2017-I

MANUAL DE PRACTICAS DE LABORATORIO –SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESO- AMATROL



Elaborado por: Laboratorios de Electrónica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Revisión: 2017-I

BORRADOR

AGRADECIMIENTOS

EL LABORATORIO DE ELECTRONICA
AGRADECE A TOD@S LAS PERSONAS,
CUYAS CONTRIBUCIONES HICIERON
POSIBLE LA REALIZACIÓN DE ESTA GUIA

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO 10
1.1. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –NIVEL Y FLUJO- T5552 10
1.1.1. PARTES 11
1.2. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –TEMPERATURA- T5553 13
1.2.1. ESTRUCTURA BÁSICA 14
1.2.2. PARTES 15
1.3. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –ANALITICO- T5554 18
1.3.1. PARTES 19
1.4. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –PRESIÓN- T5554 22
1.4.1. PARTES 24
2. EJERCICIOS BASICOS DE RECONOCIMIENTO 26
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES 26
2.2. AJUSTE LINEAL DE LOS SENSORES 31
2.2.1. SENSORES DE NIVEL (T5552) 31
2.2.2. SENSORES DE FLUJO (T5552) 33
2.2.3. SENSORES DE TEMPERATURA (T5553) 37
2.2.4. SENSOR DE FLUJO (T5554) 41
2.2.5. SENSOR DE PH (T5554) 42
2.5.6. SENSOR DE NIVEL (T5554) 45
2.5.7. SENSOR DE PRESIÓN DE AIRE Y NIVEL MEDIANTE PRESIÓN DIFERENCIAL (T5555) 47
3. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (SIEMENS) 50
3.1. CONSIDERACIONES GENERALES 50
3.2. PLC SIEMENS S7-300 52
3.3. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES S7-300) 55
3.3.1. PASOS PARA ENCONTRAR LA SOLUCIÓN AL EJERCICIO 55
3.4. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (ENTRADAS Y SALIDAS ANALOGAS S7-300) 66
3.4.1. ACTIVIDAD 68
3.4.2. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTIVIDAD 68
3.5. PLC SIEMENS S7-1200 72
3.6. HMI KPT 700 PORTRAIT 73

BORRADOR

3.7. CONFIGURACIÓN INICIAL DEL TERMINAL 74
3.8. CREAR UN PROYECTO EN TIA PORTAL V13 74
3.9. CREAR UN PROYECTO PARA UN HMI 77
3.10. CARGAR DE UN PROYECTO EN UN DISPOSITIVO SIEMENS 78
3.11. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (I/O DIGITALES S7-1200) 79
3.11.1. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTVIDAD DE RECONOCIMIENTO 81
3.12. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (I/O ANALOGAS S7 1200) 82
3.12.1. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTVIDAD DE RECONOCIMIENTO 83
3.13. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (INTERACCION CON UN HMI) 84
4. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (ALLEN BRADLEY) 87
4.1. PLC Compactlogix 5300 88
4.2. HMI PANEL VIEW PLUS 600 89
4.3. PRIMEROS PASOS USANDO EL MALETIN 91
4.3.1. CONFIGURACIÓN DEL PC 91
4.3.2. CREACIÓN DE UN PROYECTO PARA EL PLC 92
4.3.3. CREACIÓN DE UN PROYECTO PARA LA HMI 94
4.3.4. CARGAR DE UN PROYECTO EN EL PLC 95
4.3.5. CARGAR DE UN PROYECTO EN LA HMI 96
4.4. APLICACIÓN DE PRUEBA PARA PROBAR EL MALETIN 99
5. REFERENCIAS 104

BORRADOR

Lista de Figuras

Figura 2. Sistema de control de proceso (Nivel-Flujo). [1]. 10
Figura 3. Sistema de control de proceso (Temperatura). [2]. 13
Figura 4. Sistema de control de proceso (Temperatura-Circulación del Agua). [2]. 14
Figura 5. Sistema de control de proceso (Analítico). [2] 18
Figura 6. Sistema de control de proceso (Analítico). [4] 22
Figura 7. Conexión Eléctrica. 26
Figura 8. Nivel de Agua T5552. 27
Figura 9. Nivel de Agua T5553. 27
Figura 10. Nivel de Agua T5554. 28
Figura 11. Nivel de Agua T5555. 28
Figura 12. Indicaciones de Presión de Aire (T5555, T5552, T5553 respectivamente). 29
Figura 13. Regulador de presión. 29
Figura 14. Válvula Proporcional. 30
Figura 15. Reactivos. 30
Figura 16. Conexión de la Bomba. 31
Figura 17. Conexión del sensor de ultra-sonido 31
Figura 18. Conexión del sensor de presión hidrostática 32
Figura 19. Válvulas de Control 32
Figura 20. Sensor de Paletas 34
Figura 21. Zona de conexión del sensor de presión diferencial 34
Figura 22. Tubo Pitot 34
Figura 23. Tubo Venturi 35
Figura 24. Placa de Orificios 35
Figura 25. Circuito Transmisor de flujo 35
Figura 26. Circuito Transmisor de presión 36
Figura 27. Conexión termistor 38
Figura 28. Conexión Termocupla 38
Figura 29. Conexión RTD_PT100 39
Figura 30. Conexión para baja la temperatura 39
Figura 31. Conexión para aumentar la temperatura 40
Figura 32. Distribución de los termómetros 40
Figura 33. Sensor de Flujo T5554 41
Figura 34. Válvulas de control Manual 42
Figura 35. Posición del pH-metro 42
Figura 36. Circuito pH-metro 43
Figura 37. Estados Bomba eductora [2] 43
Figura 38. Estados Bomba dosificadora 44
Figura 39. Estados sensores de llenado 45
Figura 40. Circuito Nivel T5554 45
Figura 41. Tanque proceso 46
Figura 42. Sensor de Presión de aire 47
Figura 43. Fuentes 47

Figura 44. Válvulas T5555 48
Figura 45. Sensor de Nivel (medición indirecta a través de presión diferencial) 48
Figura 46. Variador de Frecuencia 49
Figura 47. Estructura física S7-300 53
Figura 48. CPU S7-300 53
Figura 49. Panel de Conexiones 54
Figura 50. Direcciones I/O 54
Figura 51. Cilindros Doble Efecto 55
Figura 52. Secuencia Electro neumática 56
Figura 53. Grupos 56
Figura 54. Hoja 1_Ladder 57
Figura 55. Hoja 2_Ladder 58
Figura 56. Hoja 3_Ladder 59
Figura 57. Icono TIA 60
Figura 58. Nuevo 60
Figura 59. Abrir 60
Figura 60. Agregar Dispositivo 61
Figura 61. CPU 61
Figura 62. Ramal 62
Figura 63. Crear Variable_1 62
Figura 64. Crear Variable_2 63
Figura 65. Crear Variable_3 63
Figura 66. Crear Variable_4 63
Figura 67. Crear Variable_5 64
Figura 68. Cable Interface_MPI 64
Figura 69. Programar_PLC_S7_300_1 64
Figura 70. Programar_PLC_S7_300_2 64
Figura 71. Programar_PLC_S7_300_3 65
Figura 72. Puertos Analógicos_In 66
Figura 73. Conexiones_In 67
Figura 74. Puertos Analógicos_Out 67
Figura 75. Conexiones_Out 67
Figura 76. Configurar Análogas 1 68
Figura 77. Configurar Análogas 2 68
Figura 78. Configurar Análogas 3 69
Figura 78. Configurar Análogas 4 69
Figura 78. Configurar Análogas 4 69
Figura 81. Bloque MOVE 70
Figura 82. Entrada Analógica 71
Figura 83. Convertir a Periférico 71
Figura 84. Potenciómetro 71
Figura 85. Potenciómetro 2 72
Figura 86. S7_1200 [5] 72
Figura 87. HMI KTP Portrait [5] 73
Figura 88. Configuración Dirección IP 74
Figura 89. Configuración de Red 74

Figura 90. Crear Proyecto S7-1200 1 75
Figura 91. Crear Proyecto S7-1200 2 75
Figura 92. Crear Proyecto S7-1200 3 75
Figura 93. Crear Proyecto S7-1200 4 76
Figura 94. Crear Proyecto S7-1200 5 76
Figura 95. Crear Proyecto S7-1200 6 77
Figura 96. Crear Proyecto HMI 1 77
Figura 97. Crear Proyecto HMI 2 78
Figura 98. Crear Proyecto HMI 3 78
Figura 99. Cargar en Dispositivo 79
Figura 100. Main S7-1200 80
Figura 101. Nuevo Ramal 80
Figura 102. PLC siemens 81
Figura 103. Solución Propuesta 81
Figura 104. Configuración Análogas S7-1200 1 82
Figura 105. Configuración Análogas S7-1200 2 82
Figura 106. Configuración Análogas S7-1200 3 83
Figura 107. Configuración HMI Portrait 1 84
Figura 108. Configuración HMI Portrait 2 84
Figura 109. Asignación Variable 85
Figura 110. Apariencia 85
Figura 111. Color 86
Figura 112. Maletín, Basado en: [6] 87
Figura 113. PLC Allen Bradley [7] 88
Figura 114. Conexiones Físicas [7] 89
Figura 115. HMI [7] 89
Figura 116. RED 90
Figura 117. Configuración 91
Figura 118. Principal 92
Figura 119. Menú 1 92
Figura 120. Rutina 1 93
Figura 121. Ventana Auxiliar 93
Figura 122. Ventana Principal F 94
Figura 123. Nuevo/Abrir 94
Figura 124. Pantalla 1 95
Figura 125. Principal 95
Figura 126. Menú 2 96
Figura 127. Chasis 96
Figura 128. Menú 3 97
Figura 129. Guardar 97
Figura 130. Menú 4 98
Figura 131. Cargar HMI 98
Figura 132. Puente, Basado en: [2] 100
Figura 133. I-V, Basado en: [2] 100
Figura 134. Bus, Basado en: [6] 101
Figura 135. LADDER 101

BORRADOR

Figura 136. Variable (Fuente el autor) _____ *102*
Figura 137. Variable 2 (Fuente el autor) _____ *102*
Figura 138. Modo run (Fuente el autor) _____ *103*

BORRADOR

Lista de Tablas

Tabla 1. Componentes del sistema de control de proceso (Nivel-Flujo) (Basado en [1]). 12
Tabla 2. Componentes del sistema de control de proceso (Térmico) (Basado en [2]). 17
Tabla 3. Componentes del sistema de control de proceso (Panel) (Basado en [3]). 19
Tabla 4. Componentes del sistema de control de proceso (Lazo 1) (Basado en [3]). 20
Tabla 5. Componentes del sistema de control de proceso (Lazo 2) (Basado en [3]) 21
Tabla 6. Componentes del sistema de control de proceso (Presión) (Basado en [4]). 25
Tabla 7. Tabla de registro Sensores de Nivel 33
Tabla 8. Tabla de Registro Sensor de Paletas 36
Tabla 9. Tabla de registro Sensor de presión diferencial 37
Tabla 10. Tabla de registro Sensores de temperatura 41
Tabla 11. Tabla de registro pH-metro 44
Tabla 12. Tabla de registro sensor de nivel 46
Tabla 13. Tabla de registro T5555 49
Tabla 14. Instrucciones Básicas LADDER 51
Tabla 15. Características Técnicas S7-300 52
Tabla 16. Tabla Secuencia 56
Tabla 17. Tabla Direcciones 70
Tabla 18. Registros 79
Tabla 19. Características Técnicas Allen Bradley [7] 88
Tabla 20. Direcciones 99

BORRADOR

1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO

1.1. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –NIVEL Y FLUJO- T5552

Se presentan dos tipos de sistemas de control relacionados a las variables de; flujo y nivel de líquido. Muestra de una manera didáctica los conceptos de calibración, ajuste, instalación, operación y conectividad de procesos en aplicaciones industriales (Ver Figura 2).

El T5552 está compuesta por; un área de trabajo, un panel de control, instrumentos industriales montados y cableados en un circuito cerrado. Con el fin de controlar el flujo de agua entre dos tanques o el nivel de líquido en un tanque, tiene sensores dispuestos para medir señales y conectar los dispositivos en una amplia variedad de configuraciones de control, ofrece 3 tipos de controladores: control por relé y un Controlador tipo PID. El control por relé incluye interruptores manuales de entrada, válvulas de solenoide y flotadores para realizar encendido o apagado automático de control de nivel de líquido. La opción de controlador PID permite un control programado de cualquiera de los niveles de líquido o flujo

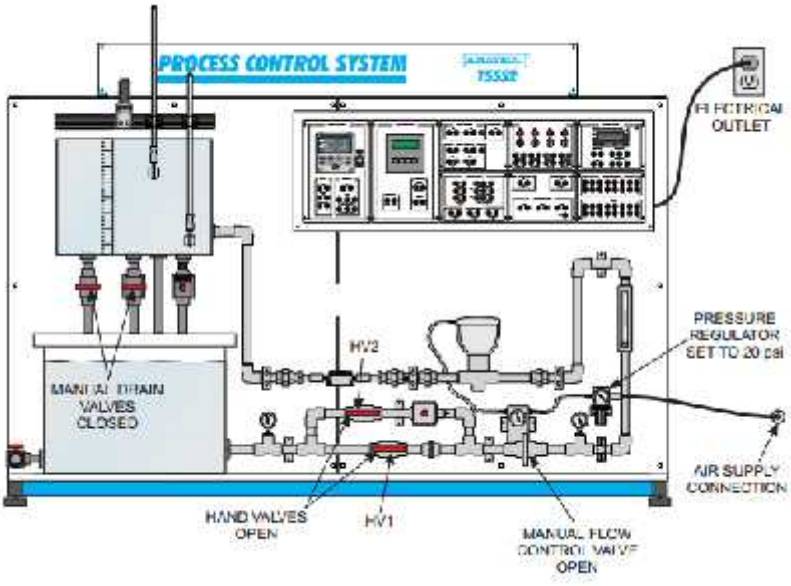


Figura 1. Sistema de control de proceso (Nivel-Flujo). [1].

1.1.1. PARTES

NOMBRE	FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
Transmisor de Flujo		Convierte el caudal que atraviesa al sensor de flujo y permite visualizar la salida en GPM (Galones por minuto), I (Corriente) o LTS (Litros por segundo). El rango de salida es de 4-20mA
Controlador PID		El controlador PID tiene entradas para configurar uno o dos lazos de control. Sus entradas son configurables en tensión y corriente de igual forma las salidas. Y el comportamiento de las salidas se rige por la entrada y los parámetros ajustados.
Panel de Entradas y Salidas		El panel de dispositivos de E/S incluye todos los bornes de conexión para diversos dispositivos analógicos y discretos del sistema de control. También se incluye en este panel la conexión de terminales para la interfaz con un PLC.
Panel de Interface de Operador		El panel de interfaz de operador incluye interruptores selectores para controlar la bomba de circulación, el motor del agitador, la válvula de solenoide de entrada de reactor de tanque y la válvula de solenoide de salida del tanque del reactor, con pilotos de control de cada uno.
Rotámetro		El rotámetro indica la velocidad de flujo a través de un lazo de control. También cuenta con una válvula de cierre ajustable que proporciona un medio para ajustar manualmente la velocidad máxima flujo dentro del bucle principal del proceso.
Bomba de Circulación		La bomba de circulación hace circular el fluido a través del bucle principal de proceso. En los sistemas T5553 y T5554 estas bombas son de paletas, pero en el sistema T5552 es sumergible de paletas.
Válvulas solenoide		Permiten obstruir el paso de algún fluido a través del lazo de manera controlada. Funcionan a 24V
Sensor de Flujo		Este es un sensor de flujo de paletas que convierte el caudal a través de la tubería principal en una señal de 4-20mA
Válvula Proporcional		El actuador proporcional permite que la válvula de solenoide operar de manera gradual mediante una señal de 4 -20mA. En el sistema T5554 este es electromecánico y en los sistemas T5552 y T5553 son electro neumáticos.
Tanque de Proceso		Es un tanque marcado milimétricamente para indicar el nivel de flujo, tiene dos orificios en la parte inferior los cuales desalojan el líquido con un caudal determinado.

Tanque de Almacenamiento		Aquí se guarda el agua del proceso en el sistema de control de proceso T5552
Sensor de Ultrasonido		Se encarga de medir el nivel del agua e indicarlo con una señal de corriente de 4-20mA.
Sensor de presión hidrostática		Se encarga de medir el nivel del agua e indicarlo con una señal de corriente de 4-20mA.
Sensor de nivel de flotador		Cuando el agua llega a la punta del sensor este abre y cierra un contacto.

Tabla 1. Componentes del sistema de control de proceso (Nivel-Flujo) (Basado en [1]).

BORRADOR

1.2. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –TEMPERATURA- T5553

Este sistema está dedicado al control de la variable Temperatura, en el cual de una manera didáctica se pretende simular procesos de aplicaciones industriales. Se compone de instrumentación para realizar acciones de sensado y control de dicha variable. Estos componentes eléctricos están conectados al panel de control de instrumentos de medición y de control para implementar estrategias de tipo PID, On /Off y manual (Ver Figura 3).

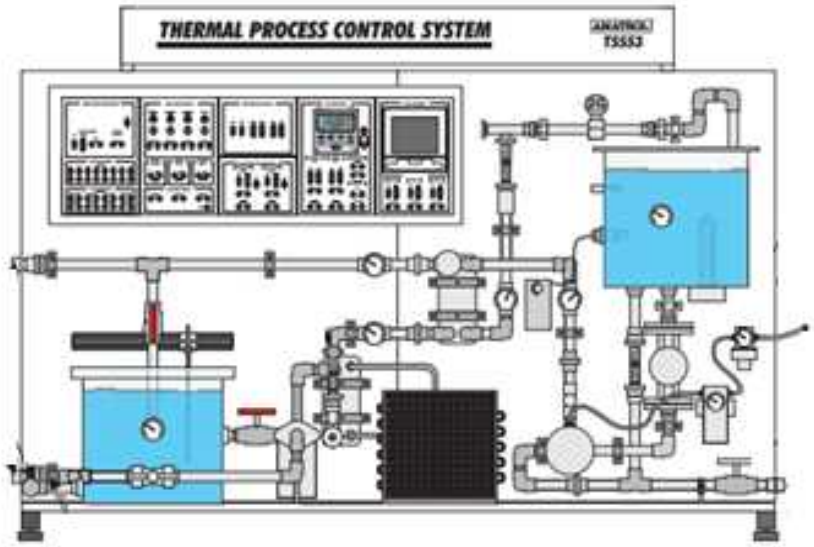


Figura 2. Sistema de control de proceso (Temperatura). [2].

Identificado con el código T5553 este realiza incrementos o decrementos de temperatura al fluido del proceso, esto se logra a través de un intercambiador de placas paralelas, el cual proporciona los cambios de temperatura según sea el caso.

Cuenta con sensores de temperatura como termocupla, termistor y RTD, los cuales brindan la señal de lectura desde el panel a través de un transmisor programable para la conversión a una señal de 4 -20mA.

1.2.1. ESTRUCTURA BÁSICA

Este sistema cuenta con tres circuitos (o lazos) hidráulicos que se encargan de hacer circular un fluido y someterlo a cambios de temperatura, estos circuitos se identifican de la siguiente forma;

- Lazo principal o de proceso (Línea Verde, Figura 4); Este se encarga de hacer circular el fluido al cual se le aplicaran cambios térmicos, este lazo inicia en la bomba del tanque de proceso y termina en la válvula de corte que se encuentra sobre el tanque, pasando a través de las placas del intercambiador de calor.
- Lazo de Servicio (Línea Roja, Figura 4); A través de este lazo circula el agua caliente que se encarga de calentar el agua de proceso, al igual que el lazo de proceso este inicia en la bomba impulsora, pero termina en el rotámetro que se encuentra en la parte superior del tanque, pasando a través del intercambiador de placas paralelas.
- Lazo de Enfriamiento (Línea Azul, Figura 4); Este lazo se compone de un enfriador el cual impulsa un gas (Freón “CFC”), y circula a través del intercambiador de calor de placas paralelas y se hace cargo de enfriar el agua de proceso.

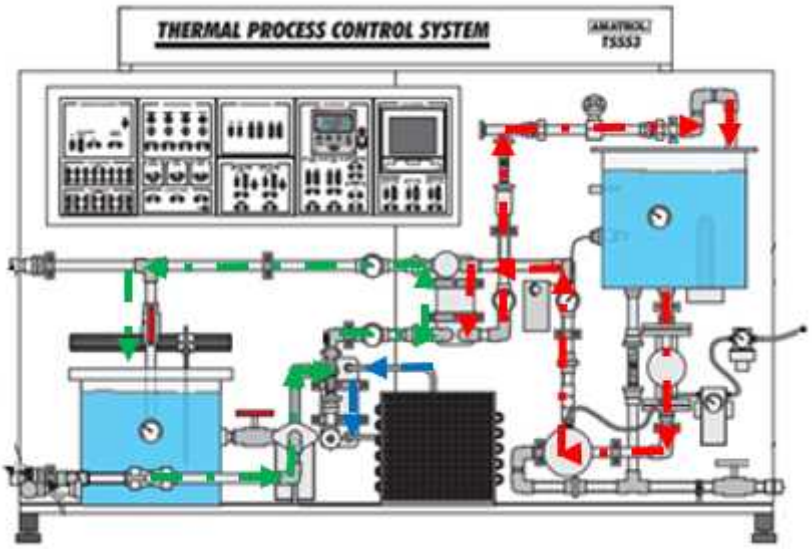
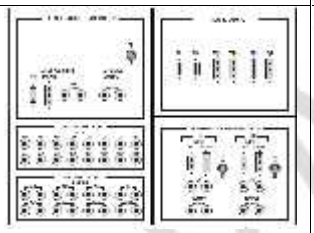
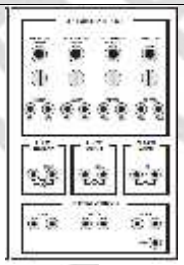
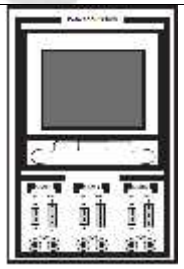
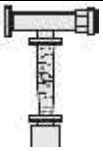


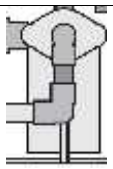
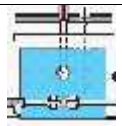
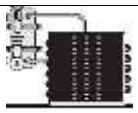
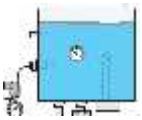
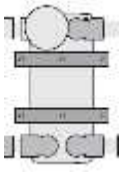
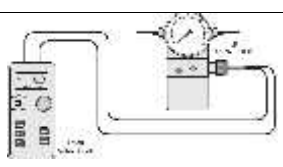
Figura 3. Sistema de control de proceso (Temperatura-Circulación del Agua). [2].

1.2.2. PARTES

Las partes del sistema de control de proceso se describen en la siguiente tabla, en la cual se encuentra el nombre y su función dentro del proceso;

NOMBRE	FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
Controlador PID		El control PID es el controlador que posee el sistema de control de proceso por defecto y el cual está configurado para realimentarse directamente con los sensores de temperatura y variar una salida en el rango de 4-20mA.
Panel de Entradas y Salidas		El panel de dispositivos tiene todas las borneras para la conexión de los elementos, además de la interface con el PLC.
Panel de Interface de Operador		El panel de interfaz de operador incluye interruptores selectores para controlar la bomba de circulación, bomba de calentamiento, el calentador y el enfriador, con pilotos de control de cada uno.
Honeywell eZtrend QXe Grabadora electrónica		Es un elemento que permite graficar durante un intervalo de tiempo una variable, las cuales pueden ser resistencia, tensión o corriente.
Rotámetro		El rotámetro es un indicador mecánico de flujo el cual indica su magnitud con respecto a un flotador interno, y este se desplaza a través de un dial numérico.

BORRADOR

Bomba de Circulación		Este sistema tiene dos bombas de circulación y su función es impulsar el agua a través del lazo en el cual están asignadas, hay una en el lazo de proceso y otra en el lazo de servicio (Agua caliente).
Válvula Proporcional		Un actuador neumático que funciona con una presión de 3-15PSI, es de tres vías y cuando conmuta lo que hace es cambiar el sentido del flujo en el lazo de agua caliente.
Tanque de Proceso		Este tanque almacena el agua que va a ser empleada en la simulación del proceso de cambio de temperatura.
Enfriador		Hace fluir un gas a través del intercambiador de calor y se encarga de hacer bajar la temperatura del proceso, lo más baja posible.
Tanque de Calentamiento		Se encarga de almacenar el agua que servirá para calentar el intercambiador de calor, en la parte inferior tiene una resistencia calentadora y en la parte superior un sensor de nivel de seguridad que debe estar siempre activo.
Termistor		Se encarga de medir la temperatura en el tanque de proceso del sistema de control de proceso T5553.
PT100		Se encarga de medir la temperatura en la salida del intercambiador de calor del sistema de control de proceso T5553.
Termocupla		Se encarga de medir la temperatura en la entrada del intercambiador de calor del sistema de control de proceso T5553.
Intercambiador de Calor		Se encarga de realizar el intercambio térmico entre el enfriador o el lazo de agua caliente con el lazo de proceso, es un intercambiador de placas paralelas lo que significa que está compuesto por varias laminas que aíslan los fluidos pero permiten la conducción térmica.
Conversor Corriente Presión I/P		Permite convertir la corriente en presión de aire y es el que e encarga de traducir la salida en corriente del controlador a presión de aire para controlar la válvula proporcional de 4-20mA.

BORRADOR

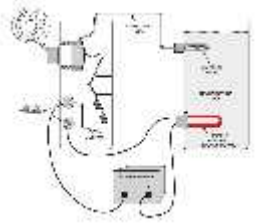
Transmisor de Temperatura		Se encarga de realizar el ajuste lineal de los sensores a una escala medible, es decir traduce la resistencia y mili-voltios de los sensores a un rango medible de 4-20mA y -10-100°C.
Termostato		Es una protección que se encarga de detectar cuando el agua llega al máximo valor permitido el termostato apaga la resistencia de calentamiento.
Manómetro		Los termómetros en espiral bimetálicos contienen un espiral en la sonda hecho con dos metales diferentes que son unidos. Los dos metales tienen diferentes índices de expansión. El espiral, que está conectado al indicador de temperatura, se expande cuando se calienta. Este termómetro de alimentos detecta la temperatura desde su punta y sube por el tubo de 2 a 2 1/2 pulgadas (5 a 6.3 cm). La temperatura resultante es el promedio de las temperaturas a lo largo del área de detección.

Tabla 2. Componentes del sistema de control de proceso (Térmico) (Basado en [2]).

BORRADOR

1.3. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –ANALITICO- T5554

El sistema de control de proceso analítico (Ver Figura 5) es un banco de pruebas en el cual se encuentran 2 lazos de control para las variables de proceso Flujo y pH, dentro de este también se pueden encontrar sensores, electroválvulas, elementos de control y pantallas para la visualización de las variables de proceso.

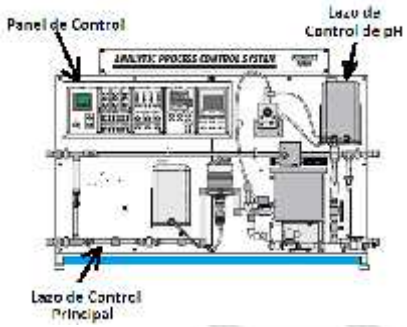


Figura 4. Sistema de control de proceso (Analítico). [2]

Este sistema de control se compone de 3 partes las cuales son:

- Panel de control (Ver Tabla 3); El panel de control contiene todas las conexiones necesarias y dispositivos de control para el sistema. Algunos de los dispositivos que se muestran son componentes estándar, mientras que otros son opcionales.

- Lazo de control principal (Ver Tabla 4); El bucle principal proceso incluye la tubería a través de la cual recircula el agua, la bomba encargada de la circulación del Agua y un sistema de inyección de reactivo, que se utiliza para inyectar un ácido (Bisulfato de sodio) en el proceso para reducir el pH.

- Lazo de Control de pH (Ver Tabla 5); El bucle de control de pH incluye manqueras a trasvés de las cuales circula un reactivo (Carbonato de Sodio), un sistema de inyección de reactivo, un tanque reactor con un agitador, y un electrodo de pH con un transmisor de pH.

  El sistema de inyección de reactivo para este bucle inyecta una solución de base del depósito en el reactor para devolver el pH del proceso al nivel deseado.

BORRADOR

1.3.1. PARTES

<table>
<tr><th>Nombre</th><th>Fotografía</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td>Transmisor de Flujo</td><td></td><td>Convierte el caudal que atraviesa al sensor de flujo y permite visualizar la salida en GPM (Galones por minuto), I (Corriente) o LTS (Litros por segundo).
El rango de salida es de 4-20mA</td></tr>
<tr><td>Controlador PID</td><td></td><td>El controlador PID tiene entradas para configurar uno o dos lazos de control. Sus entradas son el voltaje y salidas en corriente de forma predeterminada, pero se pueden ajustar teniendo los siguientes rangos e operación.
<table>
<tr><th>Entradas</th><th>Salidas</th></tr>
<tr><td>0-5V
0-10V
4mA-20mA
0mA-20mA</td><td>0-5V
0-10V
4mA-20mA
0mA-20mA</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Panel de Entradas y Salidas</td><td></td><td>El panel de dispositivos de E/S incluye todos los bornes de conexión para diversos dispositivos analógicos y discretos en el sistema T5554.
Incluye dispositivos tales como sensores de nivel, sensores de análisis (es decir, pH, oxígeno disuelto, ORP, etc), y las válvulas proporcionales de control de flujo. También se incluye en este panel la conexión de terminales para la interfaz con un PLC.</td></tr>
<tr><td>Panel de Interface de Operador</td><td></td><td>El panel de interfaz de operador incluye interruptores selectores para controlar la bomba de circulación, el motor del agitador, la válvula de solenoide de entrada de reactor de tanque y la válvula de solenoide de salida del tanque del reactor, con pilotos de control de cada uno.
También se incluyen en el panel son las conexiones para la bocina de la alarma, la bomba electrónica de dosificación, la señal analítica (es decir, el medidor de pH), y una fuente de alimentación de 24V.</td></tr>
<tr><td>Honeywell eZtrend QXe Grabadora electrónica</td><td></td><td>Este elemento permite graficar una o varias entradas contra tiempo y su visualización es configurable en varias magnitudes (Corriente, Voltaje, Resistencia, Temperatura, entre otras). Además de Permitir exportar los datos de las gráficas como un archivo Excel.</td></tr>
</table>

Tabla 3. Componentes del sistema de control de proceso (Panel) (Basado en [3]).

Nombre	Fotografía	Descripción	Rango de Trabajo
Rotámetro		El rotámetro indica la velocidad de flujo a través del bucle principal proceso en una escala. También cuenta con una válvula de cierre ajustable que proporciona un medio para ajustar manualmente la velocidad máxima flujo dentro del bucle principal del proceso.	0-2 GPM
Tanque de Reactivo del Proceso Principal		Este depósito de reactivo contiene el reactivo (bisulfato de sodio), usado para bajar el pH del proceso fluidas. El depósito está conectado a la bomba depuradora con una manguera flexible. Normalmente se carga hasta 6L y se agrega Bisulfato de sodio hasta 600mL.	0-12L
Bomba Depuradora		También conocida como bomba de inyección, la bomba inyecta un volumen seleccionable del reactivo en el proceso a una velocidad (frecuencia) determinada por el Flujo. Y tiene un interruptor para encender o apagar la bomba.	200-0.5 100-1.0 67-1.5 50-2.0 40-2.5
Bomba de Circulación		La bomba de circulación hace circular el fluido a través del bucle principal de proceso.	¼ HP
Válvulas solenoide		Las válvulas solenoide se encuentran, una al lado de la entrada del depósito del reactor y la otra se encuentra al lado de salida del tanque del reactor. Sirven para evitar el paso del líquido hacia el tanque en caso de que este lleno y para proteger la bomba en caso de que este vacío.	10V-24V
Sensor de Flujo		Este es un sensor de flujo de paletas que convierte el caudal a través de la tubería principal en una señal de 4-20mA	4-20mA.
Válvula Proporcional		El actuador proporcional permite que la válvula de solenoide operar de manera gradual mediante una señal de 4 -20mA.	4-20mA.

Tabla 4. Componentes del sistema de control de proceso (Lazo 1) (Basado en [3]).

Nombre	Fotografía	Descripción	Rango de Trabajo
Depósito de Reactivo		Este depósito tiene el reactivo (normalmente de carbonato de sodio) que neutraliza el ácido para elevar el pH del proceso. El depósito está conectado a la bomba dosificadora electrónica con mangueras, una transparente (Conduce agua) y una de color blanco (Conduce aire).	0-12L
Bomba Dosificadora electrónica		La bomba dosificadora electrónica mezcla una cantidad de reactivo con el líquido que se encuentre en el tanque de proceso. La bomba inyecta una cantidad específica de volumen de reactivo en el depósito de reactor a una velocidad establecida por el usuario (de frecuencia). La Bomba puede ser operada manualmente o se puede operar en el modo automático utilizando una señal de control 4 -20mA.	4-20mA
Tanque reactor de proceso		El tanque reactor del proceso, mantiene el fluido del proceso y permite que los reactivos se mezclen con él. El tanque del reactor incluye un agitador para mezclar en el reactivo. El tanque reactor también incluye interruptores de nivel alto y bajo, así como un sensor de presión/transmisor montado enla parte inferior del tanque para medir el nivel del tanque.	Capacidad del tanque 0-12L Rango del sensor de Nivel 4-20mA Interruptores de Nivel OFF=0V ON=24V
pH-metro		Electrodo de pH, un electrodo de Honeywell Durafet, es un electrodo de estado sólido que utiliza un tipo especial de transistor llamado Transistor de efecto de campo sensible a Iones (ISFET). Conectado con el electrodo hay una indicación del transmisor que muestra el nivel de pH medido por el electrodo y transmite una señal de 4-20mA que representa la medición del pH.	pH0=4mA-pH14=20mA

Tabla 5. Componentes del sistema de control de proceso (Lazo 2) (Basado en [3])

1.4. SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO –PRESIÓN- T5554

El T5555 (Ver figura 6) es una estación compuesta por diversos compartimentos hechos en acero laminado, los cuales están montados de tal manera que permiten la incorporación de un lazo de control para las variables de presión y nivel, las cuales se pueden controlar de manera coordinada operando las sensores y actuadores desde el panel de control. Todos los componentes eléctricos están conectados al panel de control, permitiendo a los estudiantes medir señales y conectar los dispositivos de control, para operar dicho sistema. [4]



Figura 5. Sistema de control de proceso (Analítico). [4]

El sistema de control de proceso T5555 de Amatrol ofrece la posibilidad de controlar el nivel de líquido y la presión del tanque de manera simultánea mediante una interfaz hombre-máquina (HMI), PLC siemens S7-1200, y un variador de frecuencia (VFD), que se encuentran en los campos industriales de todo el mundo en procesos de fabricación de productos farmacéuticos, petroquímicos, Alimentos, entre otros. [4]

Este sistema de entrenamiento de control de proceso es capaz de controlar el nivel y presión de líquido de forma simultánea, mediante la utilización de componentes de instrumentación y control tales como; un sensor de presión diferencial y válvulas proporcionales. El uso de una bomba centrífuga de tipo industrial y el variador de frecuencia (VFD), permite a los alumnos practicar directamente las aplicaciones relacionadas al uso de actuadores de tipo industrial mediante un control ajustable. [4]

Este sistema de control de proceso es operado por un controlador de automatización programable Siemens Simatic S7-1200, que proporciona una interfaz hombre-máquina (HMI) para la visualización y control de procesos. Todos los componentes eléctricos en el T5555 están conectados al panel de control por lo que los alumnos pueden medir señales y conectar dispositivos en una amplia variedad de configuraciones para practicar las habilidades de la industria aplicables. Esta disposición expuesta permite una fácil observación y evaluación de la operación y el rendimiento del sistema. [4]

El sistema de control de proceso T5555 Presión del proceso es la última incorporación a los sistemas de Amatrol, que incluyendo al sistema de control de proceso de nivel y flujo (T5552), el sistema control de procesos de temperatura (T5553), y el sistema de control de procesos Analíticos (T5554). Se pueden conectar entre sí para la realización de otro tipo de estructuras de tipo industrial a partir de los modelos existentes. [4]

BORRADOR

1.4.1. PARTES

El sistema de control de proceso T5555, está compuesto por las siguientes partes;

NOMBRE	FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN
Fuente		La fuente de voltaje proporciona alimentación a los diferentes elementos que componen el sistema de control de proceso T5555
Panel de Conexión de sensores y actuadores		Este panel tiene las borneras de conexión para obtener datos de los sensores de presión, nivel (por presión diferencial y ON/OFF), además de las borneras de alimentación para las válvulas proporcionales de entrada y salida.
Variador de Frecuencia		Se encarga de controlar la velocidad de la bomba centrifuga, puede ser desde el mando manual en el panel frontal o desde un dispositivo remoto.
Panel de Entradas y Salidas		Este panel tiene dos pulsadores (Verde-Rojo), con los cuales se pueden emular las funciones de inicio y paro de emergencia, además de los bornes para conectar el variador de frecuencia desde un dispositivo externo.
HMI		Esta pantalla sirve para realizar, representaciones graficas del sistema de control de proceso, las cuales se animan enlazándose con un PLC y se programan en el software TIA Portal.

BORRADOR

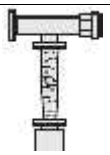
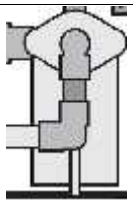
Rotámetro		El rotámetro es un indicador de flujo muestra su medición apoyándose en un flotador, el cual se mueve dependiendo de la presión de agua sobre él.
Bomba de Circulación		Es una bomba centrifuga que impulsa el agua a través del lazo de proceso.
Tanque de Proceso		Es un tanque con marcas (en centímetros y pulgadas), las cuales permiten realizar un control de nivel. Cuenta con dos sensores de seguridad de nivel (Alto y Bajo), los cuales son capacitivos de tipo ON/OFF.
Tanque de Almacenamiento		Sirve para almacenar e agua.
Sensor de Nivel, por presión diferencial		Mide la presión de entre sus terminales y la traduce en una señal de 4-20mA.
Sensor de Presión		Mide la presión de aire acumulada dentro del tanque de proceso.
Unidad de Mantenimiento		Se encarga de medir la temperatura en el tanque de proceso del sistema de control de proceso T5555.

Tabla 6. Componentes del sistema de control de proceso (Presión) (Basado en [4]).

BORRADOR

2. EJERCICIOS BASICOS DE RECONOCIMIENTO

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Tenga en cuenta las siguientes recomendaciones antes de empezar a operar la maquina:

- Si tiene alguna duda acerca del funcionamiento consulte los manuales de usuario pertenecientes a cada sistema de control o téngalos mano para consultar a medida que desarrolle las practicas.
- Conecte el panel de alimentación del sistema de control de proceso (excepto el T5553 ya que se alimenta a 220VAC bifásico trifilar) a 120VAC con un cable AWG 10 para 20A.
- Una vez realizada la conexión active el interruptor termo magnético (Previamente retirado el candado de protección).

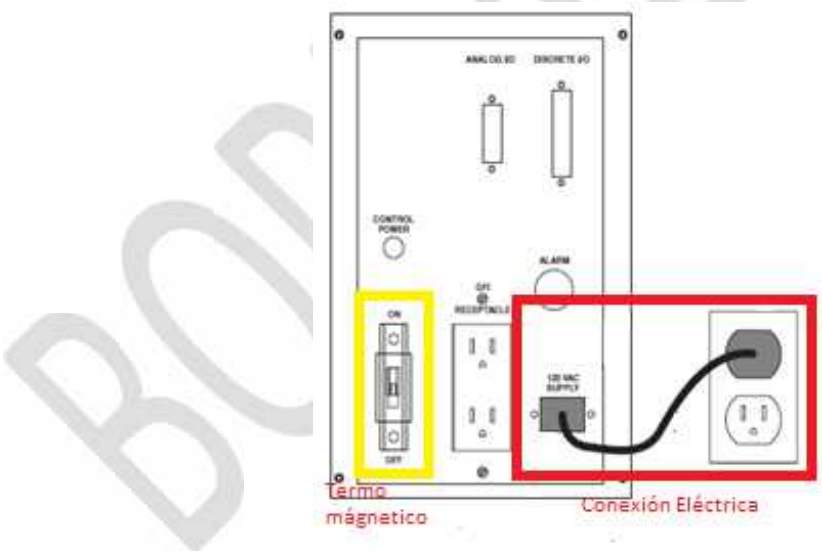


Figura 6. Conexión Eléctrica.

- Verifique el nivel de agua en los tanques (lo ideal es que estén cercanos a la marca que se muestra a continuación):

En la T5552;



Figura 7. Nivel de Agua T5552.

En la T5553;



Figura 8. Nivel de Agua T5553.

En la T5554;



Figura 9. Nivel de Agua T5554.

En la T5555;



Figura 10. Nivel de Agua T5555.

- En los sistemas de control de proceso T5552, T5553 y T5555, la presión indicada por los manómetros (En los reguladores de presión de aire) debe ser de 20 PSI o 1,37 bar.



Figura 11. Indicaciones de Presión de Aire (T5555, T5552, T5553 respectivamente).

Nota I: Si dicha presión es cero, abra la válvula corte (Verificar alimentación de aire) o encienda el compresor.

Nota II: Si aún efectuando estas operaciones la presión sigue siendo cero, abra la válvula reguladora de control dispuesta en los reguladores de presión girándola en sentido contrario a las manecillas del reloj (Ver figura 13).



Figura 12. Regulador de presión.

- Si no va a realizar alguna práctica de control, en el sistema de control de proceso T5554 por favor retire la válvula proporcional y en su lugar coloque un tubo (Accesorio).



Figura 13. Válvula Proporcional.

- Por último, si va a preparar los químicos para controlar la variable pH, perteneciente al sistema de control de proceso T5554, hágalo de la siguiente manera:
  - ✓ Agregue 50mL de Carbonato de Sodio (en polvo) y bisulfato de sodio (en polvo) en cada uno de los recipientes.
  - ✓ Seguidamente retire cada recipiente del sistema de control de proceso.
  - ✓ Agregue el químico y vierta agua en cada recipiente (hasta la mitad).
  - ✓ Agite hasta que la mezcla sea homogénea y no haya grumos.
  - ✓ Coloque nuevamente los tarros en el sistema de control de proceso.

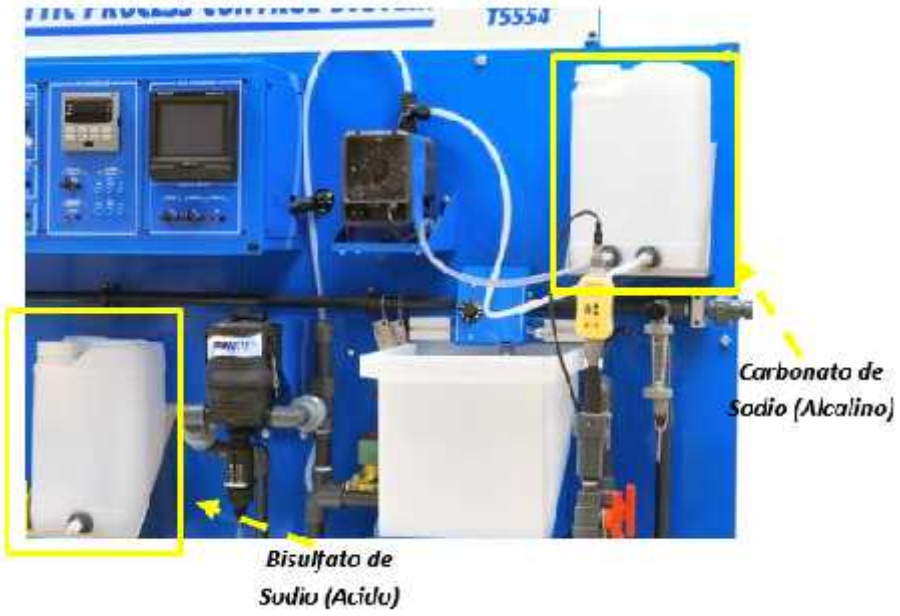


Figura 14. Reactivos.

2.2. AJUSTE LINEAL DE LOS SENSORES

2.2.1. SENSORES DE NIVEL (T5552)

1) Para encontrar una ecuación de ajuste para los sensores de nivel (Presión hidrostática y ultra-sonido), realice las siguientes conexiones:
   a) Circuito de encendido de la bomba (Verifique que haya paso de agua abriendo las válvulas marcadas)



Figura 15. Conexión de la Bomba.

   b) Conecte el multímetro (en la función de medir corriente en el rango de 0-200mA) a la salida del sensor, según el que desee caracterizar;
      i) Ultrasonido

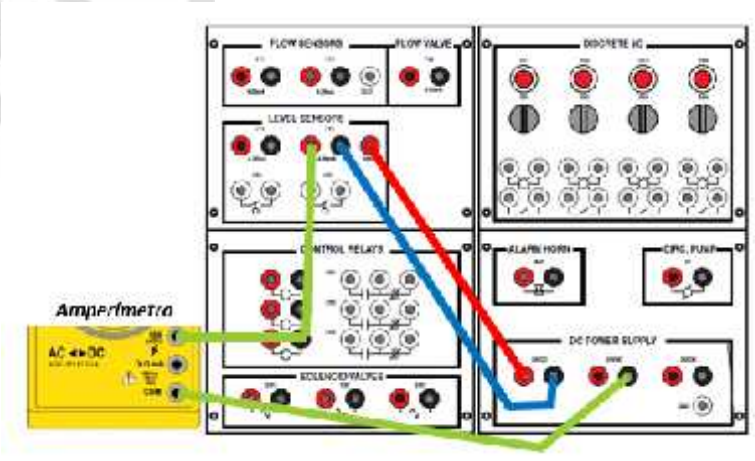


Figura 16. Conexión del sensor de ultra-sonido

ii) Presión Hidrostática

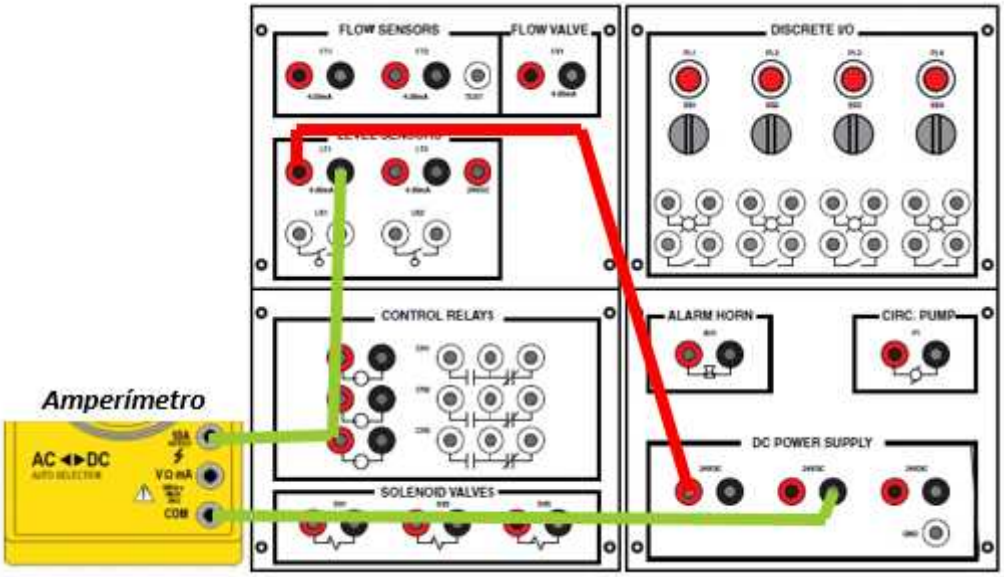


Figura 17. Conexión del sensor de presión hidrostática

2) Verifique que las válvulas a la salida del tanque de proceso se encuentren cerradas (No hay paso de Agua).

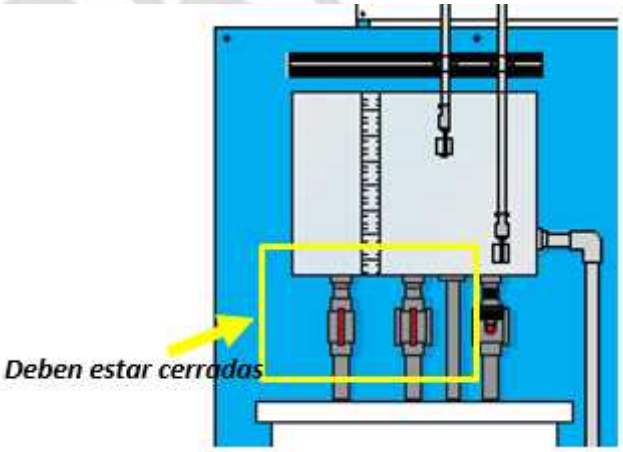


Figura 18. Válvulas de Control

3) Una vez cerradas las válvulas, encienda la bomba y completa la tabla con respecto a al nivel indicado por la marca de agua en el tanque de proceso (Prenda y apague la bomba para aumentar o mantener el nivel de líquido y registrar un dato).

DATO	SENSOR DE PRESIÓN HIDROSTATICA		SENSOR DE ULTRASONIDO	
	Corriente de Salida (mA)	Nivel (cm)	Corriente de Salida (mA)	Nivel (Pulgadas)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Tabla 7. Tabla de registro Sensores de Nivel

Nota I: La escala graduada de 0-25 está en centímetros y la otra escala en pulgadas.

Nota II: Recuerde que el sensor de presión hidrostática mide únicamente en la primera cámara del tanque de proceso y el sensor de ultrasonido a pesar de que se pueda mover se aconseja dejar en la segunda cámara.

4) Una vez diligenciada la tabla encuentre la ecuación de ajuste usando Matlab, Excel o el método que usted maneje (En el cual la entrada es la corriente y la salida el nivel).

2.2.2. SENSORES DE FLUJO (T5552)

1) La ecuación de ajuste de los sensores de flujo se encuentra de dos maneras (Para variar el flujo varié la posición de la válvula encerrada en un recuadro amarillo en la figura 21);
   a) La primera consiste en colocar el sensor de paletas y medir la corriente de salida en el transmisor de flujo.

BORRADOR



Figura 19. Sensor de Paletas

b) La segunda consiste en realizar una medición indirecta usando el medidor de presión diferencial, cambiando el sensor de paletas, por una placa de orificios, tubo Venturi o pitot, los cuales se muestra a continuación;



Figura 20. Zona de conexión del sensor de presión diferencial



Figura 21. Tubo Pitot



Figura 22. Tubo Venturi

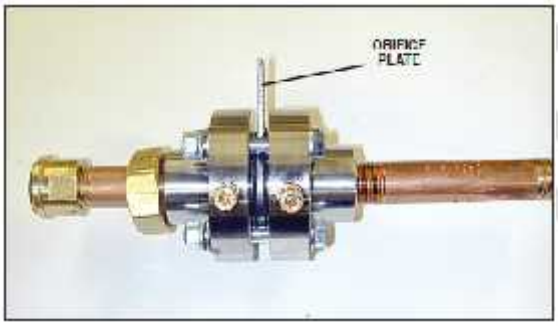


Figura 23. Placa de Orificios

c) Una vez realizado decidido que sensor utilizar, realice alguno de los siguientes circuitos (Teniendo en cuenta que debe encender la bomba);

- Para medir flujo con el transmisor de flujo

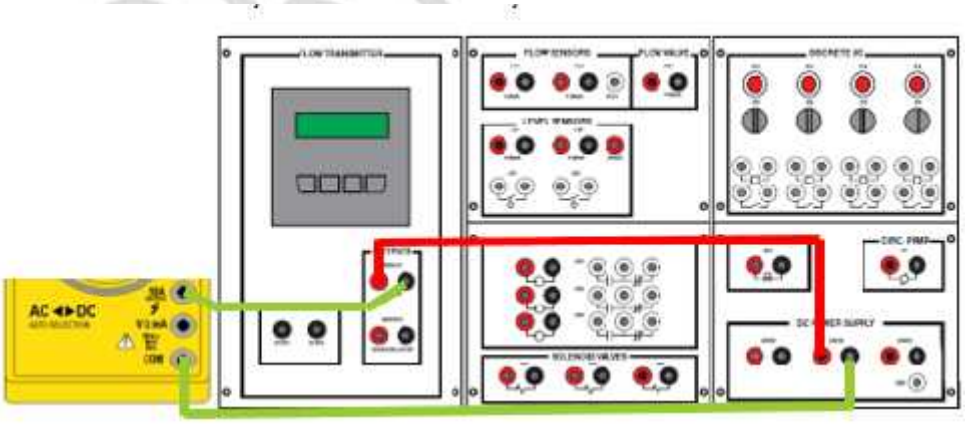


Figura 24. Circuito Transmisor de flujo

- Para medir flujo con el transmisor de presión diferencial

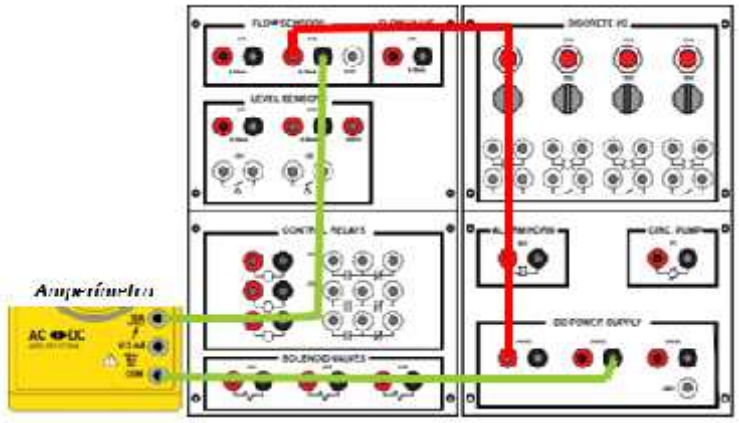


Figura 25. Circuito Transmisor de presión

Nota I: Recuerde que las válvulas mostradas en la figura 19, deben estar abiertas.

Nota II: Antes de usar el sensor de presión diferencial, siga el procedimiento de calibración proporcionado por el fabricante (PROCESS CONTROL SYSTEM 1-5).

d) Por último, diligencie las siguientes tablas y encuentre la ecuación de ajuste como se realizó en la actividad anterior.

DATO	SENSOR DE PALETAS	
	Corriente de Salida (mA)	Flujo (GPM)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabla 8. Tabla de Registro Sensor de Paletas

BORRADOR

PRESIÓN DIFERENCIAL						
DATO	PLACA DE ORIFICIOS		TUBO VENTURI		TUBO PITOT	
	Corriente de Salida (mA)	Presión (inH2O)	Corriente de Salida (mA)	Presión (inH2O)	Corriente de Salida (mA)	Presión (inH2O)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Tabla 9. Tabla de registro Sensor de presión diferencial

Nota I: Recuerde que debe encontrar una ecuación de ajuste, en la cual la entrada es la corriente registrada y la salida es la indicación medida en el transmisor (por cada sensor se debe encontrar una ecuación).

2.2.3. SENSORES DE TEMPERATURA (T5553)

Al igual que los sensores anteriores, en este caso hay que realizar conexiones eléctricas y medir corriente a la salida de los transmisores de temperatura, cuyas salidas se comparan con termómetros análogos dispuestos en el sistema de control de proceso para tal fin.

Recuerde colocar el multímetro en corriente y utilizar los conectores destinados para tal fin (Bananas).

Puede conectar tres multímetros al tiempo o realizar cada medición de manera independiente calentamiento y enfriamiento.

BORRADOR

Conexión del Termistor

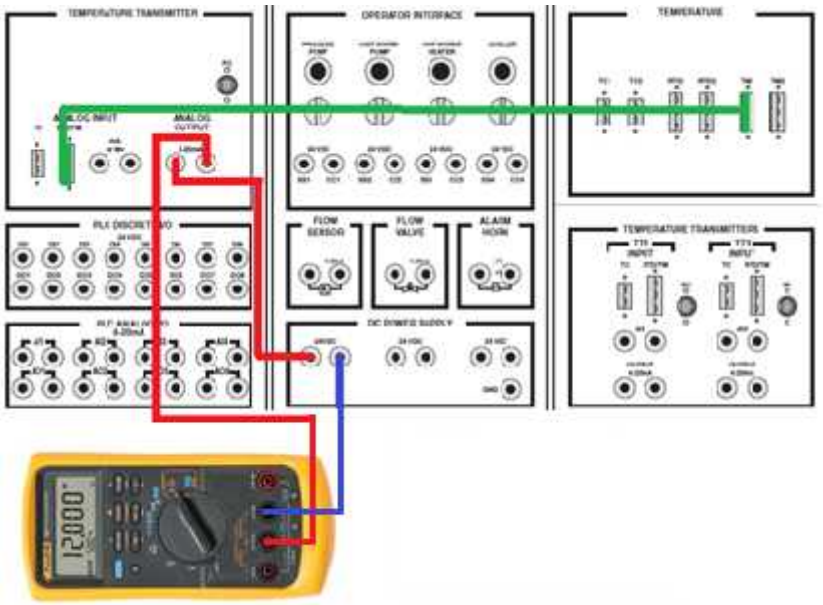


Figura 26. Conexión termistor

Conexión de la Termocupla

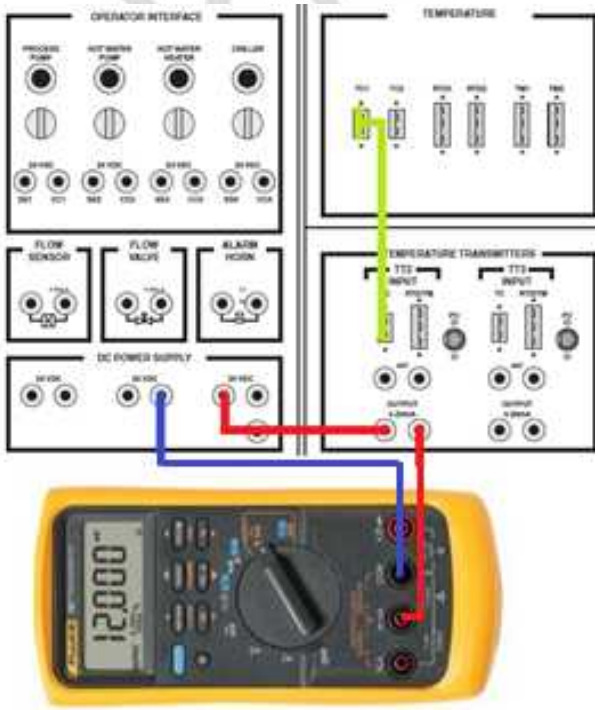


Figura 27. Conexión Termocupla

Conexión de la RTD

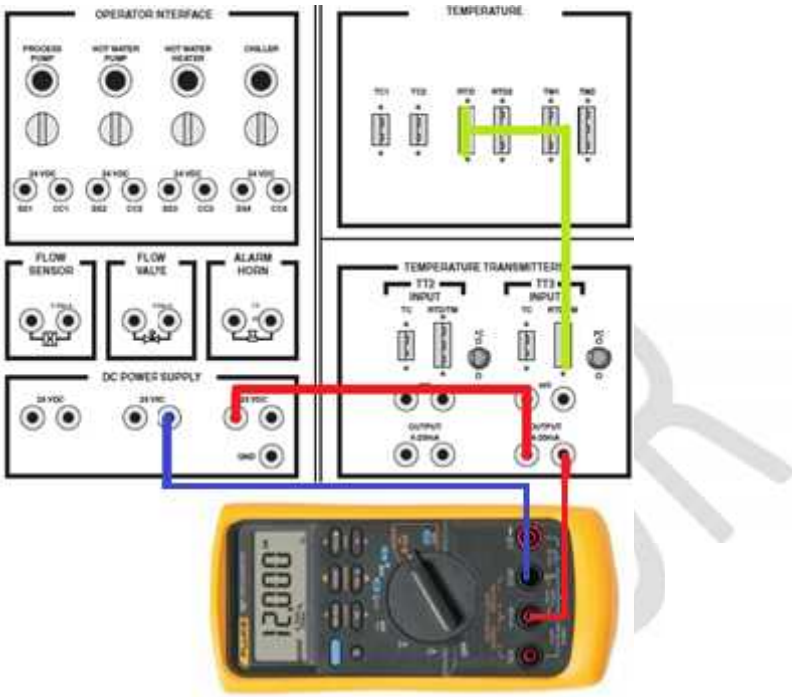


Figura 28. Conexión RTD_PT100

Para manejar los elementos de aumento o descenso de temperatura, mueva los interruptores según la necesidad.

Para bajar la temperatura del sistema mueva los interruptores marcados

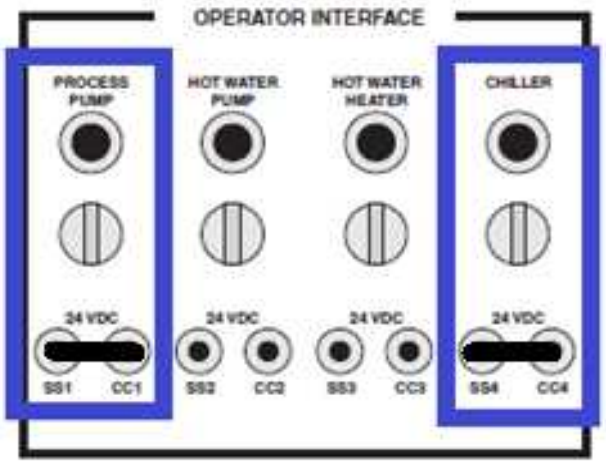


Figura 29. Conexión para baja la temperatura

Para Subir la temperatura mueva los interruptores marcados

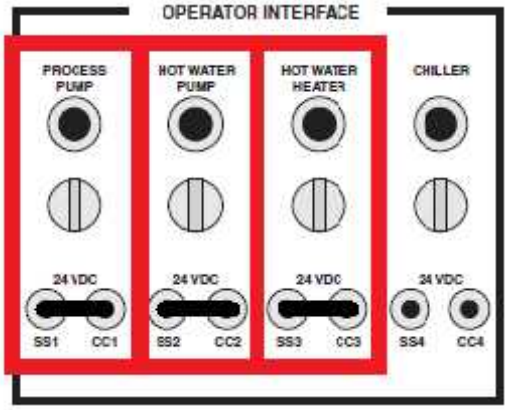


Figura 30. Conexión para aumentar la temperatura

Cada sensor de temperatura tiene asociado un termómetro de espiral físico, lo que quiere decir que cada vez que varié la corriente, corresponde a la temperatura mostrada en el dial de los termómetros físicos que tienen dos escalas: una en grados Celsius y otra en grados Fahrenheit.

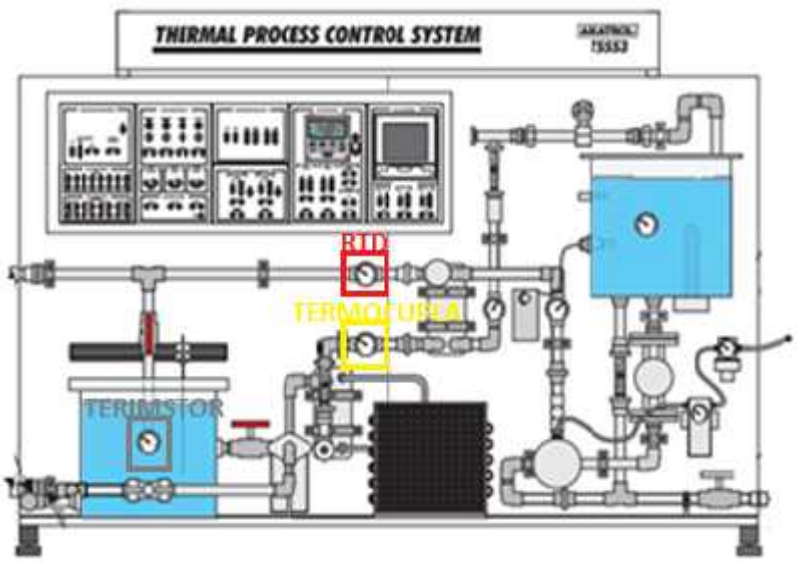


Figura 31. Distribución de los termómetros

NOTA: Diligencie la siguiente tabla realizando el montaje anterior y obtenga la ecuación de ajuste lineal de cada uno de los sensores (Realice una variación en ascenso o descenso de 10°C y tome la medida cada dos grados y tabule al menos 10 datos).

TERMOCUPLA		TERMISTOR		RTD	
CORRIENTE(mA)	TEMPERATURA(°C)	CORRIENTE(mA)	TEMPERATURA(°C)	CORRIENTE(mA)	TEMPERATURA(°C)

Tabla 10. Tabla de registro Sensores de temperatura

2.2.4. SENSOR DE FLUJO (T5554)

El sistema de control T5554, tiene un sensor de flujo de paletas el cual está conectado con un transmisor de flujo. Las conexiones eléctricas y su posición en el sistema de control se muestran a continuación y su ecuación de ajuste se puede hallar diligenciando la tabla 8.

Para asegurar flujo en el lazo se debe encender la bomba con el botón de marcha (Ver figura 33, marcado de color amarillo). Teniendo en cuenta que para aumentar el paso de agua se debe girar la válvula del rotámetro en sentido horario y viceversa si se quiere disminuir (Ver figura 34, marcada en color amarillo), además de dejar las válvulas de apertura manual abiertas (Ver figura 34, marcada en color verde). Por último, se sugiere retirar la válvula proporcional (Ver figura 34, Marcada en Gris) del sistema de control y colocar el tubo de accesorio.

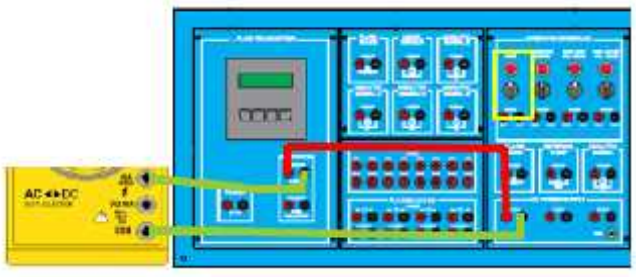


Figura 32. Sensor de Flujo T5554



Figura 33. Válvulas de control Manual

2.2.5. SENSOR DE PH (T5554)

Para encontrar la ecuación de ajuste del sensor de pH, verifique que se encuentre en la posición que muestra la figura 35, recuerde que los tanques de reactivo se deben llenar como se mencionó en el numeral 2.1. Seguidamente realice las conexiones eléctricas que se muestran en la figura 36.



Figura 34. Posición del pH-metro

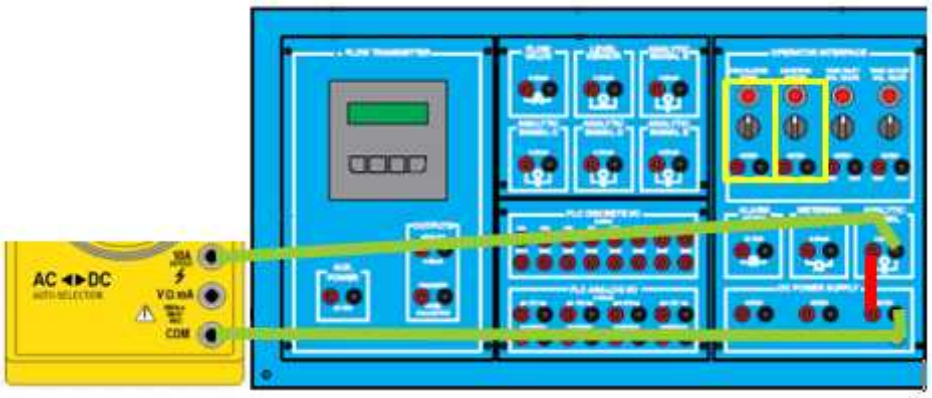


Figura 35. Circuito pH-metro

Ahora, tenga en cuenta que para disminuir el pH debe encender la bomba (Primer recuadro amarillo figura 36), seguidamente debe encender el agitador para que ayude a mezclar el reactivo (Segundo botón marcado en amarillo de la figura 36) y cambiar de posición el botón de la bomba eductora (Ver figura 37).

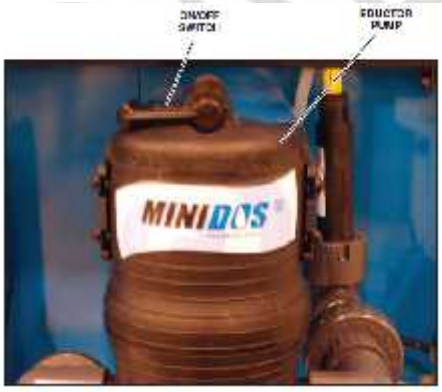


Figura 36. Estados Bomba eductora [2]

Para aumentar la concentración de alcalino (Aumentar el nivel de pH) en la mezcla coloque la bomba dosificadora en modo manual (Para aumentar o disminuir la velocidad de dosificación mueva la perilla, figura 38).

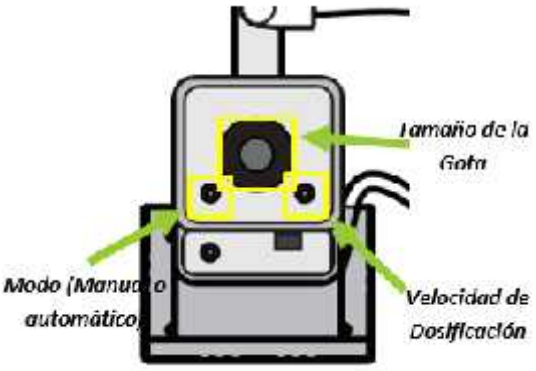


Figura 37. Estados Bomba dosificadora

Ahora, espere a que la medición se estabilice en un punto y regístrela en la tabla, tome al menos 10 registros y encuentre la ecuación de ajuste.

DATO	pH-metro	
	Corriente de Salida (mA)	pH
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabla 11. Tabla de registro pH-metro

Nota I: En caso de que alguna de las bombas no funcione, puede agregar el reactivo de modo manual con un gotero (Sugerencia 10mL por vez) dentro del tanque de proceso.

Nota II: Si se activan los pilotos marcados en la figura 39, el marcado en rojo indica que el tanque está muy lleno (debe desalojar agua del tanque) y el otro marcado en amarillo indica que hace falta agua en el tanque (debe agregar más agua al tanque).

BORRADOR

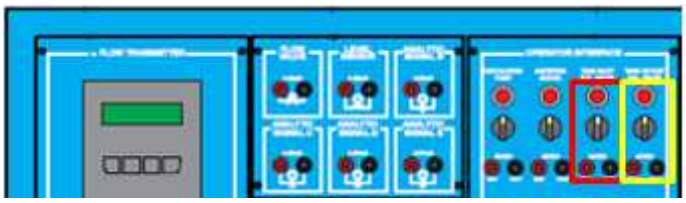


Figura 38. Estados sensores de llenado

2.5.6. SENSOR DE NIVEL (T5554)

Para realizar el ajuste lineal de este sensor debido a que el tanque de proceso no tiene indicación alguna de medida, se debe tomar un recipiente que tenga un volumen fijo e ir agregando agua en cantidades iguales para tomar varios registros de corriente. Implementando el circuito mostrado en la figura 40, dentro del tanque señalado en la figura 41.

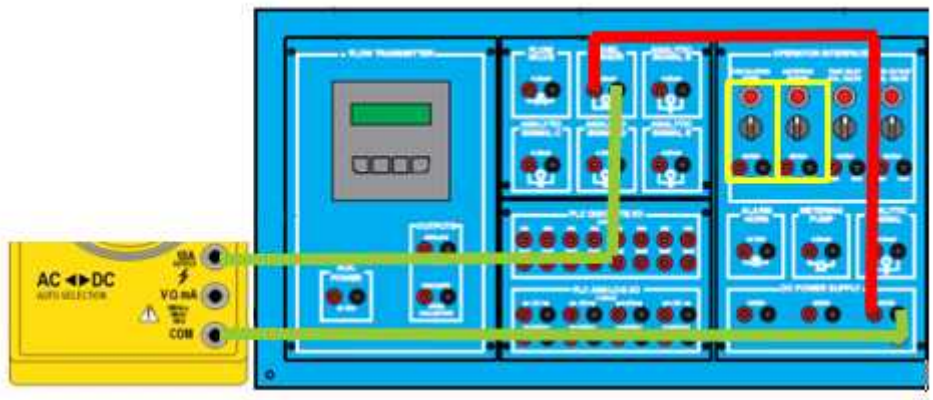


Figura 39. Circuito Nivel T5554



Figura 40. Tanque proceso

Nota I: Parta de que el tanque este vacío.

Nota II: Apague la bomba y el agitador.

Llene la tabla y encuentre la ecuación de ajuste.

DATO	pH-metro	
	Corriente de Salida (mA)	Unidades del recipiente
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Tabla 12. Tabla de registro sensor de nivel

BORRADOR

2.5.7. SENSOR DE PRESIÓN DE AIRE Y NIVEL MEDIANTE PRESIÓN DIFERENCIAL (T5555)

Para empezar, verifique el nivel de líquido en el tanque como se muestra en el numeral 2.1 y siga los pasos que se muestran a continuación;

Para realizar mediciones de Presión de aire debe implementar los circuitos mostrados en las figuras 42 y 43;



Figura 41. Sensor de Presión de aire



Figura 42. Fuentes

Ahora, gradué la tensión de salida de las fuentes en 6V, teniendo en cuenta que para que ingrese aire en el tanque debe activar la fuente A y para extraer la fuente B. No encienda ambas válvulas al tiempo solo debe ingresar aire hasta que la medida se estabilice.

La medición se ira mostrando en la parte superior del HMI, teniendo en cuenta antes que debe cerrar las válvulas marcadas en la figura 44 y hecho esto encienda el sistema de control y espere a que cargue la aplicación del HMI (No exceda los 30 PSI);



Figura 43. Válvulas T5555

Ahora para realizar mediciones de nivel con el sensor de presión diferencial, implemente el circuito mostrado continuación;



Figura 44. Sensor de Nivel (medición indirecta a través de presión diferencial)

Verifique que las válvulas marcadas en la figura 44 estén abiertas, seguidamente encienda el sistema de control de proceso y varié el llenado del tanque con los botones marcados del variador de frecuencia (Figura 46). Gire el potenciómetro (Circulo Verde) totalmente a la derecha, pulse el botón verde (Círculo Rojo) para iniciar el motor y el rojo (Circulo Amarillo) para pararlo.



Figura 45. Variador de Frecuencia

Nota I: el parámetro del variador P38 debe estar en 0.

Nota II: Los parámetros de calibración y ajuste del sensor se encuentran en el manual de usuario proporcionado por el fabricante.

Por último, llene la tabla mostrada a continuación y encuentre la ecuación de linealización de cada uno de los sensores del sistema de control de proceso (Al menos 10 datos).

PRESION		NIVEL	
CORRIENTE(mA)	PRESIÓN (PSI)	CORRIENTE(mA)	NIVEL(cm)

Tabla 13. Tabla de registro T5555

BORRADOR

3. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (SIEMENS)

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

PLC (Controlador Lógico Programable); Es una computadora utilizada en la automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Señal Digital; Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos (Números enteros), en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

Los sistemas digitales, como por ejemplo el ordenador, usan la lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L. Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

Lenguaje Ladder; También denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

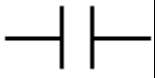
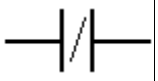
Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

Tabla 14. Instrucciones Básicas LADDER

BORRADOR

3.2. PLC SIEMENS S7-300

Este libro contempla un PLC siemens S7-300 CPU 313C cuyas características se muestran en la siguiente tabla;

Para uso con	Serie S7-300
Serie Fabricante	6ES7313-5BG04-0AB0
Tiempo de exploración	0.1 (Operaciones Bit) mS, hay 0.2 (Operaciones Word) mS, hay 2 (punto fijo) mS, 3 (Floating Point) microsiemens
Memoria total disponible	64 kB
Lenguaje de Programación Usado	AWL, FUP, Gráfico, HiGraph, KOP, STEP 7, Control System
Interfaz de programación	Computadora
Comunicación Tipo de puerto	RS485
Número de E / S	46
Tipo de entrada	Analógico, Digital
Ancho	120mm
Tipo de salida	Analógica, digital
Número de Puertos de Comunicación	1
Temperatura de funcionamiento máxima	+ 40 ° C
Corriente de salida	500 mA
Profundidad	130mm
Número de entradas	28 (24 Digital, 4 Analógico)
Longitud	125mm
Temperatura de trabajo mínima	0 ° C
Número de salidas	18 (16 Digital, 2 Analógico)
Tipo de montaje	Estante
Velocidad máxima de transmisión	187,5 kbit / s

Tabla 15. Características Técnicas S7-300

BORRADOR

Su estructura física se identifica de la siguiente manera;

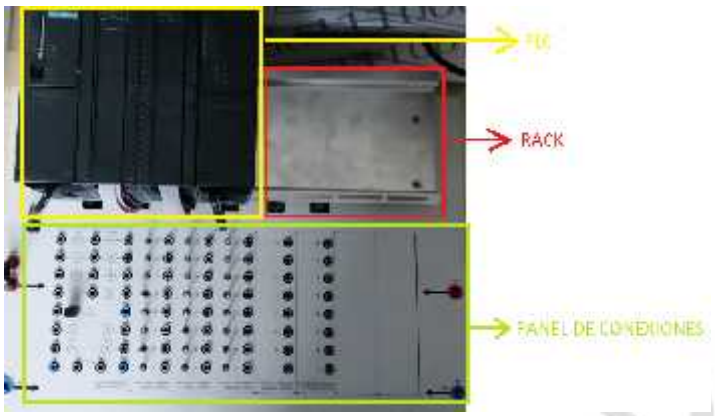


Figura 46. Estructura física S7-300

La CPU se puede identificar de la siguiente forma;

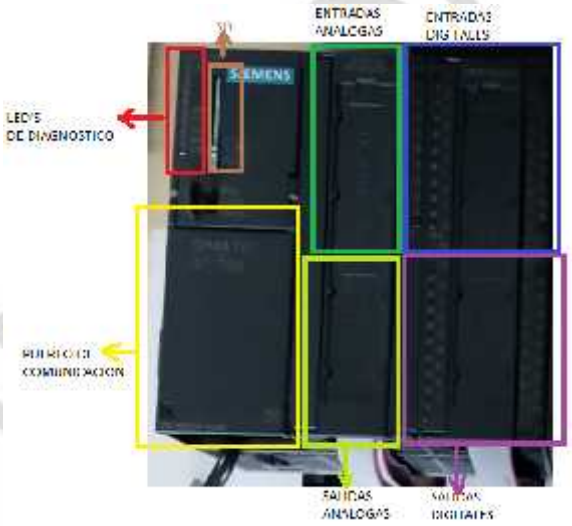


Figura 47. CPU S7-300

La CPU esta cableada internamente con el panel de conexiones por lo tanto no se necesitan cables en los puertos de entrada y salida, si no que sean identificados en el panel, por lo tanto;



Figura 48. Panel de Conexiones

Donde las direcciones son mostradas a continuación;

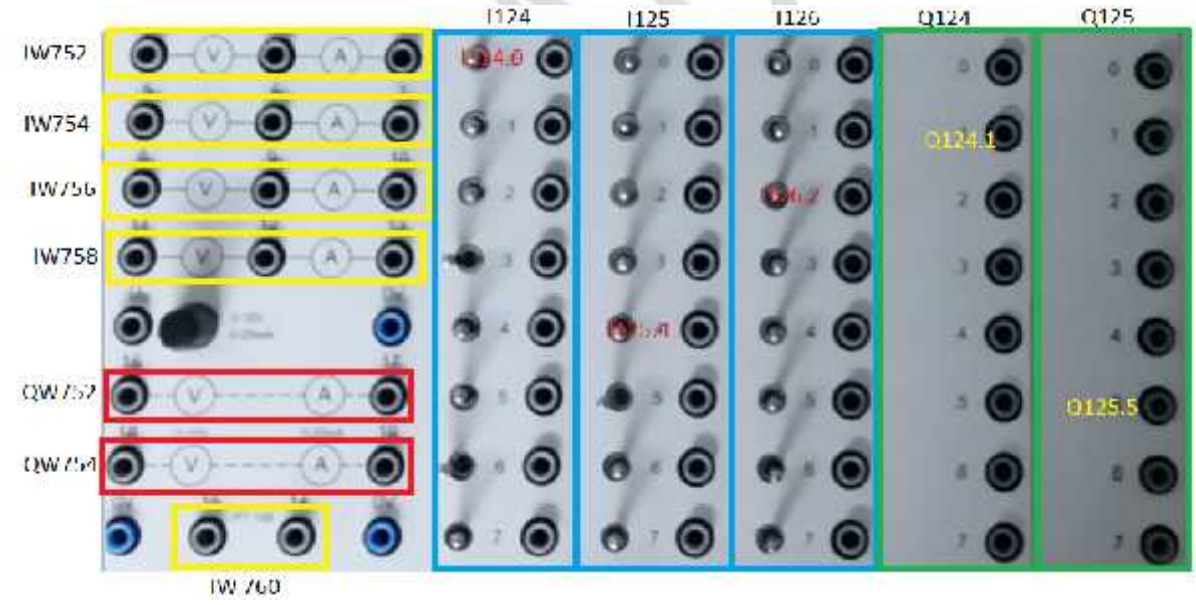


Figura 49. Direcciones I/O

Recuerde que en el caso de las entradas y salidas digitales el primer entero representa el puerto es I/Q12X y el bit activado/desactivado es .X donde X es un numero entero entre 0 y 9 (y M representa una memoria interna del PLC).

Las entradas y salidas análogas son configurables en tensión o corriente (Tenga en cuenta que no puede medir las dos magnitudes en el mismo puerto) donde sus rangos de funcionamiento son;

En tensión; desde -10V hasta 10V o de 0V hasta 10V.

En Corriente; desde 0mA hasta 20mA o de 4mA hasta 20mA.

A excepción de la entrada análoga IW760 que está configurada para medir resistencia en el rango de 1 ohm hasta 600 ohm.

3.3. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES S7-300)

La práctica consiste en la elaboración de un programa de control para el siguiente circuito electro neumático, utilizando la técnica de programación en LADDER, cuya secuencia es A+/B+/A-/B-.

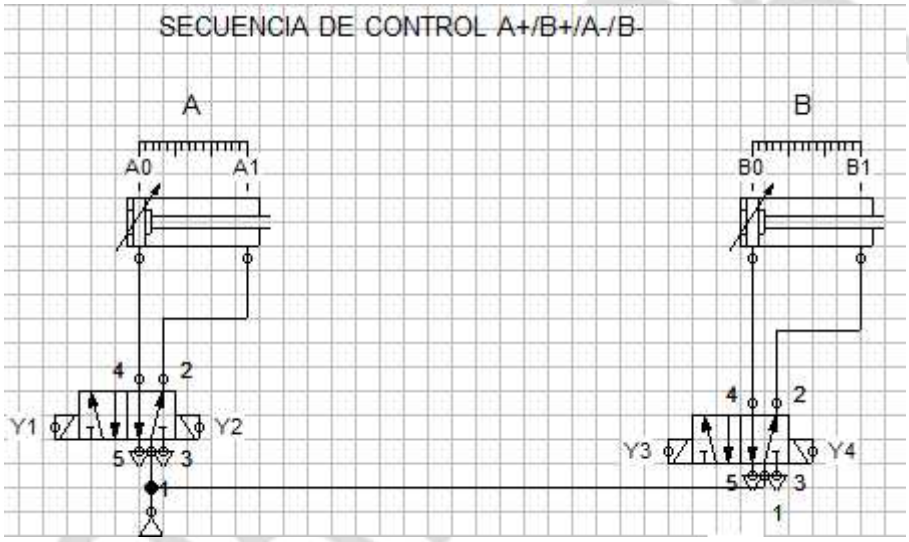


Figura 50. Cilindros Doble Efecto

3.3.1. PASOS PARA ENCONTRAR LA SOLUCIÓN AL EJERCICIO

Para la solución del problema se plantea primeramente un circuito electro neumático que cumple con las condiciones solicitadas en el ejercicio, luego se representa el esquema en diagrama LADDER y se procede a programar el PLC.

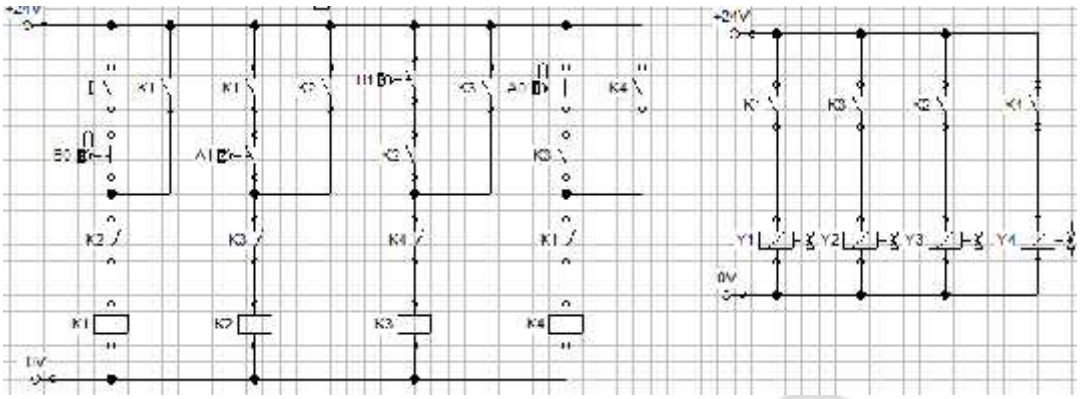


Figura 51. Secuencia Electro neumática

Este es el circuito de control de los actuadores neumáticos y la secuencia de activación se muestra en la siguiente tabla y los sucesos se leen de izquierda a derecha.

Paso	Señal de Activación	Sensores Activos	Sensores Desactivados	Se Activa	Se desactiva
1	Start	B0-A0	A1-B1	K1	K4
2	K1	B0-A1	A0-B1	K2	K1
3	K2	B1-A1	A0-B0	K3	K2
4	K3	B1-A0	A1-B0	K4	K3
5	K4	A0-B0	A1-B1	Termina ciclo	K4

Tabla 16. Tabla Secuencia

Ahora con la simbología vista anteriormente se procede a escribir el circuito de control en diagrama LADDER, donde cada rama del circuito se asocia por color y así es descrita dentro de la rutina;

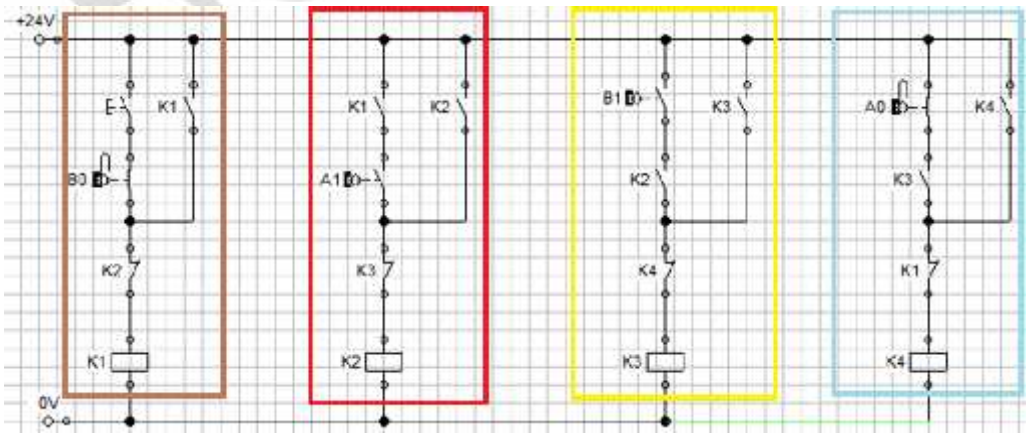


Figura 52. Grupos

Totally Integrated Automation Portal

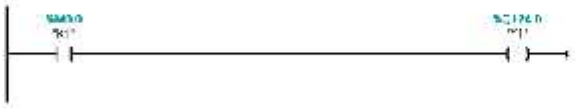
SECUENCIA_1 / PLC_1 [CPU 313C] / Bloques de programa

LEADER [FB1]

LEADER Propiedades					
General					
Nombre	LEADER	Número	1	Tipo	FB
Idioma	KOP				
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
Input								
Output								
InOut								
Static								
Temp								

Segmento 1: SALIDA Y1



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"K1"	%V0.0	Bool	
"Y1"	%Q 21.0	Bool	

Segmento 2: SALIDA Y2



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"K2"	%V0.1	Bool	
"Y3"	%Q 21.2	Bool	

Segmento 3: SALIDA Y3

Figura 53. Hoja 1_Ladder

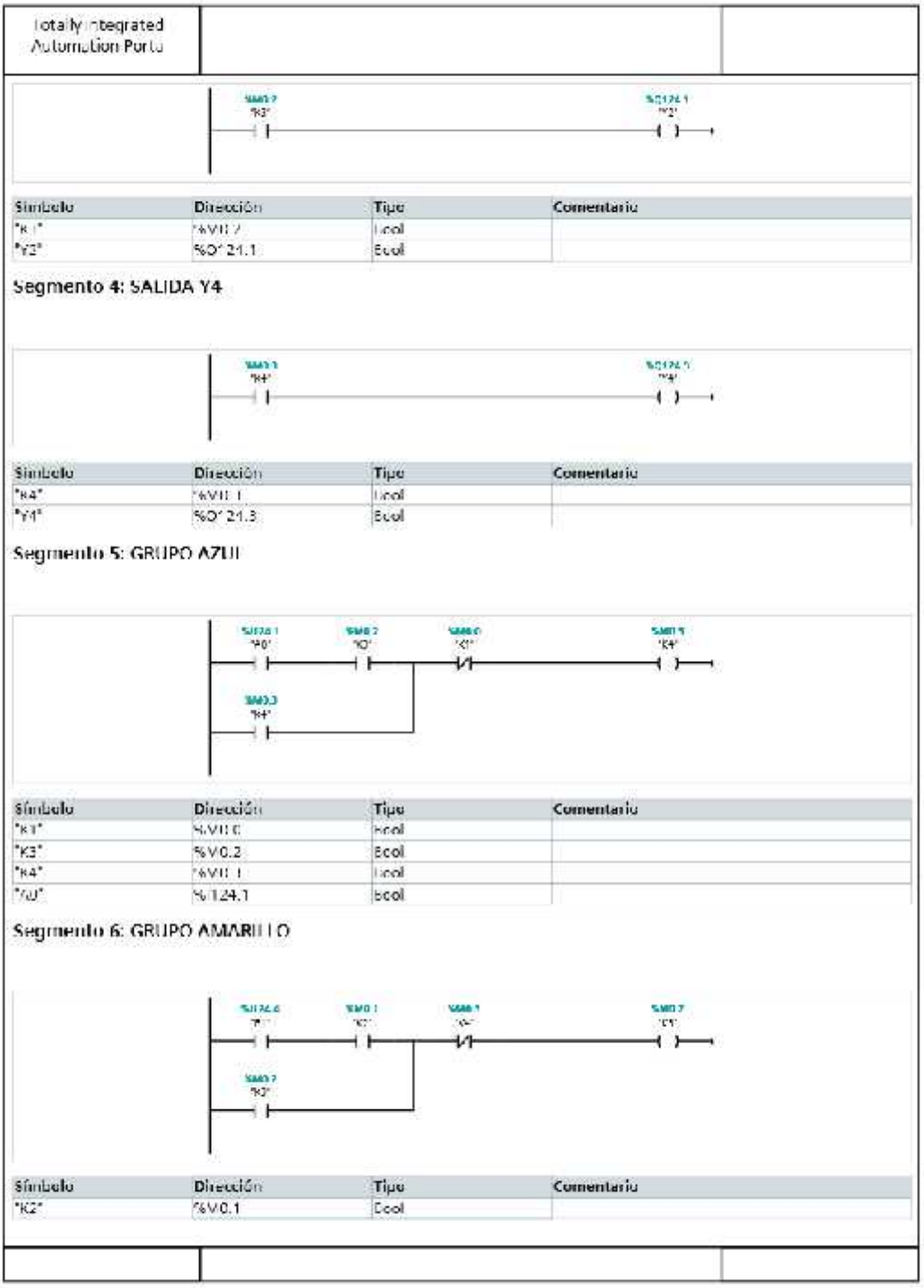
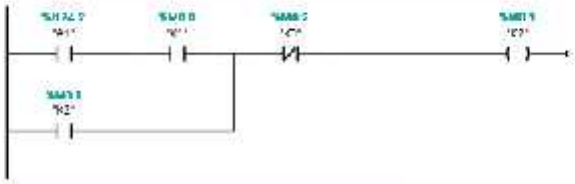


Figura 54. Hoja 2_Ladder

Totally Integrated Automation Portal

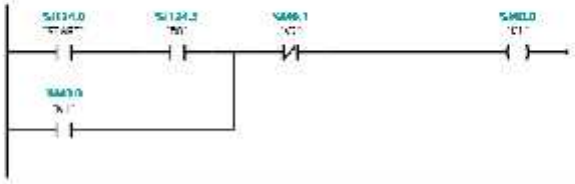
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"K3"	%V0.2	Bool	
"K1"	%I124.4	Bool	
"K1"	%V0.3	Bool	

Segmento 7: GRUPO ROJO



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"K2"	%V0.1	Bool	
"K1"	%V0.0	Bool	
"A1"	%I124.2	Bool	
"K3"	%V0.2	Bool	

Segmento 8: GRUPO MARRON



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"START"	%I124.0	Bool	
"EC"	%I124.3	Bool	
"K2"	%V0.1	Bool	
"K1"	%V0.0	Bool	

Figura 55. Hoja 3_Ladder

Por ultimo para la creación de un proyecto en TIA portal se habrán de seguir los siguientes pasos;

Abra el programa;



Figura 56. Icono TIA

Luego haga clic en crear proyecto, asigne un nombre en “Nombre proyecto” y por ultimo haga clic sobre el botón crear.

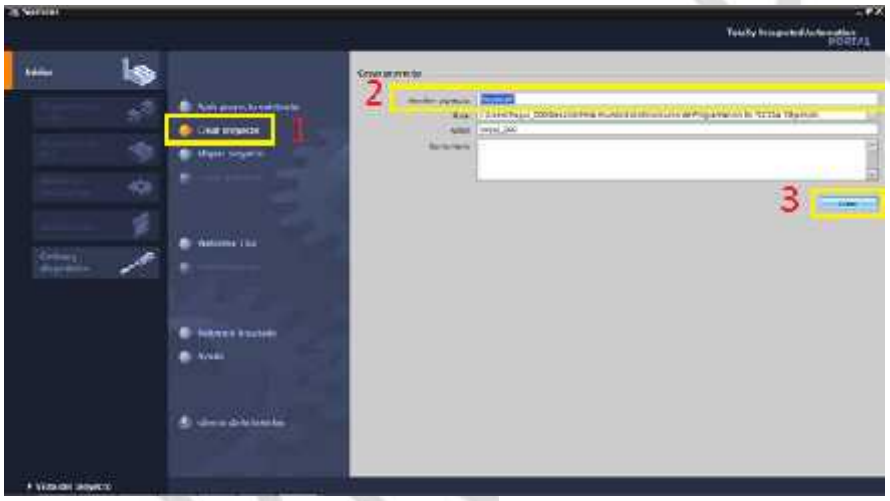


Figura 57. Nuevo

Luego haga clic sobre la pestaña vista de proyecto

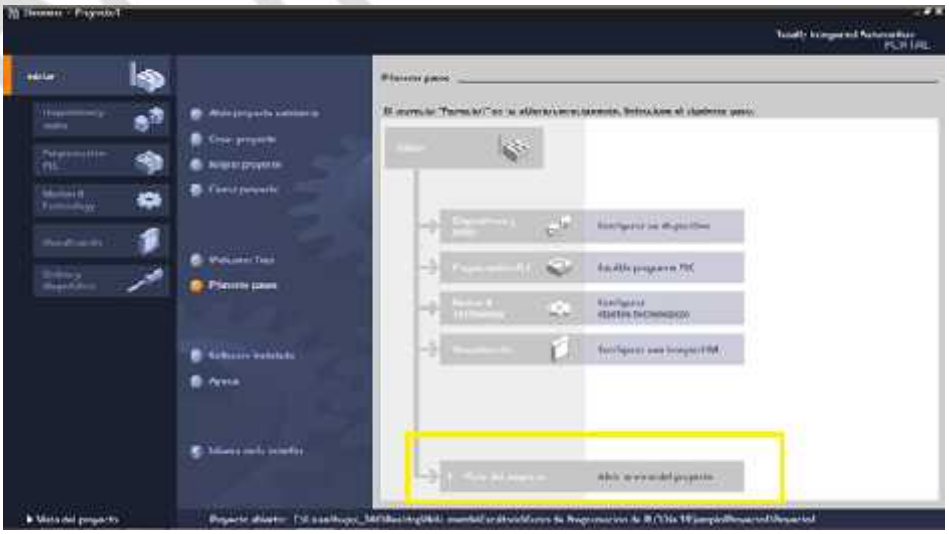


Figura 58. Abrir

Ahora sobre el botón agregar dispositivo.

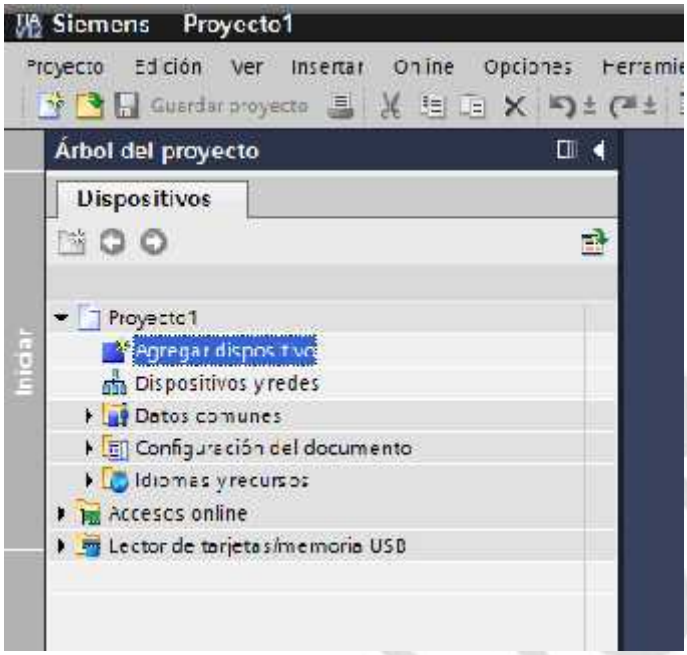


Figura 59. Agregar Dispositivo

Por ultimo localice la CPU y haga clic sobre el botón aceptar.

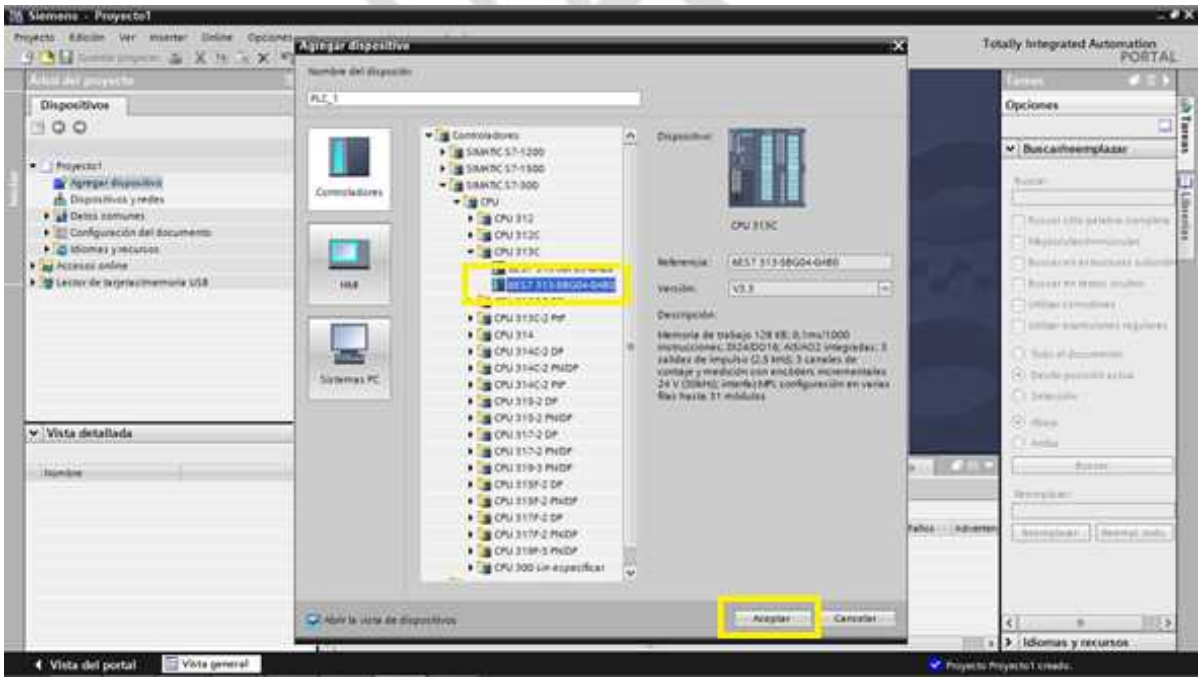


Figura 60. CPU

Una vez hecho esto diríjase a la carpeta bloques de programa y haga doble clic sobre el icono "Main"

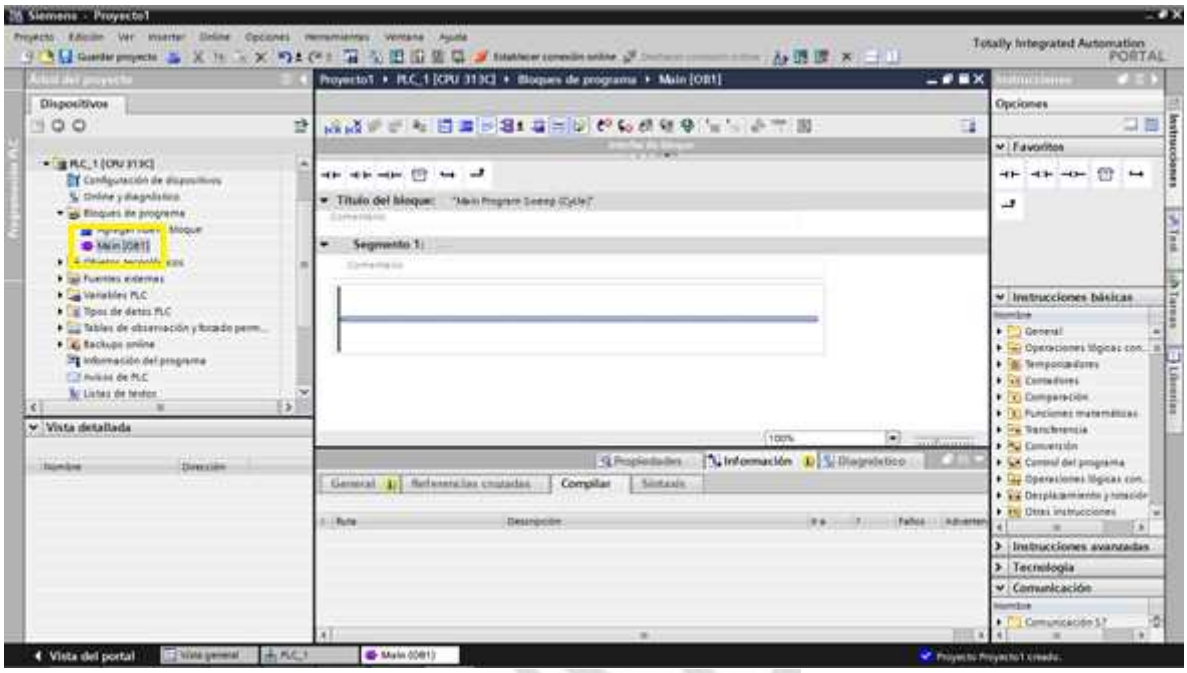


Figura 61. Ramal

Ahora sobre la zona de trabajo se verá una nueva ventana con un segmento, y sobre la parte superior una barra con la simbología antes mencionada, la cual puede ser insertada haciendo un clic sobre ella y manteniendo el pulso y arrastrando hasta encontrar el segmento que se desea modificar.

Para uso del ejemplo inserte un contacto normalmente abierto en serie con una bobina.



Figura 62. Crear Variable_1

Vera que aparecen unos signos de interrogación, ahora sobre ellos digite el nombre de la variable.

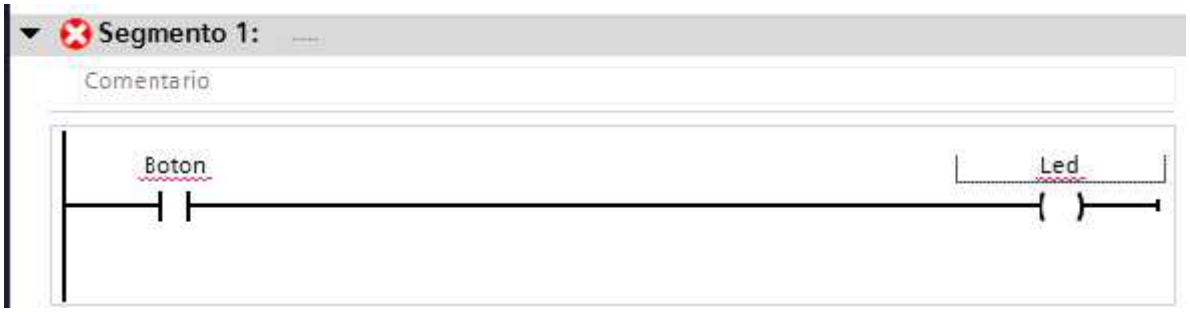


Figura 63. Crear Variable_2

Ahora notara que las palabras se subrayan de color rojo, esto se debe a que las variables no están definidas, en caso de que ya lo estuvieran esto no ocurriría.

Para definirlas haga clic derecho sobre la variable a definir y haga clic sobre la opción definir variable.

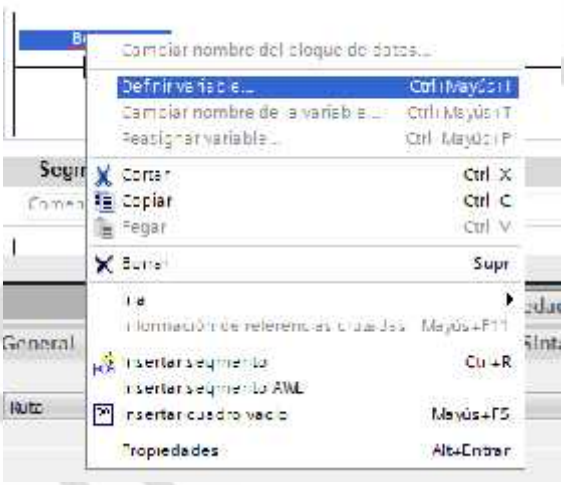


Figura 64. Crear Variable_3

Y sobre la ventana que se despliega escriba las características particulares de la variable.

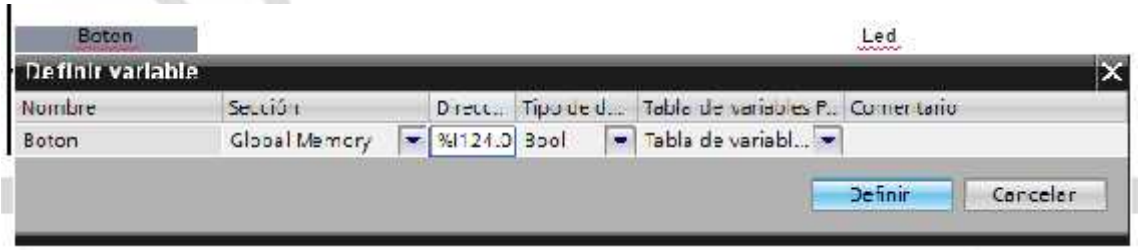


Figura 65. Crear Variable_4

Una vez defina ambas variables notara el segmento de la siguiente forma;



Figura 66. Crear Variable_5

Seguidamente para cargar el programa elaborado al PLC siga los siguientes pasos;

Conecte el cable MPI-USB al PLC



Figura 67. Cable Interface_MPI

Seleccione el PLC a programar para ello, haga clic sobre él y selecciónelo.

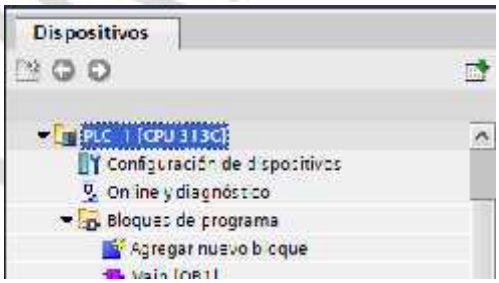


Figura 68. Programar_PLC_S7_300_1

Haga clic sobre el botón cargar en dispositivo.

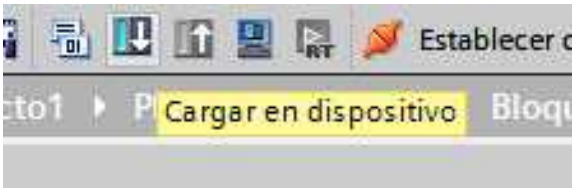


Figura 69. Programar_PLC_S7_300_2

Ahora Seleccione la Interfaz MPI.

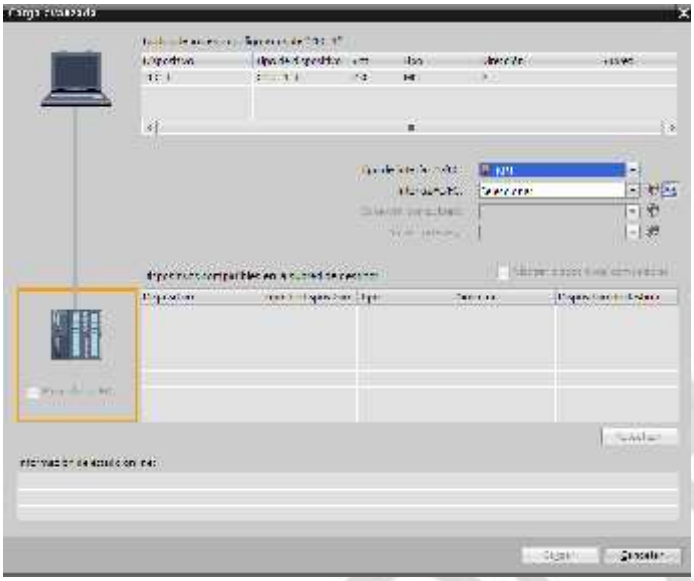


Figura 70. Programar_PLC_S7_300_3

Y por último haga clic en Cargar.

Ahora verifique que el programa encienda la salida Q124.0 físicamente activando el interruptor del dispositivo.

Una vez haya funcionado el programa dibuje la secuencia mostrada anteriormente y verifique su funcionamiento.

BORRADOR

3.4. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (ENTRADAS Y SALIDAS ANALOGAS S7-300)

Señal Análoga; Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas.

En la naturaleza, el conjunto de señales que percibimos son analógicas, así la luz, el sonido, la energía, etc. Son señales que tienen una variación continua. Incluso la descomposición de la luz en el arco iris vemos como se realiza de una forma suave y continúa.

Una onda sinusoidal es una señal analógica de una sola frecuencia. Los voltajes de la voz y del video son señales analógicas que varían de acuerdo con el sonido o variaciones de la luz que corresponden a la información que se está transmitiendo.

- Descripción del Módulo de entradas

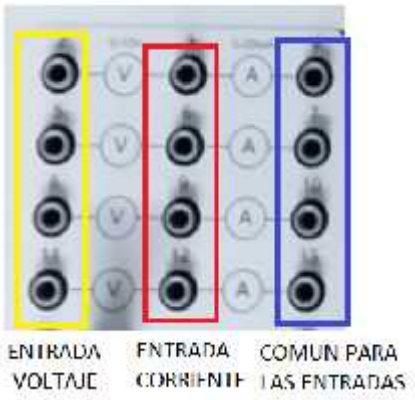


Figura 71. Puertos Analógicos_In

- Conexiones en las entradas

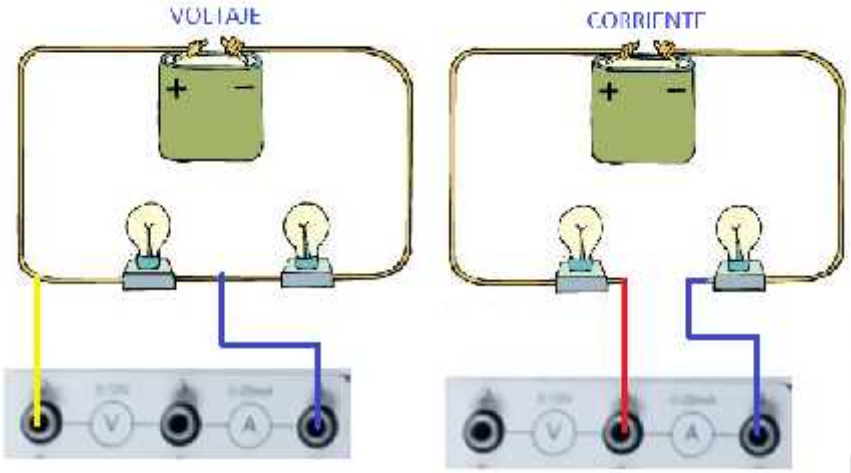


Figura 72. Conexiones_In

- Descripción general del módulo de salidas



Figura 73. Puertos Analógicos_Out

- Conexiones en las salidas



Figura 74. Conexiones_Out

3.4.1. ACTIVIDAD

La práctica consiste en la elaboración de un programa para realizar un conversor de tensión a corriente y corriente a tensión.

3.4.2. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTIVIDAD

Primeramente, cree un proyecto nuevo.

Luego diríjase al menú Configuración de dispositivos, luego haga clic en propiedades y por último en general.

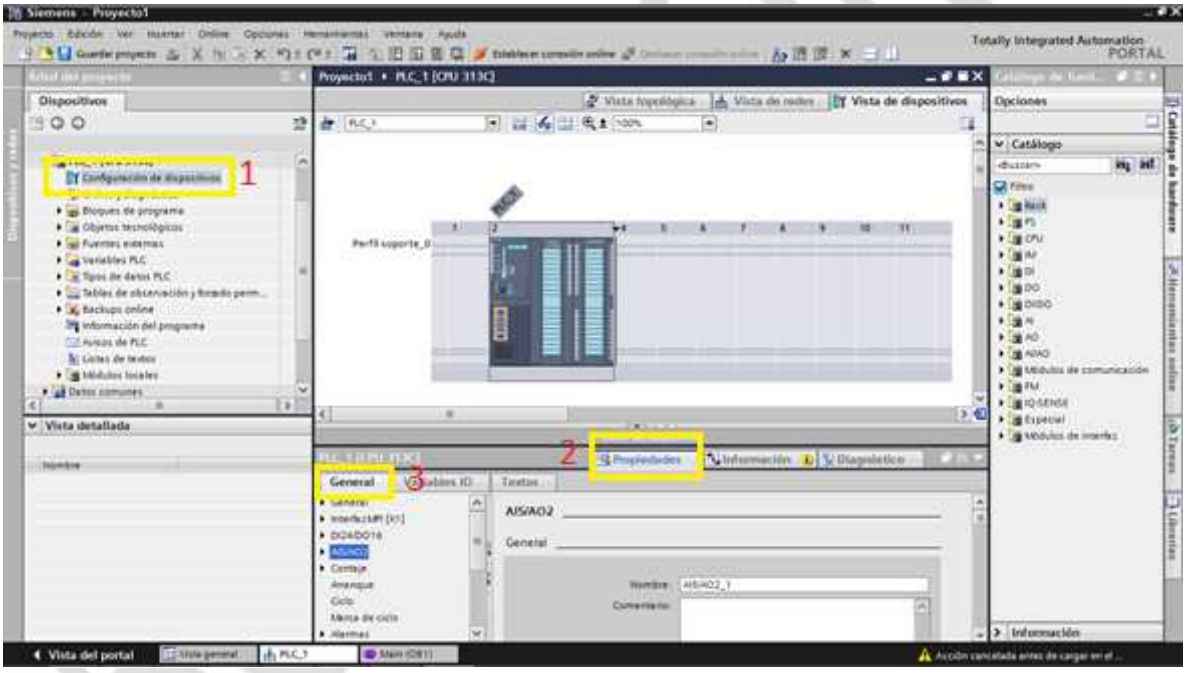


Figura 75. Configurar Análogas 1

Ahora busque el submenú denominado AI5/AO2.

Sobre la pestaña entradas en el canal 0, modifique la entrada y coloque tensión de 0V-10V y sobre canal 1 intensidad 0mA-20mA.



Figura 76. Configurar Análogas 2

Ahora sobre salidas en Canal 0, modifique a Intensidad de 0-20mA y en canal 1 tensión 0...10V.



Figura 77. Configurar Análogas 3

Luego sobre la zona de trabajo inserte dos segmentos y en ellos dos bloques interrogantes.



Figura 78. Configurar Análogas 4

Ahora haga clic sobre las interrogantes de color rojo y escriba la palabra MOVE (Esta puede ser también cualquier tipo de función si espera un momento luego de hacer clic el programa muestra una lista con todas las funciones que contiene el programa TIA).



Figura 79. Configurar Análogas 4

Ahora defina en la pestaña IN de cada bloque dos variables con las direcciones de entrada correspondientes a canal 0 y 1 respectivamente (como muestra el panel de conexiones de la práctica anterior), lo mismo en la pestaña OUT, pero con los canales de salida correspondientes a 0 y 1.

ENTRADAS		SALIDAS	
CANAL 0	IW752	CANAL 0	QW752
CANAL 1	IW754	CANAL 1	QW754
CANAL 2	IW756		
CANAL 3	IW758		
CANAL 4	IW760		

Tabla 17. Tabla Direcciones

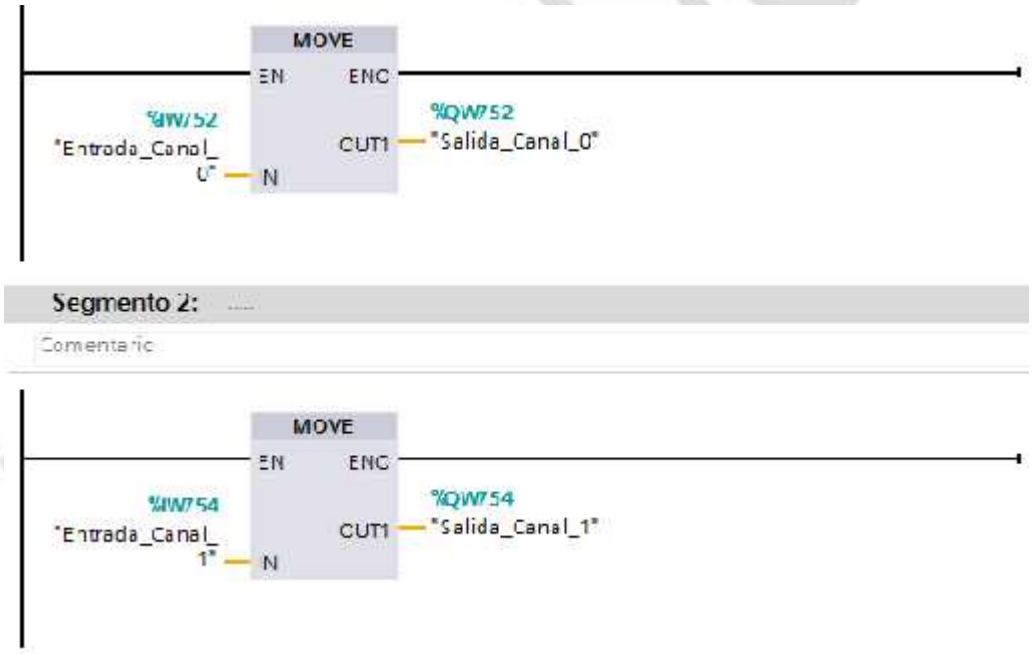


Figura 80. Bloque MOVE

Tenga en cuenta al momento de definir las variables que las entradas se leen como tipo Word o entera.

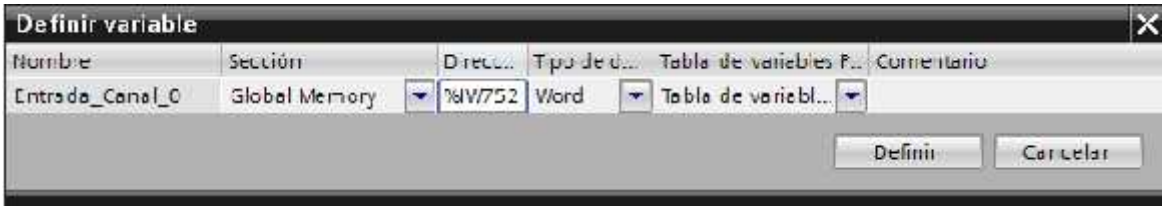


Figura 81. Entrada Analógica

Por ultimo agregue la sigla ":P" a cada variable al final para indicarle al compilador que estas entradas y salidas son periféricas.

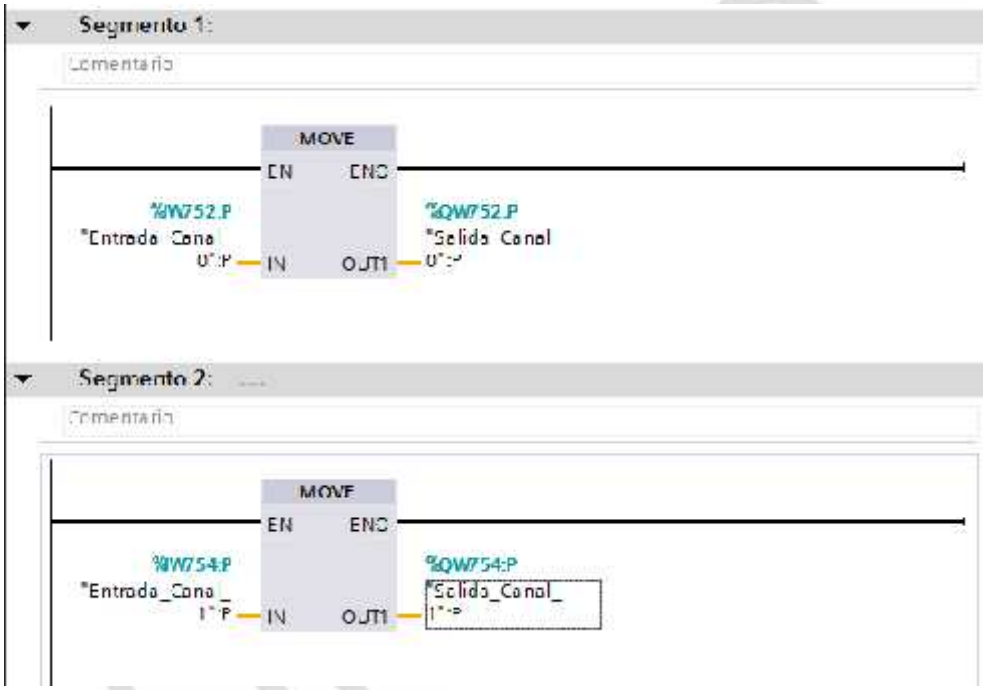


Figura 82. Convertir a Periférico

Ahora cargue el programa al PLC.

Conecte el potenciómetro a la entrada en tensión del canal 0



Figura 83. Potenciómetro

Y conecte el amperímetro a la salida (Como se muestra en el numeral anterior) en intensidad del canal 0 y verifique la variación de corriente de salida con respecto a la tensión de entrada.
Ahora conecte el potenciómetro al Canal 1.

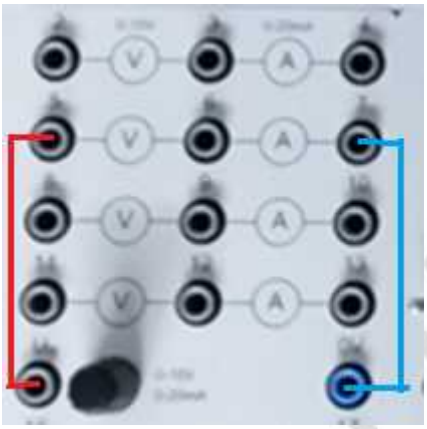


Figura 84. Potenciómetro 2

Y conecte el voltímetro a la salida (Como se muestra en el numeral anterior) en tensión del canal 1 y verifique la variación de corriente de entrada con respecto a la tensión de salida.

3.5. PLC SIEMENS S7-1200

Un PLC de este tipo es compacto, escalable y flexible. Los CPU's S7-1200 (Ver figura 86) están disponibles como versiones estándar y de prueba. Son escalables en cuanto a su rendimiento y están equipadas con OI (Entradas y Salidas) integradas, una interfaz PROFINET para la programación, conexiones HMI, periferia descentralizada y de arquitecturas de unidad Distribuida. El S7-1200 se puede adaptar perfectamente a sus necesidades individuales por medio de módulos de señal y módulos de comunicación enchufables. [5]



Figura 85. S7_1200 [5]

BORRADOR

Características [5]

- 14 entradas y salidas integradas
- Interfaz Ethernet integrada
- Contador rápido
- Controlador PID básico
- Reloj de tiempo real integrado
- Entradas de alarma
- Terminales extraíbles en todos los módulos

3.6. HMI KPT 700 PORTRAIT

Es un monitor de tipo industrial (Ver figura 87) de pantalla plana a color para utilizarse en ambientes menos exigentes. Tienen una presentación en pantalla (OSD) que permite la rotación de la imagen, cambios en la paleta de colores y el restablecimiento automático con botón pulsador. [5]

- Es de 7 pulgadas, para el manejo de máquinas y plantas sencillas
- Representa claramente del proceso gracias al uso de display's de gráficos
- Manejo intuitivo mediante teclas de función táctiles.
- Equipado con todas las funciones básicas necesarias, como registro de alarmas, gestión de recetas, puntos, gráficos vectoriales y cambio de idioma.
- Puede configurarse mediante WinCC flexible Compact o con el software de configuración HMI del STEP7 Basic Engineering Software para S7-1200.
- Conexión sencilla al controlador a través de una interfaz Ethernet integrada.



Figura 86. HMI KTP Portrait [5]

BORRADOR

3.7. CONFIGURACIÓN INICIAL DEL TERMINAL

Primeramente, cerciórese que la configuración de la red sea la siguiente;



Figura 87. Configuración Dirección IP

Seguidamente implemente las conexiones de red mostradas a continuación;



Figura 88. Configuración de Red

3.8. CREAR UN PROYECTO EN TIA PORTAL V13

Para crear un proyecto cerciórese de tener instalado el programa TIA PORTAL v13. Seguidamente ábralo y siga los pasos mostrados a continuación;

Seleccione la opción crear proyecto.

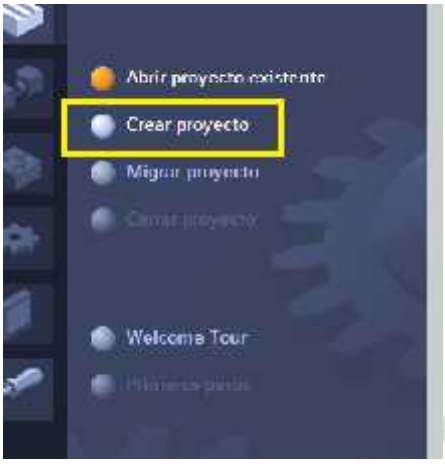


Figura 89. Crear Proyecto S7-1200 1

Ahora Llene los datos mostrados en el recuadro amarillo y haga clic en el botón crear;

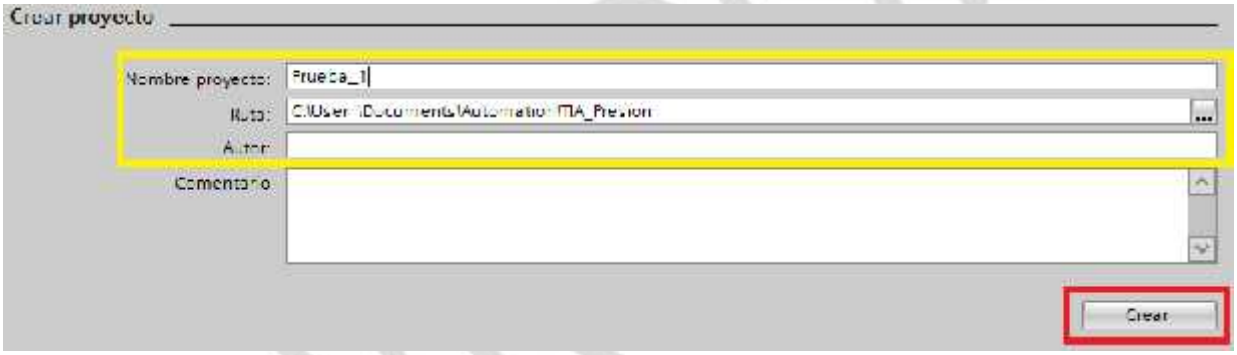


Figura 90. Crear Proyecto S7-1200 2

Ahora seleccione la opción vista de proyecto;



Figura 91. Crear Proyecto S7-1200 3

Ahora haga doble clic sobre la opción agregar dispositivo, seleccione el encerrado en el recuadro amarillo y por ultimo seleccione el botón aceptar.

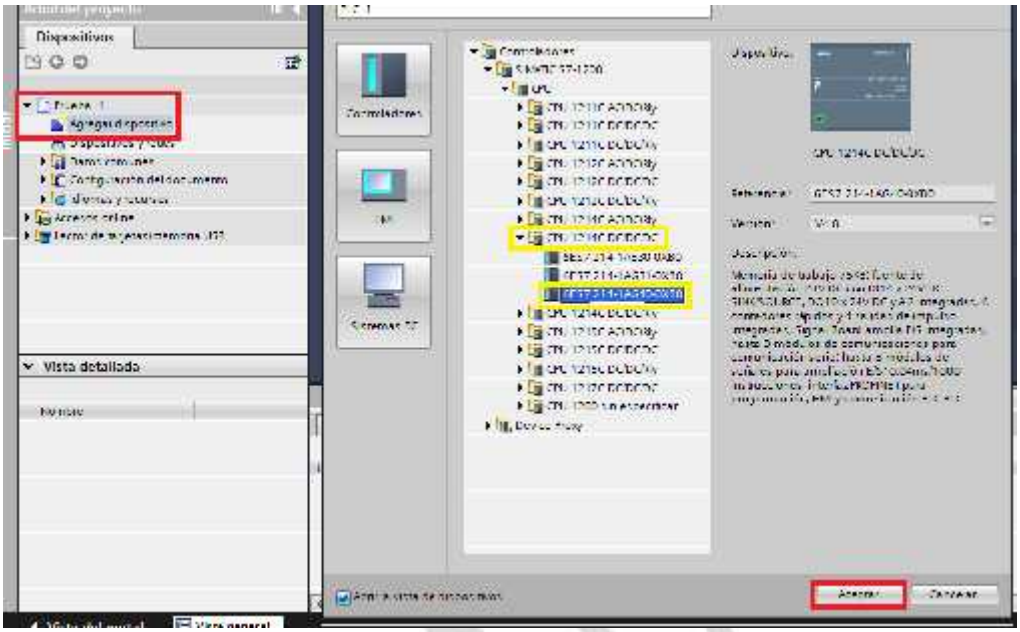


Figura 92. Crear Proyecto S7-1200 4

Ahora seleccione la opción configurar dispositivo, seleccione la opción SIGNAL BOARD e inserte la marcada sobre el cuadro de color azul.

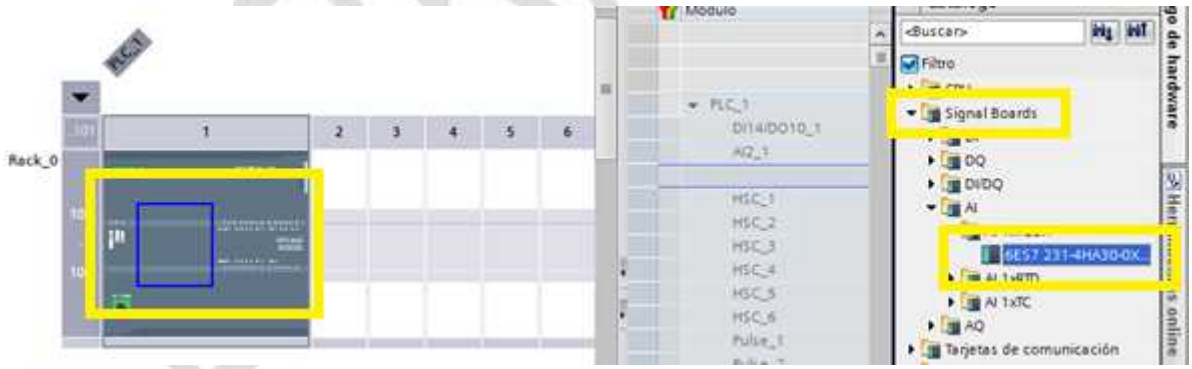


Figura 93. Crear Proyecto S7-1200 5

Para terminar la configuración del dispositivo, seleccione la opción de entradas análogas e insértelas donde se muestra en la figura.

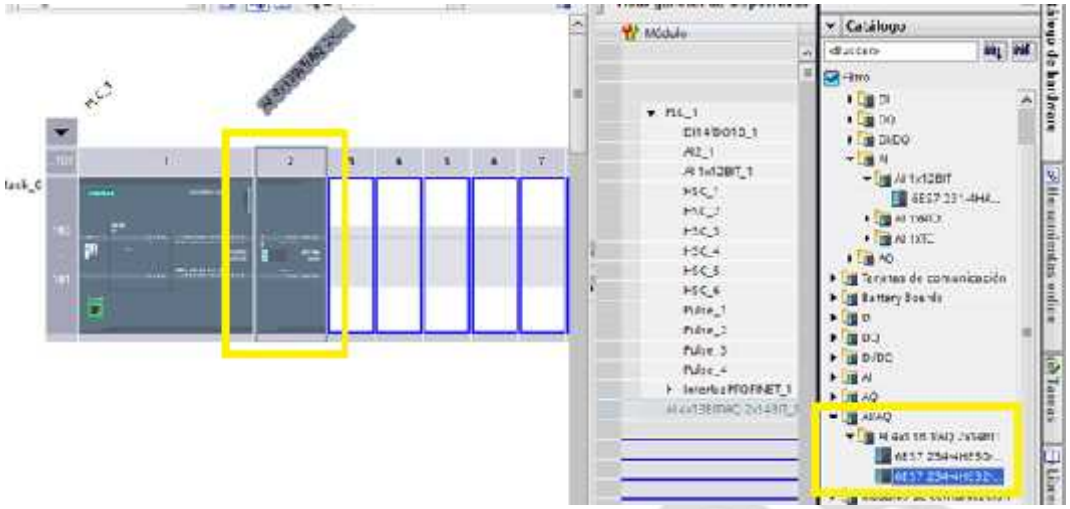


Figura 94. Crear Proyecto S7-1200 6

3.9. CREAR UN PROYECTO PARA UN HMI

Una vez creado un proyecto nuevo como se mostró en el apartado anterior, inserte una pantalla HMI (Para este caso se selecciona la que se marcó en la figura 12).

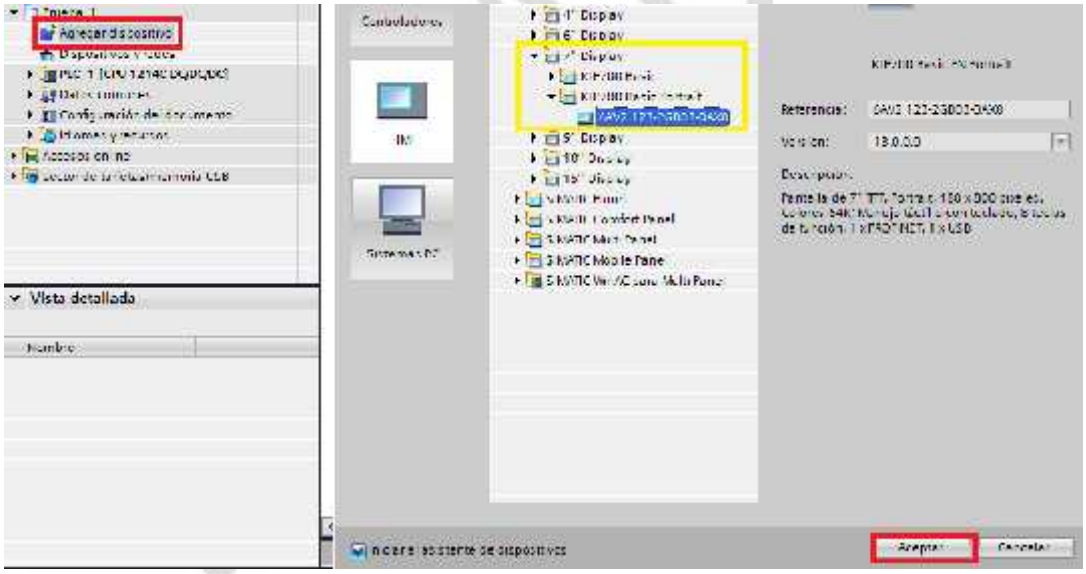


Figura 95. Crear Proyecto HMI 1

Seguidamente Seleccione el PLC con el cual desea enlazar la pantalla, y haga clic en siguiente.

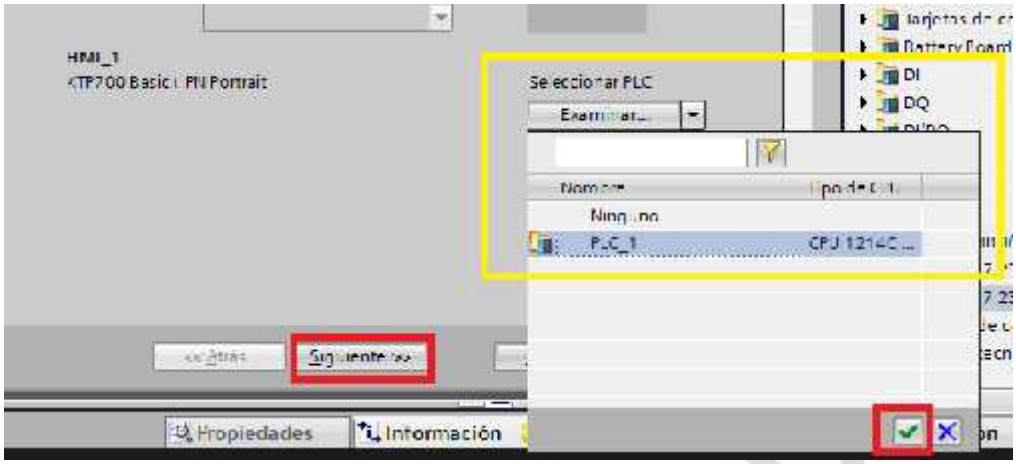


Figura 96. Crear Proyecto HMI 2

Puede seguir las indicaciones del asistente para configurar una plantilla o hacer clic en finalizar para realizar un modelo personalizado (para este caso se escogió la opción finalizar).

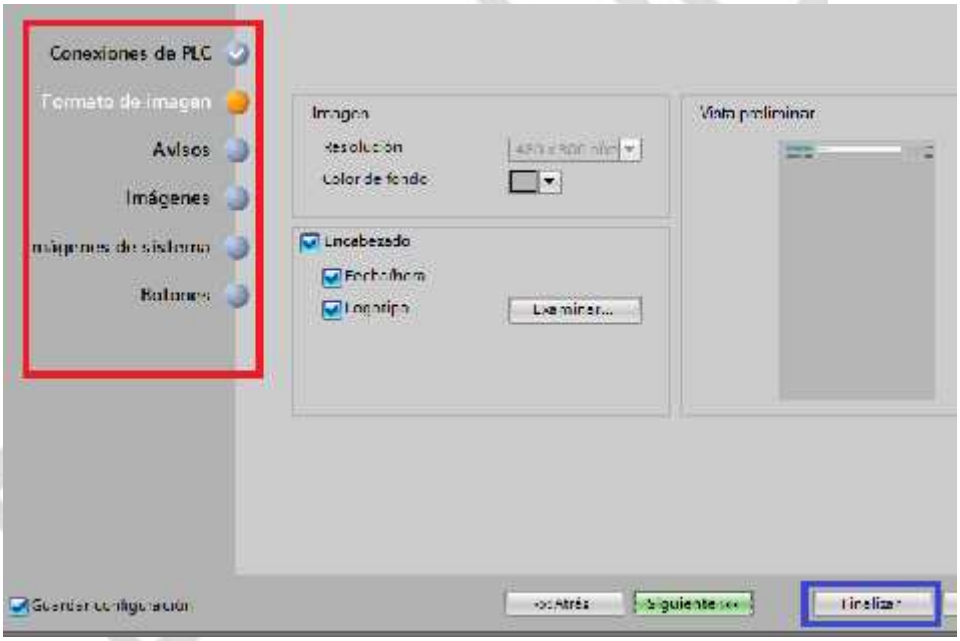


Figura 97. Crear Proyecto HMI 3

3.10. CARGAR DE UN PROYECTO EN UN DISPOSITIVO SIEMENS

Para cargar un proyecto e un dispositivo SIEMENS, se debe seleccionar el dispositivo y hacer clic en la opción cargar en dispositivo.

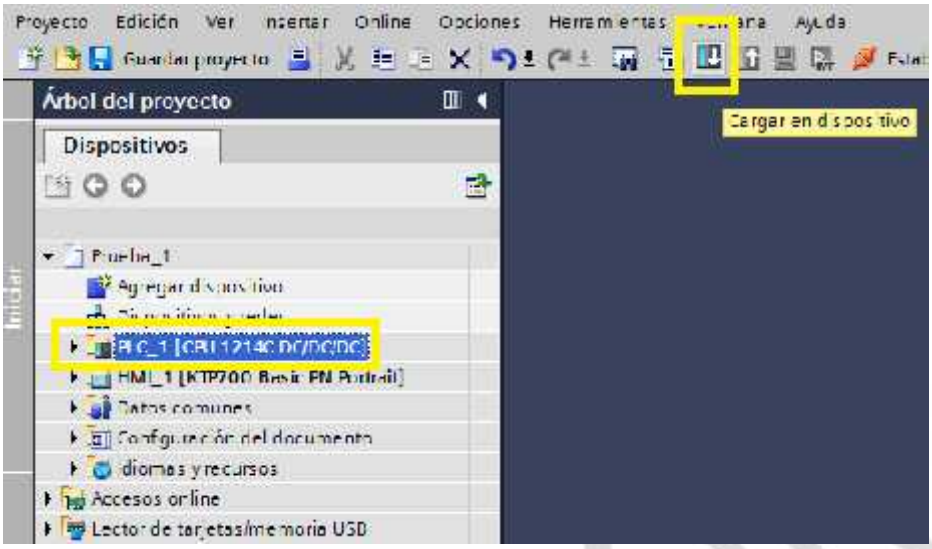


Figura 98. Cargar en Dispositivo

3.11. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (I/O DIGITALES S7-1200)

El objetivo realizar una aplicación que permita interactuar con las entradas y salidas digitales del PLC.

- CONFIGURACION INICIAL:

Cree un proyecto nuevo e inserte un PLC como se mostró en el apartado anterior.

Tenga en cuenta las siguientes características del programa;

Descripción	Llamar dentro de una rutina de PLC
Entrada Digital	%I #puerto. #bit del puerto (Ejemplo %I0.0)
Salida Digital	%Q #puerto. #bit del puerto (Ejemplo %Q0.0)
Entrada Análoga	%IW #Puerto (Ejemplo %IW 64)
Salida Análoga	%QW #Puerto (Ejemplo %QW 64)
Memoria Digital	%M #Memoria. #Bit de Memoria (Ejemplo %M0.0)
Memoria general	%M Tamaño del registro #Memoria (Ejemplo %MD1, D=32 bits y W=16Bits)

Tabla 18. Registros

Ahora inserte un bloque de programa, seleccionando la opción Agregar bloques de programa, dentro del proyecto creado;

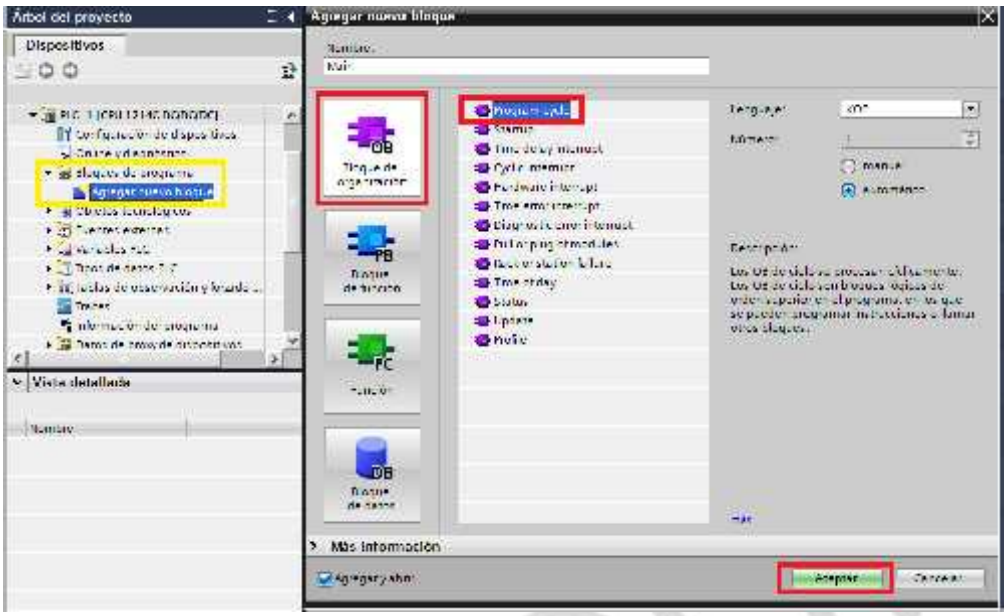


Figura 99. Main S7-1200

Seguidamente ábralo, e inserte una nueva rama como se muestra en la figura 24, arrastrando los elementos desde el menú de herramientas.



Figura 100. Nuevo Ramal

Ahora cargue el programa en el PLC como se mostró anteriormente y accione la entrada I0.0 y verifique el comportamiento de la salida Q0.0 indicadas en la figura 25.

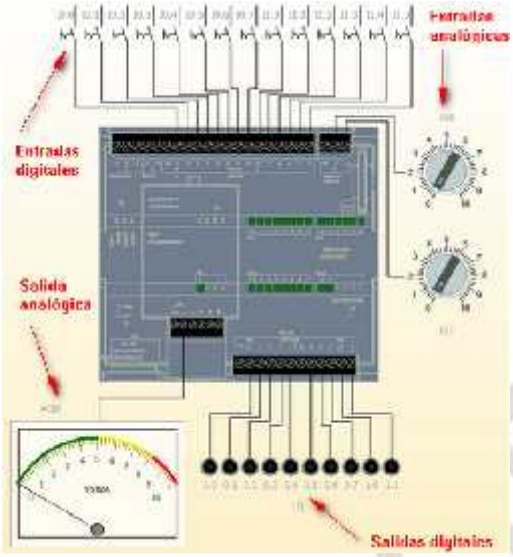


Figura 101. PLC siemens

- PROBLEMA:

Realice un programa que emule un arrancador de un motor.

3.11.1. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTVIDAD DE RECONOCIMIENTO

Implemente la siguiente estructura en la rutina principal y programe el PLC.

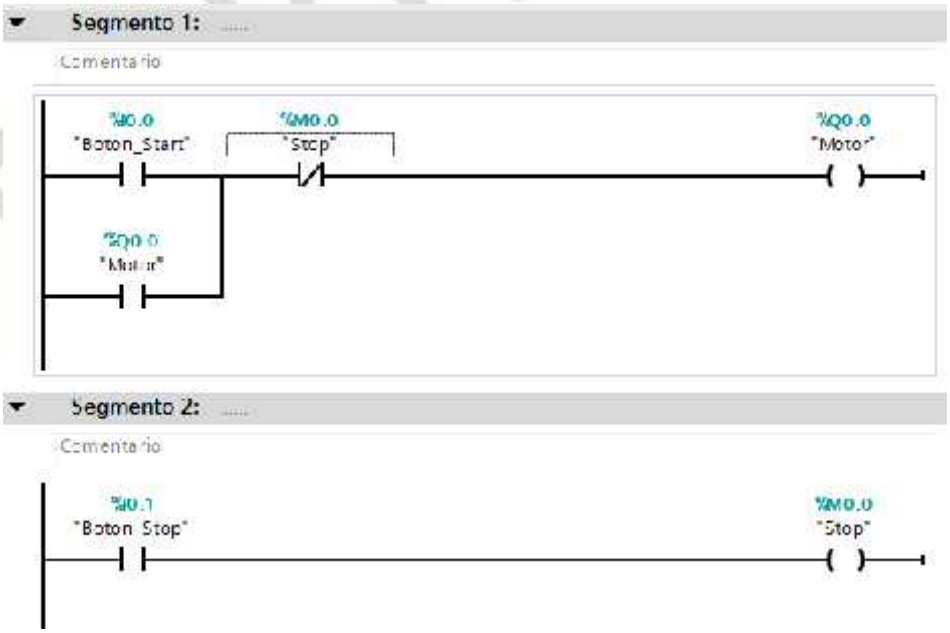


Figura 102. Solución Propuesta

3.12. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (I/O ANALOGAS S7 1200)

El objetivo de la práctica es interactuar con variables de proceso normalizadas usando un PLC.

- CONFIGURACION INICIAL:

Realice un programa siguiendo los pasos de la practica 3.11, sin embargo, esta vez en configuración de dispositivo busque la opción AI o AO y selecciónelas para ajustar los rangos de trabajo en los cuales el sensor proporcionara la señal.

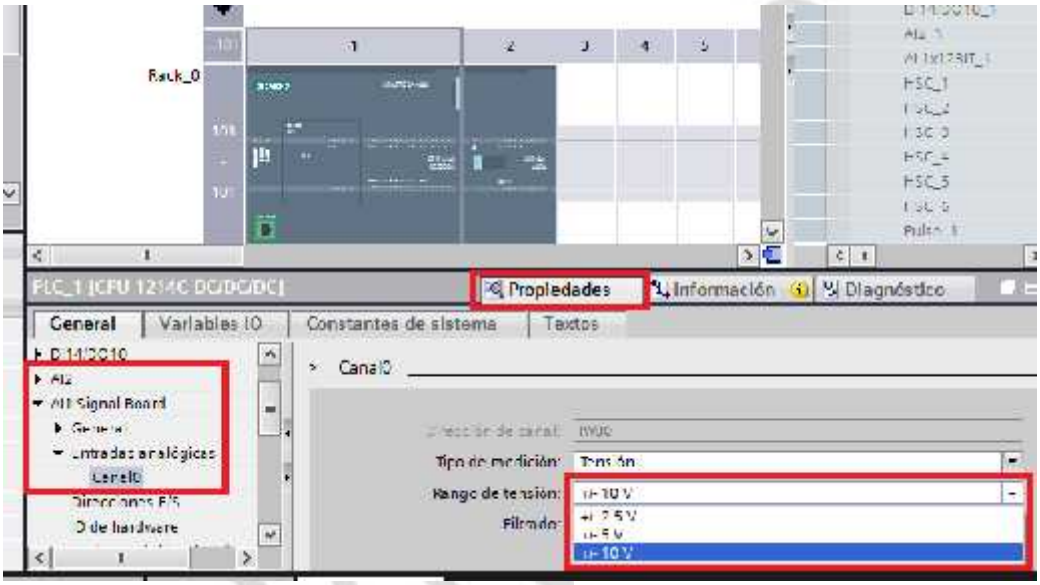


Figura 103. Configuración Análogas S7-1200 1

Ahora dibuje el diagrama mostrado a continuación en la rutina principal del PLC.

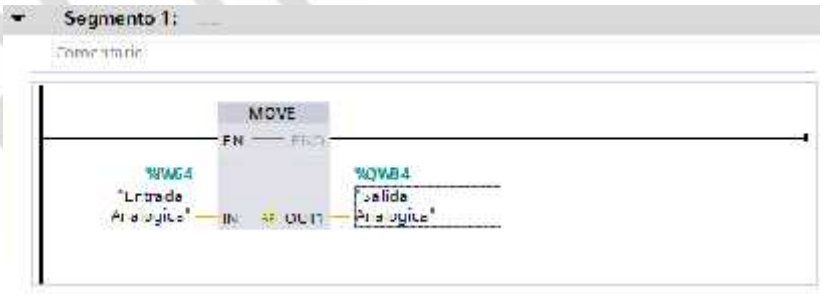


Figura 104. Configuración Análogas S7-1200 2

Se puede realizar una conexión física con un voltímetro en la salida análoga del PLC y una fuente de voltaje variable como se muestra en la figura 25 y verificar el resultado obtenido. Sin embargo, el bloque MOVE asigna directamente el valor de la entrada física a la salida, es decir si en la entrada hay 10V en la salida habrán 10V.

- PROBLEMA:

Duplique el valor de una fuente de voltaje de 5V medido en la entrada del PLC y reflejarlo en la salida del PLC.

3.12.1. PASOS PARA SOLUCIONAR LA ACTVIDAD DE RECONOCIMIENTO

Implemente el siguiente código.



Figura 105. Configuración Análogas S7-1200 3

3.13. ACTIVIDAD DE RECONOCIMIENTO (INTERACCION CON UN HMI)

El objetivo de la práctica es enlazar variables de Memoria con una HMI usando el Protocolo PROFINET.

- CONFIGURACION INICIAL:

Inserte un PLC S7-1200 y conéctelo con la HMI mencionada en el apartado anterior, teniendo en cuenta que no se usara el asistente de creación de interface.

Tome el programa de la configuración inicial de la practica 3.11 y 3.12 e insértelas en un solo programa, como se muestra a continuación;

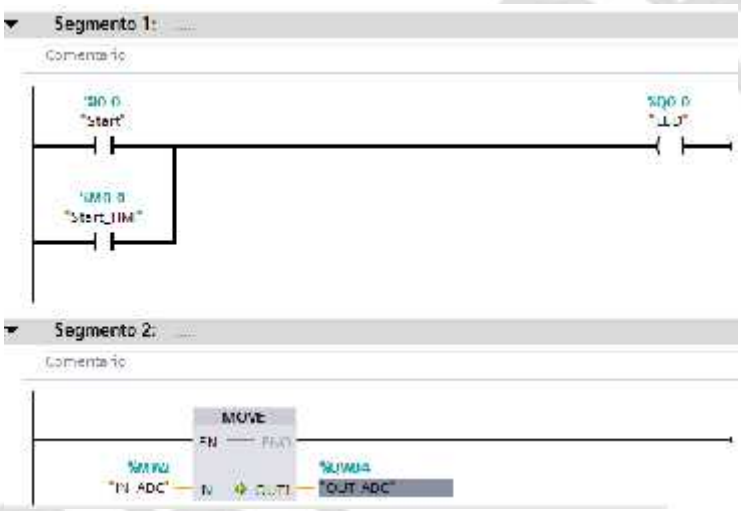


Figura 106. Configuración HMI Portrait 1

Ahora inserte un circulo y un tanque en el área de trabajo del HMI, como se muestra en la figura;

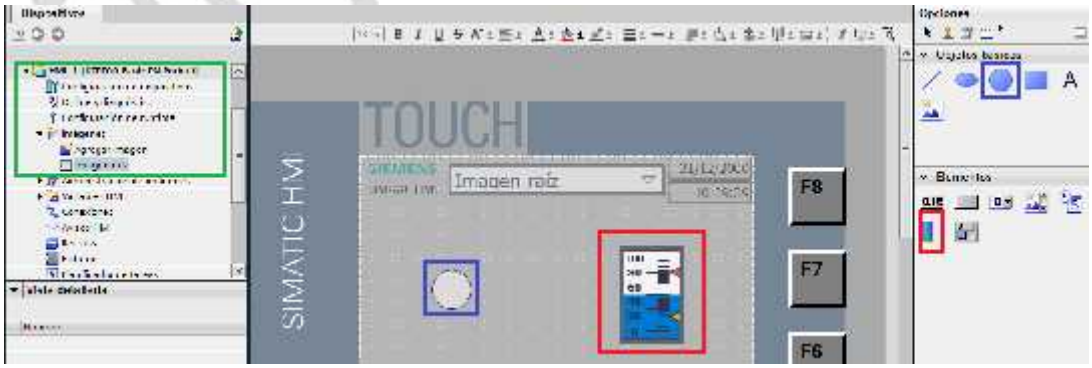


Figura 107. Configuración HMI Portrait 2

Para agregar una animación a los elementos se deben enlazar, con las variables del PLC como se muestra en las figuras 109 y 110;

En la figura 109 se muestra una asignación directa, seleccionando el elemento y en el menú propiedades enlazando la variable de proceso a medir.

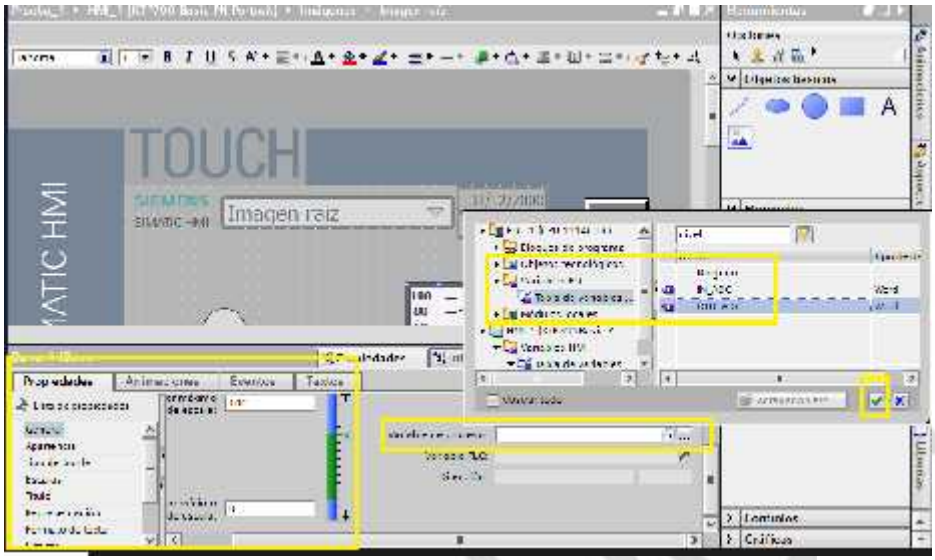


Figura 108. Asignación Variable

Ahora para una asignación indirecta como en la figura 110 y 111, se debe seleccionar el elemento y en el submenú animaciones editar sus características, como se muestra a continuación.



Figura 109. Apariencia

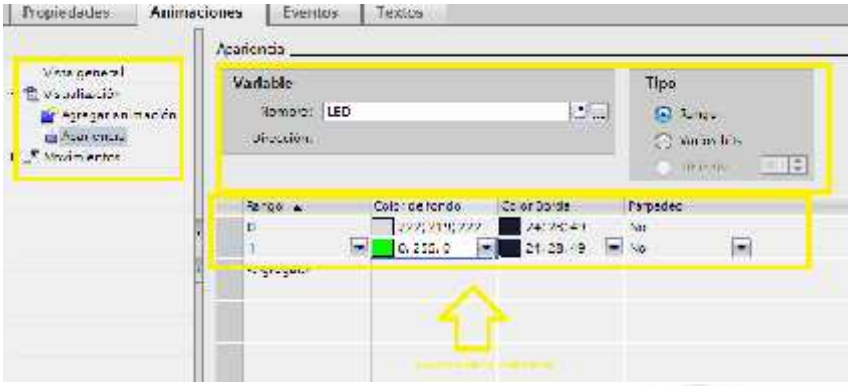


Figura 110. Color

Sin embargo, recuerde que no se pueden modificar entradas físicas desde un HMI solamente ser visualizadas, las salidas si pueden ser modificadas y visualizadas.

- PROBLEMA:

Realice la práctica mostrada en la configuración inicial, además programe los elementos y verifique la variación de los indicadores según el valor de las entradas.

BORRADOR

4. CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (ALLEN BRADLEY)

El sistema de control programable Amatrol, es un maletín el cual tiene en su interior diversos elementos para permitir realizar simulaciones de control de procesos de una forma didáctica, está compuesto por (Ver figura);

- PLC “Allen Bradley Compactlogix 5300”.
- HMI “Panel View Plus Terminal”.
- Pulsadores
- Interruptores
- Pilotos Luminosos
- Panel de Control de Temperatura
- Panel de Control de Velocidad
- Panel de Control de Posición

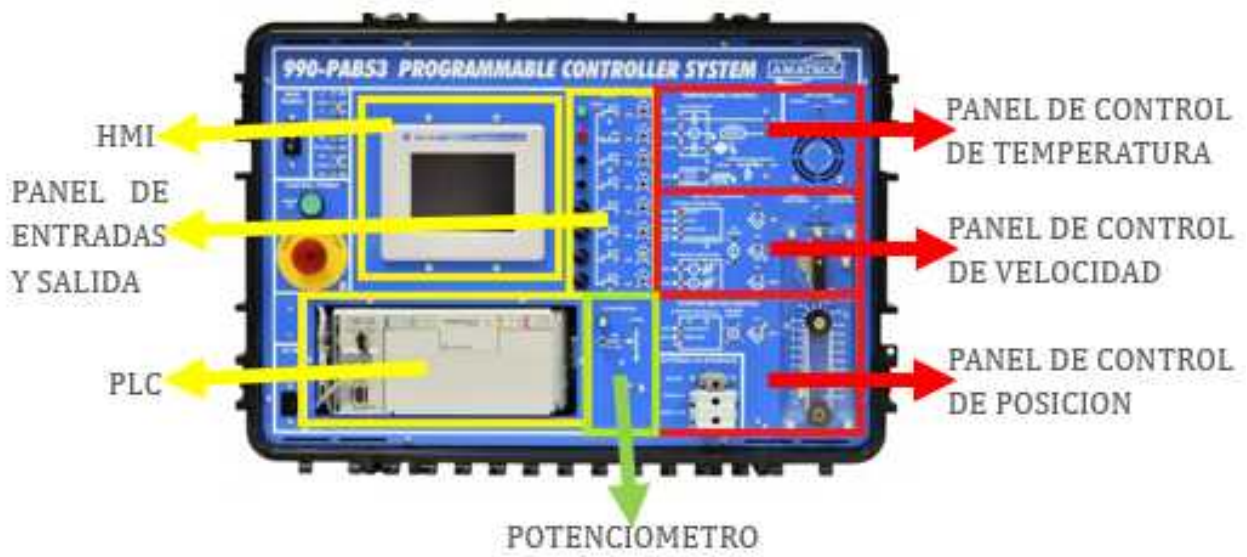


Figura 111. Maletín, Basado en: [6]

4.1. PLC COMPACTLOGIX 5300

El PLC CompactLogix-L23x 1769 (Ver figura 113) es un controlador compacto para aplicaciones de control de baja complejidad ya que la configuración de sus entradas y salidas esta pre configurada y es limitado a un numero de módulos adicionales. El controlador viene pre configurado con combinaciones para entradas y salidas digitales, analógicas y contadores de alta velocidad de E / S.



Figura 112. PLC Allen Bradley [7]

Y sus características técnicas se muestran en la siguiente tabla;

Modelo	1769-L23E-QBFC1B
Memoria de usuario	512 kB
Tarjeta CompactFlash	Ninguna
Puertos de comunicación	1 puerto Ethernet / IP 1 RS-232 (DF1 o ASCII)
E / S incorporadas	• 16 entradas digitales • 16 salidas digitales • 4 entradas analógicas • 2 salidas analógicas • 4 contadores de alta velocidad
Capacidad de expansión Módulo	Hasta dos adicionales 1769 módulos
Fuente de alimentación integrada	24V DC

Tabla 19. Características Técnicas Allen Bradley [7]

Para realizar las conexiones físicas del PLC se sigue la distribución de puertos mostrada en la siguiente figura;



Figura 113. Conexiones Físicas [7]

4.2. HMI PANEL VIEW PLUS 600

El terminal gráfico PanelView Plus 6 permite monitorear, controlar y mostrar información del estado del controlador de manera gráfica. Estos terminales ofrecen la posibilidad de trabajar en el sistema operativo Windows CE, Se programa en el software FactoryTalk View Studio Machine Edition. (Ver figura 115).



Figura 114. HMI [7]

Las características técnicas de este HMI son las siguientes;

Velocidad del procesador de 1 GHz

256 MB de RAM

Espacio de almacenamiento de 512 MB

Iluminación LED

Admite controles ActiveX®

Se integra con software de otros fabricantes como Microsoft® Internet Explorer® y visores de Microsoft Office

Ofrece funcionalidad de restauración de respaldos

Incluye un visor de PDF

Resolución de 320 x 240 y gráficos de 18 bits.

Para realizar la programación de los dispositivos desde el PC se debe llevar a cabo el montaje del siguiente circuito con el switch que esta puesto dentro del maletín con cables Ethernet cruzados;

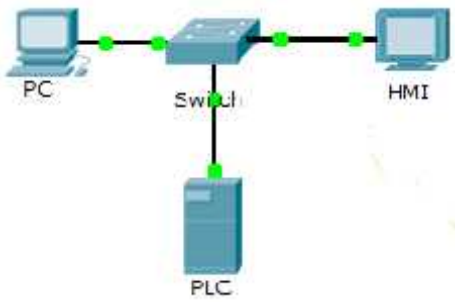


Figura 115. RED

4.3. PRIMEROS PASOS USANDO EL MALETIN

Este capítulo del manual se encarga de mostrar los pasos necesarios para crear un programa en blanco y como se debe configurar el computador antes de hacer una práctica, en las prácticas ya se procederá a elaborar algunos programas.

4.3.1. CONFIGURACIÓN DEL PC

Antes de Empezar asegúrese de que el computador se encuentra en red con el PLC y la pantalla debido a que ellos tienen su propia configuración de red, así que asegúrese de asignar una dirección que se encuentre en el dominio (192.168.0. CUALQUIER_NUMERO_DE_TRES_DIGITOS_DE_0_HASTA_255) de la red.

Para ello siga la ruta;

Panel de Control>>Centro de redes y recursos compartidos>>Cambiar configuración del Adaptador

Una vez ahí busque la opción Ethernet y sobre ella haga clic derecho y seleccione propiedades.

Seleccione Protocolo de Internet Versión 4 (TCP/IPv4) y haga clic en propiedades.

Llene el cuadro como se muestra en la figura:

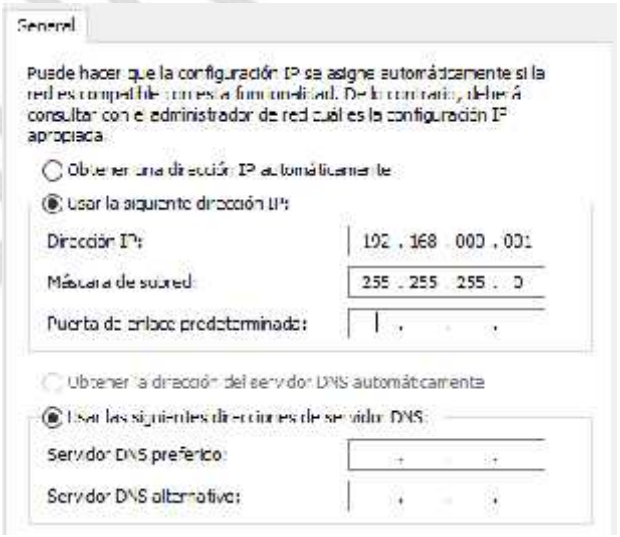


Figura 116. Configuración

Haga clic en Aceptar.

4.3.2. CREACIÓN DE UN PROYECTO PARA EL PLC

Para la creación de un proyecto en el PLC es necesario tener instalado el programa “RSlogix 5000” o el “STUDIO 5000”, cualquiera de los dos sirve para el PLC Allen Bradley 1769-L23E-QBFC1 y la interfaz es muy similar.

Para crear un nuevo proyecto siga los siguientes pasos;

Abra el programa RSlogix5000

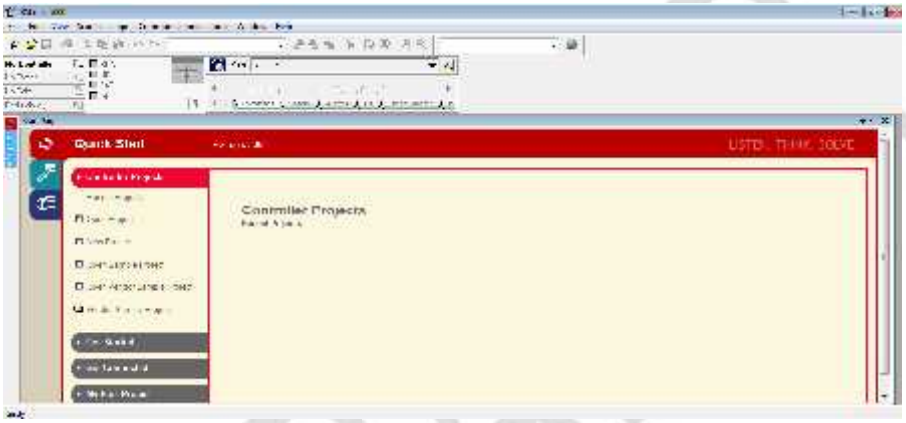


Figura 117. Principal

Ahora siga la ruta File>>New

Una vez ahí se despliega un cuadro de dialogo el cual debe llenar de la siguiente forma;

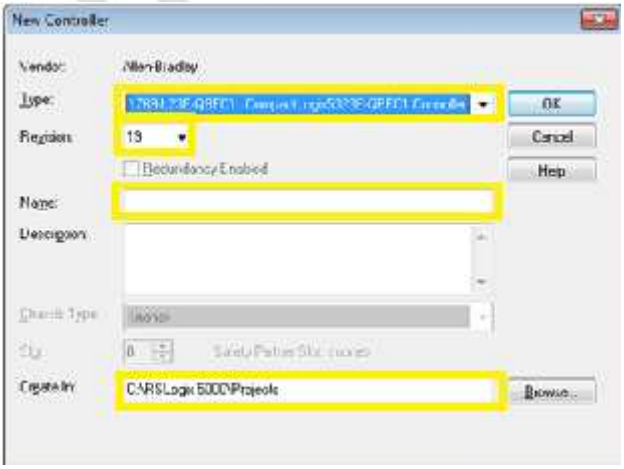


Figura 118. Menú 1

Ahora asegúrese de que se haya creado la rutina principal, para ello diríjase al directorio;

Task>>Main_Task>>Main_Program

Y verifique la existencia de “MainRoutine”

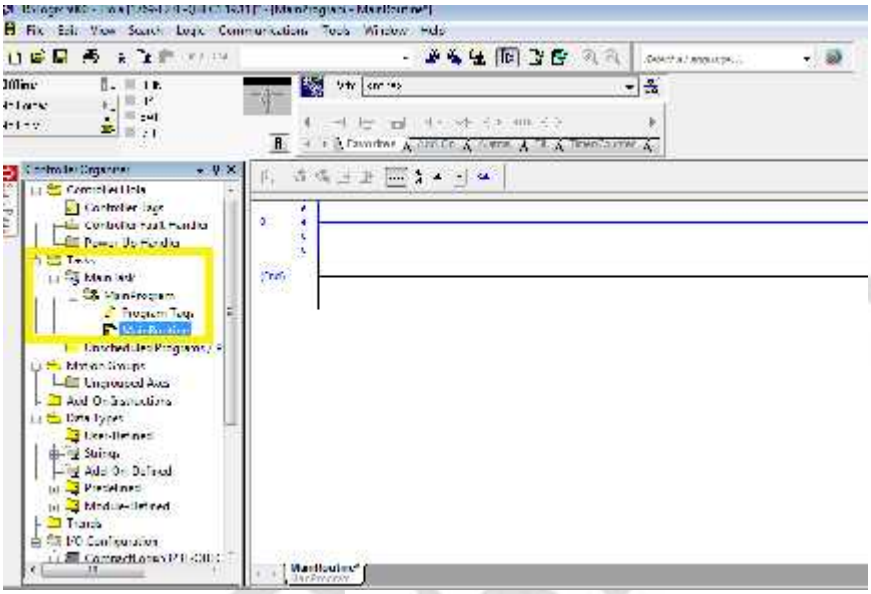


Figura 119. Rutina 1

En caso de que no exista haga clic derecho sobre la carpeta “MainProgram” y seleccione “New Routine”, coloque cualquier nombre y haga clic en aceptar (llenando los campos como se muestra en la figura);

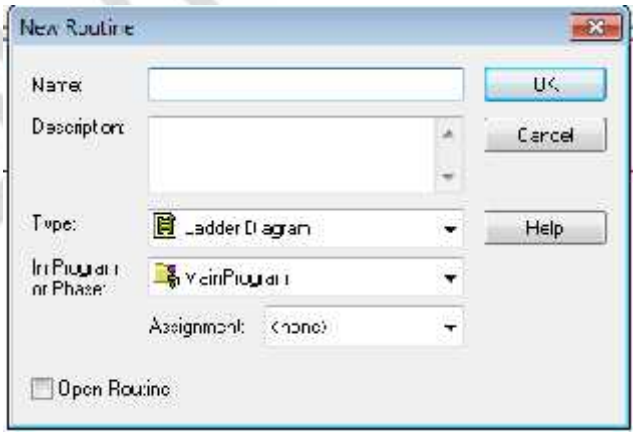


Figura 120. Ventana Auxiliar

4.3.3. CREACIÓN DE UN PROYECTO PARA LA HMI

Para la creación de un proyecto en el HMI es necesario tener instalado el programa “FACTORY TALK VIEW” y también el dispositivo enlazado al PC.

Para crear un nuevo proyecto siga los siguientes pasos;

Abra el programa Factory Talk View y Seleccione la opción Machine edition

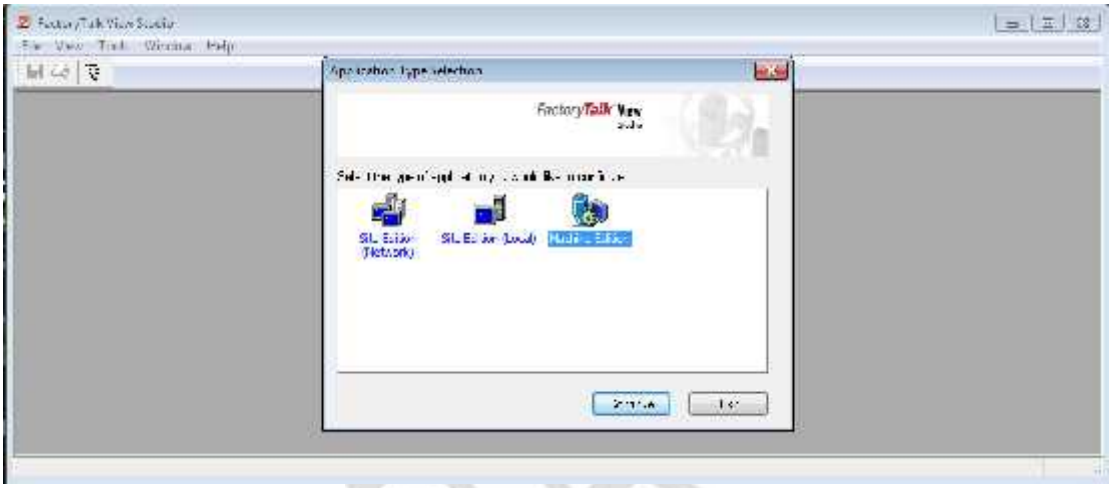


Figura 121. Ventana Principal F

Una vez hecho eso se despliega una ventana, donde seleccionara “new” y colocara al archivo un nombre cualquiera;

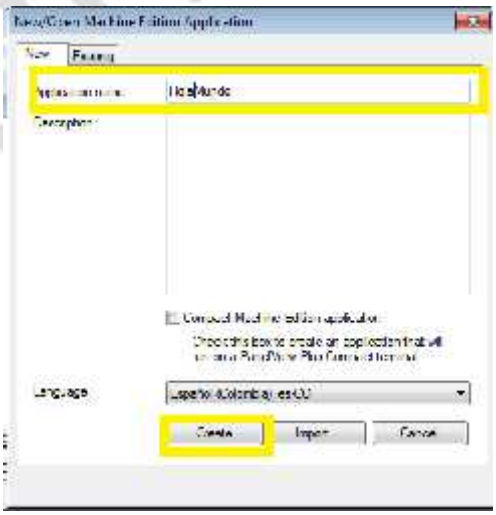


Figura 122. Nuevo/Abrir

Ahora diríjase a la opción “Project Settings” y seleccione la pantalla como se muestra en la figura

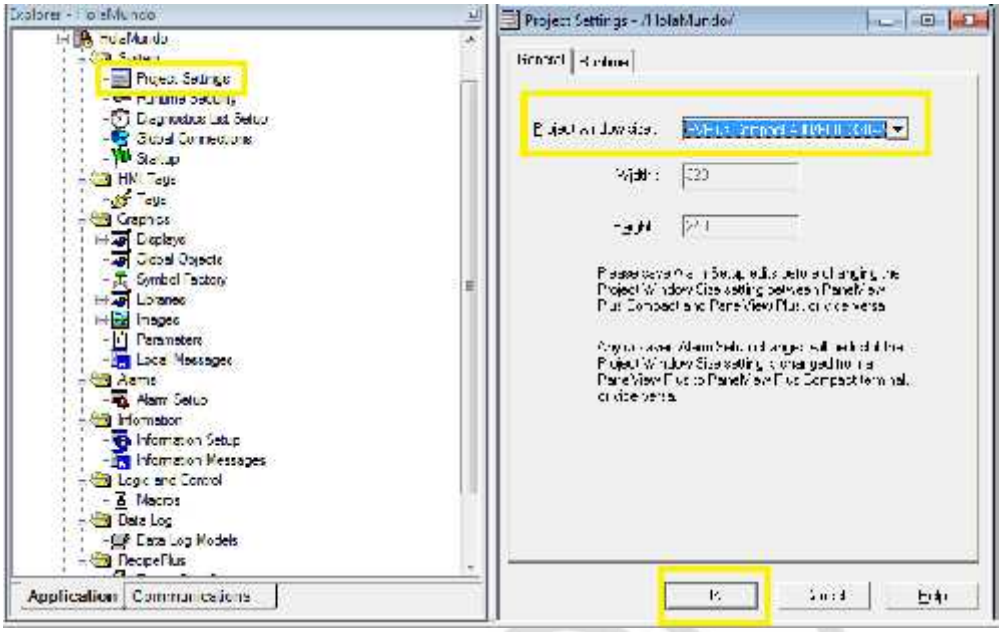


Figura 123. Pantalla 1

Por ultimo para empezar a trabajar seleccione la carpeta “Graphics”, despliegue el submenú “Displays” y haga doble clic sobre “main”;

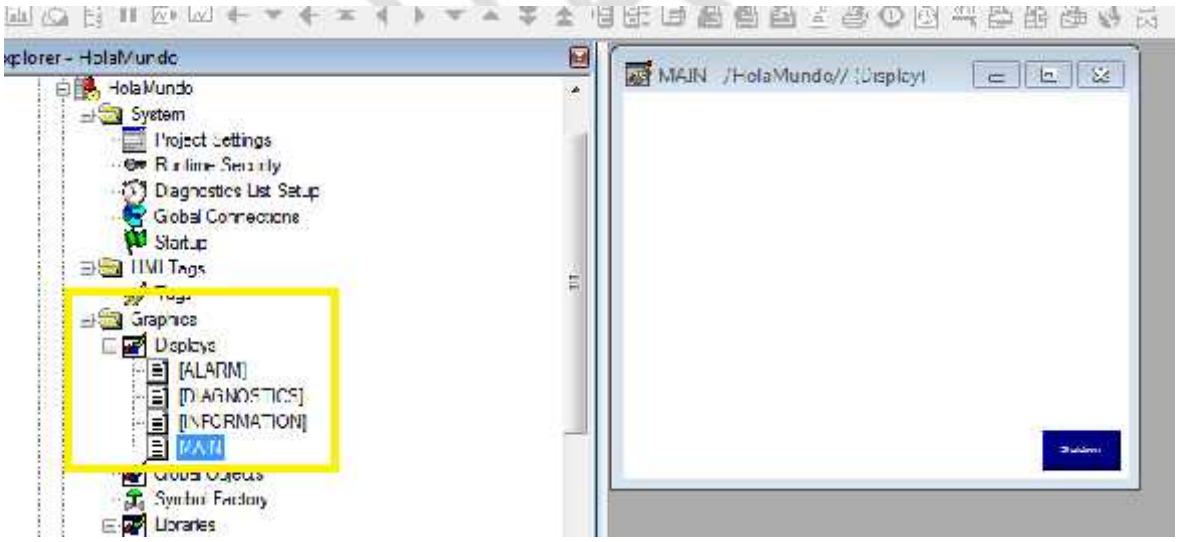


Figura 124. Principal

4.3.4. CARGAR DE UN PROYECTO EN EL PLC

Para cargar un proyecto en el PLC asegúrese de que la configuración de red sea correcta, de ser así siga los siguientes pasos;

Seleccione el menú Comunications>>who active

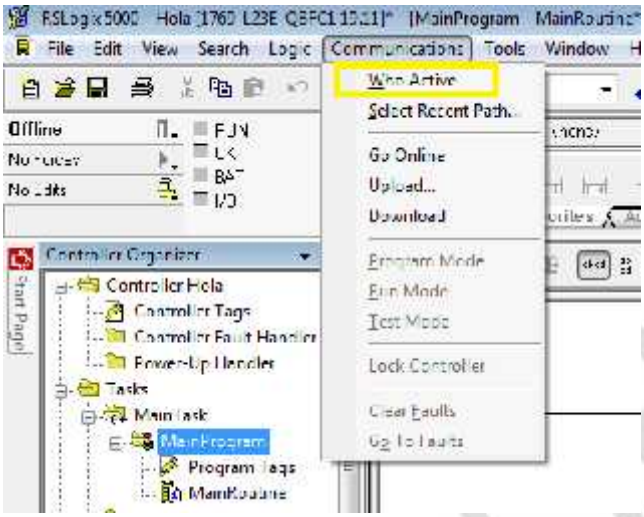


Figura 125. Menú 2

Seleccione el PLC y haga clic en download



Figura 126. Chasis

4.3.5. CARGAR DE UN PROYECTO EN LA HMI

Para cargar un proyecto en la HMI, es necesario crear un archivo ejecutable para eso una vez terminado el proyecto se siguen los siguientes pasos;

Primero se creará el archivo ejecutable, para ello se sigue la ruta Application>>Create Runtime Aplication

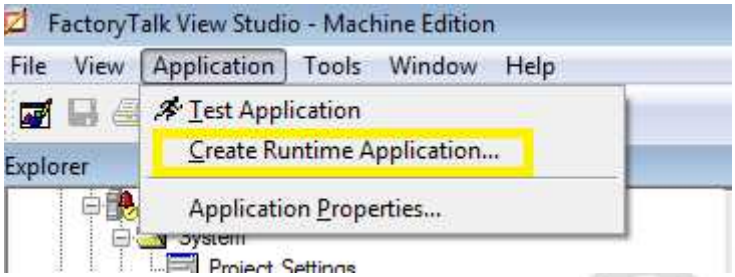


Figura 127. Menú 3

Una vez allí se guarda el archivo con un nombre cualquiera en una ruta cualquiera



Figura 128. Guardar

Una vez creado el archivo, se enviará a la pantalla esto se logra abriendo la aplicación transfer utility en el menú tool

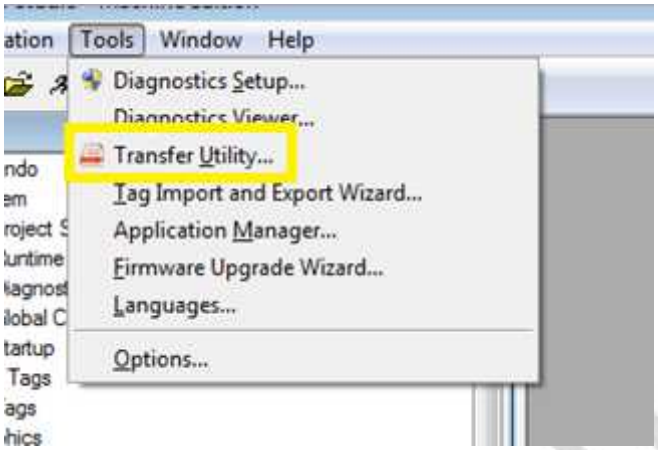


Figura 129. Menú 4

Luego se selecciona la ruta donde se creó y se hace clic en Download

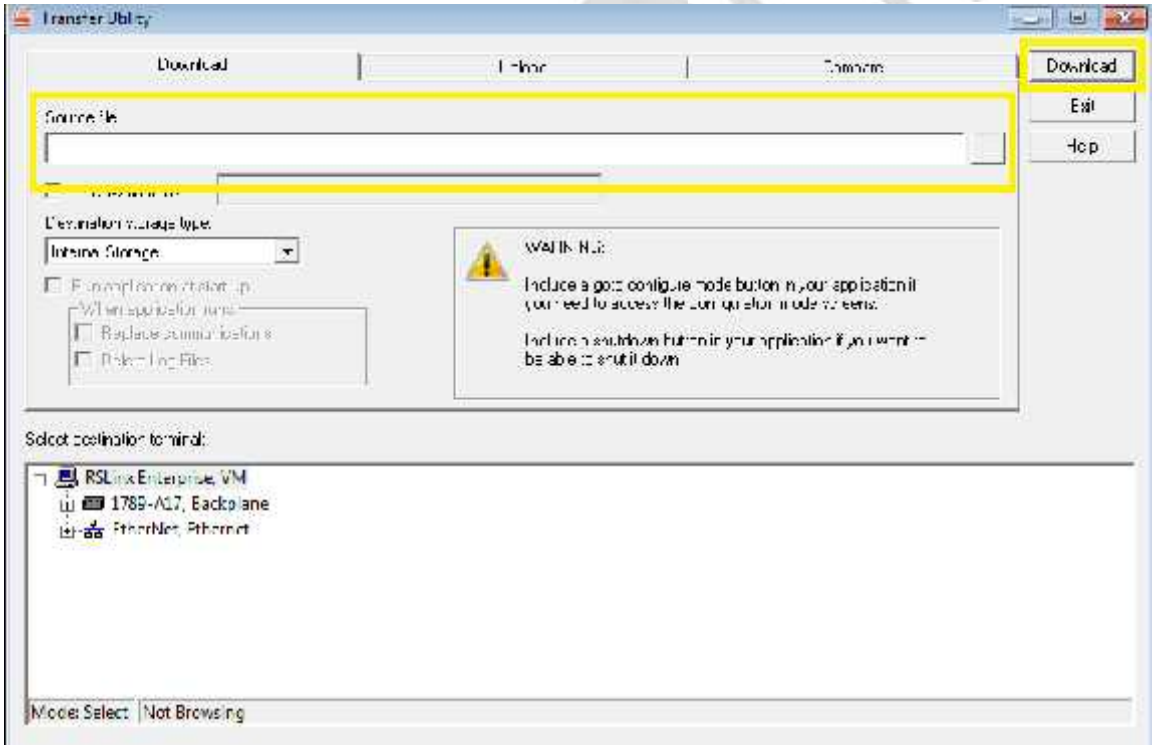


Figura 130. Cargar HMI

4.4. APLICACIÓN DE PRUEBA PARA PROBAR EL MALETIN

El objetivo de la práctica es realizar un programa básico en PLC y enlazar el sistema de control de proceso T5553 con el maletín.

- CONFIGURACION INICIAL:

Encienda el Maletín y el sistema de control de proceso T5553.

Conéctelos en red según los pasos mostrados en el numeral anterior.

Tenga en cuenta las siguientes direcciones para la creación de las variables de puertos I/O

NOMBRE	DIRECCIÓN
Start	LOCAL:1:I:DATA:0
Stop	LOCAL:1:I:DATA:1
Calentador	LOCAL:2:I:DATA:15
Bomba Calentador	LOCAL:2:I:DATA:9
Bomba Proceso	LOCAL:2:I:DATA:13
Enfriador	LOCAL:2:I:DATA:11
RTD	LOCAL:3:I:CH0DATA
Termistor	LOCAL:3:I:CH2DATA
Termocupla	LOCAL:3:I:CH3DATA

Tabla 20. Direcciones

Nota: Por favor respetar las direcciones debido a que las conexiones físicas, se deben montar así para que el programa del ejercicio funcione.

- PROBLEMA:

Realizar un programa en LADDER que permita mostrar el valor actual de un sensor y mostrar su valor en el HMI, siguiendo el esquema de conexiones mostrado en la práctica anterior.

- SOLUCIÓN:

Haga un puente entre la tierra del maletín y el sistema de control de Proceso.

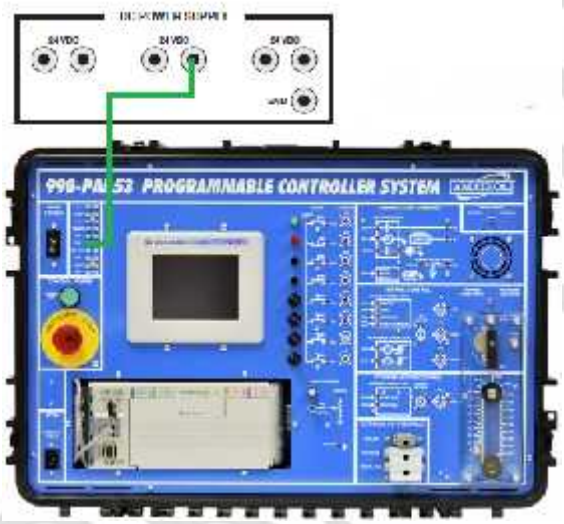


Figura 131. Puente, Basado en: [2]

Conecten una resistencia de 250 ohm a la salida del transmisor para convertir la corriente a tensión.

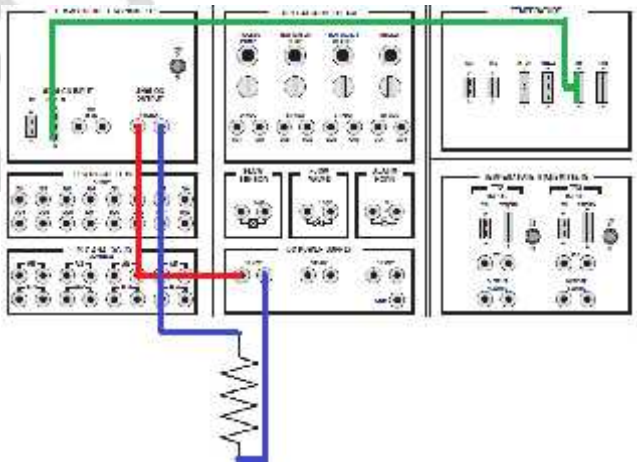


Figura 132. I-V, Basado en: [2]

Conecte el sensor y los actuadores utilizando el bus marcado y destinado para tal fin (O manualmente teniendo en cuenta los terminales de la tabla 20).

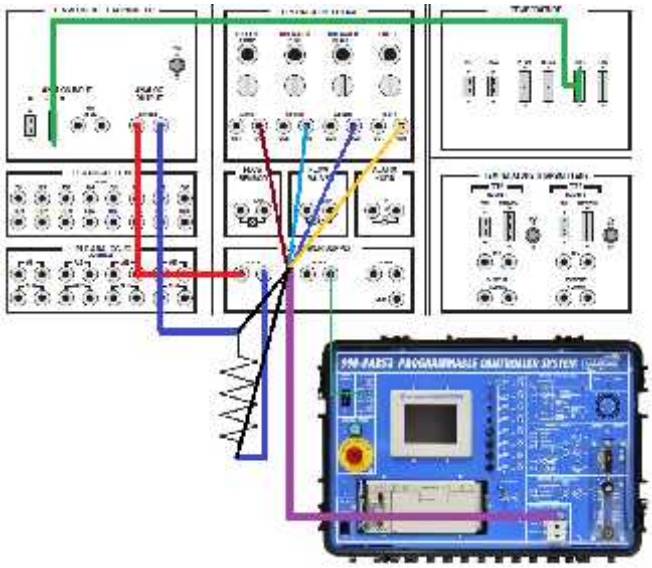


Figura 133. Bus, Basado en: [6]

Realice un programa en LADDER como muestra la siguiente figura

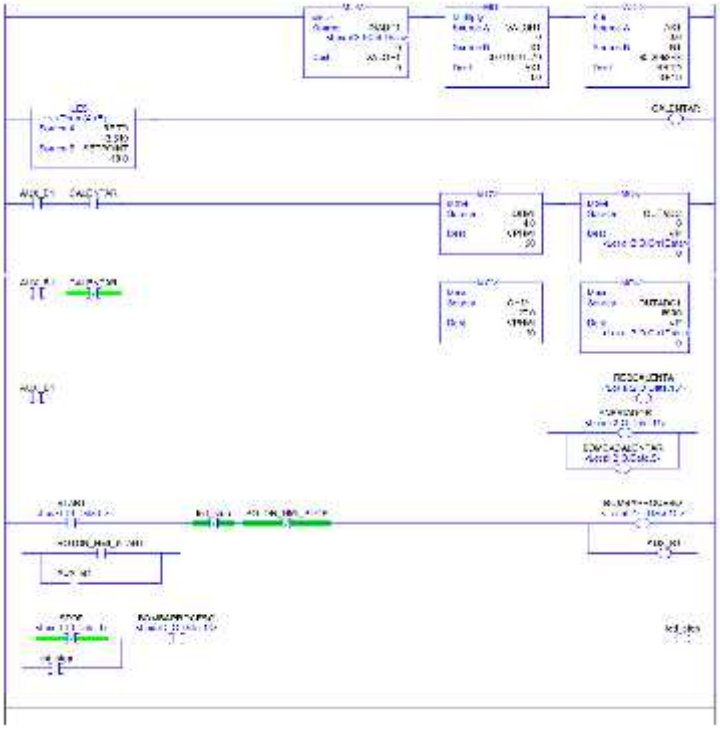


Figura 134. LADDER

Para la creación de una variable siga los siguientes pasos:

Inserte un elemento y escriba el nombre de la variable, haga clic derecho sobre ella y seguidamente en new.

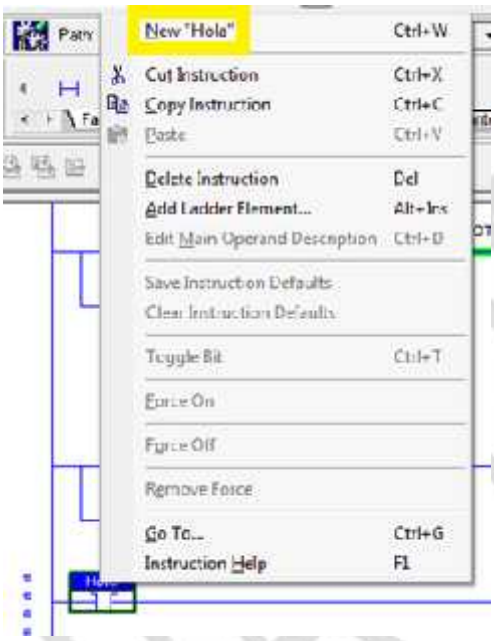


Figura 135. Variable (Fuente el autor)

En la ventana siguiente escoja el tipo de variable recuerde que “Alias” es para una dirección de algún puerto físico del PLC y “Base” es una memoria interna.

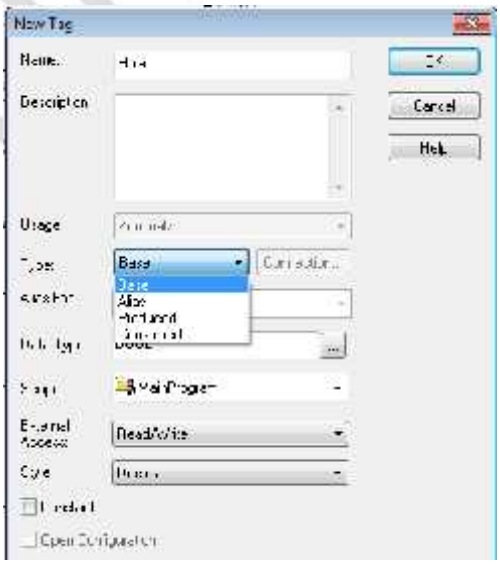


Figura 136. Variable 2 (Fuente el autor)

Ponga el Interruptor del PLC en modo “Program”



Figura 137. Modo run (Fuente el autor)

Programe el PLC

Ponga el Interruptor del PLC en modo “Run”

Observe el comportamiento desde el RSLOGIX.

BORRADOR

5. REFERENCIAS

[1] Amatrol, Introduction to Process Control System Vol 1, 2010.

[2] I. Amatrol, Introduction to Process Termical Control System Vol 1, Centnnial, Jeffersonville, 2010.

[3] Amatrol, Introduction to Analitical Process Control System Vol 1, 2010.

[4] AMATROL, Introduction to Proccess Control Pressure, Bogota: AMATROL, 2010.

[5] Siemens, Manual del Sistema Siemens, USA: Siemens, 2016.

[6] A. INC, «Amatrol Control Process,» 08 01 2016. [En línea]. Available: http://www.amatrol.com/coursepage/pab53/,Centnnial, Jeffersonville.

[7] Rockwell Automation, «Rockwell Automation,» 08 01 2016. [En línea]. Available: http://epub1.rockwellautomation.com/images/web-proof-large/GL/L23Ephoto.jpg, USA.

[8] SENA, PLC - Controladores Lógicos Programables, Bogotá: SENA, 2005.

BORRADOR