



Control de nivel en un tanque (equipo 1)

Como se ve en el esquema adjunto se trata de controlar el nivel del tanque T1 a través del envío de líquido desde otro tanque T2, por medio de una bomba centrífuga P1, mientras que otra bomba P2 extrae líquido de T2 y lo reingresa a T2.

El nivel en el tanque T1 que es en este caso nuestra variable controlada, se mide con transmisor de presión diferencial que funciona en este caso como medidor de nivel y al que se hace referencia en el esquema como LT 100 que de acuerdo con el código de identificación de instrumentos implica lo siguiente: L representa nivel, T significa transmisor, 100 es una secuencia única de números que identifica el lazo de control o que incluye algún otro tipo de información codificada sobre el mismo o sobre la instalación.

El transmisor de presión diferencial que en este caso como ya dijimos mide nivel, genera una señal eléctrica acorde al valor de nivel en el tanque T1, que se encontrará entre 4 y 20 mA. Esta señal es la entrada al controlador indicador digital LIC 100, que lleva esta codificación debido a que actúa como controlador indicador de nivel. El controlador compara el valor de variable controlada (nivel actual) con el valor de set point (valor de nivel deseado) que le ha sido ingresado, y genera otra señal eléctrica en función de la desviación de la variable controlada con respecto al set point que se conoce como error, se ejecuta entonces el algoritmo PID, generando una salida en corriente con un rango de 4-20 mA y que llega a un convertidor intensidad-presión (I/P) que transforma esta señal eléctrica de 4-20 mA en una señal neumática de 3-15 psi que es interpretada por la válvula neumática de control conectada a él a través de un actuador de diafragma con muelle.

Entonces en función del valor de esta señal neumática la válvula se abre o se cierra, de forma continua o progresiva (modulante) es decir se posiciona para permitir el paso de mayor o menor cantidad de líquido para aumentar o disminuir el nivel en el tanque T1. Vemos aquí que la variable manipulada es el caudal o flujo de líquido a través de la válvula de control (LCV-100) donde LCV representa a level controler valve o válvula controladora de nivel. Este flujo o caudal viene del tanque T2 a través de la bomba P1.

Resumiendo, cualquier variación de nivel provocada por la entrada de líquido proveniente del tanque T2 o bien por la salida de líquido del tanque T1 a través de la bomba P2 hacia el tanque T2, es captada por el elemento medidor de nivel que genera una señal eléctrica acorde al valor del nivel que es comparada en el controlador con el valor de set point ingresado como nivel requerido en T1. El controlador sobre la base de la desviación con respecto al set point genera otra señal eléctrica que deba ser convertida a neumática por el convertidor I/P que modula sobre el actuador para modificar la posición de la válvula que controla el flujo de líquido proveniente del tanque T2 a través de la bomba P1.

Estos son los elementos básicos del lazo de control de nivel esquematizado. Sin embargo se puede hacer mención a algunos elementos también esquematizados a los que no nos hemos referido. Podemos ver en el esquema que hay dos manómetros que forman parte de la instalación y que están indicados como PI 100 (pressure indicator o indicador de presión). Hay dos válvulas como son VM1 y VM2 que conectan la salida con la entrada de cada una de las bombas, P1 y P2 respectivamente y cuya función es la de introducir perturbaciones en el sistema. Los



elementos LSH y LSL son de seguridad, pero sólo están implementadas la alarma de parada por nivel alto (LAHH) y la alarma de parada por nivel bajo (LALL).

También se ha esquematizado una PC conectada al DIC (LIC 100) a través de una interfase de comunicación RS-422, pero aún no se encuentra disponible, es decir aún no está instalado en el sistema. Podemos observar también en el esquema un transmisor de presión diferencial (FT 100) actuando como medidor de caudal conectado a un elemento indicador (FI 100) cuya indicación es un porcentual de presión diferencial, valor al cual hay que extraerle la raíz cuadrada y multiplicarlo por una serie de constantes que en este caso es 3.9.

Finalmente contamos con una válvula VM3 de by-pass en paralelo con un arreglo de 25 metros de tubería plástica enrollada como DT (dead time 0 tiempo muerto) y básicamente sirve para introducir en el sistema un tiempo muerto más pronunciado.

Es necesario aclarar que en este sistema de control estaremos hablando de banda proporcional p (0.1% a 300%) como parámetro de fijación para el control proporcional, de tiempo integral I (1seg. A 3600 seg.) para el control integral y de tiempo derivativo D (1seg a 3600 seg.) para el control derivativo. O bien el control integral y derivativo pueden desactivarse.




Controlador indicador digital (digital indicator controller)

El controlador indicador digital al cual nos referimos de en más como DIC, de acuerdo con sus siglas en ingles, es un controlador PID.

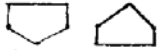
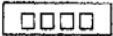

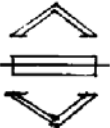



El DIC comprende distintos aspectos en su instalación como son el cuidado de determinadas condiciones de operación: ausencia de vibraciones mecánicas, ausencia de gases corrosivos, temperatura cercana a los 23 °C y de baja variación, no debe estar sometido a una fuerte radiación de calor, ni afectado por campos electromagnéticos ni expuesto al agua; y el cuidado en el cableado correspondiente: deben usarse los cables especificados para cada una de las situaciones en la conexión.

Panel frontal: Teclas de control y paneles de exhibición o display panels

Cuando ud. acceda al DIC verá en panel frontal de la figura, que explicaremos en detalla a continuación:

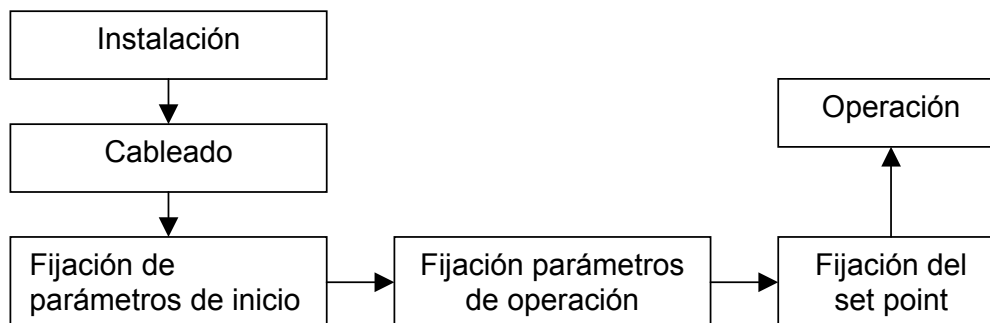
TECL	FUNCIÓN
SET/EN	Activa cada una de las operaciones en el panel de (cuando es apretada por más de 3s). Alternativamente transfiere del display de operación al seteo de cada una de las operaciones y viceversa seg). Activa cada uno de los parámetros a setear en Registra valores
	Cambia el valor numérico mostrado para el set parámetros y el valor de salida (en el modo de La que tiene la flecha hacia abajo es la tecla para reducir antes mencionados y sa. Estas teclas cambian el numérico de uno en uno cada vez que son presionadas, se mantienen presionadas cambian a velocidad
A/M	Esta es usada para seleccionar el modo de AUTO (automático) o MAN



N°	Indicador	Función
①	AL1 ○ (Luz Alarma 1)	Se enciende cuando la alarma 1 es activada.
②	AL2 ○ (Luz Alarma 2)	Se enciende cuando la alarma 2 es activada.
③	REM ○ (Luz indicadora modo remoto)	Se enciende en modo REM (seteo remoto). Se apaga en modo LOCAL (seteo local).
④	STP ○ (Luz indicadora modo detención)	Se enciende en el modo STP (detención de la operación). Se apaga en el modo RUN (operación).
⑤	 (monitor de salida)	Funciones sólo disponibles para un modelo.
⑥		Muestra el valor medido (VM) o valor de variable controlada.
⑦		Muestra el set point y varios otros parámetros.
⑧	MAN ○	Se enciende en el modo MAN (operación manual). Se apaga en el modo de operación automático (AUTO).
⑨	AT ○	Destella mientras dura el auto seteo.
⑩		Cuando la desviación del set point (VM-SP) está dentro de $\pm 1.0\%$ de la escala completa, se enciende  , luz verde. Si está por encima de $+1.0\%$ de la escala completa se enciende  en naranja. Si está por debajo de -1.0% se enciende  en naranja.

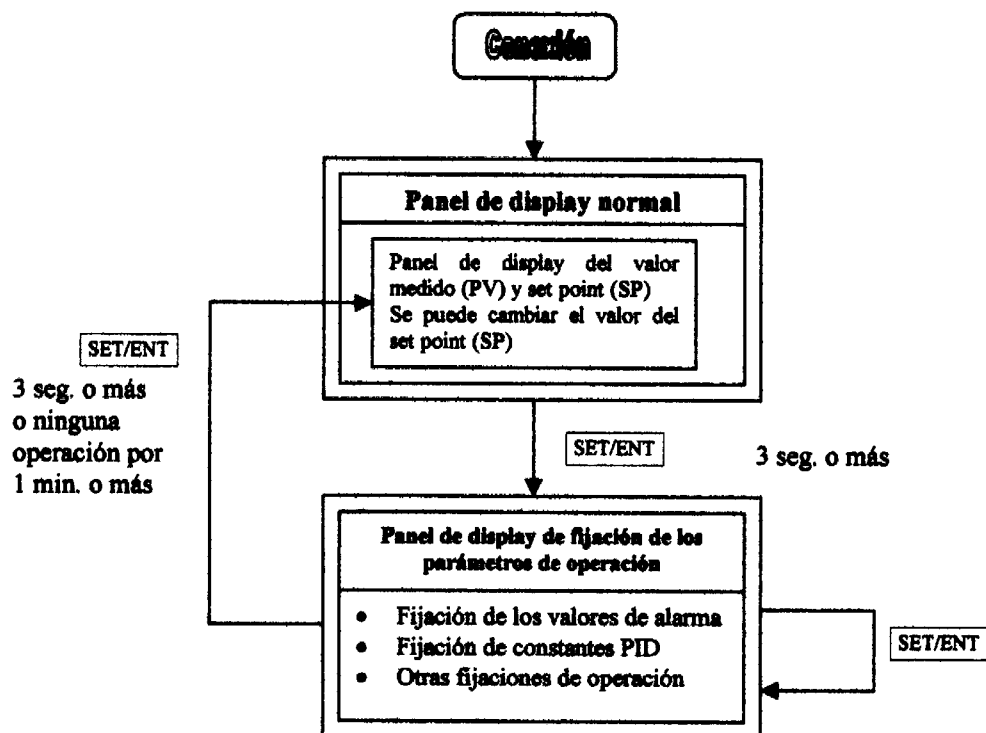
Antes de comenzar las operaciones

La preparación del controlador para su operación se hace de acuerdo a los siguientes pasos:



Operación de las teclas

Principios básicos de la operación de las teclas.



Reglas de operación de las teclas

Paneles del display de operación.

Hay tres tipos de paneles del display de operación: 1) el de set point (sp), en el modo automático (AUTO); 2) valor de control de la salida, en el modo manual (MAN); y 3)

el de tiempo, cuando la función de temporizador se usa. Estos paneles de display se pueden cambiar alternativamente presionando la tecla SET/ENT por más de tres seg.

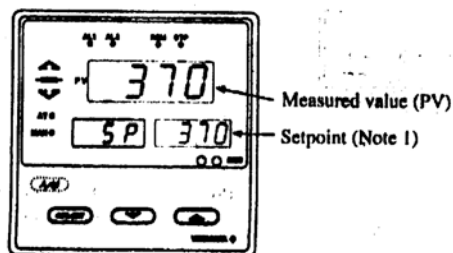
Panel de display de seteo de los parámetros de operación.



En cualquiera de estos paneles siempre se ajusta el valor medido (PV). En este caso particular se muestra un símbolo del parámetro de operación (a1, por ejemplo) y el valor de seteo de este parámetro.

Procedimiento para fijación y cambio del SETPOINT.

El set point (sp) puede ser cambiado en el display del panel de operación. Esta parámetro permite al controlador mostrar/cambiar el valor de sp mientras que el control se hace sobre la base de un setpoint secundario. Se admiten hasta cuatro setpoints, es decir se admite la presencia de múltiples setpoints.

1. ubicarse en el panel de display de operación de set point por medio de la tecla SET/ENT.





2. coloque el set point requerido usando las teclas  
El punto decimal estará destellando durante esta operación
3. presione la tecla SET/ENT una vez. Se ha fijado un nuevo set point (en este caso el punto decimal deja de destellar).

Fijación de los parámetros de operación.

En esta parte se describirán los procedimientos para la fijación de los parámetros de operación



Procedimiento para la fijación de la alarma 1 (A1)

1. presione la tecla SET/ENT por más de tres segundos con el panel de display de operación en la pantalla (obtenga el display A1)
 2. fije el valor requerido para la alarma 1 usando las teclas  
en este momento el punto decimal destella
 3. presione la tecla SET/ENT una vez. La fijación ha sido completada (el punto decimal se enciende o se apaga dependiendo de si el valor es un entero o no)
- Para pasar a las subsiguientes alarmas es necesario presionar la tecla SET/ENT por más de tres segundos.

Procedimiento para el auto-tuning.

1. el panel de display para la fijación de los parámetros de operación aparece después de presionar la tecla SET/ENT por más de tres segundos con un panel



- de display de operación en la pantalla. Presione la tecla SET/ENT unas pocas veces (dentro de los tres segundos) para obtener el display At.
2. fije el display en ON u OFF según se requiera o no el auto-tuning usando las teclas  
Durante esta operación, el punto decimal destella.
 3. Presione la tecla SET/ENT una vez y la operación está completa. En este momento, aparece el display de salida en el panel de display de operación.



En el momento en que se acciona el auto tuning (AT=ON) la salida del controlador se irá a su límite superior. Esta condición de límite superior de salida se mantiene hasta que el valor de variable controlada (PV) alcanza al setpoint (SP). Seguidamente, siempre que $PV > SP$ la salida del controlador llega a su límite inferior. El valor de salida del controlador repite esta oscilación entre el límite superior y el inferior según sean las magnitudes relativas de PV y SP tres veces, y las constantes PID se determinan automáticamente según la respuesta del sistema controlado. Para usar la secuencia de auto tuning hay que estudiar cuidadosamente el proceso en cuanto a implicaciones de orden económico y del producto.

Procedimiento para la fijación de la Banda proporcional (P).

El control por acción proporcional es un método de control que genera salidas cuyos valores son proporcionales a las desviaciones. En la acción proporcional el cambio en el valor medido (o desviación) se expresa en porcentaje del ancho de la escala que se requiere para hacer que la salida del controlador cambie de 0 a 100%. A la tasa de cambio porcentual se le llama banda proporcional. Cuando un valor medido coincide con el setpoint, la salida es generalmente 50%.

En general la salida será 50% cuando el valor medido y el set point sean exactamente el mismo, pero esto puede ser reajustado. En la acción proporcional la oscilación de la salida que es una desventaja de la acción ON/OFF puede ser eliminada.

1. Después de presionar por más de tres segundos la tecla SET/ENT aparece el panel de display de ajuste de los parámetros de operación con un panel de display de operación en la pantalla. Presione la tecla SET/ENT unas pocas veces (dentro de los tres segundos) para obtener un display con **P**.

2.   Coloque el valor requerido para la banda proporcional usando las teclas

En este momento el punto decimal destella.

3. presione la tecla SET/ENT una vez y la operación se habrá concretado. En este momento el punto decimal permanece encendido o se apaga cuando el valor es un entero.

Procedimiento para fijación del tiempo integral (I)

Ídem Anterior. Excepto que el display debe mostrar una I.

En la acción proporcional, el valor medido no necesariamente coincide con el setpoint y puede ocurrir una desviación. La acción integral es un método de control que automáticamente ajusta las salidas del controlador de modo que cualquier



desviación como la descrita más arriba es cero, es decir que es un algoritmo de control que aplica cambios en la salida siempre que exista una desviación. Cuando se usa la acción integral, al parámetro que determine cuán rápido cambiará la salida en correspondencia a una determinada desviación se le llama tiempo integral. Mientras más pequeño sea este tiempo, más fuerte será la acción integral (y también más grande la tasa de variación de la salida).

La acción integral se usa comúnmente en combinación con la acción proporcional, como una acción Proporcional-Integral. En esta acción, el tiempo integral es el tiempo requerido para que la salida del controlador con acción integral pura iguale a la salida del controlador con acción proporcional pura después de que se le aplica en la entrada una función escalón.

Procedimiento para la fijación del Tiempo Derivativo (D).



Ídem anterior pero teniendo en cuenta que el display debe mostrar una d . Si la constante de tiempo o tiempo muerto del sistema controlado es grande, un controlador P o PI puede ocasionar una respuesta tardía o generar grandes desviaciones, llevando al sistema de control a un estado inestable. La acción derivativa puede controlar la salida de modo que sea proporcional a la tasa de variación de la entrada (desviación), alcanzando una respuesta más rápida y una operación más estable del sistema de control.

La acción derivativa se usa en combinación con la acción proporcional o proporcional-integral, como una acción PD o PID.

En la acción PD, el tiempo derivativo (D) es el lapso que requiere la salida del controlador sólo con acción proporcional hasta que iguale a la salida correspondiente a un controlador con sólo acción derivativa después de que se aplica en la entrada una función rampa (una entrada de pendiente o tasa de cambio constante). Mientras más grande sea el tiempo derivativo, más fuerte será la acción derivativa.

OPERACIÓN

Manejo del valor de salida con el modo de operación manual

La selección de manual a automática y viceversa (AUTO/MAN) se hace usando la tecla /A/M/. El valor mostrado en el panel de display de operación el valor de salida de controlador. Éste puede ser cambiado usando las teclas  

Sesgo del valor medido

En los casos en los que se ha observado una diferencia entre el valor de la variable captado por el sensor y al valor real que está siendo controlado, esa diferencia puede ser ingresada en el sesgo del valor medido como un valor de compensación. Esto permite al display y al control trabajar el valor medido de entrada como el valor actual medido en el sensor más el sesgo del valor medido.

$PV \text{ actual} + \text{Sesgo} = PV \text{ utilizado}$.

El valor del sesgo se ingresa en el panel de display normal, verificando que estén las letras "bS" en él.

INTERFACE DE COMUNICACIONES (RS-422)

Aspectos generales de las comunicaciones.



El host (que puede ser una PC) es capaz a través de la comunicación fijar los valores de los DIC y leer cualquiera de estos datos de este modo fijados, así también como los datos medidos.

Desde el host se pueden fijar los parámetros de seteo (los parámetros de comunicación no pueden ser leídos o fijados vía comunicación) y en algunos modelos de DIC también el encendido y parada del auto tuning. Se pueden leer los parámetros de seteo, el valor máximo y mínimo del rango de medida, el valor medido (PV) y el número de set points actualmente en uso.

Se pueden conectar hasta un máximo de 16 unidades con una longitud total no mayor de 500 m, excluyendo el host. Cada una de estas unidades tiene una dirección de comunicación a excepción del host y estas se realizan en una base de una a una con cada uno de los DIC especificados por el host. Sólo una unidad a la vez puede ser especificada desde el host.

El formato de los datos de comunicación es el siguiente:

Comandos- datos 1, datos 2,....., datos n CR LF

Se requiere un espacio entre un comando y los datos 1 (datos necesarios para fijar el primer parámetro). Si embargo, el espacio no se requiere en el caso del comando para leer datos, indica una limitación de datos. Se inserta una coma entre datos.

CR LF es un delimitador de comunicación. Cuando se transmiten datos desde un host a un DIC, asegúrese de que provee un "CR LF" para finalizar cada comunicación. Cuando se transmiten datos desde un DIC al host este delimitador se añade automáticamente.

La comunicación es iniciada por un comando de transmisión desde el host al DIC, cuando este acepta el comando devuelve una respuesta al host.

TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Este transmisor electrónico basado en microprocesador, usa un único elemento inductivo sensible y provee de mediciones precisas y confiables de presión diferencial, presión manométrica y absoluta, flujo y nivel de líquido, aún en las condiciones más difíciles y peligrosas de los ambientes industriales.

Proveen además la capacidad adicional de comunicaciones digitales bidireccionales con el modelo Hand Held Communicator K-HT o con cualquier interfase de transmisor remota que utilice el protocolo HART. El protocolo de comunicación permite cambios de escala, calibraciones y diagnósticos sin interferir con la señal normal de 4 a 20 mA.

Principio de operación.

Este instrumento consta de dos unidades funcionales:

- Unidad primaria
- Unidad secundaria

La unidad primaria incluye la interface del proceso y el sensor, la unidad secundaria la electrónica, el bloque de la terminal y la caja contenedora. Las dos unidades están mecánicamente acopladas por una unión a rosca. El principio de operación de la unidad primaria es el siguiente: el fluido del proceso (líquido, gas o vapor) ejerce presión sobre un diafragma sensible por vía de diafragmas aislantes flexibles y resistentes a la corrosión, tubos capilares y el fluido de relleno. A medida que el diafragma de medida se desvía en respuesta a los cambios de presión diferencial,



simultáneamente produce variaciones en el espacio entre dos circuitos magnéticos fijos (consistentes en espirales y núcleo de hierro) ubicados a ambos lados del diafragma de medida. Como resultado de esto, la inductancia de cada uno de los espirales cambia.

La unidad también incluye un sensor de temperatura. Los dos valores de inductancia $L1$ y $L2$, y el sensor de temperatura ST se combinan en la electrónica principal para proveer de una señal estándar fiel y apropiada. Los valores medidos y los parámetros del sensor se transfieren a la unidad secundaria, donde un microprocesador calcula una linealización precisa de la salida primaria, compensando los efectos combinados de la no-linealidad del sensor, de la presión estática y de los cambios de temperatura.

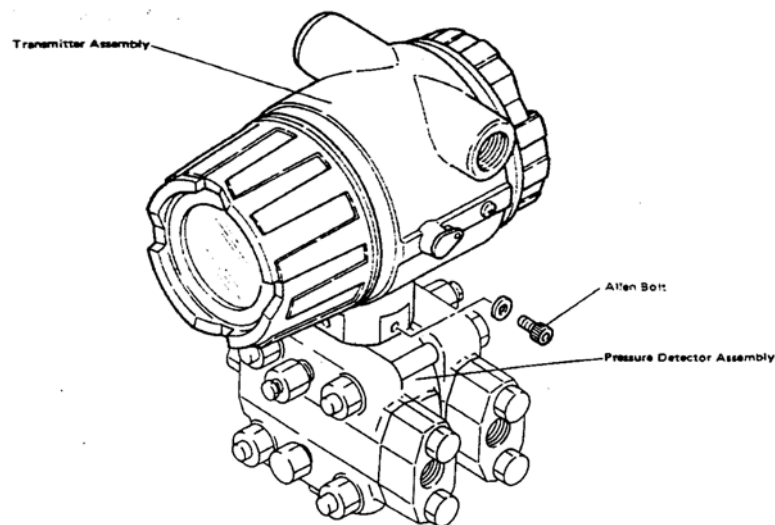
En la electrónica secundaria otra EEPROM almacena información específica del transmisor:

- los datos no modificables tales como el número de serie, el UID (identificador único), el nombre del fabricante y el sitio en el que se fabricó, la versión de software y hardware de la electrónica y de los protocolos de comunicación.
- los datos modificables tales como los accesos finales y la calibración, esto es, todos los datos que puede cambiar el usuario a través de los dispositivos de configuración.

El microprocesador también computa, como una función del rango de entrada requerido, la señal de salida de 4 a 20 mA y recibe datos del módem interno para proveer de comunicación digital bidireccional con el dispositivo de configuración, esto es utilizando el protocolo HART.

Este protocolo se basa en el estándar Bell 202 FSK con una señal de modulación de ± 5 mA impuesto en las señales analógicas de 4 a 20 mA. Como la energía de balance agregada al lazo corriente es virtualmente cero y la frecuencia es muy alta comparada con la del proceso dinámico, la señal del proceso analógico permanece inmutable. Al usar un dispositivo de configuración es entonces posible modificar remotamente la configuración del transmisor, incluyendo el rango de medida. También es posible leer los datos de otros transmisores y la información de diagnóstico.

El sensor y todas las partes electrónicas están aisladas galvánicamente del cuerpo del transmisor.



Consideraciones con respecto a escalas.

La terminología comúnmente usada para definir los distintos parámetros es la siguiente:

URL: límite superior del rango de un sensor específico. Es el valor más alto de medición al cual el transmisor puede ser ajustado para medir.

LRL: límite inferior del rango de un sensor específico. Es el valor más bajo de medición al cual el transmisor se puede ajustar para medir.

URV: valor superior del rango. Es el valor más alto del valor medido al que se calibra el transmisor.

LRV: valor inferior del rango. Es el valor más bajo del valor medido al cual se calibra el transmisor. Ancho de escala: es la diferencia algebraica entre el valor superior y el valor inferior del rango. El ancho de escala mínimo el valor mínimo que puede ser usado sin la degradación del desempeño especificado.

TURN DOWN RATIO: es la razón entre el ancho de escala máximo y al ancho de escala calibrado. El transmisor puede ser calibrado con un rango entre el LRL y el URL.

Calibración e Instalación.

A diferencia de los transmisores electrónicos convencionales, el uso de microprocesador y la presencia de comunicaciones en serie entre el transmisor y el dispositivo de configuración, permite el uso de variadas y diferentes formas de calibración y servicio.

Pueden usarse tres métodos diferentes de calibración del transmisor:

1. Usando los tornillos opcionales de calibración del cero y del ancho de escala.
2. Usando el modelo Hand Held Communicator K-HT.
3. Usando el paquete de software de configuración para PC.

El instrumento viene calibrado de fábrica en el ancho de escala máximo con el LRV fijado en cero. Los instrumentos ajustados y seleccionados para un determinado rango no necesitarán recalibrado. El recalibrado del cero del transmisor puede ser requerido para compensar el corrimiento del cero que se produce como consecuencia de la instalación.



Escoja para la instalación un área que:

- No esté expuesta a lluvia o agua. Evite su instalación en atmósferas corrosivas.
- Esté expuesto a vibraciones y golpes mínimos.
- Tenga temperatura ambiente y humedad relativa dentro de rangos especificados.

Evite áreas donde haya amplias variaciones de temperatura. Asegure una adecuada prevención contra el calentamiento o buena ventilación.

En cuanto a las conexiones de presión hay que:

1. Verificar que los tornillos de conexión al proceso estén firmemente ajustados.
2. Verificar que no existan fugas en las cañerías de conexión al proceso.
3. No aplicar una presión mayor que la especificada como presión máxima de trabajo.
4. No afloje o apriete los tornillos de conexión al proceso cuando el montaje esté presurizado.

La opción de “contadores”.

Esta opción provee de tres diferentes indicadores (contadores) dentro de la caja del transmisor. Dos contadores, "contadores de salida", se montan con del lado del bloque de las terminales (terminales de campo); uno es de tipo "analógico", el otro de tipo "digital". Ambos operan con la señal de salida del transmisor. El tercer medidor, "display integral", se monta en el lado de la electrónica: es de tipo digital conducido por el microprocesador.

Medidor analógico de salida. Este provee de un indicador de escala de 900. Tiene también una escala lineal de 0 a 100 y una escala cuadrática de 0 a 10. La calibración es relativamente simple ya que solo implica la calibración del cero a través de un ajustador a cero y se puede usar uno de estos métodos:

- Con el lazo sin energía ajuste el tornillo del cero para que coincida exactamente con la marca del "cero, verdadero" en la escala.
- Con el transmisor transmitiendo 4 mA ajuste el tornillo del cero para que coincida exactamente con el "cero vivo" de la escala.

Medidor digital de salida. Este medidor tiene un display de cristal líquido (LCD) con dígitos de 10 mm que cuenta hasta un máximo de 1999. El tipo de medidor digital de salida con LCD se puede calibrar para indicar la corriente de salida, la salida como un porcentaje o el valor del proceso.

Display integral operado por el microprocesador. Este tipo de display se ubica en la caja de la unidad secundaria, conectado directamente a la electrónica y asegurado. Su principal uso es el display de la salida del transmisor. Las variables que muestra se programan por software y pueden variar entre las siguientes:

- Variable del proceso
- Porcentaje del rango
- Variable del proceso + Porcentaje del rango
- Variable del proceso + Corriente de salida

Cuando se seleccionan dos variables, estas se muestran alternadamente cada dos segundos. Este display también se usa para los mensajes de diagnóstico que ocurren tanto durante la operación como durante la calibración de la operación del transmisor. Los diagnósticos se muestran en dos palabras de cuatro letras que alternan cada dos segundos.



Funciones de salida seleccionables.

Los transmisores de presión diferencial proveen la opción de seleccionar las funciones de salida de entre las siguientes:

Lineal. Para mediciones de presiones diferenciales y nivel. Con esta función la relación entre la entrada (valor medido) expresado en % del ancho de escala calibrado y la salida es lineal esto es a un 0% a la entrada corresponde una salida del 0% (4 mA), a una entrada del 50% corresponde una salida del 50% (12 mA) y a una entrada del 100% corresponde una salida del 100% (20 mA).

Raíz cuadrada (x). Para medidas de flujo usando elementos de restricción de tipo primario, como placa orificio, orificio integral, tubo venturi o Dall y similares. Al usar esta función, la salida (en % del ancho de escala) es proporcional a la raíz cuadrada de la señal de entrada en % del ancho de escala calibrado: da una salida analógica proporcional a la tasa de flujo. Para evitar una ganancia extremadamente alta cuando la entrada se aproxima a cero, la salida del transmisor es lineal con la entrada hasta 4%, con dos opciones, de modo de asegurar una salida cercana a cero más estable. Esto también permite una calibración del cero más fácil y presenta un error en el cero a causa de las variaciones ambientales de temperatura más reducido.

Las dos opciones de salida provistas son:

- Cuando la entrada varía de 0% a 4% la salida varía linealmente de 0% a 20%. Frente a valores de entrada mas grandes que 4%, la salida sigue la función de transferencia aplicada. Esta es la opción por defecto.
- Cuando la entrada varía de 0% a 4% la salida varía linealmente de 0% a 4% también. Frente a valores de entrada más grandes que 4% la salida salta al 20% y luego sigue la función de transferencia aplicada. Para evitar problemas de transición se aplica a la señal de salida una histéresis de 4% cuando cae por debajo del 20%. Para convertir de un valor de presión dentro del ancho de escala calibrado a un porcentaje de flujo, primero hay que expresar la presión como un porcentaje del ancho de escala calibrado, luego sacarle la raíz cuadrada y multiplicarla por 10. Ejemplo: transmisor calibrado 0-400 mbar, con 196 mbar de presión de entrada, el porcentaje de flujo se determina como sigue:

$$\frac{196}{400} 100 = 49\% \text{ de la presión calibrada}$$

$$\sqrt{49} * 10 = 70\% \text{ del flujo calibrado}$$

Para convertir de un porcentaje de flujo calibrado a la salida de corriente equivalente, primero divida el porcentaje de flujo por 100, luego multiplique este número por 16 mA agregando también el cero vivo 4mA.

$$\frac{70\%}{100} 16 + 4 = 15.2 \text{ mA d.c.}$$

Raíz cuadrada (x³)

Para mediciones de flujo a canal abierto usando un vertedero rectangular o trapezoidal. En este tipo de dispositivos la relación entre el flujo y la presión



diferencial medida por el transmisor (h) es proporcional a $h^{3/2}$ o a la raíz cuadrada de h^3 . Usando esta función, la salida (en % de la escala) es proporcional a la raíz cuadrada de la tercera potencia de la señal de entrada en % del ancho de escala calibrado.

Raíz cuadrada (x^5).

Para mediciones de flujo en canales abiertos usando vertederos en forma de V o triangulares, aquí la relación entre el flujo y la presión diferencial medida por el transmisor es proporcional a $h^{5/2}$ o a la raíz cuadrada de h^5 .

Al usar esta función, la salida (en % de la escala) es proporcional a la raíz cuadrada de la quinta potencia de la señal de entrada en % del ancho de escala calibrado.

Polinómica.

Para linealización de la entrada usando una función polinómica de 5° orden. Esta función polinómica aplicada a la entrada del transmisor (x) expresada en % de la escala calibrada tiene la siguiente forma:

$$\text{Salida} = A_0 \pm A_1(x) \pm A_2(x^2) \pm A_3(x^3) \pm A_4(x^4) \pm A_5(x^5)$$

Donde (x) y la salida deberían estar normalizados en el rango de 0 a 1 para propósitos de cálculo, con los siguientes significados de salida:

Salida = 0 significa salida analógica de 4 mA

Salida = 1 significa salida analógica de 20 mA

Esta función se puede usar con fines de linealización: el usuario puede graficar la curva característica de la entrada y encontrar, usando un método matemático, los parámetros del polinomio que mejor aproxima la curva graficada. Revise después de los cálculos si el error máximo es compatible con la aplicación.

Corriente constante. Para el lazo, o el testee de equipo asociado. Esta función de salida activada por una herramienta de configuración puede ser usada para testear la salida del transmisor, la integridad del lazo de transmisión y al equipo de calibración asociado.

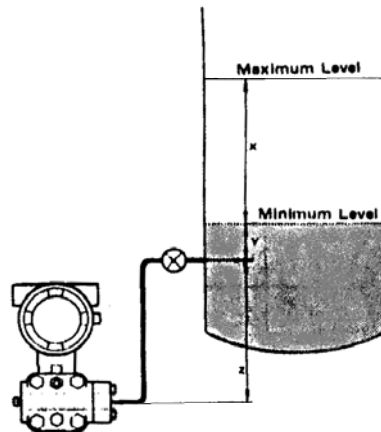
Cuando esta función está activada el transmisor actúa como un generador de corriente constante: el usuario puede elegir entre transmitir 4 mA, 20 mA o cualquier valor entrado a través de la herramienta de configuración.

Medición de nivel de líquido en un tanque abierto

En las aplicaciones con tanques abiertos, el montaje del transmisor en el orificio tanque provee al lado de alta una conexión con el proceso, y el de baja es venteadado a la atmósfera.

Con un tanque abierto, la presión en el lado de alta presión del transmisor es una medida del nivel de líquido y ésta consiste en la presión hidráulica que actúa sobre el diafragma. El efecto de la presión atmosférica se cancela porque esta presión se aplica a ambos lados del transmisor.

Algunos modelos usan un líquido de sellado, éste debe tener un peso específico más alto que aquel del líquido en el tanque. El líquido sellante debe ser tal que no se mezcle con el líquido en el tanque.



Ancho de la escala = xGL

Supresión del cero = $yGL + zGs$

Donde: GL = peso específico del líquido en el tanque

Gs = peso específico del líquido en la línea de conexión.

Si el transmisor está al nivel del orificio más bajo del tanque, o si se usa una purga de aire, z es cero.

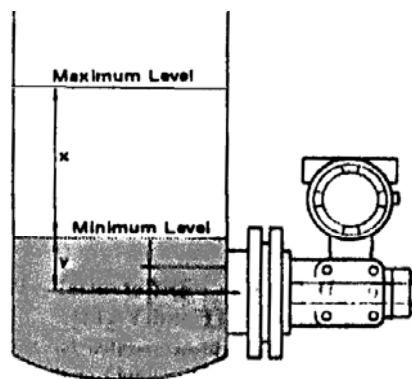
Ejemplo: asuma un tanque abierto con $x = 80"$, $y = 5"$, y $z = 10"$. El peso específico del líquido en el tanque GL es 0.8; el peso específico del líquido en la cañería de conexión es 0.9

Ancho de la escala $= 80 \times 0.8 = 64"$ de H₂O

Supresión del cero = $5 \times 0.8 + 10 \times 0.9 = 13"$ de H₂O

Rango de presión diferencial = 13" a 77" de H₂O

Para otros modelos las fórmulas son muy similares, la única diferencia es que no aparece Gs y el valor de z carece de sentido.



Para estos modelos se puede calcular la salida correspondiente al nivel de líquido de referencia en el tanque como sigue:

Para una salida de 4 a 20 mA DC.

Salida = $16 \times (\text{Nivel de referencia} - \text{Nivel mínimo}) / (\text{Nivel máximo} - \text{Nivel mínimo})$

("Ejemplo)

Nivel de referencia - Nivel mínimo + 30° de H₂O

Nivel máximo = Nivel mínimo + 50° de H₂O

El valor de salida se obtiene como sigue:

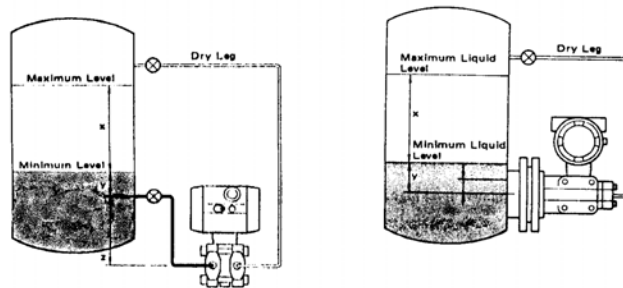
Para una salida de 4 a 20 mA DC.

Salida = $16 \times 30/50 + 4 = 13.6$ (mA DC)

Medición de nivel de líquido en un tanque cerrado

En una aplicación con tanque cerrado, el efecto de la presión del tanque se cancela al conectar al lado de alta (H) y de baja (L) del transductor principal al tanque. La conexión del lado de alta se hace montando el transmisor al orificio del tanque. Una pierna compensadora conecta el lado de baja a la parte superior del tanque. Es importante asegurarse de que esta pierna este o bien completamente libre de líquido (pierna seca) o completamente llena a un nivel constante (pierna húmeda).

Con pierna seca



Valen las mismas consideraciones que para el caso de tanque abierto.

Con pierna húmeda.

Las fórmulas son las siguientes:

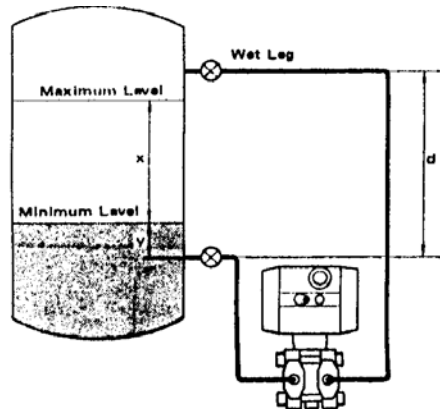
Ancho de la escala = xGL

Elevación del cero = $dGS - yGL$

Donde:

GL = peso específico del líquido en el tanque

Gs = peso específico del líquido en la línea de conexión



Ejemplo:

Suponga un tanque cerrado con $x=80''$, $y=20''$, y $d=120''$; suponga que el peso específico del líquido del tanque $G_L=0.8$; y el peso específico del líquido en la línea de conexión G_s es 0.9.

Ancho de la escala = $80 \times 0.8 = 64''$ de H₂O

Elevación del cero = $120 \times 0.9 - 20 \times 0.8 = 92''$ de H₂O

Rango de presión diferencial = $-92''$ a $-28''$ de H₂O

El rango negativo significa que la presión en el lado de baja del transmisor es más alta que en el lado de alta.

Profesor Titular: Ing. Alfredo Ernesto Puglesi

Profesor Adjunto: Ing. María Susana Bernasconi

JTP: Ing. Esther Bibiana Castiglione

Ayudante alumno: Pablo Barbazza