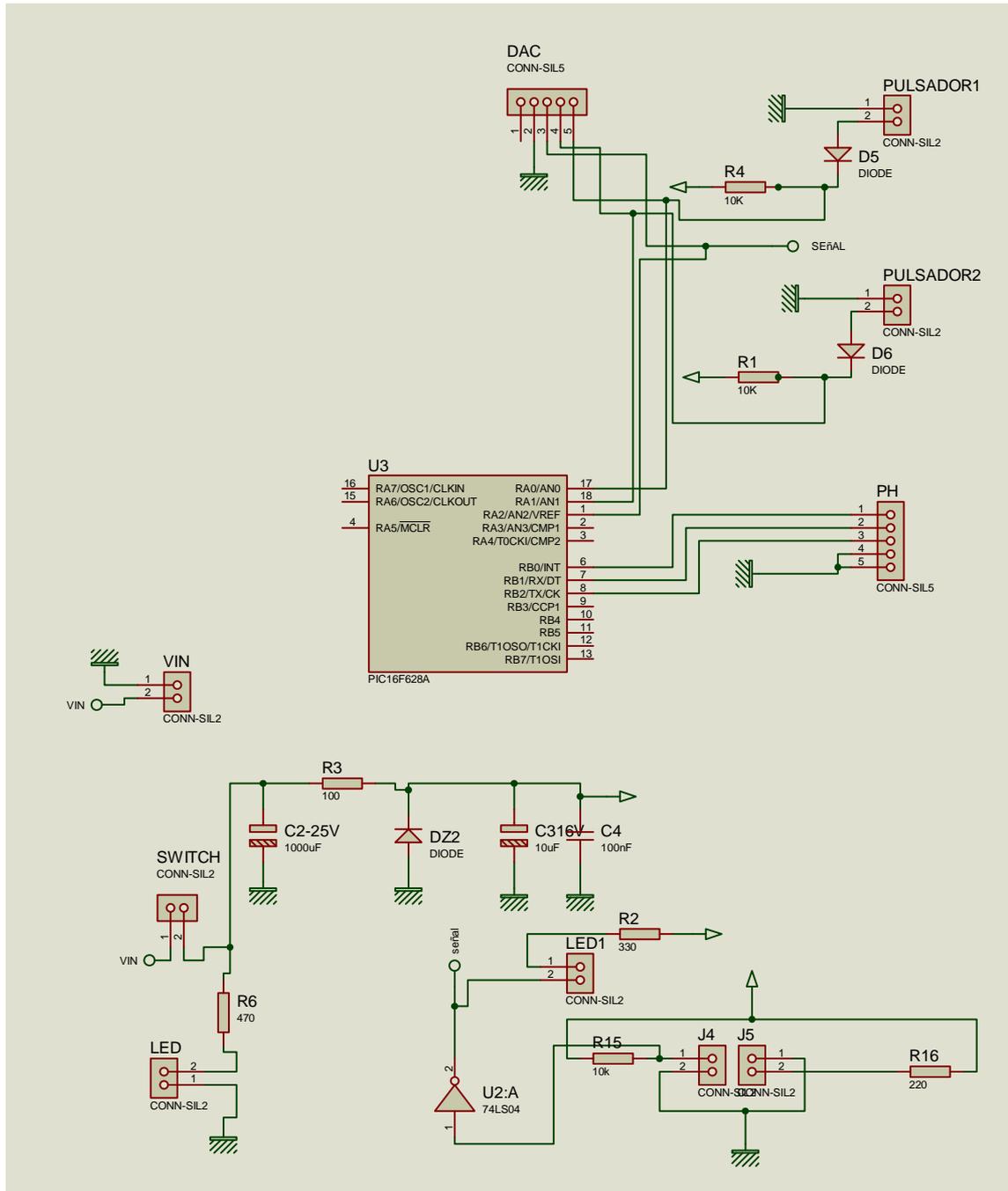


Figura V.32: Esquemático de la tarjeta de Control de la servoválvula.

5.2.2.9 Tarjeta de control de giro de la Servoválvula

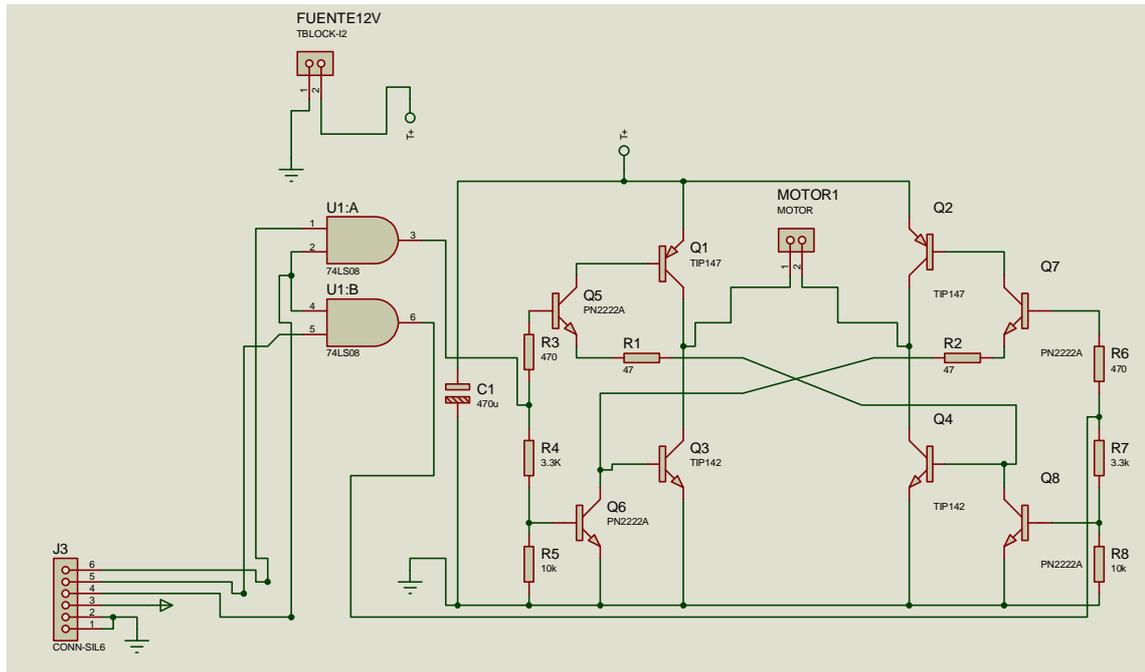


Figura V.33: Esquemático de la tarjeta de Control de giro del motor CC.

CAPITULO VI

6.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE

Para el funcionamiento del módulo se utilizaron 2 programas:

- **TWIDO SUITE:**

Se desarrolló un programa para el PLC TWDLCAE40DRF que tiene como objetivo realizar el control de nivel del líquido, tanto para el modo manual como para el modo automático.

- **LabVIEW:**

Se desarrolló un software en la PC que sirve como interfaz gráfica para el control manual y automático desde la misma.

A continuación se presenta una breve introducción a estos lenguajes de programación utilizados:

6.2 TWIDO SUITE

Un controlador programable lee entradas, escribe salidas y resuelve lógica basada en un programa de control. Crear un programa de control para un controlador Twido consiste en escribir una serie de instrucciones en uno de los lenguajes de

programación de Twido, usando Twido Suite se desarrolló el programa para el PLC que tiene como objetivo realizar el control de nivel en el módulo, tanto para modo manual como para modo automático.

Para crear programas de control usando Twido Suite se pueden utilizar tres lenguajes de programación diferentes:

Lenguaje de lista de instrucciones:

Un programa de lista de instrucciones se compone de una serie de expresiones lógicas escritas como una secuencia de instrucciones booleanas ejecutadas de forma secuencial por el autómatas. A continuación, se muestra un ejemplo de un programa en lenguaje de lista de instrucciones.

1 LDF %I0.1 ; Flanco descendente

3 LD %I0.2 ; Contacto abierto

4 AND %M0 ; Operación And con la instrucción anterior y el bit %M0

5 AND %M1

Diagramas Ladder Logic:

Un diagrama Ladder Logic es una forma gráfica de mostrar una expresión lógica (Figura 4.1). Los diagramas Ladder Logic emplean la misma representación gráfica que la de los circuitos en lógica de relé. En dichos esquemas, los elementos gráficos, como las bobinas, los contactos y los bloques, representan las instrucciones del programa. A continuación, se muestra un ejemplo de diagrama Ladder Logic.

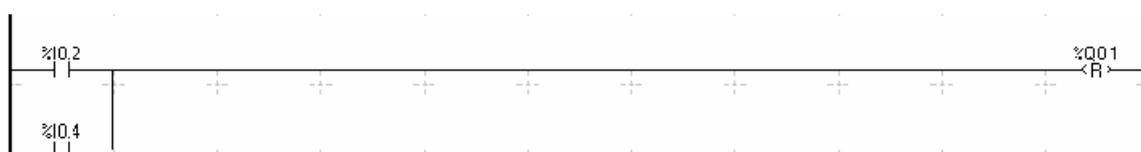


Figura VI.34: Ladder Logic

- **Lenguaje Grafcet:**

El lenguaje grafcet está compuesto por una sucesión de pasos y transiciones.

Twido admite las instrucciones de lista Grafcet, pero no Grafcet gráfico (Figura6.2).

El método analítico Grafcet divide cualquier sistema de control secuencial en una serie de pasos a los que se asocian acciones, transiciones y condiciones. La ilustración que aparece a continuación muestra ejemplos de instrucciones Grafcet en programas Lista.

0	.-	3
1	LD	%M10
2	#	4
3	#	5
4	.-	4
5	LD	%Q0.7
6	#	6
7	.-	5
8	LD	%M15
9	#	7
10	...	

Figura VI.35 Lenguaje Grafcet

6.2.2 DIRECCIONAMIENTOS DE OBJETOS EN TWIDO SOFT

6.2.2.1 Direccionamientos de objetos de bits

El siguiente formato se utiliza para direccionar objetos de bit de pasos, de sistema e internos (Figura VI.36):

%	M, S o X	i
Símbolo	Tipo de objeto	Número

Figura VI.36 Formato de direccionamiento de objetos de bits

La tabla VI.1 describe los elementos en formato de direccionamiento.

Grupo	Elemento	Descripción
Símbolo	%	El símbolo de porcentaje siempre precede a una variable de software.
Tipo de objeto	M	Los bits internos almacenan valores intermedios mientras se está ejecutando un programa.
	S	Los bits de sistema proporcionan información de control y de estado del controlador.
	X	Los bits de pasos proporcionan información de estado de las actividades de pasos.
Número	i	El valor numérico máximo depende del número de objetos configurados.

Tabla VI.IV: Elementos de direccionamiento de bits

Ejemplos de direcciones de objetos de bit:

%M25 = bit interno número 25

%S20 = bit de sistema número 20

%X6 = bit de pasos número 6

6.2.2.2 Direccionamientos de objetos de palabras

El direccionamiento de los objetos de palabras debe contener la sintaxis descrita a continuación (Figura VI.37):

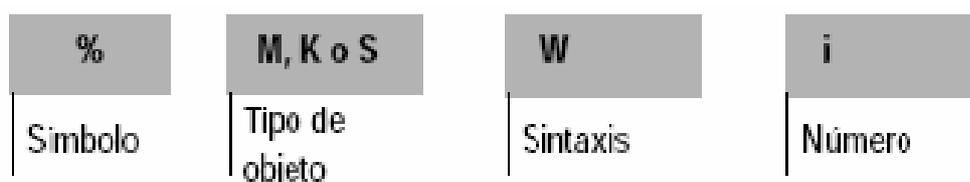


Figura VI.37 Formato De Direccionamiento De Objetos De Palabras

La tabla VI.V describe los elementos en formato de direccionamiento.

Grupo	Elemento	Descripción
Símbolo	%	El símbolo de porcentaje siempre precede a una dirección interna.
Tipo de objeto	M	Las palabras internas almacenan valores intermedios mientras se está ejecutando un programa.
	K	Las palabras constantes almacenan valores constantes o mensajes alfanuméricos. Su contenido sólo puede sobrescribirse o modificarse utilizando TwidoSoft.
	S	Las palabras de sistema proporcionan información de control y de estado del controlador.
Sintaxis	W	Palabra de 16 bits.
Número	i	El valor numérico máximo depende del número de objetos configurados.

Tabla VI.V: Elementos De Direccionamiento De Palabras

Ejemplos de direccionamiento de objetos de palabra:

%MW15 = número de palabra interna 15

%KW26 = número de palabra constante 26

%SW30 = número de palabra de sistema 30

6.2.2.3 Direccionamientos de las entradas/salidas

Cada punto de entrada/salida (E/S) de una configuración Twido tiene una única Dirección (Figura VI.38): Por ejemplo, la dirección "%I0.0.4" sólo representa la entrada 4 de un autómata.

Las direcciones de E/S pueden asignarse para el siguiente hardware:

- Controlador configurado como master de conexión remota
- Controlador configurado como E/S remota
- Módulos de E/S de ampliación

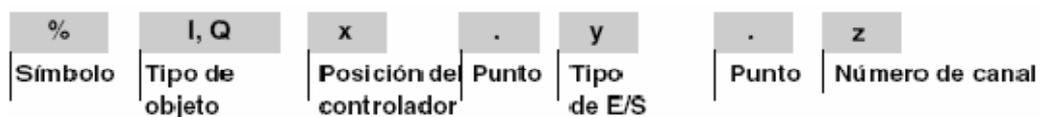


Figura VI.38: Formato De Direccionamiento De Entradas/Salidas

6.2.3 COMUNICACIONES DEL PLC TWIDO

Twido ofrece uno o dos puertos serie para las comunicaciones con controladores de E/S remotas o dispositivos generales. Cualquier puerto, si hay más de uno, se puede utilizar para cualquiera de los servicios, con excepción de la comunicación con Twido Soft, que sólo se puede establecer mediante el primer puerto. Los controladores Twido admiten **tres protocolos básicos distintos**: Conexión Remota, ASCII o Modbus (master de Modbus o slave de Modbus).

6.2.3.1 Conexión remota

El protocolo de conexión remota es un bus master/slave de alta velocidad diseñado para transferir una pequeña cantidad de datos entre el controlador master y hasta siete controladores remotos (slave). Se transfieren datos de E/S o de aplicación dependiendo de la configuración de los autómatas remotos. Es posible realizar una mezcla de varios tipos de autómatas remotos, que pueden ser de E/S remotas.

6.2.3.2 ASCII

El protocolo ASCII es un protocolo simple de modo de caracteres de dúplex completo que se utiliza para transmitir o recibir una cadena de caracteres desde o hacia un dispositivo simple (impresora o terminal). Este protocolo sólo se admite a través de la instrucción "EXCH".

6.2.3.3 Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo master/slave que permite a un master, y sólo a uno, pedir respuestas de los slaves o realizar acciones dependiendo de las peticiones. El master puede dirigirse a los slaves individuales o iniciar una difusión de mensajes para todos los slaves. Los slaves devuelven un mensaje (respuesta) a las peticiones que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las peticiones de difusión general desde el master.

6.2.3.4 Master de Modbus

El modo master de Modbus permite al autómeta Twido enviar a un slave una petición Modbus y esperar una respuesta de dicho slave. El modo master de Modbus sólo se admite a través de la instrucción "EXCH". El modo master de Modbus admite los formatos ASCII Modbus y RTU Modbus.

6.2.3.5 Slave Modbus

El modo de slave de Modbus permite al autómeta Twido responder a las peticiones Modbus de un master de Modbus. Se trata de un modo de comunicación predeterminado si no se configura ningún otro tipo de comunicación.

El controlador Twido admite los datos Modbus estándar, las funciones de control y las ampliaciones de servicio para el acceso a objetos. El modo slave de Modbus admite los formatos ASCII Modbus y RTU Modbus.

Mediante Twido Soft se desarrolló el programa para el PLC el cual hace las siguientes funciones:

Primeramente se determina el modo de operación seleccionado desde el panel de operaciones, acción que se realiza por medio de un selector que activa la entrada 0 ó la entrada 1 del PLC, para modos manual y automático respectivamente.

6.2.4. Programa Principal

6.2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA PARA EL PLC

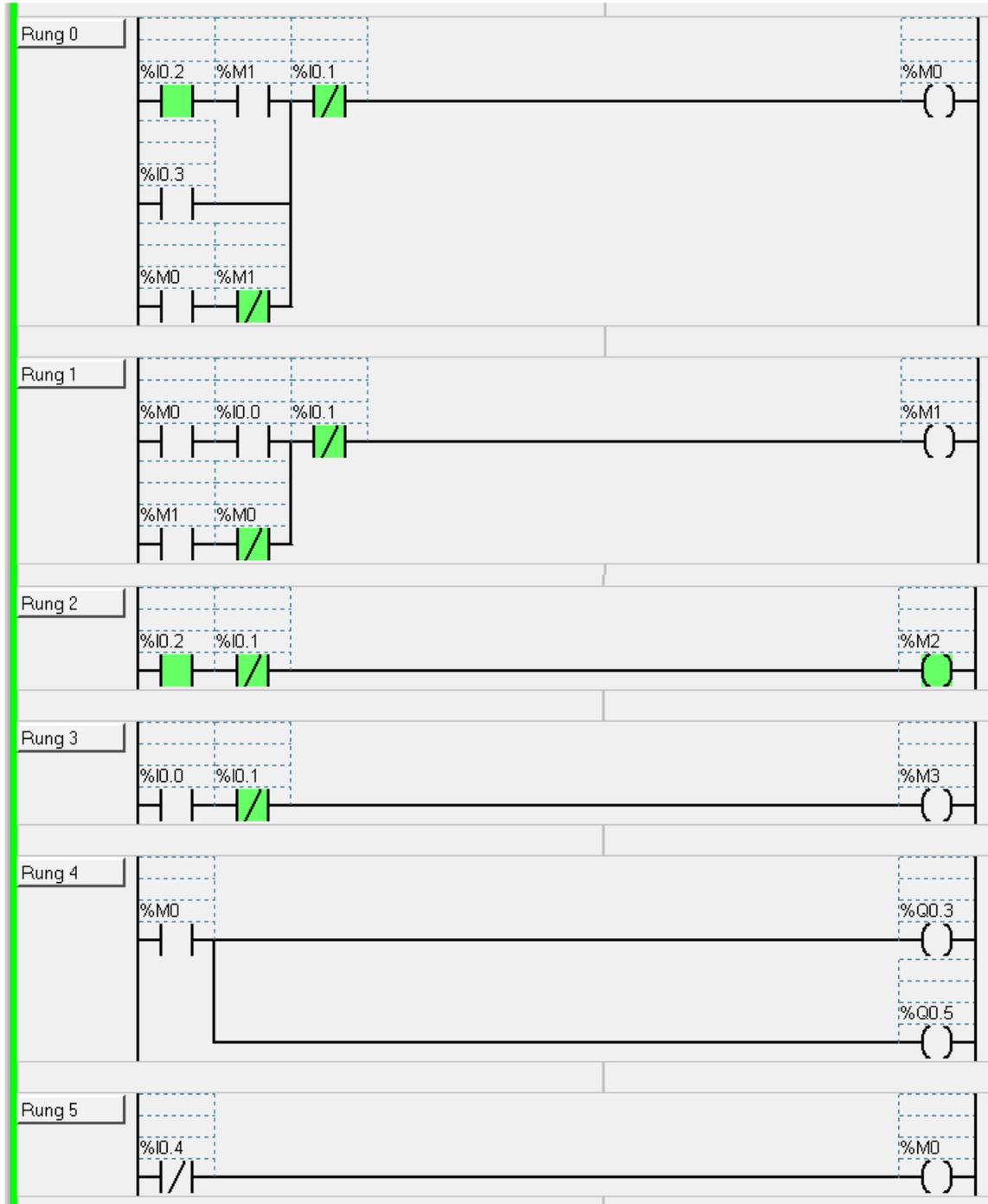


Figura VI.39: Programa principal en twido swite etapa 1

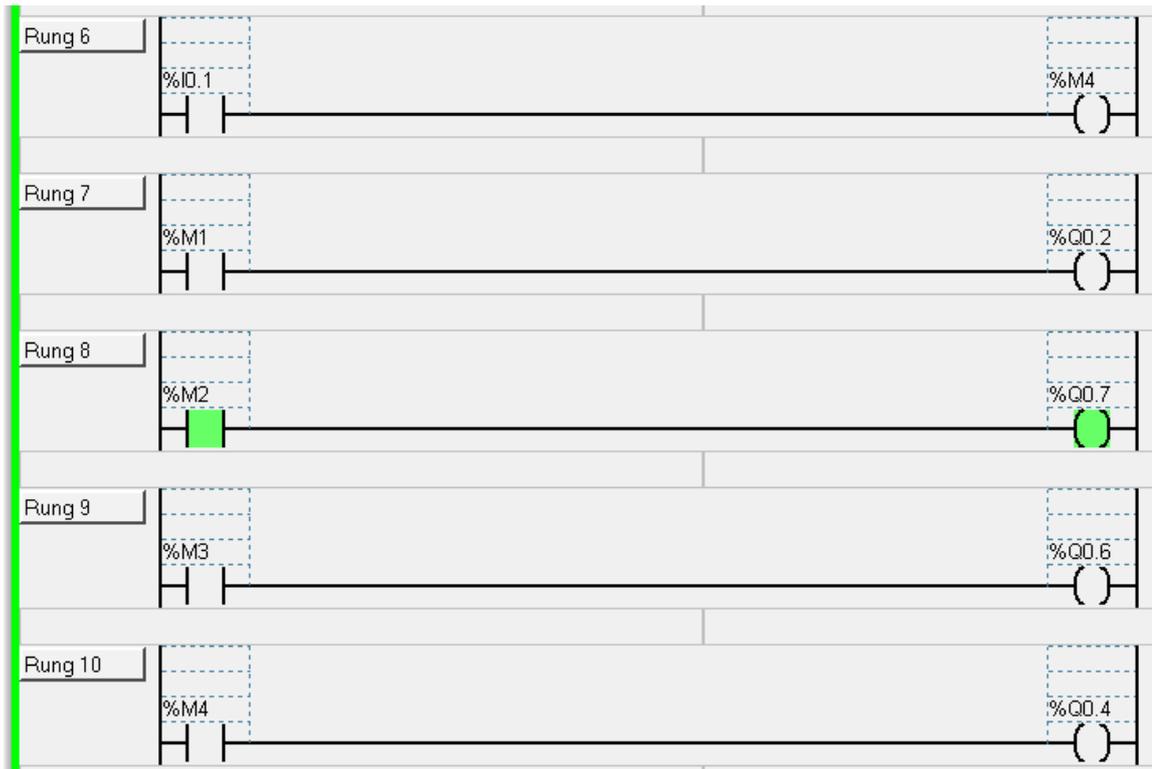


Figura VI.40: Programa principal en twido swite etapa 2.

CONFIGURACION UTILIZADA PARA TWIDO SWITE-PLC.

1. Abrimos el Twido Swite y escogemos la opción Modo "Programación"



Figura VI.41: Pantalla Principal de Twido Swite

- Escogemos la opción Crear un proyecto nuevo.



Figura VI.42: Creación de un nuevo proyecto

- Nos aparece Información del proyecto, aquí ponemos un nombre a nuestro proyecto y la Dirección donde se desea guardar.

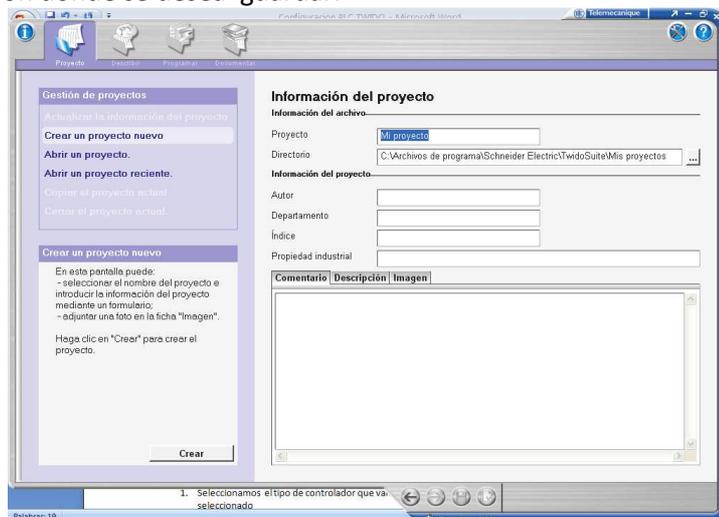


Figura VI.43: Información del proyecto

- Seleccionamos el tipo de controlador que vamos a utilizar. El tipo de controlador seleccionado es TWDLCAE40DRF de base compacta.

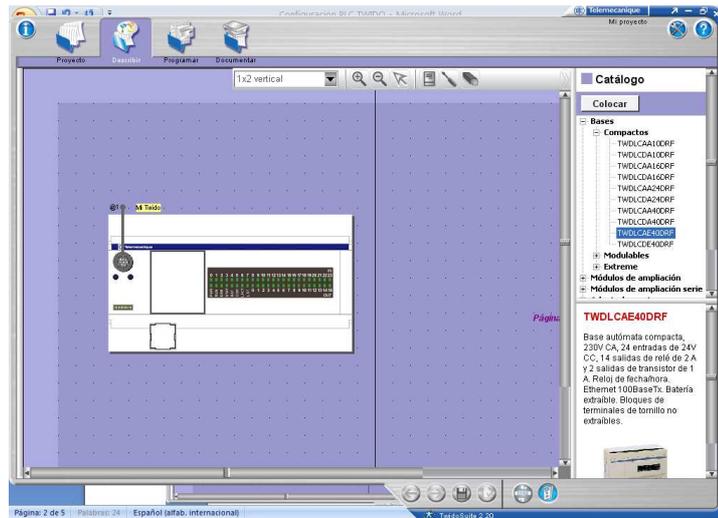


Figura VI.44: Selección del tipo de PLC a utilizar

5. Escogemos el tipo de comunicación que se va a utilizar. La comunicación que se emplea es Modbus.

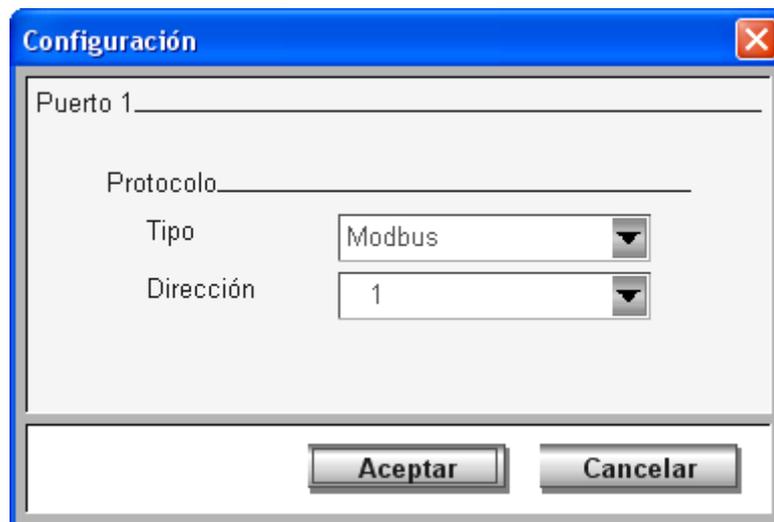
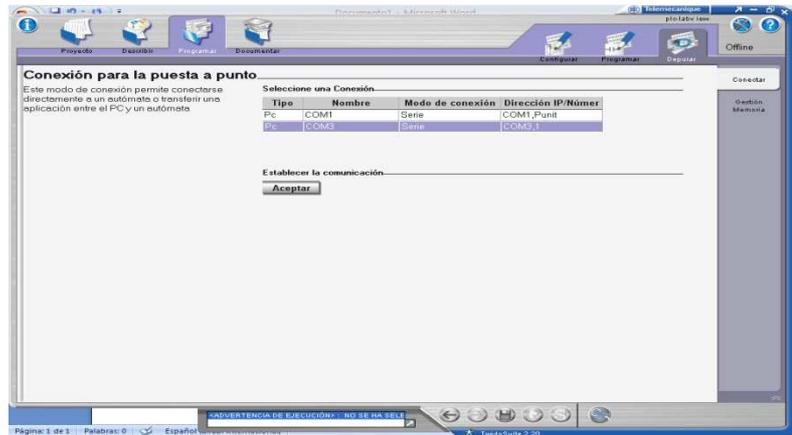


Figura VI.45: Tipo de Comunicación

6. Luego escogemos por que puerto conectar. Seleccionamos el puerto COM1.



FiguraVI.46: Puerto de comunicación

7. Damos click en aceptar y comprobamos la comunicación.

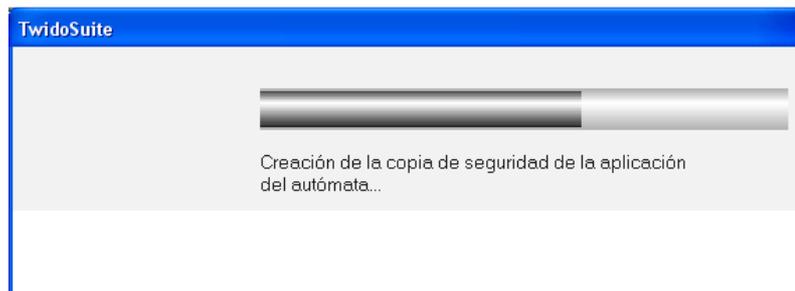


Figura VI.47: Cargando la comunicación

6.2.5 ADQUIRIENDO DATOS CON DAQ NI USB 6009



Figura VI.48: DAQ NI USB 6009

6.2.5.1 Adquisición de Datos

Lab View incluye un grupo de VIs que permiten configurar, adquirir datos y enviarlos a los dispositivos DAQ. Frecuentemente un dispositivo puede ejecutar una variedad de funciones (conversión análogo a digital –A/D- , conversión digital a análogo – D/A-, E/S digital y operaciones de contador /temporizador. Cada dispositivo soporta diferentes DAQ y velocidades de generación de señal.

También cada dispositivo DAQ es diseñado para plataformas de hardware y sistemas operativos específicos.

6.2.5.2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DAQ

Antes de que un sistema de medición basado en computador pueda medir una señal física, como una temperatura, un sensor o transductor debe convertir la señal física en una eléctrica, como un voltaje o corriente. Un dispositivo DAQ insertable puede considerarse como un sistema de medición completo, aunque es sólo un componente del mismo. No siempre puede conectarse señales directamente a un dispositivo DAQ. En estos casos se debe utilizar accesorios acondicionadores de señal para acondicionar las señales antes de que el dispositivo DAQ las convierta en información digital. El software controla el sistema DAQ adquiriendo los datos puros, analizando y presentando los resultados.

Hay diversas opciones para un sistema DAQ:

- El dispositivo DAQ insertable reside en el computador. Puede conectar el dispositivo en la ranura PCI de un computador de escritorio o en la ranura PCMCIA de un computador portátil para un sistema de medición DAQ portátil.
- El dispositivo DAQ es externo y se conecta al computador a través de un puerto existente, como el puerto serial, usb o el puerto Ethernet, lo que significa que se pueden ubicar fácilmente los nodos de medida cerca de los sensores.

El computador recibe los datos puros directamente en el dispositivo DAQ. La aplicación creada en Lab View presenta y manipula los datos en una forma que el usuario pueda entender. El software también controla el sistema DAQ ordenando al dispositivo cuando y desde cuáles canales adquirir datos. Típicamente el software DAQ incluye controladores y programas de aplicación. Los controladores son únicos para el dispositivo o tipo de dispositivo e incluyen un grupo de comandos que el dispositivo acepta. Los programas de aplicación, como LabView, envían los comandos de los controladores, como adquirir datos y retornar una lectura de termocupla. Los programas de aplicación también presentan y analizan los datos adquiridos.

Los dispositivos de medición de NI incluyen el programa controlador NI – DAQ, una colección de Vis que se utilizan para configurar, adquirir datos y enviarlos hacia los dispositivos de medición.

6.2.5.3 NI-DAQ

NI-DAQ 7.0 contiene dos controladores NI-DAQ: Tradicional NI-DAQ y NI-DAQmx. Cada uno con su propia interfaz de programación de aplicaciones (API), configuración de hardware y configuración de software.

- Tradicional NI-DAQ es la versión mejorada de NI-DAQ 6.9.x, tiene los mismo VIs y funciones y opera del mismo modo que NI-DAQ 6.9.x. Puede utilizar Tradicional NI-DAQ en el mismo computador con NI-DAQmx, lo cual no puede hacer con NI-DAQ 6.9.x.
- NI-DAQmx es el controlador NI-DAQ más avanzado, con nuevos VIs, funciones y herramientas de perfeccionamiento para controlar dispositivos de medición. Las ventajas de NI-DAQmx sobre las versiones anteriores de NI-DAQ incluyen DAQ Assistant, asistente para la configuración de canales y labores de medida de un dispositivo; desempeño mejorado, inclusión de E/S análoga de punto individual más rápida y un API más simple para crear aplicaciones empleando menos funciones y VIs que con las versiones anteriores de NI-DAQ.

6.2.5.4 HARDWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La tarjeta NI6009 es una tarjeta de adquisición de datos multifuncional para Windows 2000/XP/Vista, MAC OS X, LINUX; posee alto rendimiento y alta velocidad de muestreo. Las especificaciones de la tarjeta y el soporte de proveedores externos hacen ideal su uso para un amplio rango de aplicaciones en nuestro caso el de la adquisición de datos, para la industria, laboratorios, control de procesos y automatización de sistemas en las fábricas.

Características:

- Canales de entrada analógica seleccionados por software: 8 canales unipolares y 4 diferenciales.
- Un convertidor A/D de 14 bits de aproximaciones sucesivas. Y 13 bits de modo diferencial. El rango máximo de muestreo de la tarjeta es 5 Mhz.
- Rangos de entradas analógicas seleccionadas por software:
Unipolares: $\pm 10V$.
Diferenciales: $\pm 20V$, $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 4V$, $\pm 2.5V$, $\pm 2V$, $\pm 1.25V$, $\pm 1V$.
- Provee de dos modos de disparo para el A/D: por software y por disparador digital externo.
- Resolución de entrada: 14 bits en modo unipolar y 13 bits en modo diferencial.
- Muestreo de tasa máxima: Un canal 48 KS/s, para múltiples canales 42KS/s.
- Voltaje de trabajo $\pm 10V$, con una impedancia de entrada de $144K\Omega$ y una protección de sobretensión de $\pm 35V$.
- Cuenta con 8 entradas analógicas y 8 digitales ambas pueden configurarse como entradas o salidas por medio de software además posee 8 salidas digitales con 2 salidas analógicas utilizando un convertidor de aproximaciones sucesivas.

NI USB-6009

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND

Figura VI.49: Pinout de tarjeta DAQ USB 6009.

6.2.5.5 LA ADQUISICIÓN DE DATOS (DAQ)

Definida la señal, debemos escoger un sistema de medida. Sabemos que una señal analógica debe ser convertida en una señal que entienda la computadora. Para ello, es preciso definir un sistema de Conversión Analógica–Digital (A/D). Algunas de las consideraciones que debemos tener en cuenta antes de elegir un sistema de medida, será conocer el “Bit” de resolución del A/D, el rango del aparato, y el rango de la señal a medir.

a) Resolución.

Los números de Bits usados para representar una señal analógica determinan la resolución del A/D. A mayor resolución mayor número de divisiones, dentro del cual, el sistema puede “romper” el Rango del convertidor y por lo tanto, detectar el cambio más pequeño.

b) Rango del aparato.

El Rango se refiere al nivel mínimo y máximo de la señal analógica que el convertidor A/D pueda digitalizar. Muchos aparatos para la adquisición de datos tienen características de rangos seleccionables, tanto que se puede definir el rango del

convertidor para que la señal a tomar sea la de mayor ventaja para la resolución disponible.

6.2.5.6 Diagrama de bloques de una tarjeta DAQ:

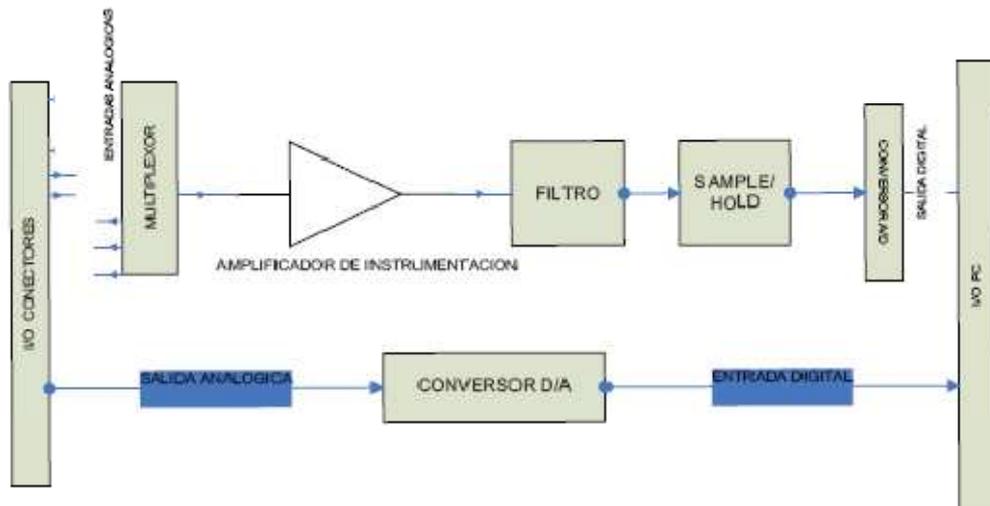


Figura VI.50: Diagrama de Boques de una tarjeta DAQ

Tarjeta de adquisición de datos 6009 de national instruments.

La tarjeta NI USB-6009 provee de la conexión a ocho canales de la entrada análoga (AI), a dos canales de la salida análoga (AO), a 12 canales digitales de la entrada-salida (DIO), y a un contador de 32 bits un interfaz USB full speed.

TABLA DE ASIGNACIÓN DE TERMINALES ANÁLOGAS

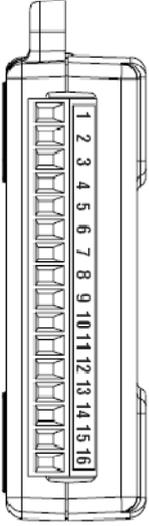
Module	Terminal	Signal, Single-Ended Mode	Signal, Differential Mode
	1	GND	GND
	2	AI 0	AI 0+
	3	AI 4	AI 0-
	4	GND	GND
	5	AI 1	AI 1+
	6	AI 5	AI 1-
	7	GND	GND
	8	AI 2	AI 2+
	9	AI 6	AI 2-
	10	GND	GND
	11	AI 3	AI 3+
	12	AI 7	AI 3-
	13	GND	GND
	14	AO 0	AO 0
	15	AO 1	AO 1
	16	GND	GND

Tabla VI.VI: Asignación de terminales análogas

TABLA DE ASIGNACIONES DE TERMINALES DIGITALES

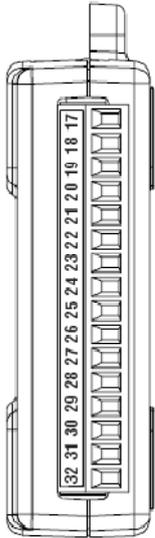
Module	Terminal	Signal
	17	P0.0
	18	P0.1
	19	P0.2
	20	P0.3
	21	P0.4
	22	P0.5
	23	P0.6
	24	P0.7
	25	P1.0
	26	P1.1
	27	P1.2
	28	P1.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
	32	GND

Tabla VI.VII: Asignación Terminales digitales del DAQ

**DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA Y SALIDA
DE LA TARJETA NI-6009**

Nombre de la señal	Referencia	Dirección	Descripción
GND	-	-	Punto de referencia de la Tierra- para medidas single-ended del AI, diagonal punto de la vuelta actual para las medidas diferenciadas del modo, voltajes del AO, digitales señales en el conector de la entrada-salida, +5 VDC fuente, y la referencia de +2.5 VDC.
AI <0..7>	Varias	Entrada	La entrada análoga a canal 0 a 7-para las medidas single-ended, cada señal son un canal del voltaje de entrada análoga. Para las medidas diferenciadas, el AI 0 y el AI 4 son las entradas positivas y negativas del canal diferenciado 0 de la entrada análoga. La señal siguiente aparea también los canales diferenciados de la entrada de la forma: <AI 1, AI 5>, <AI 2, AI 6>, y <AI 3, AI 7>.
AO 0	GND	Salida	El canal análogo 0 provee la salida del voltaje del canal 0 del AO.
AO 1	GND	Salida	El canal análogo 1 provee la salida del voltaje del canal 1 de AO.
P1.<0..3> P0.<0..7>	GND	Salida o entrada	Entrada-salida Digital se puede configurar individualmente cada señal como una entrada o salida.
+2.5 V	GND	Salida	Referencia externa de +2.5 V para la prueba.
+5 V	GND	Salida	La Fuente de +5 V proporciona energía de +5 V hasta 200 mA.
PFI 0	GND	Entrada	El pin de PFI 0- es configurable como un disparador digital o entrada del contador de eventos.

Tabla VI.VIII: Descripción de las señales de salida y entrada de la tarjeta NI-6009

6.2.6 NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW

LABVIEW es una poderosa herramienta de programación, con aplicaciones en muchos campos como: Ingeniería (Electrónica, Mecánica), Biomedicina, Campos investigativos en general.

Es un lenguaje de programación gráfica, rápido, amigable y más fácil de utilizar que la mayoría de lenguajes de programación de alto nivel. Algunas aplicaciones de este paquete son: diseñar interfaces hombre máquina, diseñar sistemas SCADA, etc. Puede reconocer directamente varios dispositivos como: PLC's, Fieldpoint's (National Instruments), etc.

Los programas creados en LABVIEW se denominan VI's y su extensión es .vi. Se pueden crear subrutinas conocidas como subVI's, y además se tienen librerías adicionales en los toolkit, que por supuesto tienen un costo adicional al paquete básico.

En el diagrama de bloques se ubican los diagramas de programación, como por ejemplo: lazos For, While, Secuencias, Casos, etc.

En las pantallas aparecen menús clásicos como: file, edit, window, help; cuyo funcionamiento es idéntico al de los menús utilizados en Windows.

6.2.7 Configuración Labview –PLC

1. Abrimos LabVIEW 8.6. Seleccionamos Empty Project.



Figura VI.51: Crear Nuevo Proyecto

2. Seleccionamos un servidor de entradas y salidas de datos New- I/O server .

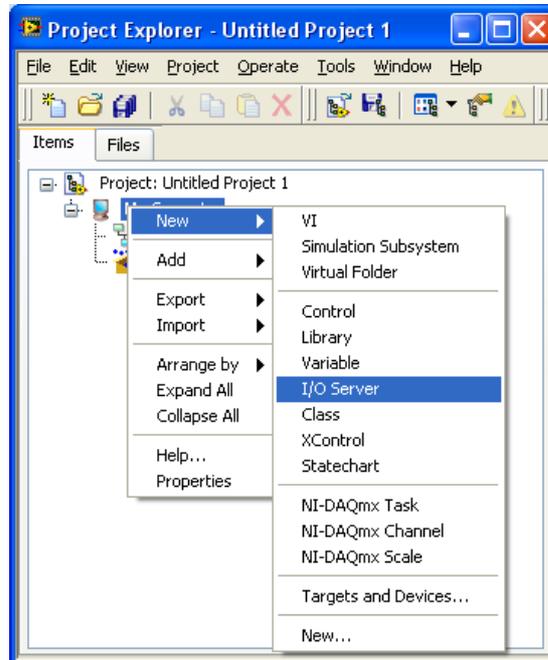


Figura VI.52: Creación Nuevo Servidor.

3. Seleccionamos el tipo de servidor a utilizar.

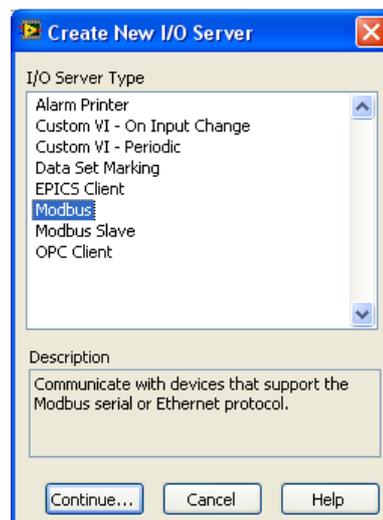


Figura VI.53: Selección de tipo de servidor

4. Configuramos la comunicación Modbus

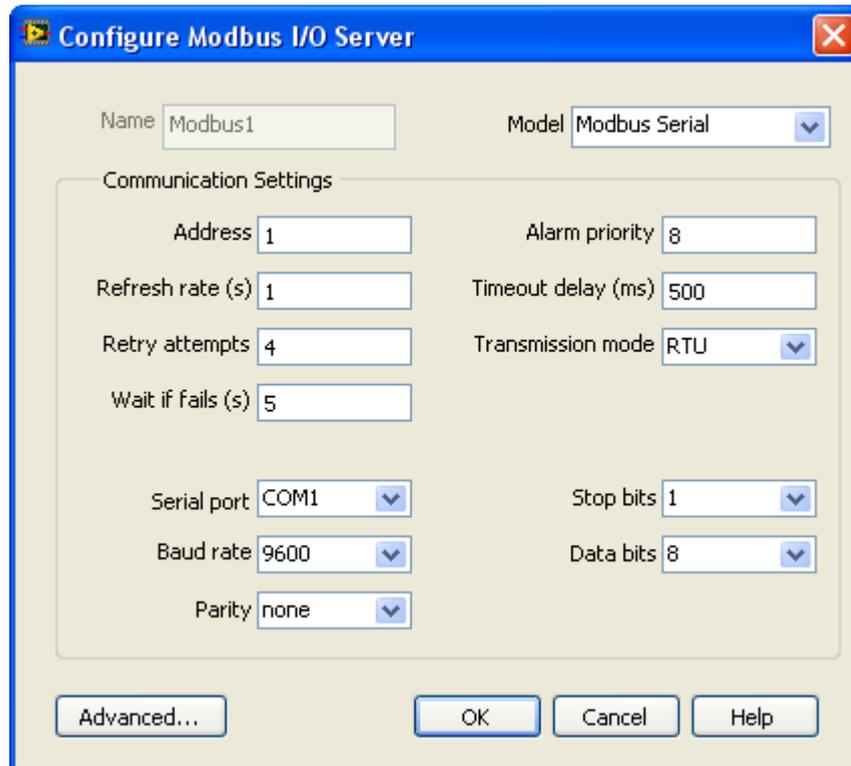


Figura VI.54: Configuración Modbus

5. Creación de variables Modbus

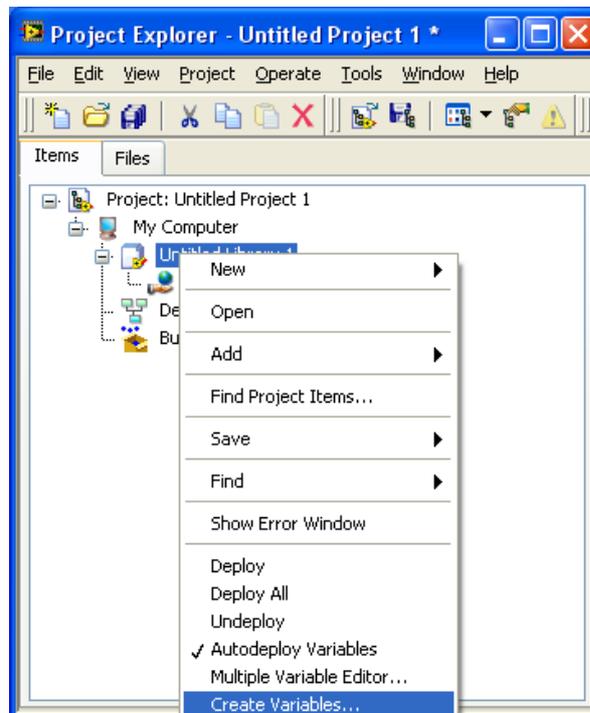


Figura VI.55: Creación de variables Modbus

6. Escojemos variables modbus que vamos a utilizar.

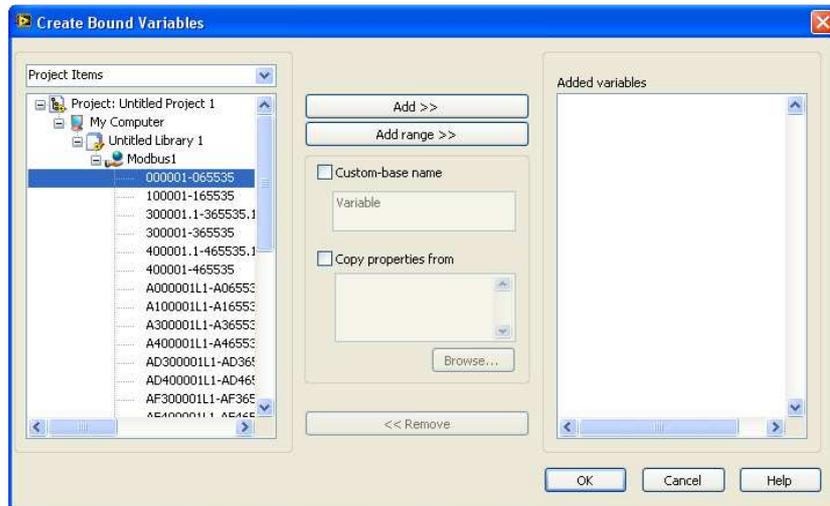


Figura VI.56 Escojemos variables Modbus

6.2.8 Interfaz desarrollada en LabView

Mediante LabView se desarrolló la interfaz para el Control Remoto del Módulo desde la PC, la misma que consta de las siguientes pantallas:

6.2.9 Panel Frontal del Programa Principal

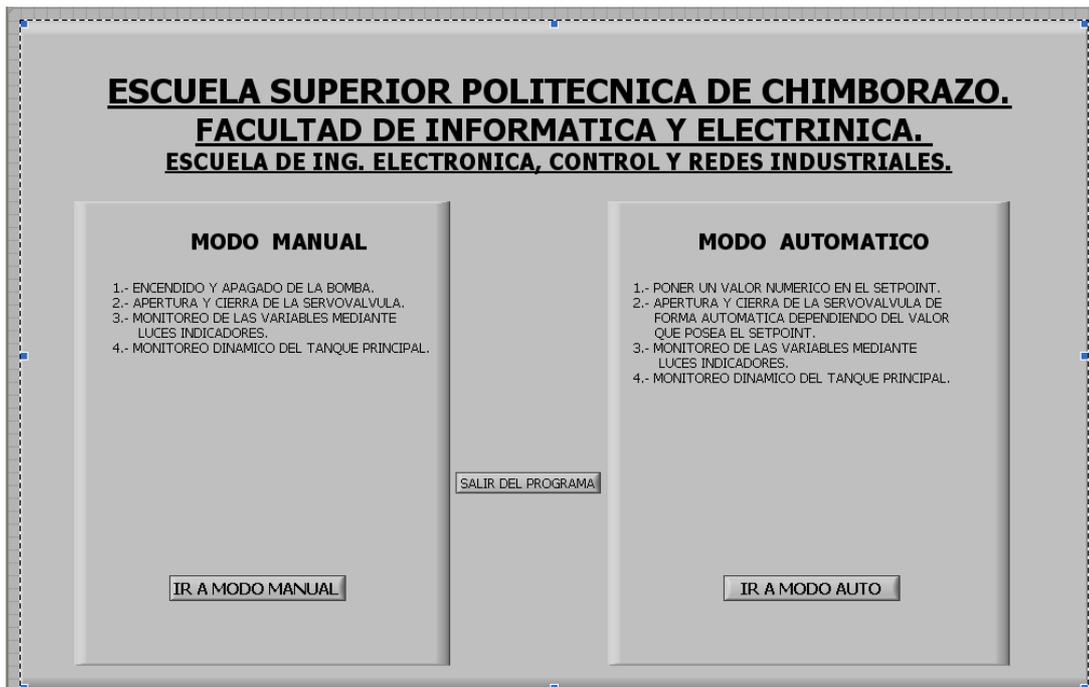


Figura VI.57: Pantalla Principal

La figura VI.57 muestra la pantalla principal de la interfaz que es la de presentación al usuario. Esta pantalla permite escoger el modo de operación deseado, el mismo que debe ser correspondiente con el seleccionado en el panel de operador. Una vez que se pulsa la opción requerida se pasa a la pantalla correspondiente al modo de operación escogido.

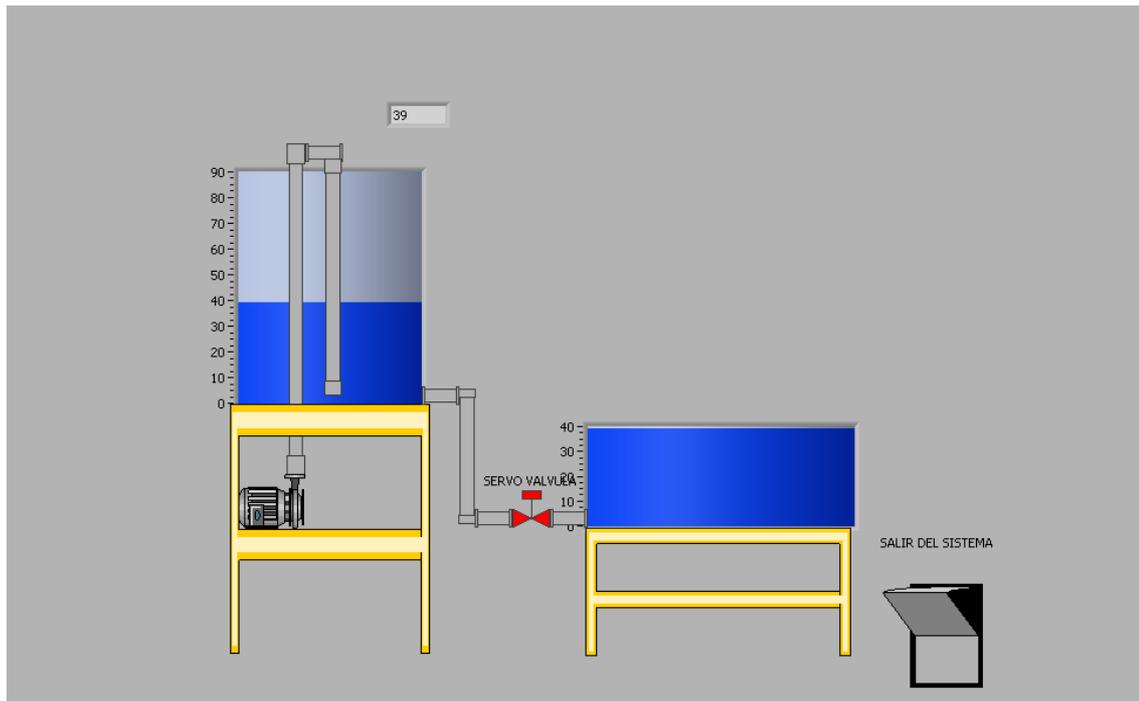


Figura VI.58: Panel Frontal

6..2.10 Diagrama de Bloques del Programa Principal

Este programa contiene un lazo While loop (Figura VI.58) el cual permite que su funcionamiento sea de manera continua hasta el momento en que se pulsa el botón de STOP.

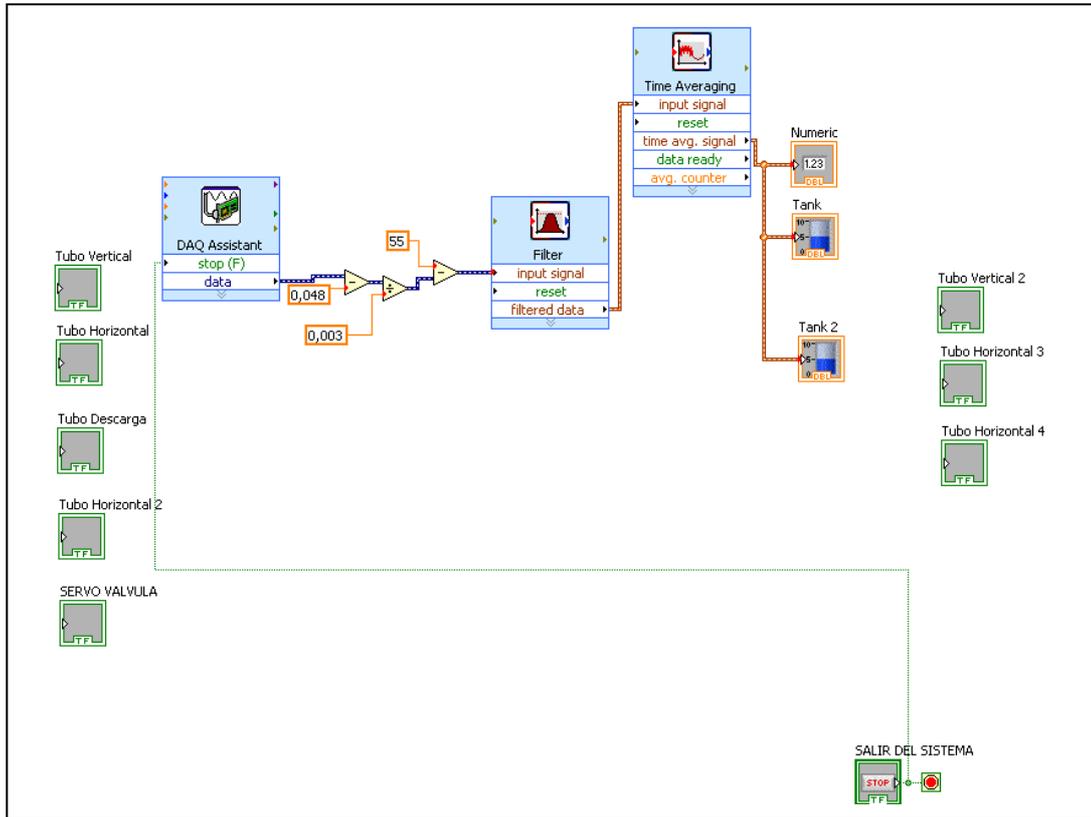


Figura VI.59: Diagrama en bloques del Programa Principal

Este lazo While Loop tiene en su interior una Sequence Structure que es un lazo que realiza acciones en forma secuencial que consta de tres secuencias, las cuales permiten enlazar al programa principal con los VI del Modo Manual y del Modo Automático para poder tener acceso a ellos desde el Panel Frontal del programa principal.

CAPÍTULO VII

7.1 PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas de funcionamiento fueron realizadas para determinar el comportamiento del equipo y sus componentes principales como son los actuadores: bomba y servoválvula; y sensores: nivel ultrasónico. Para ello se realizaron varias pruebas en los diferentes modos de operación: Manual-Control Local, Manual-PC y Automático-PC con los que cuenta el módulo.

7.2 DESCARGA DEL PROGRAMA PARA EL PLC TWIDO

Para que el módulo entre en funcionamiento se debe descargar el programa correspondiente siguiendo los siguientes pasos:

- Conectar el Módulo a la fuente de alimentación (110V, 60Hz).
- Conectar el cable de extensión DB-9 desde el puerto serial de la PC hasta el conector DB-9 en el Panel de Operador del Módulo.
- Colocar el selector de tres posiciones para elegir el modo de funcionamiento en la posición "Control Remoto" (desde la PC).
- Iniciar el programa TwidoSuite.
- Abrir el archivo

- Descargar el programa al PLC con la opción “Conectar” en la ventana “Autómata”. Se abrirá una ventana con la opción: “Transferir PC Autómata”, con lo que el PLC quedará programado.

Una vez inicializado el módulo, se selecciona el modo de operación ya sea manual ó automático. Se debe tomar en cuenta que para realizar el control remoto, el puerto serial de la PC debe estar conectado al conector DB-9 hembra localizado en el panel de operador a través de la extensión entregada como parte del módulo. Por último, se alimenta el módulo con lo cual se enciende la luz indicadora principal en el panel de operador, indicando que el módulo está listo para trabajar.

7.2.1 PRUEBAS DE LA BOMBA.

La bomba es la encargada de suministrar el caudal de entrada al tanque principal, determinando su tiempo de llenado. El objetivo de esta prueba es hallar el caudal de entrada efectivo, tomando el tiempo que se demora la bomba en llenar el tanque a diferentes alturas como se indica en la tabla 7.1 y en la tabla 7.2:

PRUEBA MANUAL PANEL	ALTURA/NIVEL (Cm)	TIEMPO (S)
1	5	4
2	10	7
3	20	11
4	30	15
5	40	20
6	50	23

Tabla VII.IX: Prueba Manual-Local De La Bomba

PRUEBA PANEL AUTO	ALTURA/NIVEL (Cm)	TIEMPO (S)
1	5	3
2	10	7
3	20	11
4	30	15
5	40	20
6	50	23

Tabla VII.X: Prueba Manual-PC De La Bomba

Con estos datos se realizan los cálculos del caudal de entrada en función del área transversal que es de 0.25m², para los dos modos de funcionamiento Local y Remoto (PC) obteniendo los resultados dados en las tablas 4.3 y 4.4

ALTURA (Cm)	TIEMPO DE LLENADO (S)	VOLUMEN (m ³)
5	4	0.0012
10	7	0.0019
20	12	0.0027
30	17	0.0035
40	21	0.0043
50	25	0.0051

Tabla VII.XI: Caudal De Entrada Para Modo Manual-Local

ALTURA (Cm)	TIEMPO DE LLENADO (S)	VOLUMEN (m ³)
5	4	0.0013
10	7	0.0020
20	12	0.0028
30	17	0.0035
40	21	0.0043
50	25	0.0051

Tabla VII.XII: Caudal De Entrada Para Modo Manual-PC

Las figuras 7.3 y 7.4 muestran el tiempo de llenado en función de la altura, se puede apreciar que el tiempo tiene un comportamiento lineal conforme aumenta la altura del

agua en el tanque, esto quiere decir que el tanque se va llenando en con caudal constante conforme pasa el tiempo.

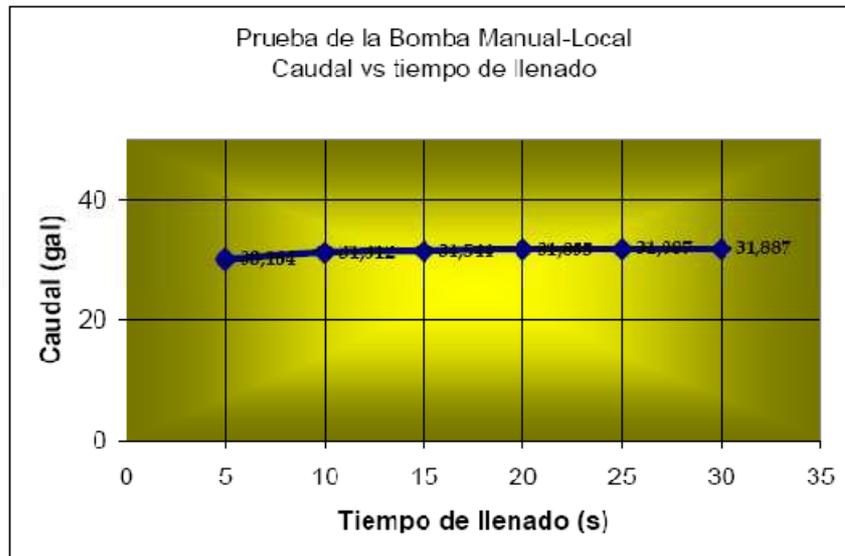


Figura VII.59: Caudal vs. Tiempo de llenado Modo Manual-Local

CONCLUSIONES

- El plc telemecanique es muy versátil para aplicaciones destinadas al control industrial.
- El motor DC como prototipo de una servoválvula es factible ya que proporciona un buen torque de trabajo y además el control se lo realiza con conocimientos de electrónica y control automático.
- El sensor ultrasónico no es muy adecuado para aplicaciones de control de nivel por su poca eficiencia que presenta en un líquido como en este caso el agua.
- La tarjeta DAQ 6009 NI donde implementamos el sensor ultrasónico es adecuada para el manejo de este tipo de sensores por lo que presenta una alta resolución y una buena eficiencia.
- Al diseñar nuestro propio control de la servoválvula se analizo que se comporta el sensor QRD de mejor forma si el diámetro del eje del motor DC es mayor.
- Se tiene una mejor lectura de los datos en el programa desarrollado en Labview cuando las características de PC son mejores, memoria procesador, arranque, etc.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar un condensador cerámico 104 en la alimentación de la tarjeta DAQ 6009 para así poder atenuar el ruido que existe alrededor.
- Se debe tener muy en cuenta las memorias utilizadas en el programa twido swite para no tener inconvenientes al momento de implementar la comunicación Modbus en Labview ya que este programa llama a las memorias para realizar el control y monitoreo de las variables de control de nivel.
- Una vez que se modifica el programa desde el plc se recomienda borrar todas las variables Modbus en Labview para no tener conflictos o errores cuando sean utilizadas en el programa Labview.

RESUMEN

Se diseñó y construyó un módulo didáctico de monitoreo y control del nivel del agua para ser instalada en el laboratorio de Control de la EIE-CRI.

El proceso se realiza en dos tanques, un principal y un secundario el agua será llevada del uno al otro a través de tubería instalada para el efecto. El equipo permite controlar el nivel de agua a través de dos actuadores, una bomba que suministra agua desde el tanque secundario al tanque principal cuyo caudal será manipulado por una servoválvula, formando así un circuito cerrado de agua. La servoválvula fue construida a partir de una válvula de esfera acoplada a un motor DC que es el actuador de la válvula. La apertura de la válvula se mide a través de la señal de voltaje dada por un sensor QRD. La señal tomada del sensor es acondicionada por un pic que envía señales a un puente H para el control del motor DC.

El control de la variable nivel de agua se hace mediante un PLC, el mismo que es el encargado de procesar los datos y tomar las acciones respectivas para el control de la variable Nivel. El monitoreo se puede hacer desde dos ubicaciones: a) Control Local, que se halla en el panel de operador y b) Control automático se realiza a través de una PC. El control se lo realiza de forma manual como automática.

Una vez construido el sistema de Control y monitoreo de nivel de agua los estudiantes de la EIE-CRI podrían realizar prácticas de laboratorio en medición, control y monitoreo de las variables del nivel del líquido.

Por lo que se recomienda integrar el módulo didáctico de monitoreo y control del nivel del agua en la materia de instrumentación y sensores

SUMMARY

You designs and I build a didactic module of monitoreo and control of the level of the water to be installed in the laboratory of Control of the EIE-CRI.

The process is carried out in two tanks, a main one and a secondary one the water it will be taken of each other through pipe installed for the effect. The team allows to control the level of water through two actuadores, a bomb that gives water from the secondary tank to the main tank whose flow will be manipulated by a servoválvula, forming this way a closed circuit of water. The servoválvula was built starting from a sphere valve coupled AD to a motor that it is the actuador of the valve. The opening of the valve is measured through the voltage sign given by a sensor QRD. The taken sign of the sensor is conditioned AD by a pic that he/she sends signs to a bridge H for the control of the motor.

The control of the variable level of water is made by means of a PLC, the same one that is the one in charge of to process the data and to take the respective actions for the control of the variable Level. The monitoreo one can make from two locations: to) Local Control that is in the operator panel and b) automatic Control is carried out through a PC. The control is carried out it in a manual way as automatic. Once built the system of Control and monitoreo of level of water the students of the EIE-CRI could carry out practical of laboratory in mensuration, control and monitoreo of the variables of the level of the I liquidate.

For what is recommended to integrate the I modulate didactic of monitoreo and control of the level of the water in the instrumentation matter and sensors

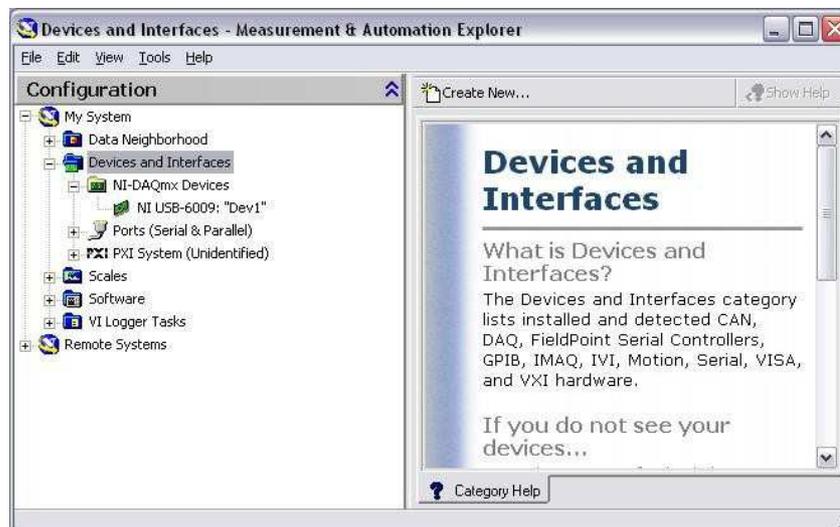
ANEXOS:

PARA LA CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA DAQ SE ACONSEJA SEGUIR EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO.

Ejercicio 1

1. Abre MAX haciendo doble clic en su icono en el escritorio o seleccionando **Start » Programs » National Instruments » Measurement and Automation**.
2. Despliega la sección **Devices and Interfaces** para ver los dispositivos de National Instruments instalados en tu computadora. X te mostrará el hardware y software existente en ella.
3. Despliega la sección **NI-DAQmx Devices** para ver el hardware que es compatible con NIDAQmx.

El número del elemento aparecerá resaltado y seguido estará el nombre del elemento. Los Instrumentos Virtuales VI's (Virtual Instruments) utilizan estos números para determinar que elemento está ejecutando las operaciones de Adquisición de Datos (DAQ).



4. Realiza una Auto Prueba (Self-Test) en el elemento, dando clic derecho en el árbol de configuración y seleccionando **Self-Test**, o dando un clic en **Self-Test** en la parte superior central de la ventana. Esto examinará los recursos del sistema en el

dispositivo. Este debe pasar la prueba satisfactoriamente, puesto que ya había sido configurado.

5. Habilita una salida dentro de tu elemento. Has clic derecho en el árbol de configuración y selecciona **Device Pinouts**, o dando un clic en **Device Pinouts** en la parte superior central de la ventana.

6. Abre ahora los paneles de prueba (Test Panels) dando un clic derecho en el árbol de configuración y seleccionando **Test Panels**, o un clic en **Test Panels** en la parte superior central de la ventana. Los paneles de prueba te permiten probar la funcionalidad disponible en tu dispositivo, las entradas y salidas, tanto analógicas como digitales y contabilizar las entradas y salidas sin hacer ningún tipo de programación.

7. En la pestaña **Analog Input** de los Paneles de Prueba, cambia **Mode** a **Continuous** y **Rate** a 10,000 Hz. Da un clic en **Start**, silba o sopla en el micrófono de tu dispositivo y observa la señal que se dibuja. Una vez que hayas terminado da clic en **Finish**.

8. Observa en la pestaña Digital I/O, que desde el inicio el puerto está configurado como entrada. Observa los LED's bajo la sección **Select State** que representan el estado de entrada en las líneas. Da un clic en el botón **All Output** bajo la sección **Select Direction**.

Observa que ahora tienes interruptores bajo la sección **Select State**, que señalan específicamente el estado de salida de cada una de las líneas. Cambia el valor de la línea 0 y observa cómo se ilumina su LED. Cierra los Paneles de Prueba.

9. Cierra el MAX.

Ejercicio 2: Adquiriendo Datos

Completa los siguientes pasos para crear un VI que adquiera continuamente datos desde tu dispositivo DAQ.

1. Abre LabVIEW.

2. En la ventana **Getting Started** selecciona el enlace **New** o el enlace **VI from Template** para abrir la caja de diálogo **New**.

3. Abre una plantilla de adquisición de datos. Desde la lista **Create New** selecciona **VI » From Template » DAQ » Data Acquisition with NI-DAQmx.vi** y da un clic en **OK**.

4. Despliega el Diagrama de Bloques (Block Diagram), si ya está abierto, solo da un clic en el para presentarlo, si no, selecciona **Window » Show Block Diagram**. Puedes cambiarte entre las ventanas (Block Diagram y Front Panel) desde el teclado presionando <Ctrl-E>. Sigue las siguientes instrucciones para completar tu diagrama de bloques.

5. Da doble clic en el bloque **DAQ Assistant** para abrir el asistente de configuración de adquisición de datos.

6. Configura la operación de la entrada analógica.

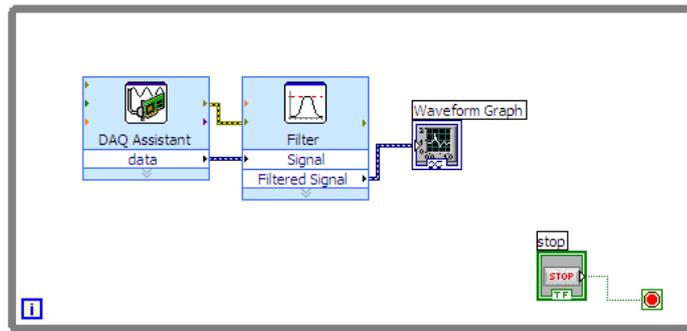
a. Selecciona **Analog Input » Voltage**.

b. Selecciona **Dev 1 (USB-6009) » ai0**, para adquirir datos en la entrada analógica por el canal 0. Da un clic en **OK**.

c. En la siguiente ventana definirás los parámetros de operación de la entrada análoga. Para seleccionar el rango de entrada con el que trabajará mejor tu micrófono, en la pestaña **Settings**, escribe **2 Volts** a la casilla **Maximum**, y **-2 Volts** en la casilla **Minimum**. En la casilla **Task Timing** selecciona **Continuous** como modo de adquisición e ingresa 10000 en la tasa de frecuencia. No cambies ningún otro valor y da un clic en **OK** para cerrar el asistente.

7. Coloca el VI Expres **Filter** a la derecha del **DAQ Assistant** dentro del diagrama de bloques.

Abre la Paleta de Funciones (Functions Palette) haciendo clic derecho sobre el área de trabajo del Diagrama de Bloques. Desde la Paleta de Funciones selecciona **Express » Signal Analysis » Filter** y colócalo en el Diagrama de Bloques dentro del ciclo while. Para mantener fija la Paleta de Funciones en el Diagrama de Bloques presiona el pequeño pin ubicado en la esquina superior izquierda de la paleta. Toma nota, este paso se omitirá en los siguientes ejercicios, pero se tendrá que repetir. En la ventana de configuración bajo la sección **Filtering Type** elige **Highpass**. En la sección **Cutoff Frequency** utiliza una tasa de frecuencia de **300Hz**. Da un clic en **OK** cuando termines.

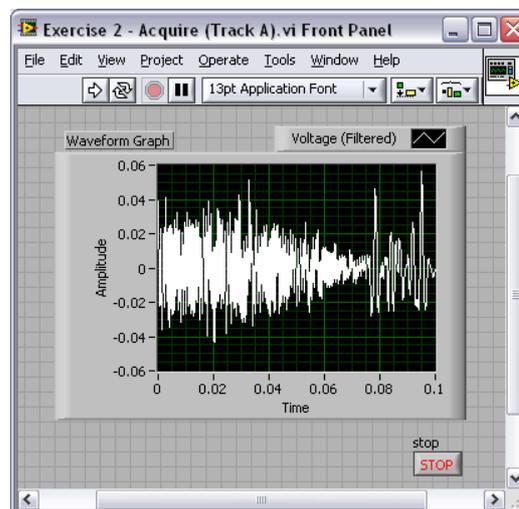


8. Realiza las siguientes conexiones en tu diagrama de bloques. Para cablear un elemento con otro lleva el cursor hasta las terminales del elemento hasta que cambie a un carrito de conexión y dando un clic llévalo hasta el otro elemento y da un clic en el terminal objetivo.

a. Conecta la terminal de salida **Data** del **DAQ Assistant VI** a la entrada **Signal** del VI **Filter**.

9. Regresa al Panel Frontal (Front Panel) presionando desde el teclado <Ctrl.-E> o seleccionando **Window » Show Front Panel**.

10. Corre la aplicación haciendo clic en el botón **Run**. Sopla o silba en el micrófono para observar cómo cambia el voltaje en la gráfica.



11. Para la aplicación cuando termines haciendo clic en el botón **Stop**.

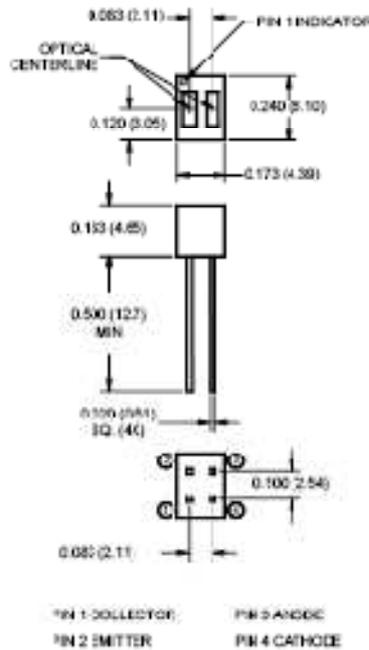
12. Guarda el VI con el nombre **Ejercicio 9 - DAQ.vi** y ciérralo.

ESPECIFICACIONES SENSOR QRD1114



QRD1113/1114 REFLECTIVE OBJECT SENSOR

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:

1. Dimensions for all drawings are in inches (millimeters).
2. Tolerance of ±.010 (.25) on all non-nominal dimensions unless otherwise specified.
3. Pins 2 and 4 typically .050" shorter than pins 1 and 3.
4. Dimensions controlled at housing surface.

FEATURES

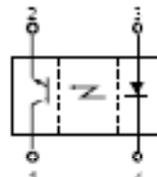
- Phototransistor Output
- No contact surface sensing
- Unfocused for sensing diffused surfaces
- Compact Package
- Daylight filter on sensor



NOTES (Applies to Max Ratings and Characteristics Tables)

1. Derate power dissipation linearly 1.33 mW/°C above 25°C.
2. R/A flux is recommended.
3. Methanol or isopropyl alcohols are recommended as cleaning agents.
4. Snorkeling iron wire (1.6mm) from housing.
5. As long as leads are not under any spring tension.
6. D is the distance from the sensor face to the reflective surface.
7. Cross talk (I_{CD}) is the collector current measured with the indicator current on the input side and with no reflective surface.
8. Measured using an Eastman Kodak neutral white test card with 50% diffused reflecting as a reflective surface.

SCHEMATIC



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise specified)

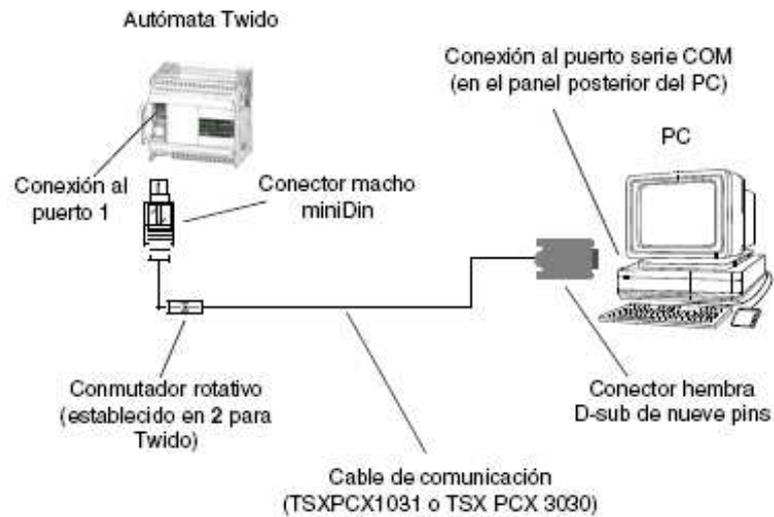
Parameter	Symbol	Rating	Units
Operating Temperature	T _{OPR}	-40 to +85	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-40 to +85	°C
Lead Temperature (Solder Iron)(2)	T _{SOL4}	240 for 5 sec	°C
Lead Temperature (Solder Flux)(2)	T _{SOLP}	240 for 10 sec	°C
EMITTER			
Continuous Forward Current	I _F	50	mA
Reverse Voltage	V _R	5	V
Power Dissipation(3)	P _D	100	mW
SENSOR			
Collector-Emitter Voltage	V _{CEP}	30	V
Emitter-Collector Voltage	V _{CEC}		V
Power Dissipation(3)	P _D	100	mW

ELECTRICAL / OPTICAL CHARACTERISTICS (T _A = 25°C)						
PARAMETER	TEST CONDITIONS	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
EMITTER						
Forward Voltage	I _F = 20 mA	V _F	—	—	1.7	V
Reverse Current	V _R = 5 V	I _R	—	—	100	μA
Peak Emission Wavelength	I _F = 20 mA	λ _{PE}	—	940	—	nm
SENSOR						
Collector-Emitter Breakdown	I _C = 1 mA	BV _{CEO}	30	—	—	V
Emitter-Collector Breakdown	I _E = 0.1 mA	BV _{ECO}	5	—	—	V
Dark Current	V _{CE} = 10 V, I _F = 0 mA	I _D	—	—	100	nA
COUPLED						
QRD1113 Collector Current	I _F = 20 mA, V _{CE} = 5 V D = .050% (R)	I _{C(OH)}	0.300	—	—	mA
QRD1114 Collector Current	I _F = 20 mA, V _{CE} = 5 V D = .050% (R)	I _{C(OH)}	1	—	—	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage	I _F = 40 mA, I _C = 100 μA D = .050% (R)	V _{CE(SAT)}	—	—	0.4	V
Cross Talk	I _F = 20 mA, V _{CE} = 5 V, E _E = 0 (7)	I _{CX}	—	.200	10	μA
Rise Time	V _{CE} = 5 V, R _L = 100 Ω	t _r	—	10	—	μs
Fall Time	I _{C(OH)} = 5 mA	t _f	—	50	—	μs

DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CABLE TSXPC1031.

Conexión del cable de comunicación TSX PCX 1031 o TSX PCX 3030

El diagrama siguiente muestra un ejemplo de conexión del cable de comunicación de un PC a un autómata Twido. La ubicación del puerto 1 varía según el modelo de autómata Twido. Si desea más información acerca de la utilización de los puertos serie COM, consulte la documentación del PC.

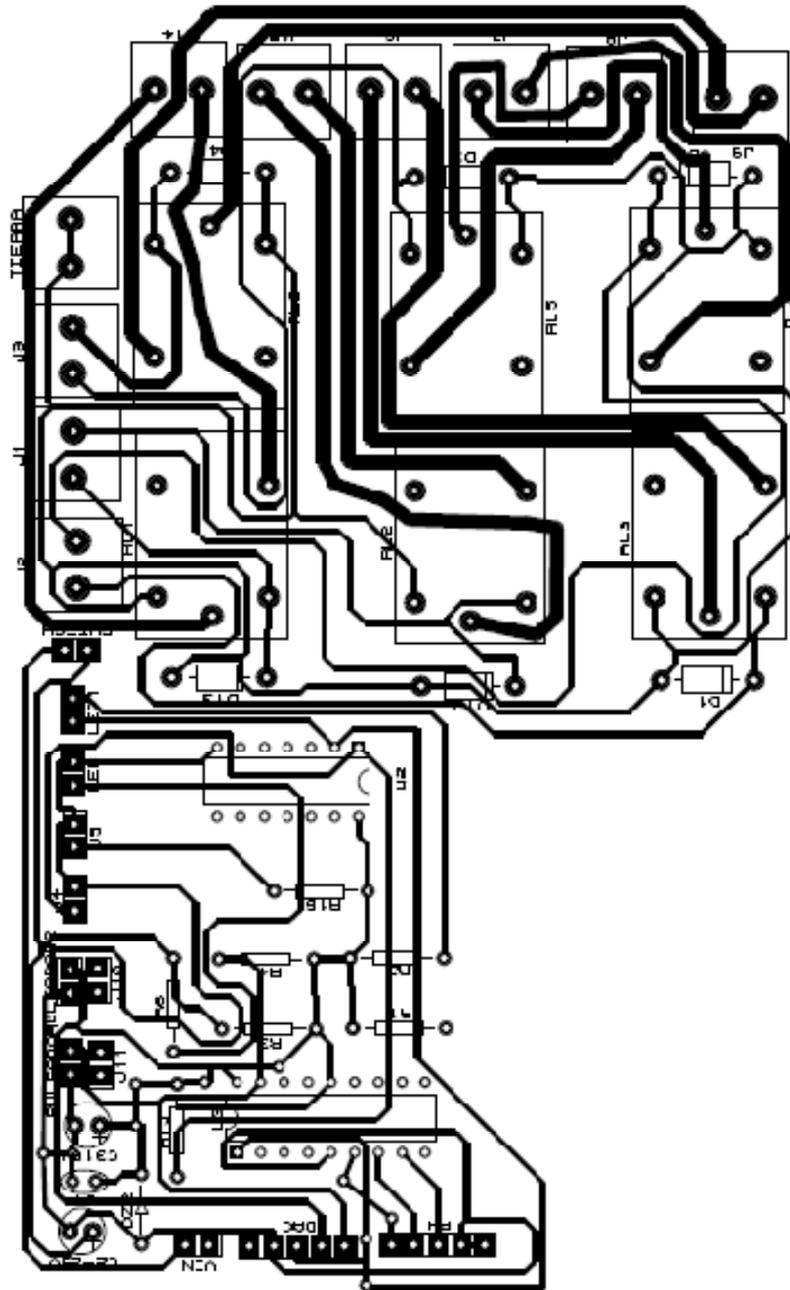


Resumen de Especificaciones DAQ NI USB 6009

General	
Producto	USB-6009
Familia de Productos	DAQ Multifunción
Formato Físico	USB
Sistema Operativo/Objetivo	Windows , Linux , Mac OS , Pocket PC
Familia de Productos DAQ	Serie B
Tipos de Medida	Voltaje
Compatibilidad con RoHS	Sí
Entrada Analógica	
Canales	8 , 4
Canales de una sola terminal	8
Canales Diferenciales	4
Resolución	14 bits
Velocidad de Muestreo	48 kS/s
Rendimiento	48 kS/s
Máx. Voltaje de Entrada Analógica	10 V
Rango de Voltaje Máximo	-10 V , 10 V
Precisión Máxima del Rango de Voltaje	138 mV
Rango de Voltaje Mínimo	-1 V , 1 V
Mínima Precisión del Rango de Voltaje	37.5 mV
Número de Rangos	8
Muestreo Simultáneo	No
Memoria Interna	512 B
Salida Analógica	
Canales	2
Resolución	12 bits
Máx. Voltaje de Salida Analógica	5 V
Rango de Voltaje Máximo	0 V , 5 V
Precisión Máxima del Rango de Voltaje	7 mV
Rango de Voltaje Mínimo	0 V , 5 V
Mínima Precisión del Rango de Voltaje	7 mV
Razón de Actualización	150 S/s
Capacidad de Corriente Simple	5 mA
Capacidad de Corriente Total	10 mA
E/S Digital	
Canales Bidireccionales	12
Canales de Entrada Únicamente	0
Canales de Salida Únicamente	0
Número de Canales	12 , 0 , 0
Temporización	Software

General	
Niveles Lógicos	TTL
Entrada de Flujo de Corriente	Sinking , Sourcing
Salida de Flujo de Corriente	Sinking , Sourcing
Filtros de Entrada Programables	No
¿Soporta Estados de Encendido Programables?	No
Capacidad de Corriente Simple	8.5 mA
Capacidad de Corriente Total	102 mA
Temporizador Watchdog	No
¿Soporta Protocolo de Sincronización para E/S?	No
¿Soporta E/S de Patrones?	No
Máximo Rango de Entrada	0 V , 5 V
Máximo Rango de Salida	0 V , 5 V
Contadores/Temporizadores	
Número de Contadores/Temporizadores	1
Operaciones a Búfer	No
Eliminación de Rebotes	No
Sincronización GPS	No
Rango Máximo	0 V , 5 V
Frecuencia Máxima de la Fuente	5 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	100 ns
Generación de Pulso	No
Resolución	32 bits
Estabilidad de Tiempo	50 ppm
Niveles Lógicos	TTL
Especificaciones Físicas	
Longitud	8.51 cm
Ancho	8.18 cm
Altura	2.31 cm
Conector de E/S	Terminales de tornillo

DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO DE LA ETAPA DE POTENCIA, ETAPA DE CONTROL Y
GIRO DE LA SERVOVÁLVULA.



BIBLIOGRAFÍA:

- CUZCO, Silva. Control y Medición de Nivel de Líquidos mediante Intouch. 1.ed. Guayaquil-Ecuador, Corrales, Mayo 2001, 285pp.
- CREUS SOLÉ, Antonio. Instrumentación Industrial. 3.ed. Madrid España, McGraw-Hill, 1992. pp:155-183.
- DAQ NI 6009
<http://www.logicelectronic.com/productos/Adquisicion%20NI/NI%20USB-6009.html>
2010-09-29

<http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/electronica/Interfaces%20y%20Perifericos/guia6lyP.pdf>
2010-09-29
- LABVIEW
www.ni.com
www.ni.com/latam
2010-09-10
- OGATA Katsuhiko. Ingeniería De Control Moderna. 4.ed. Guadalajara-México, McGraw-Hill, 2003. pp: 140-258.
- PALLÁS, Ramón. Adquisición y Distribución De Señales. 2.ed. Madrid-España, Columbus, 1993. Pp: 52-112.
- PROAKIS, J.G.; MANOLAKIS, D.G. Tratamiento Digital de Señales; Principios, algoritmos y aplicaciones. 4.ed. Los Angeles-Estados Unidos, Prentice Hall, 1999. pp: 112-125.
- SISTEMAS SCADA
www.personal.redestb.es/efiguera/memoria.htm
www.colsein.com.co
2010-09-01

- VÁLVULAS

www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml

2010-09-25

INDICE DE ABREVIATURAS

EIE-CRI .- Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales

PLC.- Control lógico programable.

SCADA.- Supervisión Control y Adquisición de datos

HMI.- Interfaz hombre maquina.

NI DAQ.- National Instruments Data adquisición Quality.

PC.- Computadora personal.

GLOSARIO

Conversor A/D.- Recibe información de forma de voltaje analógica y la transforma en voltaje digital para así poder ser tratada en un PC..

Microcontrolador.- Es un dispositivo electrónico y eléctrico encargado de controlar mediante una secuencia de instrucciones uno o más procesos. Actualmente, los controladores integran dispositivos como memorias, circuitos de E/S en un pequeño chip.

Motor DC.- Es un motor que se alimenta con corriente continua.

Servoválvula.- Es una válvula que es controlada mediante movimientos mecánicos y circuitos electrónicos. La servovalvula nos permite realizar un control proporcional al motor de corriente continua.

Twido Swite.- Es un software en el que podemos programar el PLC telemecánico configurando entradas y salidas de acuerdo a las necesidades del proyecto.

LabView.- Es un software utilizado para programar en forma gráfica las entradas y salidas de nuestro sistema.