

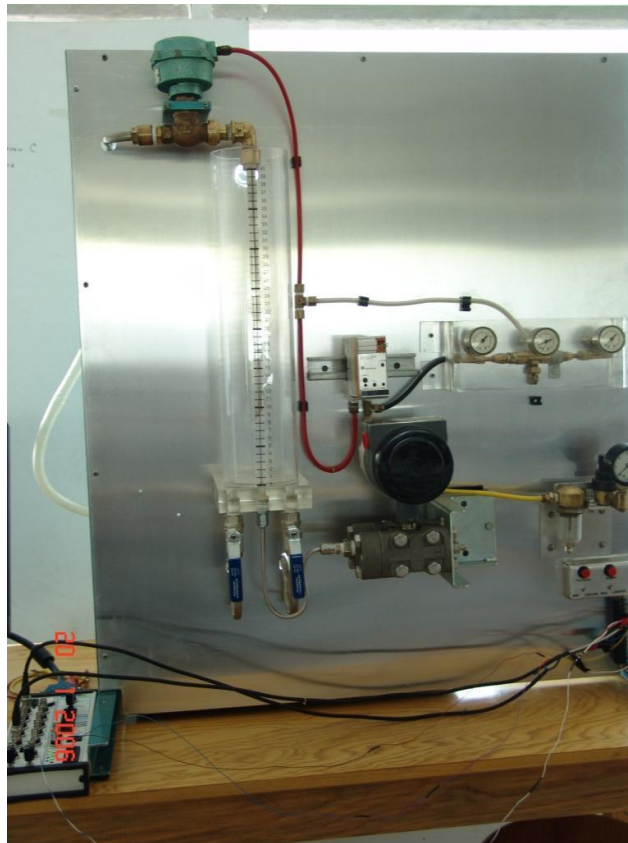
PROYECTO PAPIME EN102504

SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL

RESPONSABLE DEL PROYECTO: ING. GLORIA MATA HERNANDEZ

DESARROLLO: ARMANDO AYALA ABREU

PALOMA RINCÓN MONTOYA



INDICE

Introducción	3
1. Identificación, características generales y ajuste de los componentes	
Transmisor de Presión Diferencial	4
Transmisor Corriente – Presión (IPT)	6
Sistema Hidráulico	6
Sistema Neumático	7
2. Acondicionamiento de señales	
Acondicionamiento de la señal de entrada	8
Acondicionamiento de la señal de salida	9
Sistema de Control ON/OFF manual para la bomba y las válvulas de solenoide	11
3. Funcionamiento del Sistema	
Explicación General	13
APENDICE	
A. Partes del Transmisor de Presión Diferencial	14
B. Partes de la Tarjeta de Adquisición de Datos BNC-2120	15

Introducción

La planta de nivel es un equipo que se utiliza para controlar el nivel de agua de un depósito. Es un equipo que se adquirió hace más de 15 años y estaba en desuso por falta de partes y elementos obsoletos.

Se pudo rescatar y rehabilitar, utilizando tecnología moderna y dándole un nuevo enfoque.

Ha sido de gran interés, ya que se manejan diversas variables como las que se encuentran a nivel industrial, todas ellas concentradas en esta planta y siendo de gran utilidad para el aprendizaje de los alumnos. Las variables que se maneja son: eléctricas, neumáticas e hidráulicas.

La planta se adecuó para supervisar y controlar las variables mediante instrumentación virtual y ha servido también como trabajo de tesis de dos alumnos.

El sistema completo funciona de la siguiente manera:

La bomba de agua suministra el líquido que pasa a través de la válvula neumática hacia el tanque de control.

El tanque de control cuenta con dos válvulas de salida, que en operación normal se encuentran abiertas.

El transmisor diferencial de presión tiene dos entradas: una de ellas se conecta en la base del tanque y la otra al medio ambiente.

Al energizarse, el transmisor hace la diferencia entre la presión atmosférica y la presión que hay en el tanque de control y así entrega una corriente proporcional al nivel en el tanque. Esta corriente se hace pasar por un lazo, para así obtener un voltaje, el cual es la señal de entrada a la tarjeta de adquisición de datos.

El voltaje obtenido en el lazo es manipulado a través de un programa desarrollado en LabView, en este programa se puede elegir el nivel en el que el usuario desea que el líquido se mantenga, además de tener un panel frontal donde se observan las mediciones de corriente, presión y voltaje en diferentes puntos del sistema.

Como salida de la tarjeta de adquisición, tenemos un voltaje el cual se transforma a una corriente mediante un convertidor voltaje-corriente, esta corriente se suministra al transmisor de corriente a presión (IPT), el cual también recibe una entrada de presión constante y a su vez entrega una presión de salida proporcional a la corriente que recibe.

Esta presión abre o cierra la válvula neumática para regular el flujo de agua hacia el tanque de control.

1. Identificación, características generales y ajuste de los componentes.

El Sistema de Control de Nivel está constituido por dos transductores: el Transmisor de Presión Diferencial y el Transmisor Corriente – Presión (IPT).

Además está constituido por dos subsistemas: un sistema hidráulico y un sistema neumático

El sistema es monitoreado y controlado por medio de una computadora a través de una tarjeta de adquisición de datos BNC – 2120 de National Instruments.



a)



b)

Figura 1. a) Transmisor de Presión Diferencial,
b) Transmisor Corriente – Presión (IPT)

Transmisor de Presión Diferencial.

El Transmisor de Presión Diferencial tiene dos entradas y una salida.

En las entradas se conectan por medio de tubería, dos presiones. Ambas presiones serán diferenciadas y en la salida se obtiene una corriente proporcional a dicha diferencia.

Para el Sistema de Control de Nivel, una de las entradas va conectada en la parte baja del tanque; en la otra entrada no se conecta nada, para que la diferencia sea contra la presión atmosférica y obtengamos una corriente proporcional a la presión que ejerce solamente el agua dentro del tanque.

Calibración: Para calibrar el dispositivo es necesario conectar una resistencia de 250Ω con una fuente de 24 Vdc como se muestra en la figura 2. Haciendo a un lado los datos de placa del transmisor, se descubren dos interruptores de contacto momentáneo, los cuales sirven para configurar las escalas mínima y máxima.

Antes de seleccionar alguno de los límites, es necesario que el agua dentro del tanque se encuentre en el nivel que se desea acotar.

Para fijar alguna de las escalas es necesario dejar presionado el botón durante 10 segundos, luego soltar y presionar de nuevo el botón tres veces hasta que la corriente sea de 4 [mA] ó 20 [mA] para la escala mínima y máxima respectivamente.

NOTA: El nivel máximo que se puede seleccionar en el dispositivo no debe ser menor de 28 [cm]. Cuando se encuentra en un nivel superior a 28 [cm], y se desea un nivel superior menor que no rebase la restricción, es necesario decrementar el nivel sin sobrepasar 2[cm] hasta llegar al valor deseado.

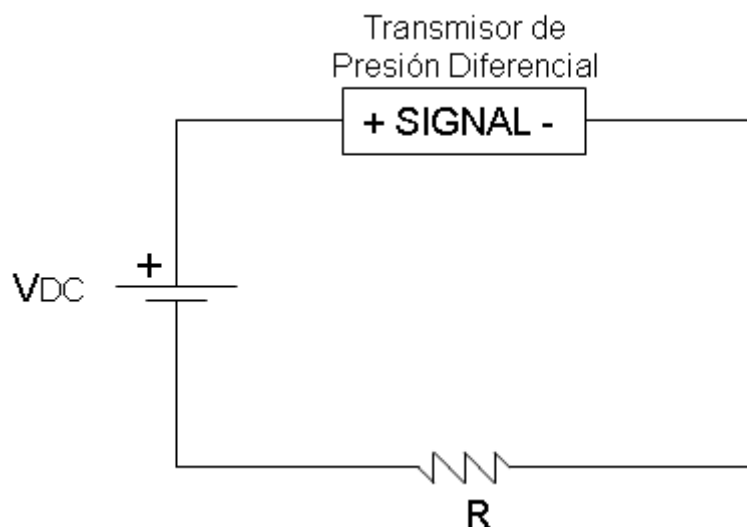


Figura 2. Circuito de polarización del Transmisor de Presión Diferencial.

Una vez calibrado el dispositivo, el voltaje VDC se ajusta según la gráfica de la figura 3. Para este sistema, se conecta una resistencia de 250Ω , por lo tanto el voltaje VDC utilizado es de 15 VDC.

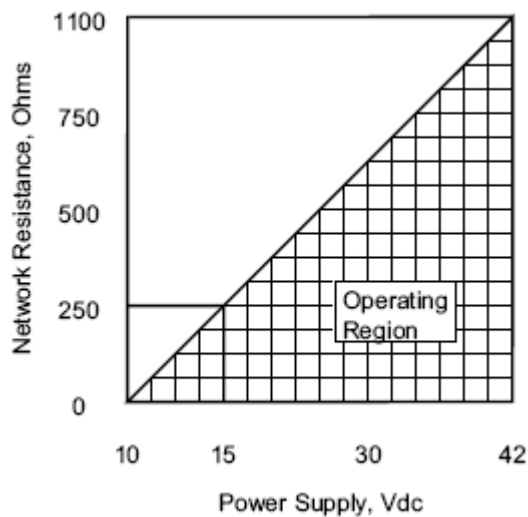


Figura 3. Voltaje VDC según la resistencia de la línea.

Ahora obtendremos una corriente proporcional al nivel en que se encuentra el agua dentro del tanque

El Sistema de Control de Nivel fue configurado para trabajar con un nivel mínimo de 0[cm] y un nivel máximo de 35[cm].

Transmisor Corriente - Presión.

El Transmisor de Corriente – Presión está constituido por dos entradas y una salida. En una de las entradas (+1,-1), se conecta una señal de corriente que puede ser de 4 a 20 [mA]. En otra entrada se debe de conectar una compresora de aire con una presión constante de 1.2 [bar]. En la salida se obtendrá una presión de aire proporcional a la corriente de entrada, esto es, si en la entrada hay 4 [mA], en la salida tendremos 0[bar]; por el contrario, si en la entrada tenemos 20 [mA], en la salida obtendremos una presión de 1.2 [bar].

NOTA:

El dispositivo IPT tiene una resistencia interna de 280[Ω].

No se le deben conectar corrientes mayores a 20 [mA].

No se le debe suministrar una presión que exceda 1.2 [bar]

Sistema Hidráulico.

El Sistema Hidráulico está constituido por una bomba de agua, dos tanques de almacenamiento, dos válvulas de espera de $\frac{3}{4}$, dos válvulas de solenoide de $\frac{3}{4}$, una válvula neumática y tuberías de conexión como se muestra en la figura 4.

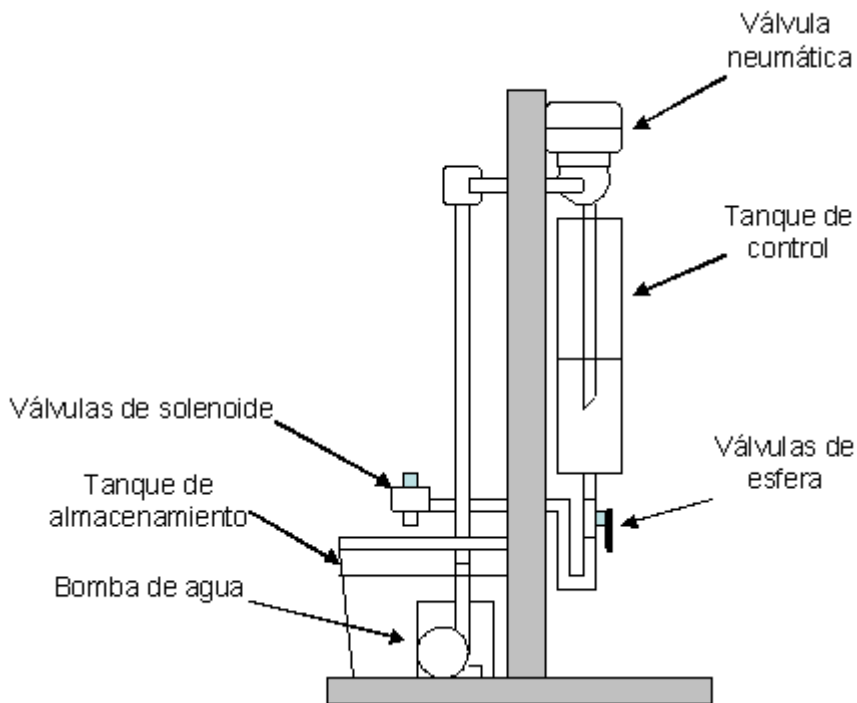


Figura 4. Sistema Hidráulico (Vista lateral derecha)

NOTA:

Bomba de agua: Requiere de 110 VAC. Consume una corriente eficaz de 1.5 [A] con un transitorio de 2.5 [A].

Válvulas de solenoide: Requieren de 110 VAC, Ambas consumen una corriente eficaz de 0.238 [A].

Las válvulas de solenoide y la bomba cuentan con un sistema de encendido digital con la opción a ser manejado desde una PC o en forma autónoma desde un microcontrolador PIC. No se debe de conectar la bomba mientras el tanque de almacenamiento se encuentre sin agua.

Sistema neumático.

El sistema neumático está constituido por una compresora de aire, un regulador de presión, cuatro manómetros, una llave de paso y manguera de conexión. Ver figura 5.

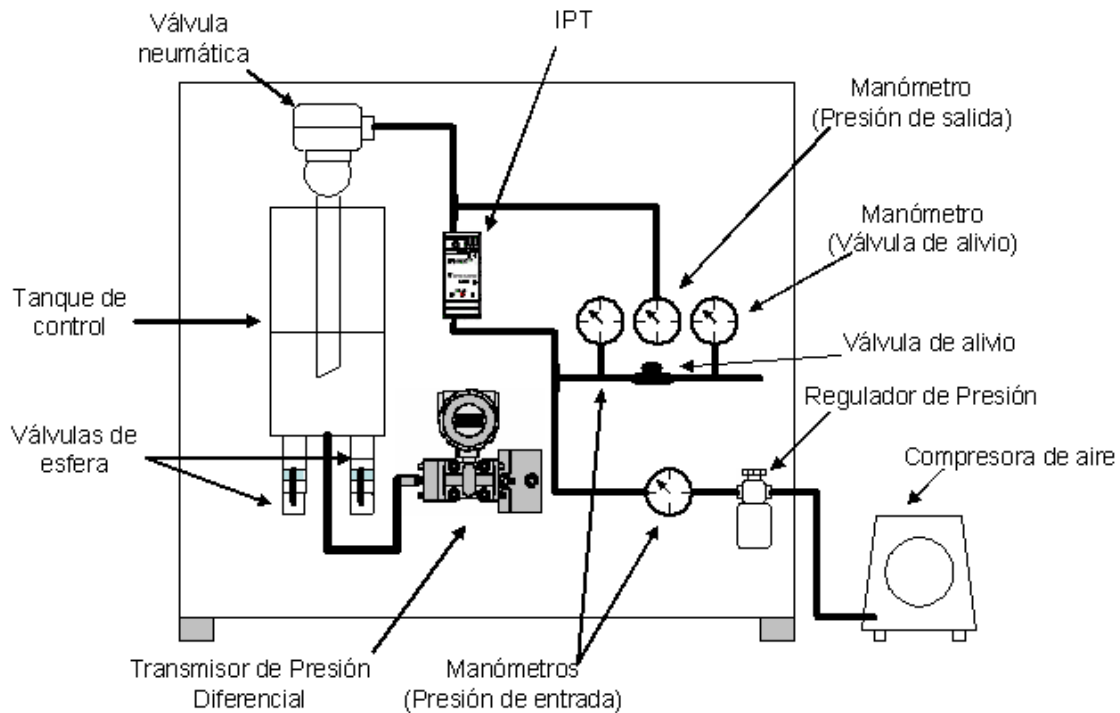


Figura 5. Sistema de control de nivel (Vista Frontal).

Para que el sistema funcione correctamente, se debe de suministrar una presión de 1.2 [bar]. Para lograrlo se debe de manipular el regulador de presión.

La válvula de alivio sirve para permitir circular el aire que no está siendo utilizado.

Esta válvula no debe de estar cerrada, ni tampoco totalmente abierta. Se debe de ajustar su apertura escuchando el sonido del motor de la compresora. Cuando la compresora empiece

a hacer algún ruido extraño, en ese momento nos indica que debe de ser abierta la válvula de alivio y dejar de abrirla hasta que la compresora se estabilice.

En el barómetro de salida se podrá medir la presión que está entrando a la válvula neumática.

NOTA:

Si no se conecta adecuadamente la compresora, se presentarán fugas de aire y esto provocará oscilaciones en el sistema de control.

2. Acondicionamiento de Señales

La tarjeta de adquisición de datos BNC – 2120 cuenta con entradas y salidas analógicas, las cuales manejan un rango de voltaje de +/- 10 [V]. También cuenta con entradas y salidas digitales, además de otras características en las que no se entrará en detalle.

Acondicionamiento de la señal de entrada.

La señal de entrada corresponderá a la corriente de salida del Transmisor de Presión Diferencial.

Este dispositivo, una vez configurado, se obtiene una corriente proporcional al nivel del tanque como se puede ver en la tabla 1.

Nivel de Agua (H) [cm]	Corriente de salida (Is) [mA]
0	4.000
5	6.285
10	8.570
15	10.855
20	13.140
25	15.425
30	17.710
35	20.000

Tabla 1. Relación de la corriente de salida con la altura del tanque.

El modelo matemático del comportamiento está dado por la siguiente expresión:

$$I_s = 0.4571 H + 4 \dots (1)$$

Donde I_s es la corriente de salida en mA y H representa el nivel del tanque en cm.

Para poder obtener un voltaje proporcional al nivel de agua, se utilizó el circuito de la figura 6.

A continuación se muestra en la tabla 2, la relación entre el voltaje medido en la resistencia de 100Ω y el nivel del tanque.

Nivel de Agua (H) [cm]	Voltaje de entrada(Vi) [V]
0	0.400
5	0.629
10	0.857
15	1.086
20	1.314
25	1.543
30	1.771
35	2.000

Tabla 2. Relación del voltaje de entrada a la tarjeta de adquisición de datos con la altura del tanque

Finalmente la ecuación que nos relacionará el voltaje medido en la resistencia de 100Ω con el nivel de agua es:

$$Vi = 0.0457 H + 0.4 \dots(2)$$

Donde Vi es el voltaje en V que se conecta en el canal analógico de entrada 0 de la tarjeta de adquisición de datos.

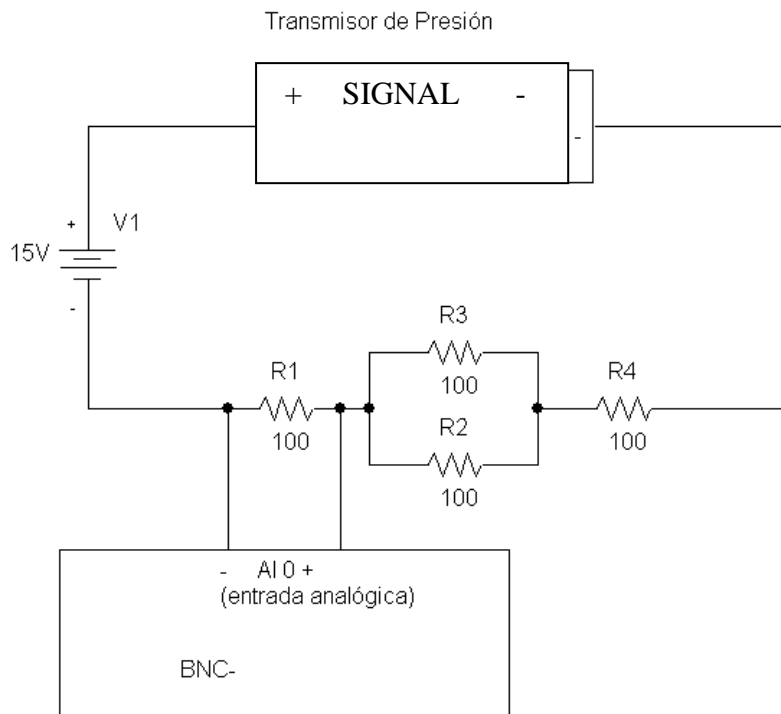


Figura 6. Circuito de polarización del Transmisor de Presión Diferencial con etapa de acondicionamiento

Acondicionamiento de la señal de salida

La señal de salida corresponderá a la corriente que ingresará al IPT y permitirá a fin de cuentas controlar la apertura gradual de la válvula neumática.

Debido a que la tarjeta solo proporciona salidas analógicas en voltaje (+/-10[V]), se debe de acondicionar ese voltaje para convertirlo en corriente.

Para lograr la conversión se utilizó un circuito convertidor voltaje – corriente con carga flotada. Ver Figura 7.

El sistema se diseñó para una salida de voltaje de 1 a 5 [V], los cuales son convertidos a corrientes de 4 a 20 [mA] respectivamente.

La relación que existe entre el voltaje de salida de la tarjeta BNC-2120 con la corriente que alimentará al IPT es la siguiente:

$$I_s = 4 V_o \dots(3)$$

Donde I_s es la corriente que alimenta al IPT en mA y V_o es el voltaje en V de salida de la tarjeta BNC-2120.

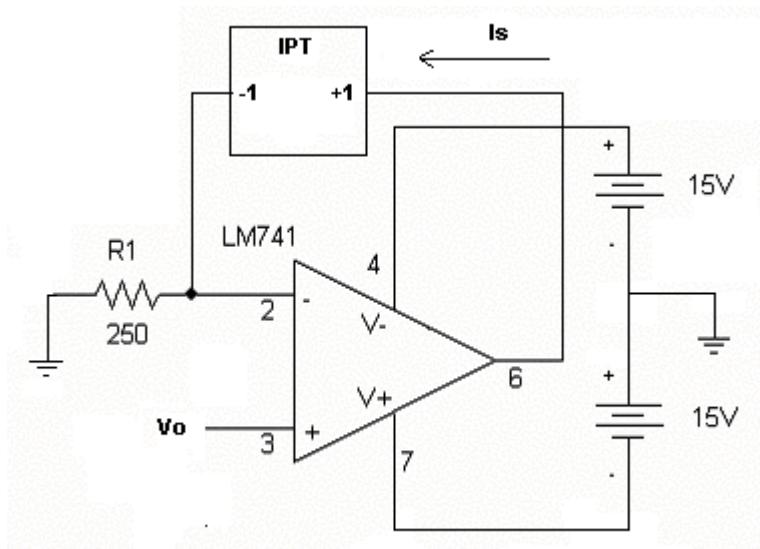


Figura 7. Convertidor Voltaje-Corriente

Este sistema cuenta con otras dos salidas digitales, las cuales no requieren de acondicionamiento especial y su función es controlar en encendido y apagado de la bomba y de las válvulas de solenoide siempre y cuando esté seleccionada la opción de control por PC.

Sistema de Control ON/OFF manual para la Bomba y las válvulas de solenoide.

El Sistema de Control de encendido y apagado para las válvulas de solenoide y la bomba de agua fue programado en un Microcontrolador PIC de gama enana.

El dispositivo utilizado fue el PIC 12F675.

El diagrama de bloques del programa que fue grabado en el PIC como se muestra en la figura 8.

Para poder aislar la etapa de control con la etapa de potencia se utilizó un optoacoplador MOC3010.

El inductor que se encuentra en serie con las cargas tiene la función de suavizar la corriente que entra de golpe cuando se dispara el TRIAC.

El control con su etapa de potencia se muestra en la figura 9.

Además el dispositivo cuenta con un interruptor que nos permite elegir entre control desde la PC o el control manual manejado por el PIC. Ver figura 10.

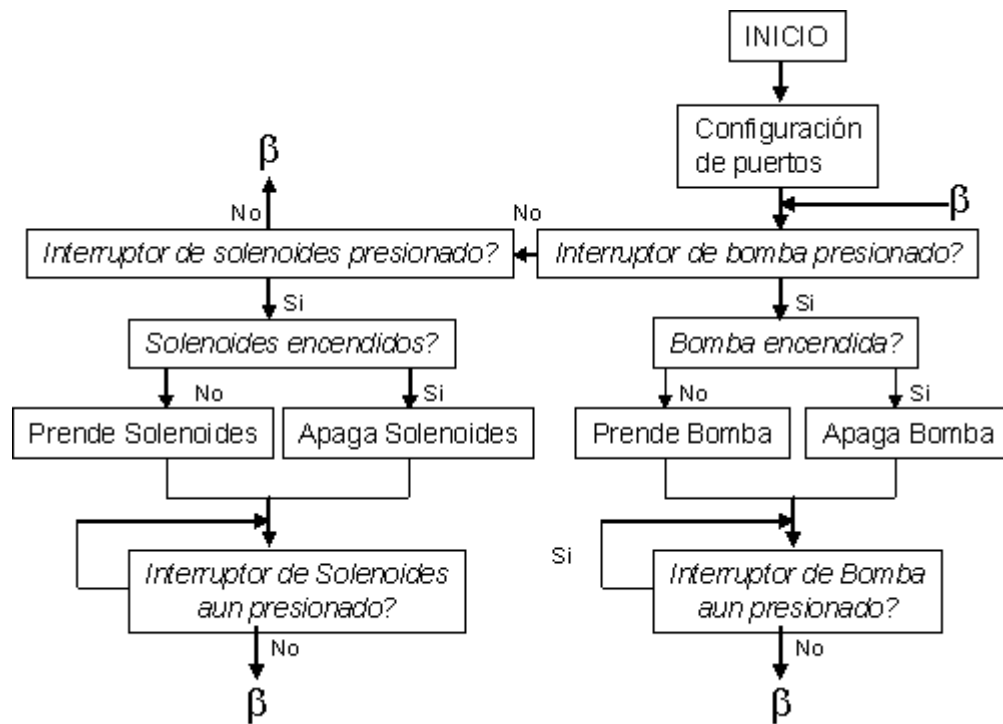


Figura 8. Diagrama de bloques del programa ON/OFF de la bomba y solenoides

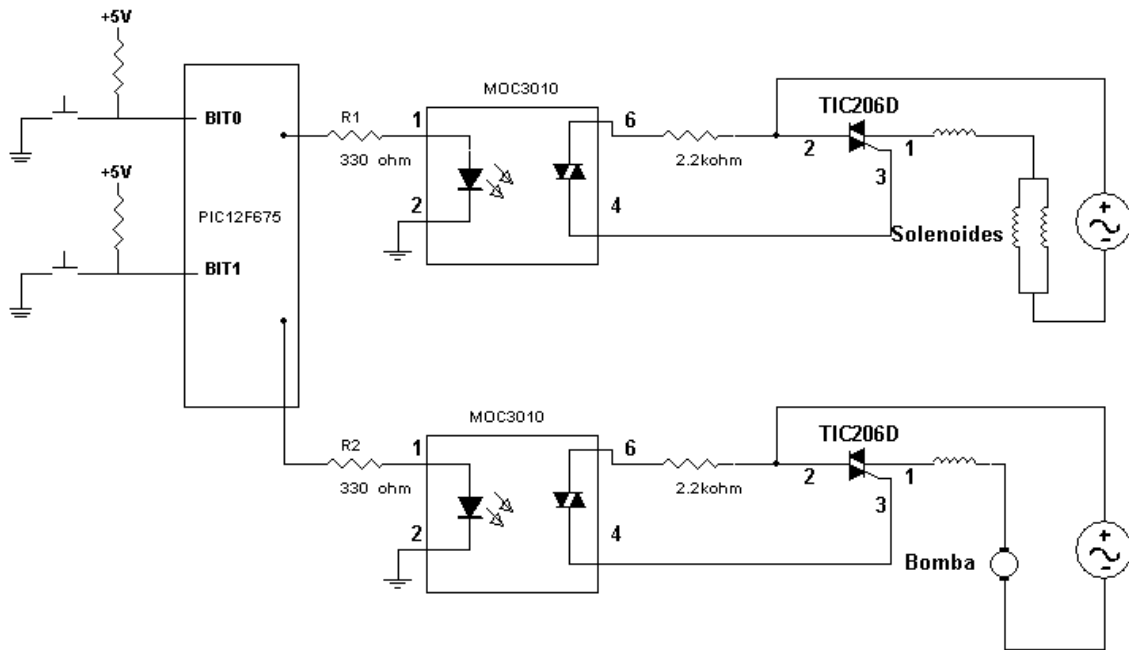


Figura 9. Circuito de activación manual para la bomba y solenoides

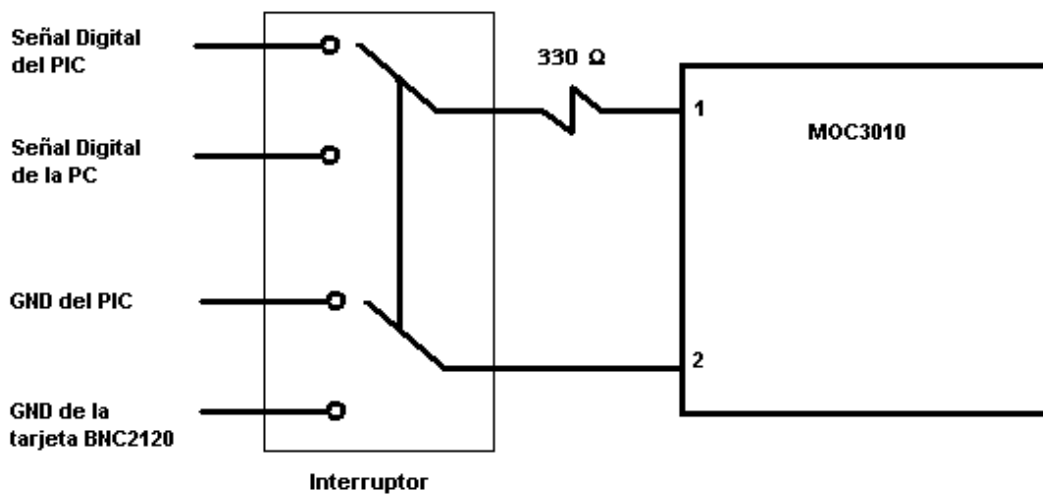


Figura 10. Interruptor de control manual y por PC.

NOTA: El dispositivo TRIAC TIC206D soporta corrientes eficaces de hasta 4 [A].

3. Funcionamiento del Sistema.

Explicación General.

Este sistema funciona de la siguiente manera:

El convertidor de presión a corriente (Transmisor Diferencial de Presión) nos manda una señal de corriente proporcional al nivel de agua dentro del tanque. La señal de corriente la hacemos pasar por una resistencia y la convertimos en tensión. La tensión es adquirida con la tarjeta de adquisición de datos.

Por medio del software desarrollado, se puede elegir un nivel en el cual se desea que el nivel de agua permanezca. Dentro del mismo software desarrollado, se controlan las variables y se manda una tensión de salida (ver figura 11). Esta tensión es convertida a corriente por medio de un convertidor voltaje-corriente y dicha corriente entra al transmisor corriente-presión, el cual manda una presión, proporcional a la corriente, hacia la válvula neumática, la cual se va cerrando conforme se incrementa la presión.

El tanque es llenado con una bomba de agua la cual pasa por la válvula neumática. El tanque es vaciado por medio de las válvulas con solenoides que se encuentran en la parte de abajo, las cuales deben de estar siempre abiertas mientras el sistema está funcionando.

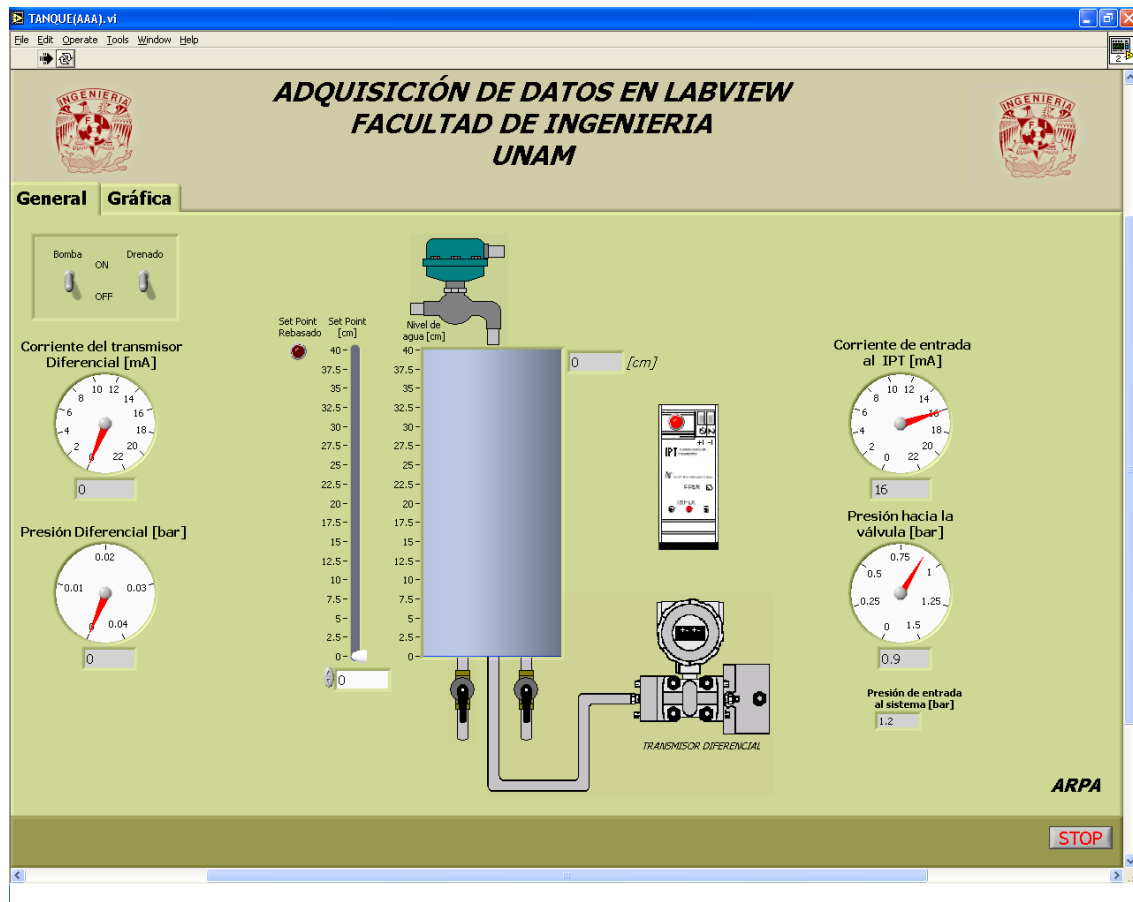
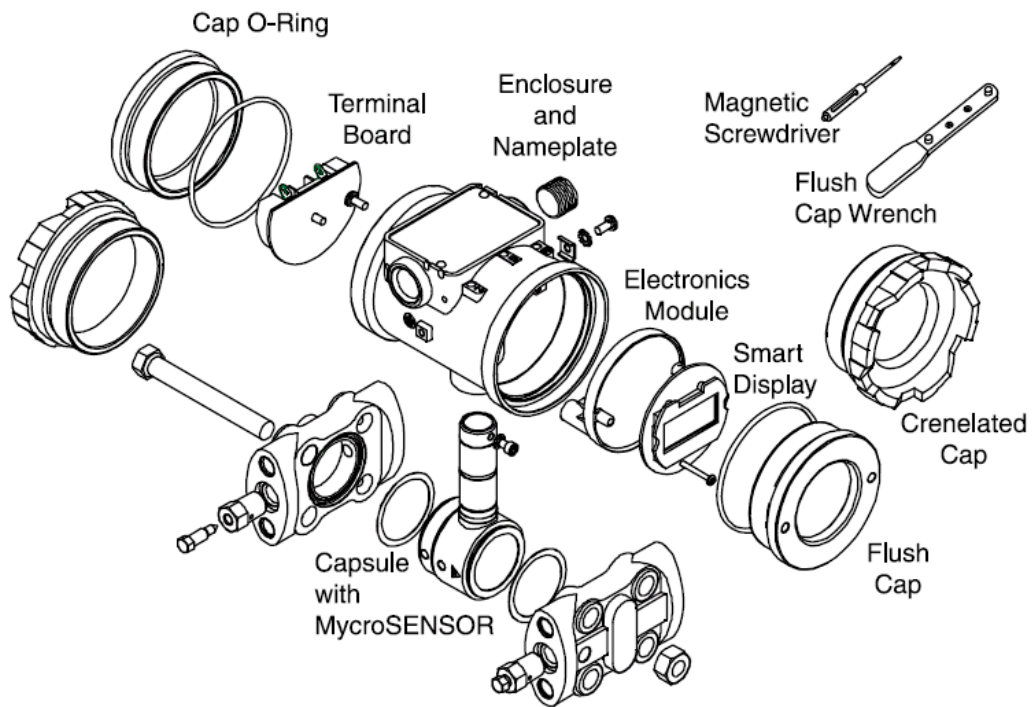


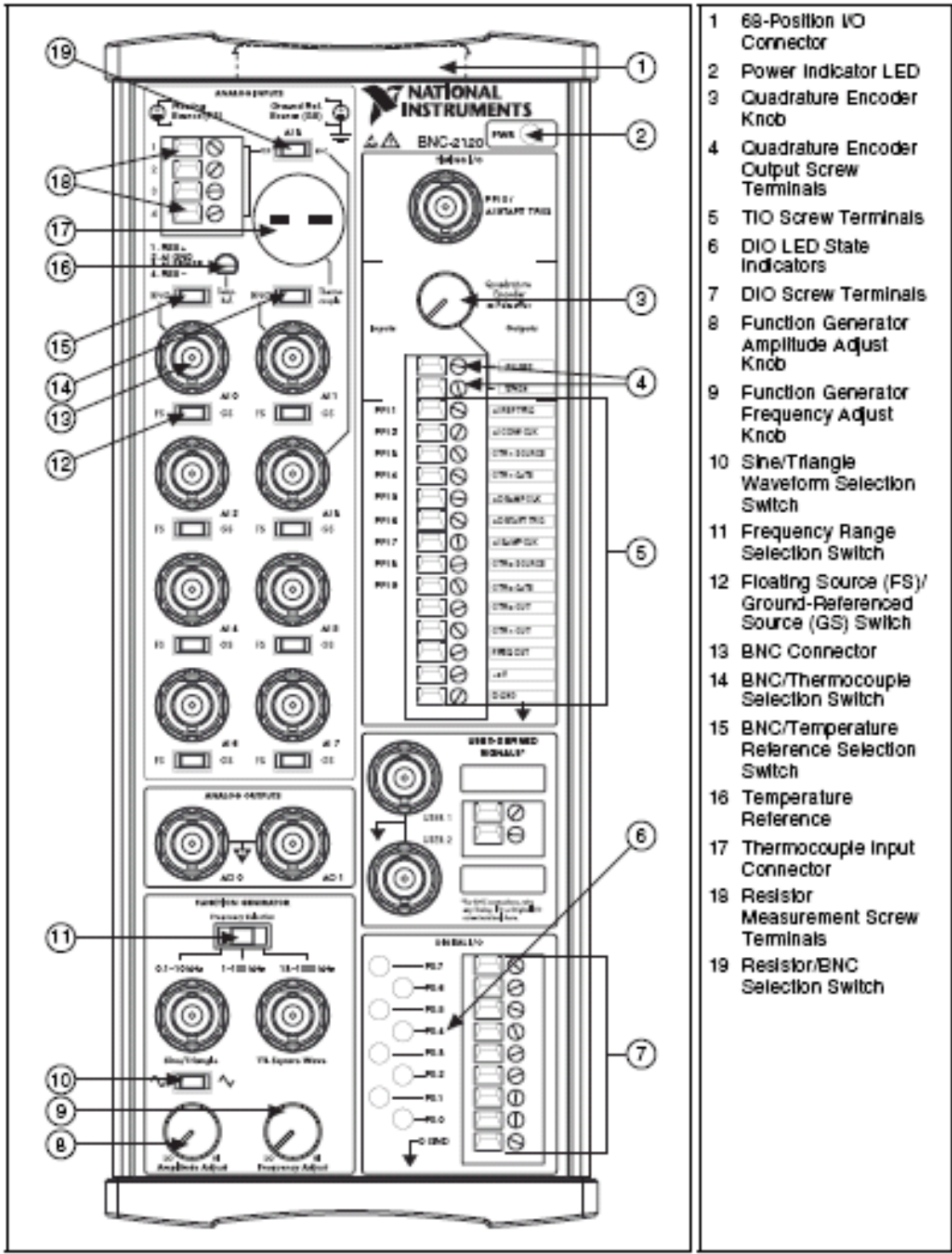
Figura 11. Software de Control

APENDICE

A. Partes del transmisor de Presión Diferencial.



B. Partes de la tarjeta de adquisición de datos BNC-2120



- 1 88-Position I/O Connector
- 2 Power Indicator LED
- 3 Quadrature Encoder Knob
- 4 Quadrature Encoder Output Screw Terminals
- 5 TIO Screw Terminals
- 6 DIO LED State Indicators
- 7 DIO Screw Terminals
- 8 Function Generator Amplitude Adjust Knob
- 9 Function Generator Frequency Adjust Knob
- 10 Sine/Triangle Waveform Selection Switch
- 11 Frequency Range Selection Switch
- 12 Floating Source (FS)/Ground-Referenced Source (GS) Switch
- 13 BNC Connector
- 14 BNC/Thermocouple Selection Switch
- 15 BNC/Temperature Reference Selection Switch
- 16 Temperature Reference
- 17 Thermocouple Input Connector
- 18 Resistor Measurement Screw Terminals
- 19 Resistor/BNC Selection Switch