

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION ESTUDIOS DE POST-GRADO



INSTRUMENTACION INTELIGENTE
Y LA TECNOLOGIA DEL FIELDBUS

POR

DOLORES GABRIELA PALOMARES GORHAM

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA ELECTRICA
CON ESPECIALIDAD EN ELECTRONICA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. DICIEMBRE DE 1998

D.G.P.G.

ISTRUMENTAACION INTELLIGENTE
Y LA TECNOLOGIA DEL FELDORUS

TM
25853
.M2
FIME
1998
P34

8

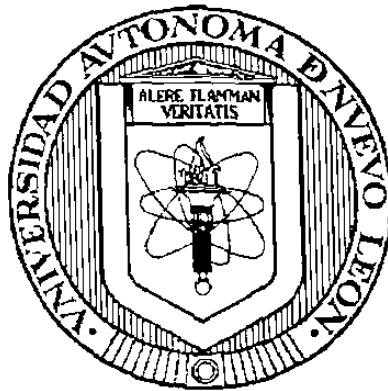


1020125438

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE
Y LA TECNOLOGÍA DEL FIELDBUS**

POR

ING. DOLORES GABRIELA PALOMARES GORHAM

TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN
ELECTRÓNICA**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA N.L.

DICIEMBRE DE 1998

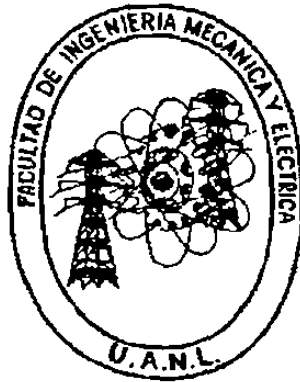
TM
ZCZC
SAS
TIME
1998
P=4

0129-69560

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE
Y LA TECNOLOGÍA DEL FIELDBUS**

POR

ING. DOLORES GABRIELA PALOMARES GORHAM

TESIS

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN
ELECTRÓNICA**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA N.L.

DICIEMBRE DE 1998

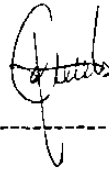


**FONDO
TESIS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Instrumentación Inteligente y la Tecnología del Fieldbus" realizada por la alumna Ing. Dolores Gabriela Palomares Gorham, matrícula 0050997 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con Especialidad en Electrónica.

El Comité de Tesis



Asesor

M.C. Luis Manuel Camacho Velázquez



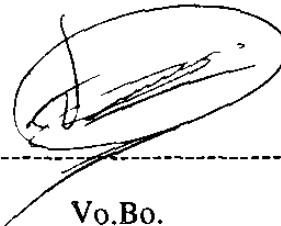
Coasesor

M.C. César Elizondo González



Coasesor

Dr. Gerardo Romero Galván



Vo.Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza

División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N.L. a 3 de Diciembre de 1998

DEDICATORIAS

A MI ESPOSO

Por su entusiasmo, paciencia y valiosa colaboración.

A MIS HIJOS

Por el tiempo que no les concedí.

A MI MADRE

Por su comprensión y ayuda en mi desarrollo profesional.

A MIS HERMANAS Y HERMANOS

Por su confianza y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los siguientes proveedores locales de equipo de instrumentación y control por su buena disposición al proporcionarme información para la elaboración de esta tesis:

Controles y Válvulas.

Fisher.

Honeywell.

Rosemount.

Agradezco a los miembros del comité de tesis, a mi asesor M.C. Luis Manuel Camacho Velázquez y coasesores M.C. César Elizondo González y Dr. Gerardo Romero Galván, por su colaboración.

Un agradecimiento muy especial al M.C. Guadalupe Cedillo, mi maestro en los estudios de Licenciatura y Maestría, por la motivación que de él siempre recibí.

También agradezco al M.C. Roberto Villarreal Garza por su apoyo.

PRÓLOGO

El área de la Instrumentación se divide en tres grandes ramas: Instrumentación Industrial, Instrumentación Médico-Científico e Instrumentación Aeroespacial. En esta tesis se hace referencia a la instrumentación para control de procesos industriales.

Esta tesis fue pensada con la intención de presentar un panorama de la tecnología del Fieldbus de la FOUNDATION™ (Fieldbus o bus de campo de la Fundación) y sus características, así como los cambios que se esperan en el área de control de procesos industriales.

El Fieldbus de la FOUNDATION™ es la promesa del sustituto del lazo tradicional de 4-20 mA por un bus de campo digital, común para dispositivos de diferentes proveedores y con la singularidad de conferir capacidades de control a los dispositivos inteligentes de campo.

El microprocesador, tradicionalmente se relacionaba con instrumentos de tablero o de cuarto de control, trabajando bajo condiciones ambientales muy controladas. Pero actualmente el microprocesador ha emigrado a los dispositivos de campo. A la instrumentación de campo que trabaja basándose en microprocesador se les llama instrumentación "inteligente".

En el capítulo 4 se hace referencia a la instrumentación inteligente con capacidad de comunicación por medio de señal analógica de 4-20 mA y por señal digital con protocolo HART (Hiway Addressable Remote Transducer) o protocolo propietario.

Los transmisores fueron los primeros dispositivos inteligentes de campo y el capítulo 4 habla de algunos transmisores inteligentes sin FOUNDATION Fieldbus. El modelo para los transmisores inteligentes con capacidad de Fieldbus es un modelo diferente.

En el capítulo 6 se mencionan las características, las funciones y los accesorios para conectar un transmisor con FOUNDATION Fieldbus a la red.

Se incluyen especificaciones y datos técnicos del transmisor inteligente de presión diferencial (Smart Transmitter Mod. STD 120) y del comunicador inteligente de campo (SFC: Smart Field Communicator) marca Honeywell, en el Apéndice 1.

Se incluyen especificaciones y datos técnicos de transmisores inteligentes de presión diferencial con FOUNDATION Fieldbus (Smart Transmitter Mod. STD) marca Honeywell, en el Apéndice 2.

ÍNDICE

Dedicatorias.....	i
Agradecimientos.....	ii
Prólogo.....	iii
Índice general.....	v
Capítulo1 Síntesis.....	1-1
Capítulo 2 Introducción.....	2-1
2.1 Objetivo de la tesis.....	2-1
2.2 Justificación de la tesis.....	2-2
2.3 Limitaciones.....	2-3
2.4 Metodología.....	2-4
Capítulo 3 Fundamentos.....	3-1
3.1 Componentes de un lazo de control.....	3-1
3.1.1 Sección del proceso.....	3-2
3.1.2 Sección del elemento de medición.....	3-3
3.1.3 Sección del controlador.....	3-3
3.1.4 Sección del elemento final de control.....	3-4
3.2 Terminología de instrumentos.....	3-4
3.3 Evolución de la instrumentación.....	3-7
Capítulo 4 Instrumentación inteligente.....	4-1
4.1 Introducción.....	4-1
4.2 Transmisor inteligente Honeywell.....	4-4
4.2.1 Introducción.....	4-4
4.2.2 Cuerpo medidor.....	4-5
4.2.3 Circuito de medición.....	4-6

4.2.4 Microprocesador.....	4-9
4.2.5 Comunicación.....	4-10
4.3 Transmisor inteligente Rosemount.....	4-14
4.3.1 Introducción.....	4-14
4.3.2 Módulo del sensor.....	4-14
4.3.3 Tarjeta de electrónica.....	4-16
4.3.4 Comunicación.....	4-17
4.3.5 Configuración.....	4-17
4.4 Válvula inteligente Valtek.....	4-18
4.4.1 Introducción.....	4-18
4.4.2 Beneficios.....	4-20
4.4.3 Características.....	4-20
4.4.4 Componentes del sistema inteligente.....	4-22
Capítulo 5 Bus de campo de la FOUNDATION.....	5-1
5.1 Introducción.....	5-1
5.1.1 Definición.....	5-1
5.1.2 Topologías de comunicación.....	5-3
5.2 Historia del FOUNDATION Fieldbus.....	5-6
5.3 La FOUNDATION del Fieldbus.....	5-9
5.4 Impacto del Fieldbus.....	5-10
5.5 Beneficios del Fieldbus.....	5-10
5.6 Tecnología del Fieldbus de la FOUNDATION.....	5-12
5.6.1 Capa 1: Capa Física.....	5-16
5.6.2 Capa 2: Capa de Enlace de Datos.....	5-16
5.6.3 Capa 3: Capa de Aplicación.....	5-17
5.6.4 Capa 4: Capa del Usuario.....	5-17
5.6.4.1 Bloques de Funciones.....	5-18
5.6.4.2 Descripción de Dispositivos.....	5-20
5.6.4.3 Perfil del Dispositivo.....	5-21
5.6.5 Gerencia de Servicios de Redes y Sistemas.....	5-22

5.7 Versiones del Fieldbus.....	5-22
Capítulo 6 Información general de aplicación.....	6-1
de transmisor con FOUNDATION Fieldbus	
6.1 Introducción.....	6-1
6.1.1 Aplicación del transmisor.....	6-2
6.2 Componentes para la instalación.....	6-3
6.3 Cables del transmisor.....	6-5
6.4 Funciones del transmisor.....	6-6
6.4.1 Bloque de Recurso.....	6-8
6.4.2 Bloque Transductor.....	6-8
6.4.3 Bloque de función AI.....	6-9
6.4.4 Bloque de función Controlador PID.....	6-10
6.5 Pasos para configuración del transmisor.....	6-11
Capítulo 7 Conclusiones y recomendaciones.....	7-1
7.1 Conclusiones.....	7-1
7.2 Recomendaciones.....	7-6
Bibliografía.....	B-1
Lista de figuras.....	L1-1
Lista de tablas.....	L2-1
Apéndices	
Apéndice 1.....	A1-1
Apéndice 2.....	A2-1
Lista de abreviaturas.....	L3-1
Resumen autobiográfico.....	A-1

CAPÍTULO 1

SÍNTESIS

Fundamentos

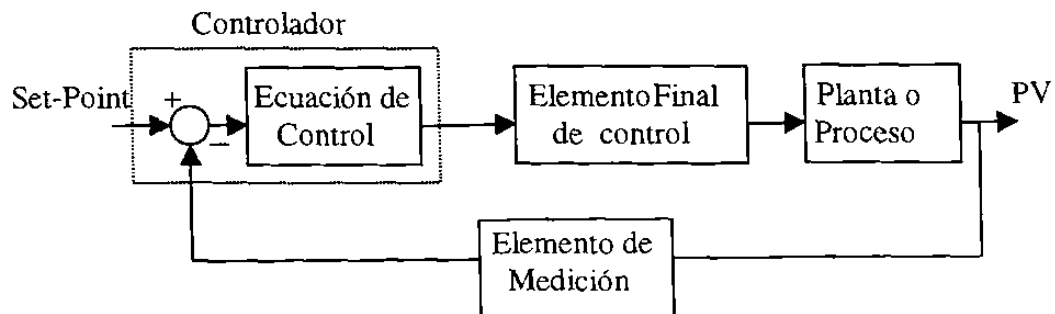


Figura 3.1 Componentes de un lazo de control

Los componentes de un lazo de control son:

El proceso, el elemento de medición, el controlador y el elemento final de control.

La instrumentación para la medición y control de los procesos industriales ha ido evolucionando, desde la instrumentación neumática con señal estándar de transmisión de 3-15 psi a la instrumentación electrónica con señales de 4-20 mA CD.

Instrumentación inteligente

El término "inteligente" se aplica a los dispositivos de campo (transmisores y válvulas) basados en microprocesadores y que poseen capacidades adicionales a las capacidades de los dispositivos con electrónica analógica convencional.

Todos estos dispositivos operan sobre el sistema estándar de dos hilos (para suministro y señal de salida) y transmiten una señal de salida proporcional a la variable medida. La señal es analógica de 4-20 mA CD, más la señal digital que puede ser opcional.

En el caso de seleccionar la salida digital se puede seleccionar el protocolo de comunicación HART (Hiway Addressable Remote Transducer) o el protocolo propietario, para aplicación exclusiva con los instrumentos receptores del mismo proveedor. (Nota: no en todos los modelos está disponible la opción del protocolo HART).

El formato de transmisión analógica o digital se selecciona comúnmente por medio de dispositivos portátiles de comunicación con teclas dedicadas, los cuales se pueden conectar en paralelo en cualquier punto del cableado entre el transmisor y el receptor.

Por medio de los dispositivos portátiles de comunicación también están accesibles las funciones de configuración, operación y diagnóstico para mantenimiento.

FOUNDATION Fieldbus

El Fieldbus es un término que se usa para describir una red de comunicaciones digitales que será usada en la medición y control de procesos industriales para reemplazar la señal analógica existente de 4-20 mA.

La red es bidireccional, multicaídas ("multidrop"), utilizada para enlazar dispositivos digitales de campo (transmisores, actuadores, sensores) y sistemas de automatización (Sistemas de Control Distribuido: DCS y Controladores Lógicos Programables: PLCs).

Existen varios buses de campo o Fieldbuses, nos enfocamos al FOUNDATION Fieldbus (Fieldbus de la FOUNDATION), el cual habilita funciones básicas de control en los dispositivos de campo, además de manejo de datos del dispositivo y su aplicación y puede ser utilizado en instalaciones con seguridad intrínseca en localizaciones peligrosas.

El Fieldbus permite mezclar productos y sistemas de diferentes proveedores, que manejen este mismo protocolo, sin perder la funcionalidad del sistema. Esta característica hace a los sistemas abiertos e interoperables.

La FOUNDATION del Fieldbus y el Comité de normas ISA (Instrument Society of America: Sociedad de Instrumentistas de América) / IEC (International Electrotechnical Commission: Comisión Electrotécnica Internacional) trabajan en conjunto para especificar la tecnología para la implementación del bus de campo o Fieldbus.

Con la tecnología del Fieldbus los controladores de procesos y los sistemas de automatización serán físicamente más sencillos.

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN

2.1 Objetivos de la tesis

- Presentar las capacidades, beneficios, tecnología y avances del lazo de comunicación entre dispositivos de control inteligente, llamado Fieldbus, que reemplazará el estándar de 4-20 mA.
- Proporcionar información de especificaciones, datos técnicos, capacidades y ventajas de la instrumentación inteligente y sobre algunos proveedores de este equipo, que pueden servir como referencia para la selección del tipo de instrumentación de campo y del sistema de control industrial.
- Documentar información general de aplicación de un transmisor inteligente con FOUNDATION Fieldbus.

2.2 Justificación de la tesis

Todas las industrias están sujetas a presiones como: cumplir con los estándares de calidad, observar las regulaciones gubernamentales, conocer y superar a la competencia.

Las actuales necesidades de la industria requieren de optimar cada una de las etapas del ciclo de automatización que son: planeación, instalación, operación, mantenimiento y soporte y evolución.

El sistema de instrumentación y control de procesos es un factor clave para lograr los objetivos de toda industria: generar productos de buena calidad y a buenos precios.

Para hacer una selección adecuada del sistema de control e instrumentación es muy útil la información de los avances y expectativas en el desarrollo de los sistemas abiertos e interoperables basados en la tecnología del Fieldbus, así como de los proveedores de este tipo de Sistemas.

Se espera que la tecnología del Fieldbus mejore la calidad, reduzca los costos y aumente la eficiencia. Esto se debe a que la información se transmitirá digitalmente, lo cual es más preciso que transmitir señal analógica.

Los dispositivos de campo serán dispositivos inteligentes que realizarán su propio control, mantenimiento y diagnóstico. Podrán realizar su propio reporte de fallas o indicar si requiere calibración, incrementando así, la eficiencia del sistema y reduciendo el mantenimiento requerido.

2.3 Limitaciones

Esta tesis no es un manual o un tratado de instrumentación inteligente y Fieldbus. La información incluida, no abarca toda la información relacionada con el equipo inteligente de campo ni las especificaciones del Fieldbus.

Por ejemplo, no está incluido: cómo determinar el rango de calibración del transmisor, porque éste depende de la aplicación; tampoco están incluidos los pasos de configuración de los transmisores ni todos los componentes del Fieldbus.

No se presentan las características de la otras opciones de bus de campo o "Fieldbuses" que se ofrecen en el mercado, se refiere únicamente al Fieldbus de la FOUNDATION; y esto es debido a las compañías y las organizaciones que lo respaldan y que tienen gran presencia en América.

Solamente se menciona el DDL (Device Description Language: Lenguaje de Descripción de Dispositivos) como la herramienta para la descripción de dispositivos, sin mencionar ni explicar la aplicación, los estatutos, etc., ya que este lenguaje es suficiente para tema de otra tesis.

2.4 Metodología

- Contactar por medio del internet con la FOUNDATION Fieldbus para obtener información completa de la tecnología Fieldbus.
- Contactar con diferentes proveedores de equipo de instrumentación inteligente para solicitar información del equipo, así como de sus avances en la estandarización de sus equipos con el protocolo de comunicación digital FOUNDATION Fieldbus.
- Investigar sobre el tema a través de artículos técnicos publicados en revistas del área de instrumentación y control.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS

3.1 Componentes de un lazo de control.

Cuando en un proceso industrial se desea controlar a una variable utilizando un lazo cerrado de control automático, la función de control implica que se realicen tres funciones básicas:

- Obtener información.
- Tomar decisiones.
- Ejecutar acciones.

Las tres funciones antes mencionadas se realizan sobre el proceso. Por lo que para realizar dichas funciones se requieren instrumentos o elementos de control.

Los cuatro componentes básicos de un sistema de control son:

- Proceso.
- Elemento de medición.
- Controlador.
- Elemento final de control.

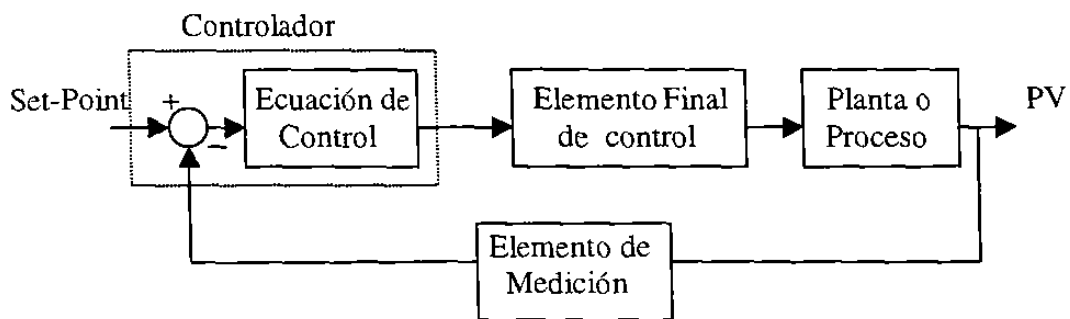


Figura 3.1 Componentes de un lazo de control

3.1.1 Sección del proceso

Proceso:

Es el equipo donde se desarrollan las funciones colectivas en el cual va a ser controlada la variable. El equipo no incluye ningún equipo de control.

Variable controlada:

También conocida como variable de proceso o PV. Es lo que deseamos controlar como temperatura, flujo, nivel, etc.

Medio controlado:

Es la energía o material del proceso en el cual se controla una variable.

Variable manipulada:

Es la variable que es ajustada para corregir el error o desviación. Por ejemplo, la cantidad de gas a enviar al quemador.

Agente de control:

Es la energía o material del proceso del cual la variable manipulada es una condición característica.

Perturbaciones:

Cualquier medio, que al afectar al proceso, modifique el valor de la variable controlada. Por ejemplo: variación brusca de la alimentación de materia prima a un horno.

3.1.2 Sección del elemento de medición

Elemento primario:

También llamado sensor. Es el que monitorea y mide la variable del proceso que se desea controlar.

Transmisor:

Envía la información de la variable controlada (medida por el sensor) hacia el controlador o hacia otros instrumentos del lazo.

3.1.3 Sección del controlador

Controlador:

Determina el grado de desviación de la variable a controlar y cuantifica la magnitud de la corrección necesaria para mantener a la variable en el valor fijado por el set-point.

Set-point:

También llamado referencia. Es el valor deseado de la variable controlada.

Error:

También llamado desviación. Es la diferencia algebraica entre el set-point (SP) y el valor actual de la variable controlada (PV). $E = SP - PV$

Señal de control:

También conocida como salida de control. Es la señal enviada por el controlador hacia el elemento final de control para modificar su estado o posición.

3.1.4 Sección del elemento final de control

Elemento final de control:

Ejecuta la acción de ajustar la variable manipulada en el proceso, para que la variable controlada regrese al valor fijado por el set-point.

3.2 Terminología de instrumentos

Según SAMA (Scientific Apparatus Makers Association), se expone a continuación la terminología empleada en los instrumentos de control.

Rango:

Conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad del instrumento.

Por ejemplo: 100 - 300 °C. El valor superior del rango (Upper Range Limit: URL) es 300 °C y el valor inferior del rango (Lower Range Limit: LRL) es 100 °C.

Span:

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del rango del instrumento.

Por ejemplo, el span del ejemplo anterior será de 200 °C.

Precisión:

Es la tolerancia de medida o de transmisión del instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio.

Hay varias formas de expresar la precisión:

- En porcentaje del span, que es la forma usual de expresar la precisión. Ejemplo: Para un span de 200 °C, una lectura de 150 °C y una precisión de $\pm 0.5\%$, el valor real de la temperatura estará comprendido entre 149 y 151 °C.
- Directamente en unidades de la variable medida. Ejemplo: precisión de ± 1 °C.
- En porcentaje de la lectura efectuada. Ejemplo: para una lectura de 150 °C y una precisión de $\pm 1\%$, es decir: ± 1.5 °C.
- En porcentaje del valor máximo del rango. Ejemplo: precisión de $\pm 0.5\%$ de 300 °C es igual a ± 1.5 °C.

Zona muerta:

Es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce respuesta.

Se especifica en porcentaje del span. Por ejemplo: si la zona muerta es de $\pm 0.1\%$ y el span es de 200 °C, su valor será ± 0.2 °C.

Sensibilidad:

Es la razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona, después de haber alcanzado el estado de reposo.

Se especifica en porcentaje del span. Por ejemplo: Si la sensibilidad es de $\pm 0.05\%$ y el span es de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, su valor será $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Repetibilidad:

Es la capacidad de reproducción de las posiciones de la pluma o del índice del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de la variación, recorriendo todo el rango.

Se considera, en general, su valor máximo y se especifica en porcentaje del span, un valor representativo es de $\pm 0.1\%$.

Histéresis:

Es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento para un mismo valor cualquiera del rango, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos.

Se especifica en porcentaje del span. Por ejemplo: si la histéresis es de $\pm 0.3\%$ y el span es de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, su valor será $\pm 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Rango con elevación de cero:

Es aquél en el que el valor cero de la variable medida es mayor que el valor inferior del rango (o cero del instrumento). Por ejemplo: -5 a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Rango con supresión de cero:

Es aquél en el que el valor cero de la variable medida es menor que el valor inferior del rango (o cero del instrumento). Por ejemplo: 30 a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Elevación de cero:

Es la cantidad con la que el valor cero de la variable supera el valor inferior del rango (o cero del instrumento). Puede expresarse en unidades de la variable medida o en porcentaje del span.

Supresión de cero:

Es la cantidad con la que el valor inferior del rango (o cero del instrumento) supera el valor cero de la variable. Puede expresarse en unidades de la variable medida o en porcentaje del span.

3.3 Evolución de la Instrumentación

(En base al libro Instrumentación Industrial de Antonio Creus)

El desarrollo de los instrumentos se inició con los manómetros, termómetros y válvulas manuales localmente montados.

La siguiente etapa fue la centralización de las funciones de medida y de control más importantes, pertenecientes a una operación del proceso, en un panel localmente montado.

El desarrollo de los transmisores neumáticos con señal de transmisión de 3 a 15 psi permitió la centralización en un cuarto de control.

Se utilizaron como receptores los instrumentos registradores controladores neumáticos de caja grande que aparecieron hacia el año 1940.

Debido al crecimiento de los procesos y al tamaño de los instrumentos convencionales se desarrolló la instrumentación neumática miniatura que apareció en el mercado hacia el año 1947.

Alrededor de los años 60's aparecieron los instrumentos electrónicos miniatura, que manejan señales analógicas estándar de 4-20 mA CD.

En los años 1970's las computadoras digitales se usaron en conjunto con los sistemas instalados para medición y control analógico y lógico.

En los años 1980's apareció en el mercado el Control Distribuido, en el que uno o varios microprocesadores se encuentran repartidos en diferentes puntos de la planta donde están conectados a las señales de proceso, correspondientes a una parte homogénea de la planta.

Estos microprocesadores se distribuyen de forma arquitectónica y están conectados entre sí a través de una vía de comunicaciones, la cual los comunica con el centro de control, desde donde se tiene acceso a todas las variables del proceso.

La ventaja fundamental del Control Distribuido es la mayor seguridad y economía de funcionamiento, al ser los lazos de control de cada microprocesador de menor longitud, (por estar situado en el centro óptimo de las variables del proceso captadas) y menos vulnerables al ruido o a los daños. La comunicación era proveída a través de una red propietaria.

También surgieron en esa época los transmisores inteligentes basados en microprocesadores. Estos dispositivos inteligentes tenían la ventaja de los bajos consumos de potencia de los microprocesadores.

La mayoría de los proveedores de esta tecnología desarrollaron buses de comunicación digitales propietarios para sus propios mercados, pero la necesidad de los usuarios eran productos basados en estándares.

Desde 1980 se trabaja en el establecimiento de un enlace de comunicación de dos vías, multidrop (multicaídas) entre dispositivos de control digitales, que reemplazará el estándar de 4-20 mA CD.

CAPÍTULO 4

INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE

4.1 Introducción

El término "inteligente" se aplica a los dispositivos de campo (transmisores y válvulas) basados en microprocesadores y que tienen la capacidad de análisis de señal, auto-diagnóstico y comunicación digital. En otras palabras, poseen capacidades adicionales a las capacidades de los dispositivos con electrónica analógica convencional.

En forma desglosada, las capacidades adicionales de los transmisores inteligentes son:

- Comunicación digital bi-direccional.
- Rango de medición más amplio.
- Menor span de medición (ejemplo: span de 0-1 hasta 1-400 pulgadas de agua).

- Rango de calibración configurable. Se tecldea el valor superior del rango (Upper Range Value: URV) y el valor inferior del rango (Lower Range Value: LRV) con las unidades de ingeniería seleccionadas.
- No hay restricción en la configuración de rangos con elevación o supresión de cero.
- Comunicación remota.
- Selección del acondicionamiento de la salida: lineal o raíz cuadrada (para aplicación de medición de flujo).
- Si se elige señal de salida digital, se mejora la precisión de la medición ya que se eliminan los errores de la conversión D/A (Digital/Analógica) en el transmisor y A/D (Analógica/Digital) en el receptor.
- Configurados como modo de salida, actúan como una fuente de corriente con salida ajustable de 4-20 mA para verificar la integridad del lazo.
- Compensación automática de la medición por variaciones de presión estática de la línea y por temperatura ambiente.
- Capacidad de auto-diagnóstico para detectar fallas en la operación (del sensor o de la electrónica) o en las comunicaciones.
- Identificación del transmisor grabando su identificación (tag).
- Los transmisores multivariables miden en una sola unidad presión diferencial, presión estática y temperatura del proceso y calcula el flujo másico.
- Auto-calibración del transmisor de acuerdo a la presión aplicada que se identifica como 0% y 100%.

Las capacidades adicionales de las válvulas inteligentes son:

- Diagnósticos de proceso realizados con una PC o un DCS (Distributed Control System: Sistema de Control Distribuido) conectados a través de su puerto serie.
- Historial de datos para registro de condiciones del proceso que ayudan para diagnosticar disturbios en el proceso. También poseen totalizador de flujo.

- Sensores en el cuerpo de la válvula para medir las condiciones del proceso, como presión, temperatura y flujo.
- Conexiones a interfaces de operador (PC, DCS o estación manual) a través de canales analógicos de 4-20 mA. Se puede tener comunicación digital a través de puertos Modbus o Fieldbus.
- Indicación local de las variables sensadas, posición de la válvula y flujo totalizado.
- Control PID. Puede usar variables internas o externas.

Los primeros dispositivos inteligentes de campo que surgieron fueron los transmisores de presión, debido a que con estos podemos medir directa o indirectamente variables como presión de proceso, nivel, flujo, densidad, etc.

Posteriormente surgieron los transmisores inteligentes de temperatura, los de tipo multivariantes (para la medición de flujo másico) y las válvulas inteligentes.

Todos estos dispositivos operan sobre el sistema estándar de dos hilos (para suministro y señal de salida) y transmiten una señal de salida proporcional a la variable medida. La señal puede ser analógica de 4-20 mA CD o analógica más digital.

En el caso de seleccionar la salida digital, se puede seleccionar el protocolo de comunicación HART (Hiway Addressable Remote Transducer) o el protocolo propietario para aplicación exclusiva con los instrumentos receptores del mismo proveedor. (Nota: no en todos los modelos está disponible la opción del protocolo HART, se deben revisar las opciones de salida para cada modelo).

El formato de transmisión analógica o digital se selecciona comúnmente por medio de dispositivos portátiles de comunicación con teclas dedicadas, los cuales se pueden conectar en paralelo en cualquier punto del cableado entre el transmisor y el receptor.

Por medio de los dispositivos portátiles de comunicación también están accesibles las funciones de configuración, operación y diagnóstico para mantenimiento.

En un principio, los transmisores inteligentes con capacidad de comunicaciones digitales utilizaban protocolos propietarios, por lo cual solamente se podía comunicar con dispositivos del mismo proveedor.

A finales de 1980 se introdujo el protocolo HART (Hiway Addressable Remote Transducer) que proporciona una señal digital que se superpone a la señal analógica de 4-20 mA.

4.2 Transmisor inteligente Honeywell

4.2.1 Introducción

La familia de transmisores inteligentes (“Smart Transmitter”) ST 3000 de Honeywell consiste de una línea de modelos para aplicaciones industriales. Estos transmisores basados en microprocesadores miden flujo, presión y nivel de líquido y tienen capacidades agregadas de ajuste y diagnóstico remotos a través de un comunicador portátil SFC (“Smart Field Communicator”).

Los transmisores inteligentes vienen en cinco tipos de modelos

- Transmisores de presión diferencial.
- De presión de proceso.
- De presión absoluta.
- De nivel de líquido con montaje en brida.
- De diafragma con sellos remotos.

Todos estos modelos usan el mismo módulo de electrónica intercambiable y un chip sensor de silicio sellado herméticamente en un cuerpo medidor soldado.

4.2.2 Cuerpo medidor (meter body) para presión diferencial

El fluido de proceso entra al transmisor a través de las conexiones de entrada de alta presión (HP) y de baja presión (LP), pasa a través de las dos tomas de proceso, para ser aplicado al transmisor de dos diafragmas.

Los diafragmas metálicos flexibles, soldados a las placas posteriores tienen dos funciones: una, sellar un pequeño volumen de aceite silicón incompresible como fluido de llenado; y dos, transferir la presión a través del fluido de llenado al sensor.

En la figura 4.1 se muestra un transmisor de presión diferencial con sus secciones.

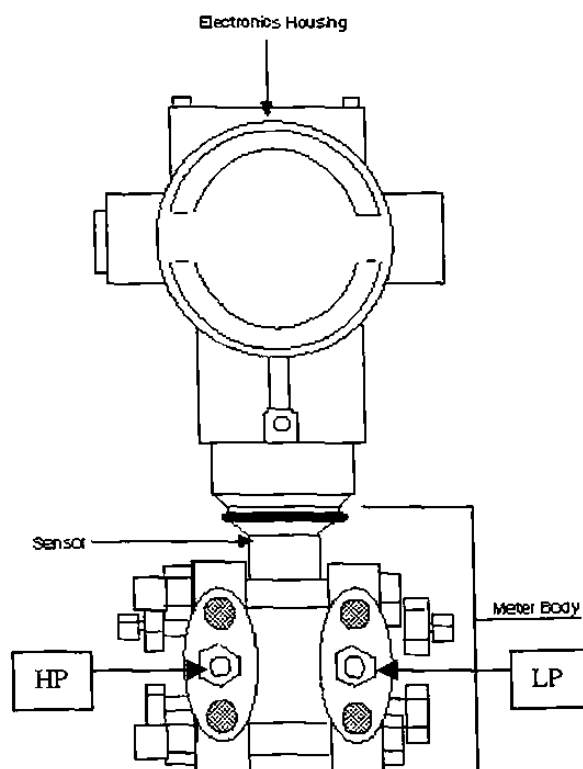


Figura 4.1 Transmisor de presión diferencial

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-03-65

4.2.3 Circuito de medición

El sensor es un chip sensor de silicio cementado a la placa posterior y herméticamente sellado en el cuerpo medidor (figura 4.1), mide las tres variables: presión diferencial, presión estática y temperatura.

El transmisor ST3000 es alimentado por una fuente de suministro de 11-42 VCD. El sensor mide eléctricamente la variable de proceso (PV) que es la presión, la presión estática y la temperatura (ver figura 4.2).

El microprocesador recibe estas tres entradas y calcula el valor de la variable de proceso compensada, ya sea por el efecto de la presión estática o de la temperatura.

Esta compensación es hecha usando factores de caracterización almacenadas en una memoria EEPROM. El microprocesador también corrige la señal de salida de cualquier no-linealidad y escala la señal de salida a una señal de 4-20 mA basada sobre un rango seleccionado de valores.

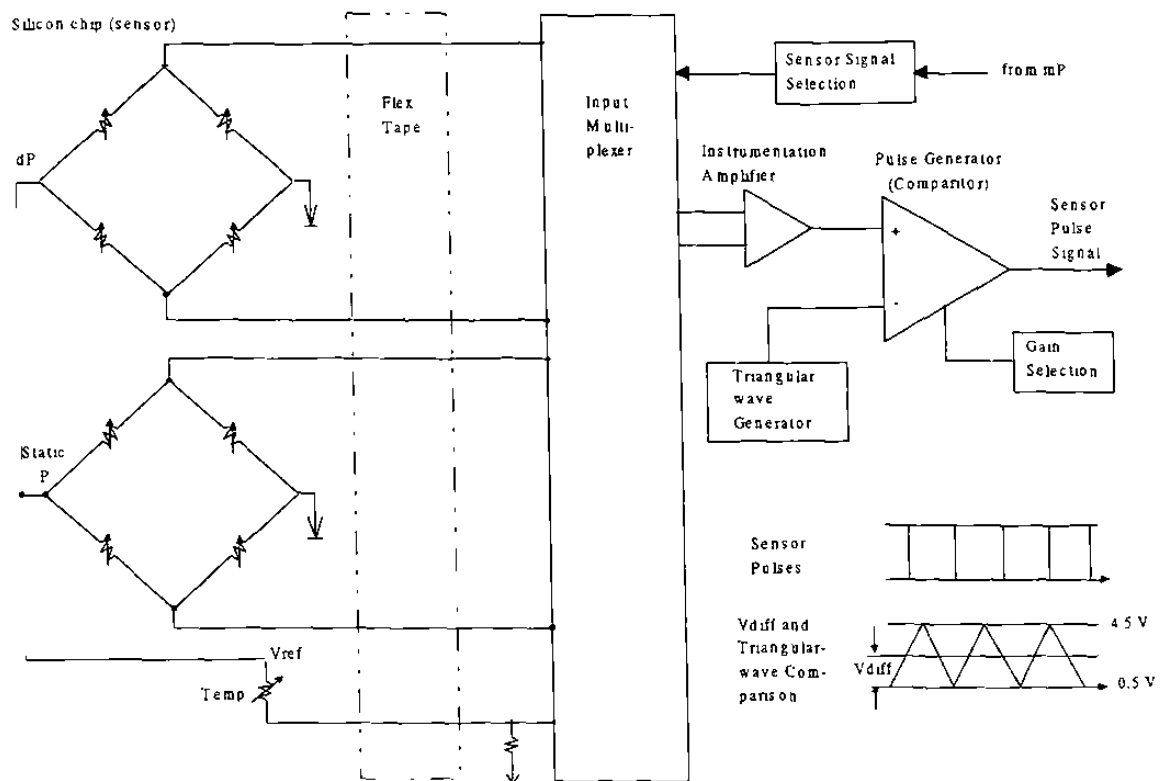


Figura 4.2 Circuito de medición de transmisor inteligente Honeywell

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-05-01

La presión de proceso sobre la barrera del diafragma transfiere a través del fluido de llenado al sensor. El voltaje de salida del circuito puente del sensor mide la presión diferencial. El valor de la resistencia del circuito puente cambia en proporción al cambio de presión. El circuito puente se desbalancea y causa una caída de voltaje (V_{dif1}). La salida del puente cambia en proporción al cambio de resistencia.

Otro circuito puente de voltaje en el chip sensor mide la presión estática aplicada al sensor. El valor de la resistencia cambia en proporción a los cambios de la presión estática, y una segunda caída de voltaje se desarrolla a través del circuito puente (V_{dif2}).

Una resistencia en un circuito divisor de voltaje mide temperatura. Conforme la temperatura se incrementa, la resistencia se incrementa, y el voltaje se decrementa. Un amplificador invierte el voltaje para proporcionar un voltaje (V_{res}) que se incrementa conforme la temperatura se incrementa.

Un circuito de conversión en el cuerpo medidor -un multiplexor y un generador de onda triangular- convierte estas tres señales analógicas a una señal modulada en ancho de pulso.

4.2.4 Microprocesador

El microprocesador en el transmisor (figura 4.2) instruye al multiplexor para seleccionar uno de los tres voltajes. Un modulador sensor-a-pulso (SPM) convierte las señales analógicas del sensor a señales moduladas en ancho de pulso. Circuitos en el SPM comparan el voltaje seleccionado con una onda triangular.

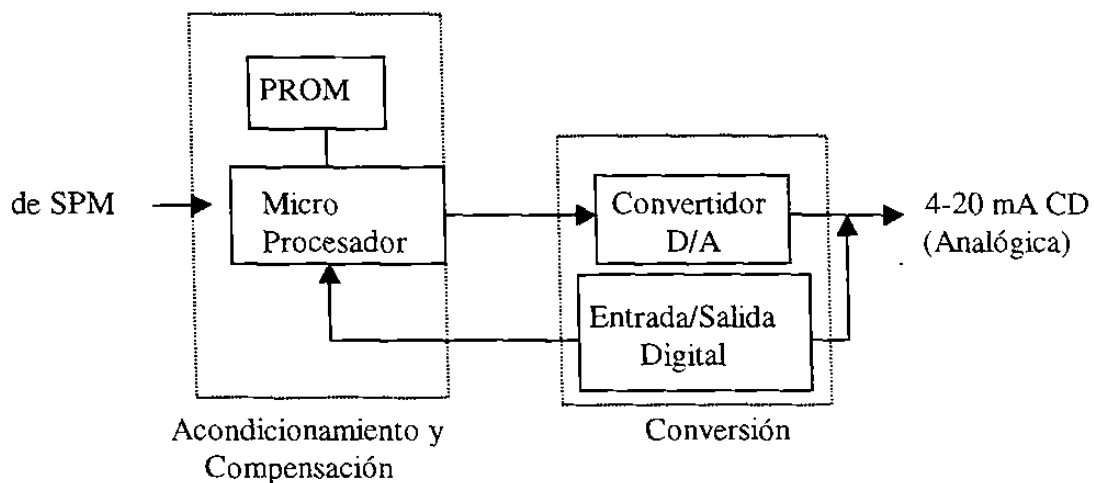


Figura 4.3 Microprocesador y Convertidor D/A

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-25-01

Cada 183 ms el transmisor lee la señal de presión diferencial, cuatro veces cada 1.83 s lee la señal de presión estática y promedia las cuatro lecturas; y cuatro veces cada 18.3 s lee la señal de temperatura y promedia las cuatro lecturas.

La salida del generador de pulso es “on” (5 VCD) cuando el voltaje seleccionado es mayor que la onda triangular y es “off” (0 VCD) cuando es menor que la onda triangular. Más circuitos miden la duración del pulso y período.

El tiempo “on” más el tiempo “off” forman la señal digital de entrada al microprocesador en el cual ocurre lo siguiente:

1. Las tres señales de entrada del sensor así como el dato de caracterización almacenado en el EEPROM son usados para calcular el valor del proceso compensado por la presión estática y la temperatura.
2. La señal de salida es calculada y escalada para generar una señal de 4-20 mA correspondiente al valor inferior y superior del rango.

La señal digital de salida final es convertida a señal de salida de corriente analógica de 4-20 mA. Este convertidor de señal D/A hace al ST 3000 compatible con sistemas estándar de 4-20 mA.

4.2.5 Comunicación

El comunicador portátil de baterías (SFC) proporciona la interface de comunicación con el transmisor ST 3000 (figura 4.3) a través de señales digitales serie sobre la línea de 4-20 mA.

Como se muestra en la figura 4.4, los dispositivos portátiles de comunicación se pueden conectar en paralelo en cualquier punto del cableado entre el transmisor y receptor. Ya sea en la tablilla de terminales del transmisor, en la caja unión (junction box) del campo o en el panel de terminales del cuarto de control.

El medio de comunicación es transmisión de corriente. El transmisor ST 3000 y el comunicador (SFC) tienen drenado de corriente, salidas limitadas en corriente y durante la comunicación el lazo de corriente varía entre 4 y 20 mA.

Un capacitor aísla el circuito de comunicación de las líneas de la señal de salida. Solamente el mensaje digital en pulsos pasa a través del capacitor a este circuito.

El comunicador envía un mensaje estoy listo (“get ready”) para iniciar la comunicación la cual es 4.5 ms “on” y 9 ms, ”off”. El transmisor reconoce los pulsos y temporalmente suspende la salida normal por la duración de las comunicaciones.

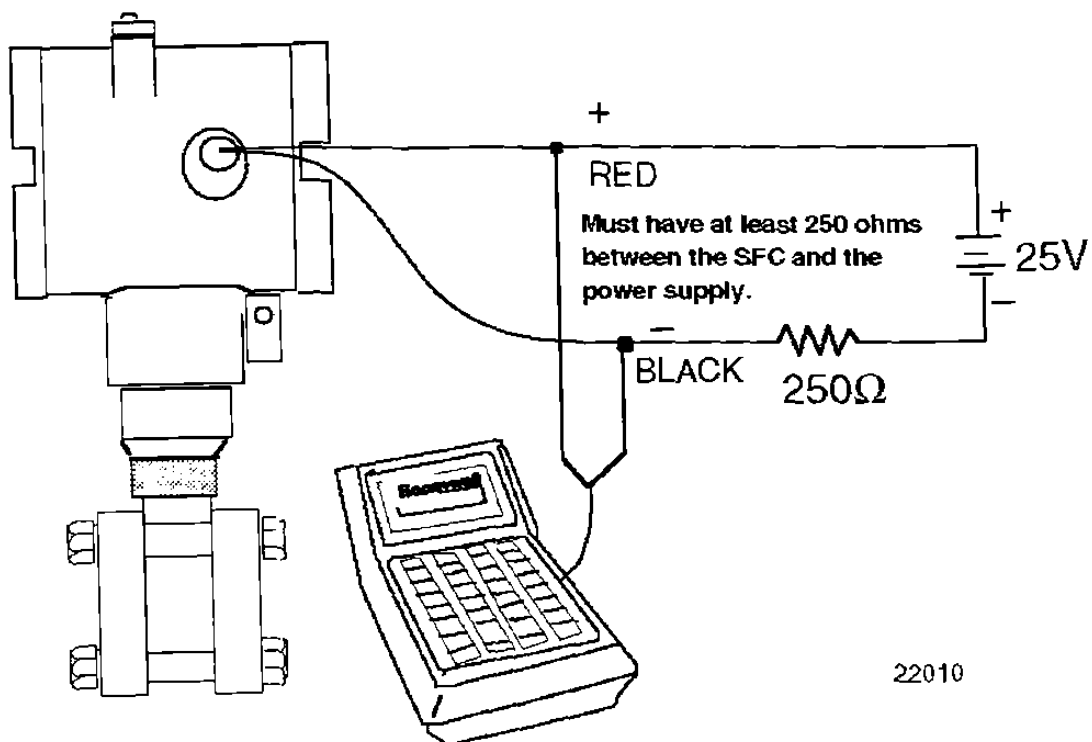
La señal de salida presente del transmisor es almacenada en memoria, y el circuito de comunicación toma el control del circuito de salida del transmisor.

Cuando el comunicador está “hablando”, el transmisor corta su corriente a menos de 4 mA para prevenir jalar excesiva corriente. La comunicación inicial SFC- transmisor dura 160 ms. El transmisor responde de 91 a 183 ms después del fin del mensaje del SFC.

El circuito de comunicación es desconectado del circuito de salida del transmisor, y de 91 a 183 ms después de que la transmisión es completada, la señal de salida regresa al mismo nivel de la señal de salida de antes de la interrupción de la comunicación.

Estos mensajes estructurados del SFC son comandos programados los cuales inician las rutinas de software pre-programado en la memoria del microprocesador.

El transmisor siempre genera un reporte del status del transmisor de la rutina de auto-diagnóstico que está constantemente corriendo en el transmisor. Esta información de diagnóstico puede ser accesada y recibirse a través de comunicador manual (SFC).



22010

Figura 4.5 Líneas de señal al transmisor

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-03-55

En la figura 4.5 se muestra el comunicador de campo (SFC) conectado a las líneas de señal del transmisor.

4.3 Transmisor Inteligente de presión diferencial modelo 3051C marca Rosemount

4.3.1 Introducción

El transmisor modelo 3051CD forma parte de la familia de transmisores inteligentes de la marca Rosemount. Los transmisores inteligentes de la serie 3051C vienen en tres tipos de modelos

- Transmisores de presión diferencial.
- De presión de proceso.
- De presión absoluta.

4.3.2 Módulo sensor (sensor module)

El sensor de esta familia de transmisores es del tipo capacitivo (figura 4.6) que consiste en dos placas paralelas, las cuales varían su separación al aplicarles la presión.

Como la capacitancia es inversamente proporcional a la separación de las placas y la separación es inversamente proporcional a la presión; por lo tanto, la capacitancia es directamente proporcional a la presión aplicada.

El sensor es aislado mecánica, electrónica y térmicamente del proceso y del medio ambiente. Además tiene una medición de temperatura para compensar por efectos termales.

Durante el proceso de caracterización se producen datos que se almacenan para obtener coeficientes de corrección para asegurar la corrección durante la operación.

También se localiza en el sensor la electrónica que convierte las señales de entrada de capacitancia y temperatura directamente a un formato digital para ser procesado por el módulo de la electrónica.

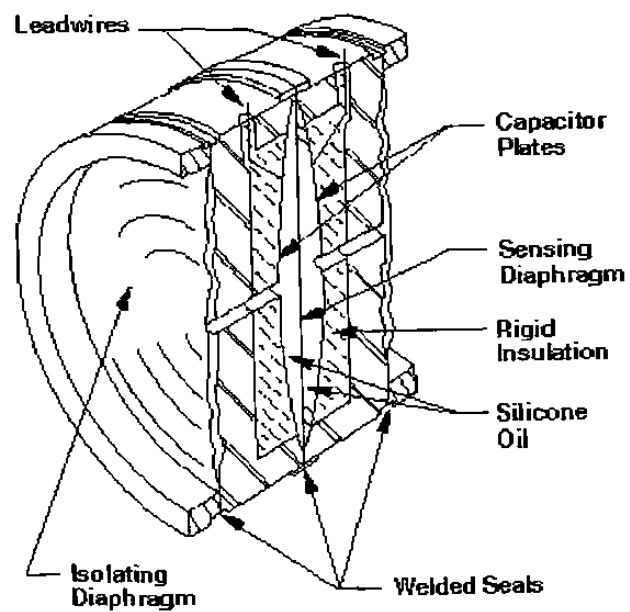


Figura 4.6 Sensor de presión tipo capacitivo

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

En la figura 4.8 se muestra el diagrama funcional de un transmisor de presión típico modelo 3051.

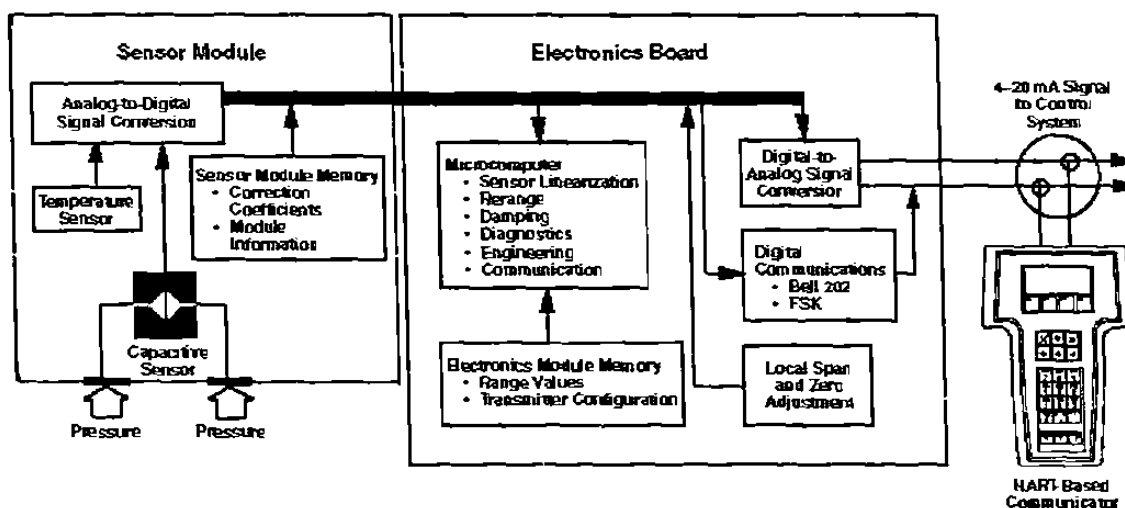


Figura 4.8 Diagrama de bloques del transmisor con salida 4-20 mA

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

4.3.3 Tarjeta de la electrónica (electronic board)

Esta tarjeta acepta la señal de entrada digital, junto con los coeficientes de corrección, para corregir y linealizar la señal.

La sección de salida convierte la señal digital a señal analógica y maneja la comunicación con el comunicador HART (Hiway Addressable Remote Transducer).

4.3.3. Comunicación

La comunicación es vía el protocolo HART. La comunicación remota se lleva a cabo superponiendo una señal de alta frecuencia encima de la salida analógica. De esta forma se permiten simultáneamente la comunicación y la señal de salida sin perder la integridad del lazo.

Con el comunicador HART se accesa la lectura directa del sensor como una señal digital, evitando el proceso de conversión D/A (Digital / Analógico).

4.3.4 Configuración

El transmisor puede ser configurado con un comunicador HART. La configuración consiste de dos partes. La primera, es para fijar los parámetros operacionales del transmisor, los cuales son:

- Ajuste de cero y span.
- Señal de salida lineal o raíz cuadrada.
- Amortiguamiento (para el caso de fluidos ruidosos).
- Selección de unidades de ingeniería.

La segunda parte, es la información y descripción física del transmisor. incluye:

- Tag.
- Descriptor de 8 caracteres alfanuméricos.
- Mensaje de 32 caracteres alfanuméricos.
- Fecha.
- Instalación de indicador integral.
- Materiales

En la figura 4.7 se muestra el diagrama de alambado del transmisor con el receptor.

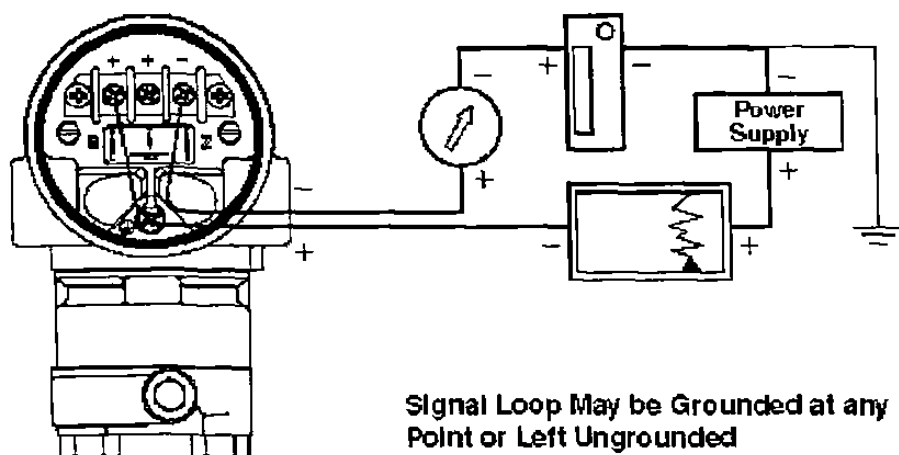


Figura 4.7 Diagrama de alambado del lazo

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

4.4 Válvula inteligente Valtek

4.4.1 Introducción

El sistema inteligente Star Pack de Valtek incluye un controlador basado en microprocesador y sensores de proceso montados en la válvula de control. El sistema proporciona medición y control de un lazo de flujo, presión o temperatura. También proporciona la adquisición de datos necesarios para diagnósticos de la válvula o del proceso.

Los sensores de flujo, presión y temperatura y el microprocesador están montados directamente sobre la válvula misma, por lo que la instalación del lazo de control total es simplificada eliminando las tomas de línea separadas. La complejidad total y las fugas potenciales en el sistema de proceso se reducen considerablemente.

Este sistema inteligente puede ser programado para operar como una válvula de control típica (respondiendo a una señal de 4-20 mA CD del controlador) o solamente como controlador o transmisor requiriendo de un suministro de potencia de 24 VCD y un suministro neumático.

En la configuración de controlador únicamente, el sistema StarPac responde con acción PID a una señal analógica de control de 4-20 mA CD, a una señal digital a través del puerto de comunicaciones RS-485 o a un set-point pre-programado que se mantiene sin necesidad de comunicación externa.

La comunicación es hecha vía una PC, la cual es usada para configurar o para lectura de diagnósticos y no se requiere durante la operación normal.

Con este sistema se mejoran los procedimientos de mantenimiento, por la facilidad para registrar y reportar el desempeño de la válvula y del proceso. Por ejemplo, la característica de la válvula y del proceso (usando los sensores StarPac) puede ser registrados por la PC al momento de la instalación del software.

Posteriormente, usando esta información, el software puede ayudar a determinar si la válvula o el equipo de proceso necesitan servicio, reduciendo los programas de mantenimiento.

4.4.2 Beneficios

- Los costos de instalación se reducen hasta cinco veces, comparados con los sistemas de control convencional.
- Aumenta la seguridad. Las fallas del sistema, arranques y paros son manejadas en forma segura con las capacidades del sistema.
- Con todas las funciones localizadas en un paquete, la complejidad del sistema total de control es reducida. La detección y solución del problema se realizan con más facilidad.

4.4.3 Características

- Diagnósticos del proceso:
Genera una característica inicial del proceso y se cataloga usando formato Lotus 1-2-3 para identificar la característica estándar del proceso, una bomba, un compresor etc. para detectar una necesidad de servicio. Los diagnósticos del proceso se pueden realizar con una PC conectada a la válvula vía un puerto RS-485.
- Señal analógica o digital:
Está disponible el control y la comunicación en forma digital y analógica a estaciones locales, remotas o sistemas de control distribuido.
- Controlador PID:
El sistema inteligente está equipado con un controlador PID auto-contenido que usa cualquiera de sus parámetros internos de proceso como variable de control.
- Diagnósticos de válvula:
El paquete de mantenimiento determina la condición del empaque de la válvula, asiento, actuador y empaque en una breve interrupción de la operación.

- **Modo de falla múltiple:**

La tecnología utilizada permite establecer modos de fallas múltiples, incluyendo: falla de suministro eléctrico, neumático, etc.

Por ejemplo, a una falla eléctrica, el sistema regresa la válvula al modo de control estándar o continúa operando con una batería externa de respaldo opcional.

- **Seguridad del proceso:**

La localización de los sensores en la válvula evita las tomas de línea excesivas.

- **Sistema de doble operación:**

La válvula puede ser operada en modo manual o automático con un algoritmo de transferencia que hace la transición suave y estable.

4.4.4 Componentes del sistema inteligente StarPac

Los principales componentes del sistema son:

1. Cuerpo de la válvula.
2. Actuador.
3. Módulo posicionador y convertidor presión/corriente.
4. La electrónica.
5. Sensores de presión y de temperatura.

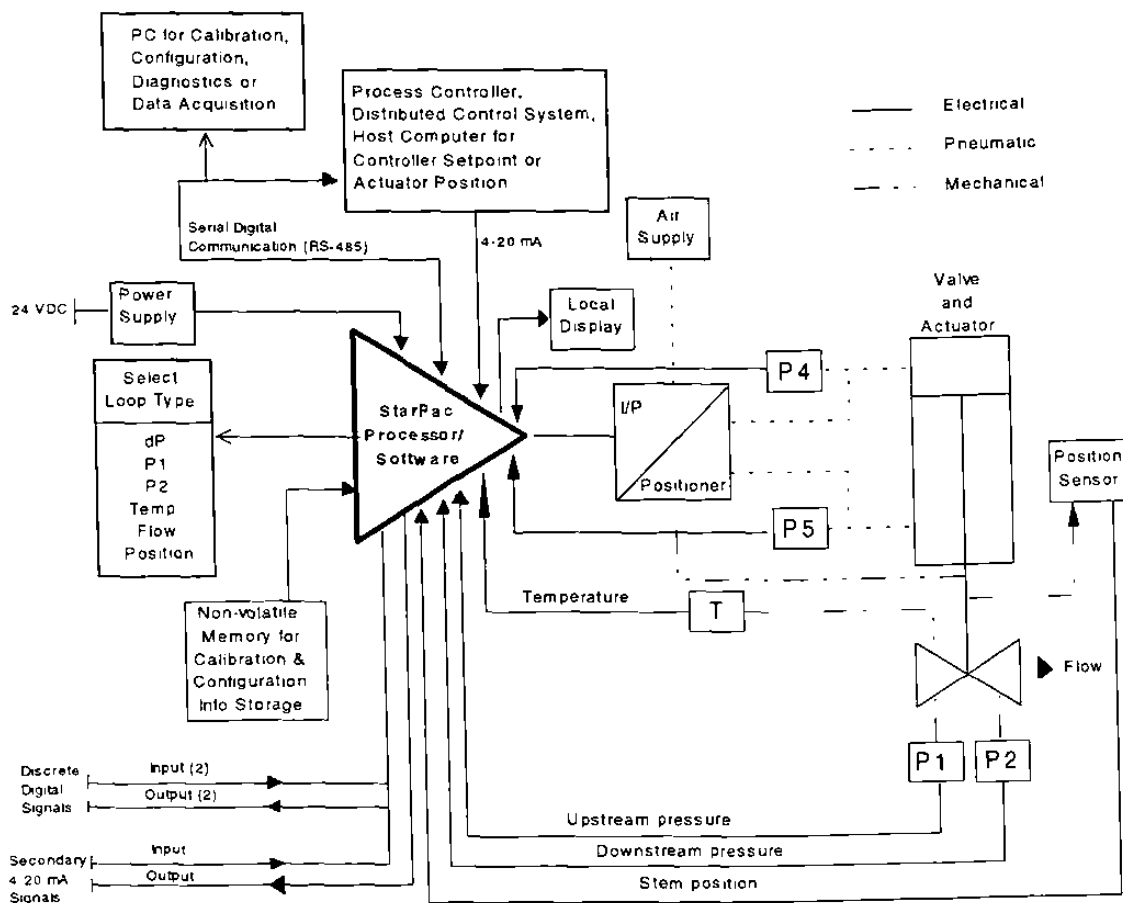


Figura 4.9 Esquemático del Sistema Inteligente StarPac.

Sensores de presión y temperatura

El sensor de temperatura es normalmente un termopar tipo K montado sobre el cuerpo de la válvula. El termopar tipo K fue seleccionado por muchas razones, incluyendo amplio rango, bajo consumo de potencia. Algunos RTD's y otros tipos de termopares pueden ser más lineales y más precisos sobre un rango estrecho que el sistema Starpac.

El método que el sistema StarPac usa para medir temperatura limita la precisión y la velocidad más que el tipo de sensor. Si se requiere de una medición de temperatura más rápida y segura, se debe usar un sensor y transmisor separados y alambirlo al puerto de entrada analógica de la válvula.

Normalmente el término sensor se aplica al transductor mismo. Pero para especificarlo completamente el término sensor incluye el transductor y los herrajes que lo sostienen.

Hay diez diferentes herrajes y seis tipos de sensores de presión.

Alambrado y tierra

Todas las señales al StarPac deben ser en cables blindados. El blindaje debe ser aterrizado solamente en un extremo del cable para proporcionar un lugar para que el ruido eléctrico ambiental sea removido del cable. El cable a tierra se fija en ambos extremos para proporcionar un camino continuo para conductividad eléctrica.

El suministro de 24 VCD debe ser por par torcido blindado con el alambre de blindaje conectado solamente en la fuente. No debe ser conectado a tierra física.

Comunicaciones RS-485

El alambrado RS-485 requiere del uso de un par de cable torcido blindado, el cual se aterriza solamente en la fuente (de preferencia con una impedancia de 120 ohms).

CAPÍTULO 5

BUS DE CAMPO DE LA FOUNDATION

5.1 Introducción

5.1.1 Definición

El Fieldbus es un término que se usa para describir una red de comunicaciones digitales que será usada en la medición y control de procesos industriales para reemplazar la señal analógica existente de 4-20 mA.

La red es bi-direccional, multicaídas ("multidrop"), utilizada para enlazar dispositivos digitales de campo (transmisores, actuadores, sensores) y sistemas de automatización (Sistemas de Control Distribuido: DCS's y Controladores Lógicos Programables: PLC's).

Existen varios buses de campo o Fieldbuses, vamos a hacer referencia al FOUNDATION Fieldbus (Fieldbus de la FOUNDATION).

El Fieldbus de la FOUNDATION habilita funciones básicas de control en los dispositivos de campo, además de manejo de datos del dispositivo y su aplicación y puede ser utilizado en instalaciones con seguridad intrínseca en localizaciones peligrosas.

El Fieldbus permite mezclar productos y sistemas de diferentes proveedores, que manejen este mismo protocolo, sin perder la funcionalidad del sistema. Esta característica hace a los sistemas abiertos e interoperables.

Las ventajas de un sistema abierto e interoperable son:

- Los dispositivos de diferentes proveedores puedan trabajar juntos en un sistema eliminando los protocolos propietarios y las interfaces especiales o a la medida del cliente (customizadas).
- Se pueda sustituir un dispositivo de campo por uno similar de otro proveedor sin limitar la funcionalidad o la integración del sistema.
- Se tenga la infraestructura para soportar actualización de los dispositivos del Fieldbus.
- El protocolo y la implementación de componentes no sean controlados por un solo proveedor.

La Fieldbus FOUNDATION y el Comité de normas ISA (Instrument Society of America: Sociedad de Instrumentistas de América) / IEC (International Electrotechnical Commission: Comisión Electrotécnica Internacional) trabajan en conjunto en el desarrollo de las reglas o normas que regirán esta tecnología.

5.1.2 Topologías de comunicación

La topología es la forma de la red, basada en la forma de los nodos y los elementos de comunicación, así como del tipo de conexiones.

Las topologías más comunes son:

- Punto a punto (point to point) (ver figura 3.1 y figura 3.2).
- Bus (ver figura 3.2).
- Arbol (tree) (ver figura 3.2).
- "Daisy-Chain" (ver figura 3.2).

Alambrado Daisy-Chain:

En este esquema de alambrado, la ruta del cable es de dispositivo en dispositivo. El cable es interconectado en la terminal de cada dispositivo de campo. (Esta instalación debe ser desenergizada para modificar o reemplazar el dispositivo).

Bus con ramales:

En este esquema de alambrado, los dispositivos de campo son conectados a un bus por un segmento de cable llamado "spur" o ramal. La longitud del ramal puede variar.

Árbol:

En este esquema de alambrado, los dispositivos de campo son conectados a un sólo segmento de Fieldbus, por medio de un cable ramal y a través de una caja unión de terminales o "junction box". Este esquema es práctico si los dispositivos sobre el segmento están bastante separados, pero en la misma área de la "junction box".

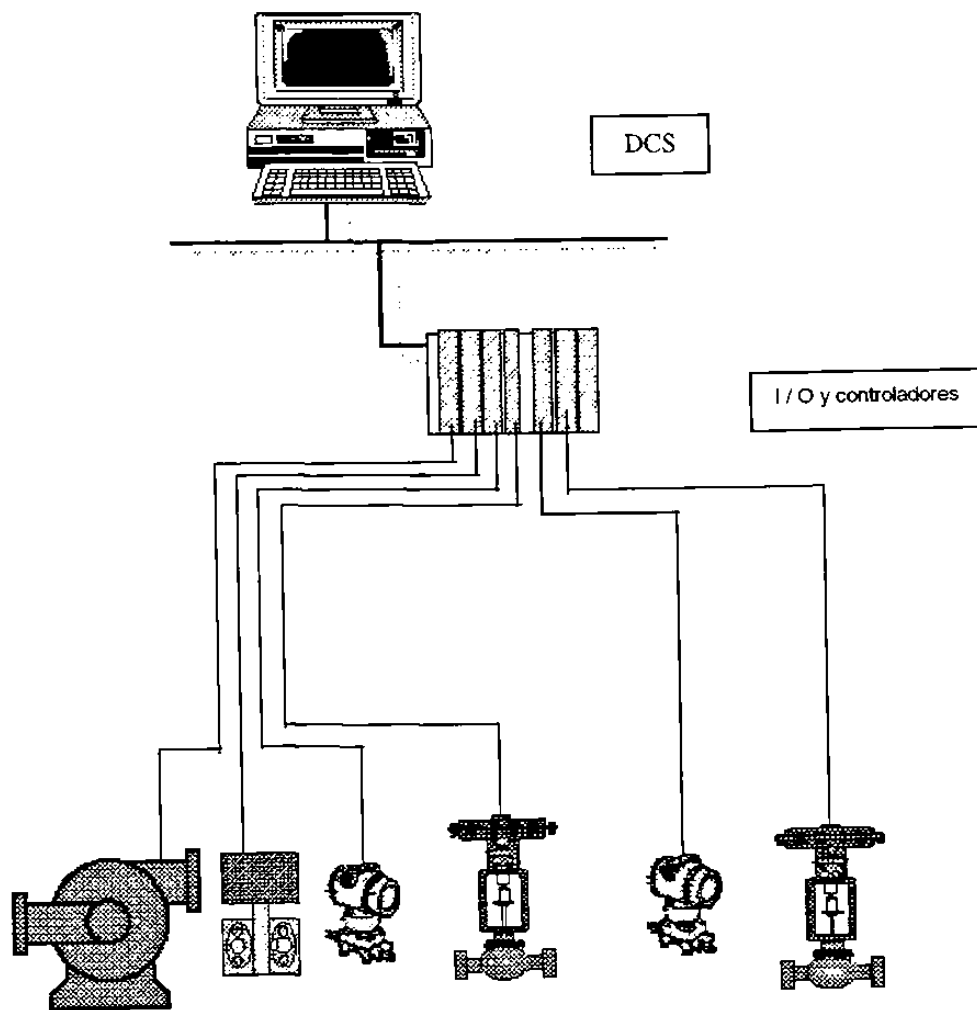


Fig. 5.1 Topología de alambrado 4-20 mA (punto a punto)

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

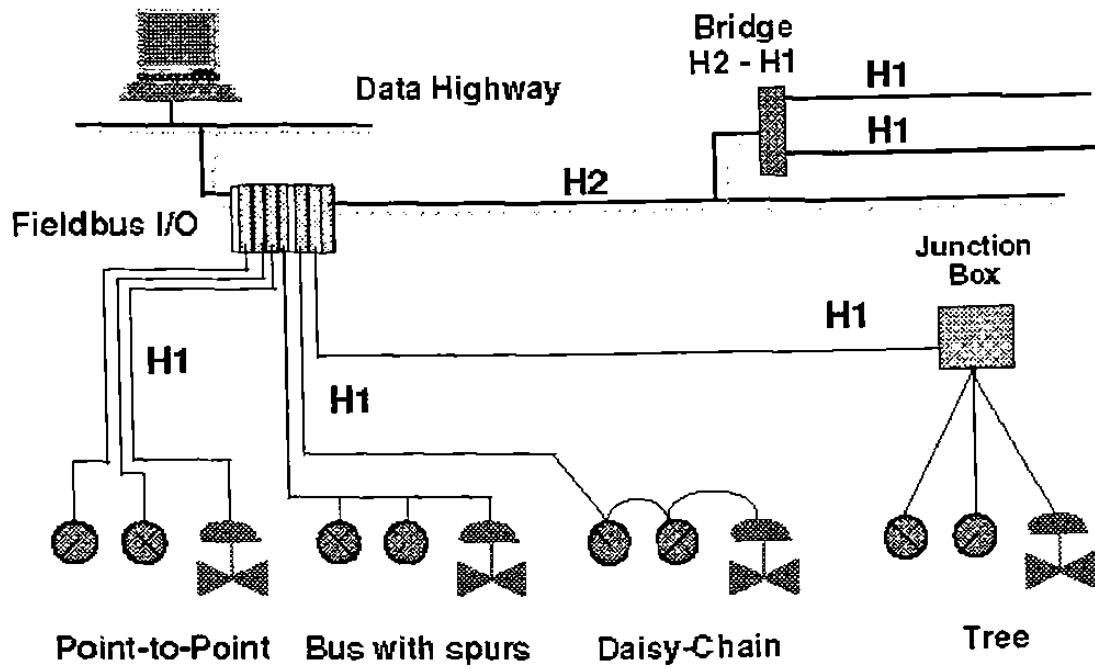


Figura 5.2 Topologías de Fieldbus

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

3.2 Historia del FOUNDATION Fieldbus

(De la revista Control de abril de 1997. Artículo: "Fieldbus: reaching the promised land" de Paul Studebaker")

"A mediados de los 80's, con la meta de crear un estándar internacional, se unieron la ISA (Instrument Society of América), la IEC (International Electrotechnical Commission) para formar el comité Fieldbus IEC/ISA SP50 (Standard Practices). Formaban el comité 300 personas de diferentes proveedores y usuarios.

El estándar a desarrollar debería integrar un gran rango de instrumentos de control, proporcionar interfaces para operar varios dispositivos simultáneamente y establecer un protocolo de comunicaciones que soporte todo esto.

En 1992, Fisher-Rosemount (entonces dos compañías separadas), Yokogawa y Siemens se separaron creando el ISP (Interoperable System Project) para formalizar su propia especificación.

La otra fracción del SP50, incluyendo Honeywell, Allen-Bradley, y otras compañías formaron el WorldFIP (Factory Information Protocol), división Norte América, un estándar con metas casi idénticas al ISP (Interoperable System Project).

En 1993, ISP y WorldPIF se unieron para formar la Fieldbus FOUNDATION (FUNDACIÓN del Fieldbus) con base en Austin, Texas.

La especificación unificada resultante, Fieldbus FOUNDATION, compite con el Profibus de Europa como uno de los dos protocolos LAN (Local Area Network) con el potencial para provocar un cambio radical en la arquitectura del control de procesos industriales y en el área de manufactura."

El alcance principal del estándar es la integración entre los dispositivos de campo (sensores, actuadores, transductores, controladores, etc.) y el sistema de control en los procesos industriales por medio de comunicaciones accesibles y adecuadas.

En enero de 1996, FOUNDATION implementó exitosamente el Fieldbus en una planta piloto en Chocolate Bayou en las afueras de Houston.

Esta prueba consistió en conectar un DCS (Distributed Control System) a un sistema de bombeo de condensado utilizando instrumentación inteligente de campo de diferentes proveedores. En la figura 5.3 se muestra el P&ID (Diagrama de Proceso e Instrumentación) de esta planta piloto.

Los dispositivos de campo utilizados en la prueba fueron:

LT-104	Transmisor de nivel del proveedor A.
PT-101	Transmisor de presión del proveedor E.
FT-103	Transmisor de flujo del proveedor Rosemount.
TT-102	Transmisor de temperatura del proveedor Rosemount.
TT-208	Transmisor de temperatura del proveedor D.
FT-106	Transmisor de flujo del proveedor D.
FT-206	Transmisor de Flujo del proveedor B.
FT-207	Transmisor de flujo másico del proveedor Rosemount.
CV-105	Válvula de control del proveedor Fisher.
CV-204	Válvula de control del proveedor C.

Entre otras fechas claves en la historia del Fieldbus tenemos que:

En marzo de 1996 se libera la versión de baja velocidad del Fieldbus (H1).

En marzo de 1996 se libera la versión de alta velocidad del Fieldbus (H2).

Actualmente la FOUNDATION sigue trabajando en la completa liberación del estándar.

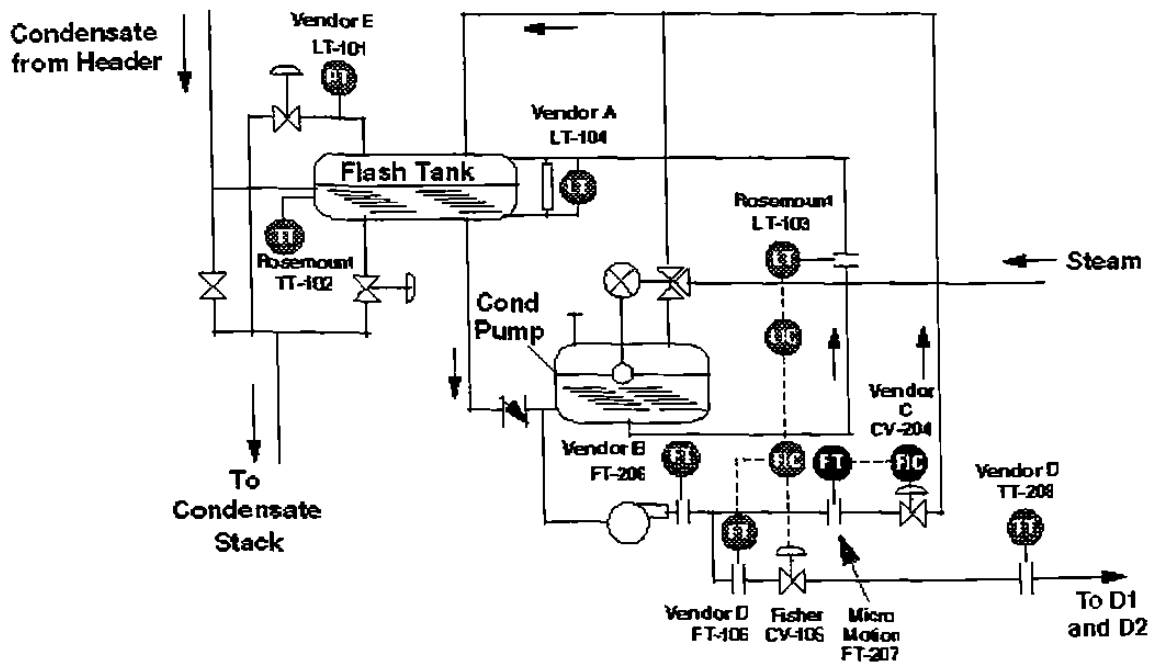


Figura 5.3 P& ID de planta piloto en Chocolate Bayou

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

5.3 Fieldbus FOUNDATION (La Fundación del Fieldbus)

La Fieldbus FOUNDATION es una organización no lucrativa cuyo propósito es el de desarrollar la norma para un bus de campo mundial, interoperable y sencillo, con disponibilidad de diversos productos.

Cuenta con el soporte de compañías que tienen una gran presencia en la Industria de la automatización y da la facilidad para que los usuarios escojan el mejor dispositivo de campo para aplicarse con el mejor sistema de automatización.

El propósito de la FOUNDATION del Fieldbus es proporcionar una infraestructura independiente que promueva y soporte la tecnología Fieldbus a largo plazo.

Además de:

- Proporcionar educación sobre el Fieldbus de la FOUNDATION.
- Proporcionar servicio de soporte técnico.
- Proporcionar capacidades de confirmación de pruebas.
- Coordinar las exhibiciones y las pruebas de campo.
- Desarrollar perfiles y descripción de dispositivos.
- Mantener la biblioteca de descripción de dispositivos.

Los dispositivos que serán soportados por el Fieldbus de la FOUNDATION:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| - Transmisores | - Controladores de proceso |
| - Válvulas | - PLC's |
| - Medidores de flujo | - DCS's |
| - Controladores locales | - Registradores de gráfica |
| - Indicadores locales | - Desplegados dedicados |
| - Dispositivos de mantenimiento | - Dispositivos de archivo |
| - Motores y bombas | - Analizadores |

3.4 Impacto del Fieldbus

El impacto del Fieldbus se manifiesta en:

- Funciones avanzadas agregadas a los instrumentos de campo.
- Vista más amplia para el operador.
- Permite la migración de funciones al campo.
- Reduce los costos de instalación y alambrado.
- Reduce el equipo de interface a la mitad o más.
- Proporciona un incremento en el flujo de la información para facilitar la automatización de ingeniería, mantenimiento y funciones de soporte.

3.5 Beneficios del Fieldbus

Los beneficios del Fieldbus se podrán observar en todas las etapas de la automatización, como son:

1	2	3	4	5
Planeación	Instalación y Arranque	Operación	Mantenimiento y Soporte	Evolución

Tabla 5.1 Etapas de la Automatización

Los beneficios del Fieldbus se agrupan en tres categorías:

1. Menores costos iniciales.
2. Menores costos de mantenimiento.
3. Mejora el rendimiento del Sistema.

A continuación se desglosan estos beneficios:

1.- Menores costos iniciales.

Estos beneficios son palpables en las etapas de Planeación (Ingeniería), Instalación y Arranque y Operación y son los siguientes:

- Puede operar en el cableado existente de 4-20 mA.
- La simplicidad del sistema requiere de menos dibujos.
- Debido a que el Fieldbus es “multidrop” en lugar de punto a punto, hay una reducción en el alambrado, por lo que se reduce la instalación del equipo de campo.
- La energía en el lazo es para dispositivos múltiples.
- El sistema de Fieldbus requiere menos tiempo de instalación que el sistema convencional, además que se requieren menos materiales.
- Reduce la probabilidad de cometer errores de cableado
- Debido a la migración del control al campo se reduce el DCS (Distributed Control System), interfaces I/O (input/output), gabinetes, terminales, etc.
- La comunicación digital hace que la puesta en marcha del sistema de control sea en menor tiempo y los diagnósticos más rápidos.

2.- Menores costos de Mantenimiento.

- Con el sistema de Fieldbus los operadores pueden ver todos los dispositivos del sistema y fácilmente interpretar su interacción, de tal forma que se puede detectar la falla en menos tiempo.
- Adicionalmente, hay diagnósticos de falla en línea para cada uno de los dispositivos del sistema y esto facilita el mantenimiento preventivo y la calibración.
- Se puede reconfigurar el dispositivo de campo desde la estación del operador.

3.- Mejora el rendimiento del Sistema.

- Hay más flexibilidad en el diseño del bus del sistema.
- Capacidades de control pueden residir en los instrumentos de campo, reduciendo el tamaño del Sistema de Control principal.
- Reduce el costo del Sistema y sus expansiones.
- Se pueden comunicar directamente dos dispositivos de campo a través del Sistema de Control.
- Debido a que el Fieldbus es un protocolo puramente digital, se elimina la conversión Digital/Analógica y Analógica/Digital que existe en los sistemas que usan transmisión de 4-20 mA.

5.6 Tecnología del FOUNDATION Fieldbus (Fieldbus de la FOUNDATION)

El modelo OSI (Open System Interconnection: Interconexión de Sistemas Abiertos) de la ISO (International Standard Organization: Organización de Estándares Internacionales) es la referencia oficial para comunicaciones. Es un modelo para identificar y establecer la taxonomía de las diferentes funciones de los sistemas de comunicación.

Este modelo define siete capas de funciones en un sistema de comunicación (tabla 5.2), pero dependiendo de la aplicación se pueden omitir algunas capas intermedias, como se muestra en la tabla 5.3 de las capas del Fieldbus.

Aplicación	Capa 7
Presentación	Capa 6
Sesión	Capa 5
Transporte	Capa 4
Red	Capa 3
Enlace de Datos	Capa 2
Física	Capa 1

Tabla 5.2 Capas del modelo OSI

Usuario
Aplicación
No se usa
No se usa
No se usa
No se usa
Enlace de Datos
Física

Tabla 5.3 Capas del Fieldbus

El estándar Fieldbus usa el marco de la OSI (Organización de Estándares Internacionales) y el comité SP 50 (Standards and Practices) trabaja actualmente sobre cuatro capas y en la Gerencia de Servicios de Redes y Gerencia de Sistemas.

En el Fieldbus se ha incluido una capa adicional a las capas del protocolo OSI oficial, llamada la Capa de Usuario (User Layer: UL).

En la figura 5.4 se muestra el arreglo de capas para el Fieldbus.

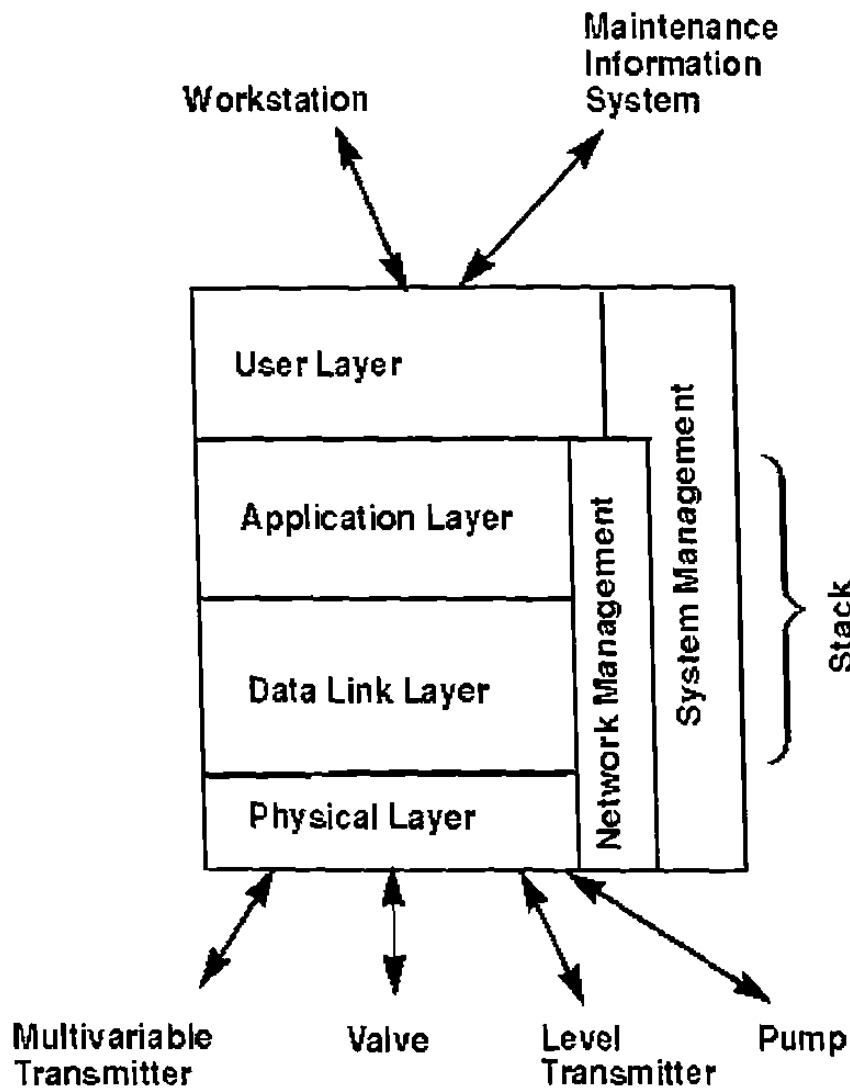


Figura. 5. 4 Arquitectura Del Fieldbus de Control

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

- Capa 1: Physical Layer: PL (Capa Física) estándar ISA / IEC.
- Capa 2: Data Link Layer: DLL (Capa de Enlace de Datos).
- Capa 3-6: No se usa.
- Capa 7: Application Layer: AL (Capa de Aplicación).
- Capa 8: User Layer: UL (Capa del Usuario).

Esta arquitectura está basada en la tecnología ISA SP 50 e IEC 1158-2.

Brevemente se menciona la función de cada una de las capas

- La Capa Física (Physical Layer: PL)

Define las características físicas de la interface al medio que interconecta los dispositivos (niveles de voltaje, corrientes, dispositivos de conexión, codificador, decodificador, etc.).

- La Capa de Enlace de Datos (Data Link Layer: DLL)

Monitorea las comunicaciones que están teniendo lugar entre varios dispositivos y detecta errores.

- La Capa de Aplicación (Application Layer: AL)

Formatea los datos en mensajes los cuales pueden ser correctamente entendidos por todos los dispositivos conectados en la red (interface de aplicación del usuario) y proporciona los servicios para control de procesos, suministrándolos a la capa del usuario.

- La Capa del Usuario (User Layer: UL)

Conecta las áreas individuales de la planta y proporciona un ambiente para aplicación. Con la utilización de bloques de función estándar realiza procedimientos de control en dispositivos de campo y en el Sistema de Control.

5.6.1 Capa 1: Capa Física (Physical Layer: PL)

Codifica y decodifica el dato sobre el medio, como cable (cobre, coaxial, etc.) fibra óptica o señal de radio.

La Capa Física (PL) recibe el dato a ser transmitido de la Capa de Enlace de Datos (Data Link Layer: DLL) y codifica la información binaria como una señal eléctrica con sus atributos y propiedades.

Las características de la Capa Física son las siguientes:

- Reglas de topología liberal.
- Proporciona tres velocidades de comunicación de datos.
- Define relaciones entre suministro, distancia y otros parámetros del cable.
- Agrega/remueve dispositivos durante la operación.
- Señalización diferencial sobre par torcido.
- Codificación BiPhase-L Manchester.
- Inhibe Jabber.
- Conecta el bus con cualquier polaridad.

5.6.2 Capa 2: Capa de Enlace de Datos (Data Link Layer: DLL)

La Capa de Enlace de Datos define los servicios proporcionados a la Capa de Aplicación (Application Layer: AL) en la frontera entre la AL y el DLL.

La Capa de Enlace de Datos hace uso de los servicios que están disponibles en la Capa Física (PL).

5.6.3 Capa 3: Capa de Aplicación (Application Layer: AL)

La Capa de Aplicación (AL) proporciona los servicios requeridos para soportar el control de procesos y aplicaciones de automatización de la planta.

La Capa de Aplicación (AL) proporciona los servicios requeridos para soportar el flujo vertical de datos a través de la arquitectura y soporte a través de otras aplicaciones del cliente. Esto se maneja a través de capas de funciones específicas.

5.6.4 Capa 4: Capa de Usuario (User Layer: UL)

EL Fieldbus no es una red de comunicaciones convencional, pues tiene la capacidad adicional de:

- Los Bloques de Función (Function Bloques).
- La tecnología de Descripción de Dispositivos (Device Description: DD) y el uso de DDL (Device Description Language).
- Perfiles de Dispositivos bien definidos.

La Capa de Usuario proporciona conectividad a áreas y sistemas individuales de las plantas, direcciona una amplia variedad de aplicaciones en tiempo real, pero es diseñada específicamente para soportar aplicaciones en control de procesos en lazo cerrado.

También define un método para programar la ejecución de todos los bloques de funciones basados en tiempo crítico necesitado para cada bloque. El tiempo de ciclo de cada bloque es determinado y establecido al tiempo de la configuración de la base de datos.

5.6.4.1 Bloques de Función

Los Bloques de Función son software que proporciona una estructura general para especificar diferentes funciones del dispositivo. Cada Bloque de Función es capaz de realizar una función de control o algoritmo. Los Bloques pueden ser interconectados para construir un lazo de proceso. La acción de estos Bloques puede ser cambiada ajustando la configuración y los parámetros de operación.

Los usuarios pueden construir sus procedimientos para medición y control con algoritmos pre-definidos, con solo acceder la base de datos. Adicionalmente, si así lo desea, el proveedor del equipo puede agregar Bloques de Funciones propietarias a los algoritmos pre-definidos.

Los Bloques de Función permiten la migración de las estrategias de control a los dispositivos de campo. Los dispositivos de campo pueden tener tantos Bloques de Función residentes en ellos como fueran necesarios. Los Bloques son procesados de acuerdo a un programa definido por el usuario. El tamaño de los Bloques de Función es de 32 palabras.

El documento técnico SP50 para esta capa define 32 algoritmos estándar y Bloques de Función. El documento también incluye espacio para la adición de nuevos Bloques para cumplir con requerimientos de aplicaciones especiales.

La documentación de la Capa del Usuario también resalta los tipos y funciones de los desplegados (displays) de interface humana. Describe los formatos de los desplegados (displays) y cómo estos deben ser estructurados y actualizados.

En la primer liberación de Bloques de Función, la Fieldbus FOUNDATION ha especificado los bloques que se describen en la tabla 5.4:

Nombre	Bloque de Función
DI	Entrada digital
DO	Salida digital
AI	Entrada analógica
AO	Salida analógica
PID	Control proporcional, proporcional más integral, integral, proporcional más integral más derivativo
PD	Control proporcional, proporcional más derivativo
SS	Selector de señal
ML	Estación de carga manual
BG	Estación de bias / ganancia
RA	Estación de relación

Tabla 5.4 Bloques de Función

En la figura 5.5 se muestra una aplicación de los Bloques de Función en dispositivos de campo. Se incluyen: un transmisor de flujo (FT), una válvula, un control PID (FC) y las conexiones de Fieldbus entre los dispositivos. En este ejemplo las estrategias de control han emigrado al campo.

La Descripción de Dispositivos se escribe por los fabricantes usando DDL (Device Description Language) que es un lenguaje de programación desarrollado por Rosemount Inc. La Descripción del Dispositivo incluye los procedimientos de operación, la descripción de la variable, etc.

5.6.4.3 Perfil del Dispositivo

El perfil del dispositivo de campo es especificado en un bloque llamado bloque transductor, el cual puede dividirse en dos bloques separados: el bloque de medición, el cual es común a todos los dispositivos con ese perfil y el bloque de tecnología, donde los parámetros reflejan los diferentes tipos de sensores (e.g. T/C o RTD).

Para control de procesos, se han desarrollado perfiles para los siguientes dispositivos que se conectan al Fieldbus H1 de baja velocidad:

- Presión (Manométrica, absoluta, diferencial para flujo y nivel).
- Temperatura (Termopar, RTD).
- Flujo (Presión diferencial, coriolis, Vortex, magnético, ultrasónico, turbina).
- Nivel (Presión diferencial, capacitancia, ultrasónica, radar, magnético).
- Válvula (Globo, solenoide, posicionador, convertidor, actuador eléctrico).

También se han planeado perfiles para los siguientes dispositivos que se conectan al Fieldbus H2 de alta velocidad:

- Impulsores de velocidad variable (Motores eléctricos y para bombas).
- Automatización (Relevadores, control de movimiento).
- Vibración.
- Manejo de materiales.
- Robótica.

5.6.5 Gerencia de Servicios de Redes y Gerencia de Sistemas

Los Servicios Gerenciales de la red aglutina a todas las capas. Estos servicios facilitan a las capas intercambiar datos con comunicaciones limpias. Proporciona los métodos para la configuración de las redes y responde a fallas de operación de la red.

5.7 Versiones de Fieldbus

Existen dos versiones de Fieldbus, la versión de baja velocidad, denominada H1 y la versión de alta velocidad, denominada H2.

La versión de baja velocidad del Fieldbus, H1, se ha optimizado para aplicaciones de control de procesos. La versión de alta velocidad del Fieldbus, H2, está diseñada para recolectar datos y como columna vertebral de varios segmentos de Fieldbus.

Principales características de las versiones de Fieldbus:

H1 Fieldbus de baja velocidad

- 31.25 Kbps en cable de par torcido blindado calibre 18.
- Pueden comunicarse desde el mismo par de cables de 2-32 dispositivos. sin seguridad intrínseca; bus no energizado.
- Pueden comunicarse y energizarse por el bus de 2-12 dispositivos, sin seguridad intrínseca.
- Pueden energizarse desde el mismo par de cables de 2-6 dispositivos, con seguridad intrínseca.

- Longitud máxima de cable de par torcido: 1,900 metros con cable tipo A, par torcido blindado calibre 18 AWG.
- Rango de tiempo de respuesta: de 32 μ s a 2.2 ms. Tiempo de respuesta típico: 1ms.

H2 Fieldbus de alta velocidad

- 1.0 Mbps, 2.5 Mbps en cable de par torcido blindado y soportará 5 Mbps en cable de fibra óptica, bus no energizado.
- 2-32 dispositivos, no energizados por el bus.
- Redundancia.
- No seguridad intrínseca.
- 750 metros de longitud máxima, a 1 Mbps y usando cable tipo A par torcido blindado calibre 22 AWG.
- Rango de tiempo de respuesta a 1 Mbps: de 1 μ s a 70 μ s. Tiempo de respuesta típico: 32 μ s.
- Rango de tiempo de respuesta: de 32 μ s a 2.2 ms Tiempo de respuesta típico: 1ms.
- 500 metros de longitud máxima, a 2.5 Mbps y usando cable tipo A par torcido blindado calibre 22 AWG.

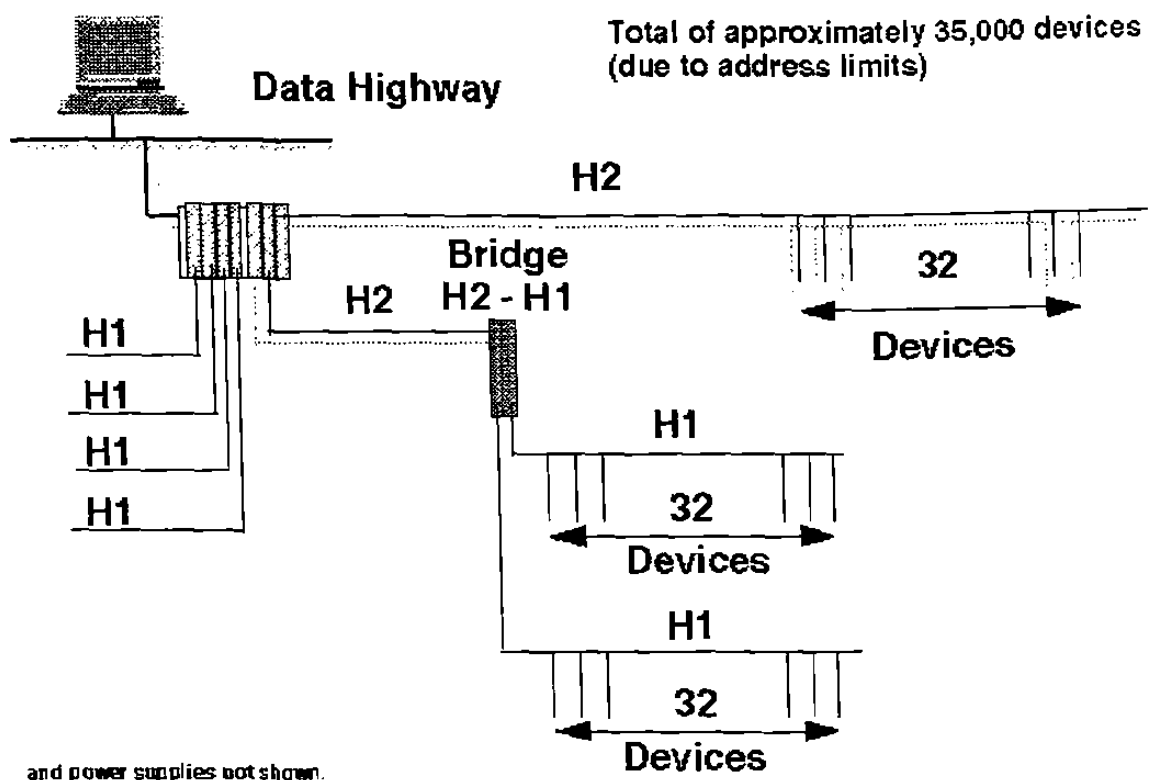


Figura 5.6 Capacidad de dispositivos en el Fieldbus

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc.

CAPÍTULO 6

INFORMACIÓN GENERAL DE APLICACIÓN DE TRANSMISOR CON FOUNDATION FIELDBUS

6.1 Introducción

El transmisor al que haremos referencia será el transmisor de presión diferencial y presión de proceso modelo ST-3000 FF Serie 100 con interface a FOUNDATION Fieldbus, de la marca Honeywell. Aunque no hay gran diferencia en aplicación de un transmisor similar de otra marca.

El transmisor puede interoperar con cualquier dispositivo registrado por la FOUNDATION en una red de Fieldbus con velocidad de 31.25 Kbit/s (versión H1). Posee bloques de función estándar y bloques adicionales por el proveedor para mejorar su operación.

El transmisor mide la presión y transmite una señal de salida digital proporcional a la variable, sobre un par de cables. La señal de salida es en formato de protocolo digital Fieldbus para comunicación directa con sistemas de control.

La variable de proceso (PV) está disponible para propósitos de monitoreo y control (actualización de la PV: máxima de 8 veces / segundo). La temperatura del cuerpo medidor está disponible como variable secundaria para propósitos de monitoreo únicamente, a través de la interface con el operador.

Este transmisor no tiene ajustes físicos. Todos los ajustes se hacen a través de una PC donde pueda correr el software de aplicación de la configuración del Fieldbus.

6.1.1 Aplicación del transmisor

La aplicación del transmisor se configura usando un programa de software de configuración de Fieldbus. El software configurador permite al usuario configurar los bloques, cambiar los parámetros de operación y crear eslabonamientos entre bloques para confeccionar la aplicación.

Junto con el transmisor se incluye un diskette de Descripción de Dispositivos y los archivos de diccionario estándar del transmisor. Estos archivos, usados en conjunto con el software de configuración de aplicación del Fieldbus proporcionan una descripción en línea y los desplegados de la operación del transmisor.

6.2 Componentes para la instalación

El transmisor contiene la electrónica que lo habilita para operar usando el protocolo del FOUNDATION Fieldbus. Esta interface digital requiere de ciertos componentes para proporcionar control y comunicación de datos entre el campo y el cuarto de control.

Los componentes que se requieren para la instalación son:

El dispositivo de campo (transmisor):

Mide la presión y transmite los datos del proceso a la estación de operador o a una computadora huésped o servidora.

Fuente de poder:

Proporciona el suministro de corriente directa a los dispositivos de campo. Para instalaciones con seguridad intrínseca, las fuentes de poder deben ser las diseñadas específicamente para usarse con barreras de seguridad intrínseca.

Acondicionador de la fuente:

Actúa como un filtro para prevenir que la fuente de poder interfiera con las señales del Fieldbus (acoplamiento de impedancias). Debe ser parte de la fuente de poder del Fieldbus.

Cable del Fieldbus:

Par torcido blindado usado para interconectar los dispositivos del Fieldbus.

Terminaciones de Fieldbus:

Un dispositivo de terminación de señal usado para prevenir señales reflejadas (ruido) de comunicaciones distorsionadas del Fieldbus.

Barreras de seguridad intrínseca del Fieldbus:

Barreras de seguridad intrínseca requeridas para instalaciones en localizaciones peligrosas.

Terminales del Fieldbus:

Terminales de cableado para una fácil conexión de dispositivos, supresores de pico y otros componentes de la red.

En la figura 6.1 y 6.2 se muestran componentes del Fieldbus

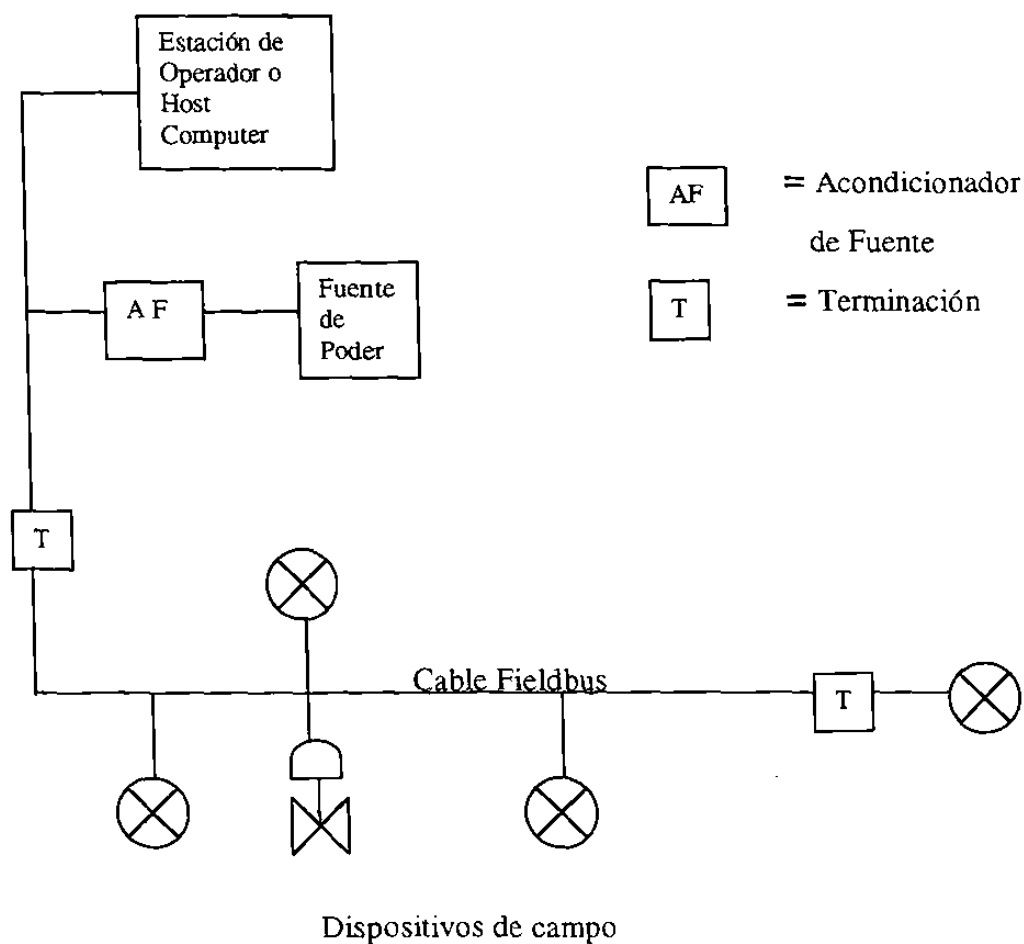


Figura 6.1 Componentes de la red del Fieldbus

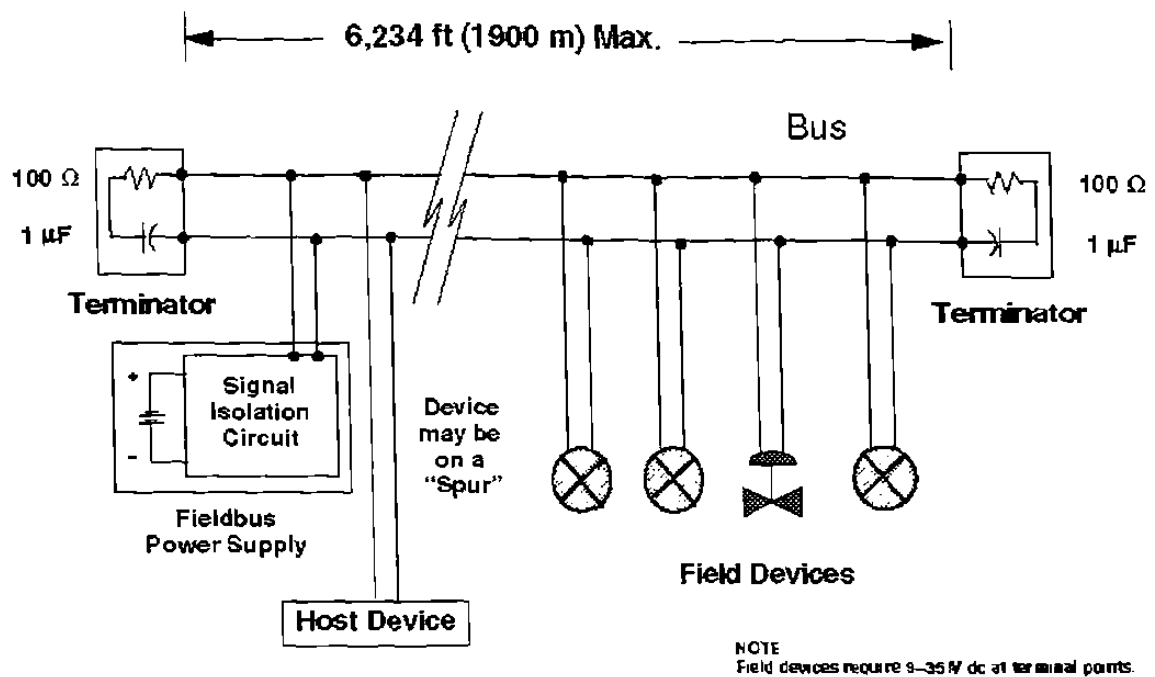


Figura 6.2 Diagrama de alambrado de Fieldbus versión H1 tipo bus con ramificaciones

Figura del catálogo 98 de Rosemount Inc

6.3 Cables del transmisor

El transmisor está diseñado para operar en una red de Fieldbus de dos hilos. Ningún cable del Fieldbus puede aterrizarse. El blindaje del cable del Fieldbus sólo debe ser aterrizado en un solo lugar, preferiblemente en el punto de tierra de la fuente de poder.

En la tabla 6.1 se listan los tipos de cables de Fieldbus que se pueden utilizar. Se prefiere usar el tipo A, después el tipo B, etc.

Tipo	Descripción del Cable	Calibre
Tipo A	Par torcido blindado	# 18 AWG (0.8 mm ²)
Tipo B	Multinúcleo torcido, con blindaje	# 22 AWG (0.32 mm ²)
Tipo C	Multinúcleo torcido, sin blindaje	# 26 AWG (0.13 mm ²)
Tipo D	Multinúcleo, sin pares torcidos y cubierta blindada	# 18 AWG (1.25 mm ²)

Tabla 6.1 Tipos de cables de Fieldbus

Una terminal externa de tierra, en la parte de afuera de la cubierta de la electrónica proporciona supresión adicional de ruido, así como protección contra descargas eléctricas y estáticas.

6.4 Funciones del transmisor

Todos los dispositivos del fieldbus contienen uno o más FBAP (Function Block Application Process: Proceso de Aplicación de los Bloques de Función). El FBAP en el transmisor es el software de aplicación que define las características particulares del transmisor.

El FBAP comprende Bloques de Función, un Bloque Transductor y un Bloque de Recurso, más otras funciones las cuales soportan estos bloques. En la figura 6.3 se muestra una vista general del FBAP del transmisor.

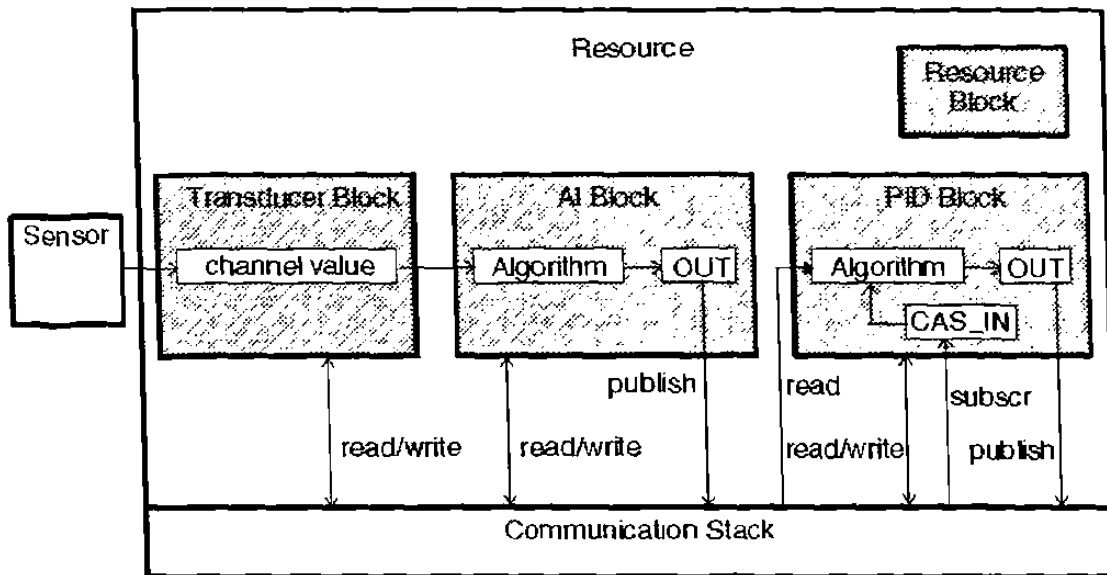


Figura 6. 3 Vista general de los Bloques de Función

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-03-72

El FBAP permite:

- Conectar las entradas y salidas de los bloques de función de acuerdo a los requerimientos del proceso.
- Hacer cambios a los parámetros de los bloques de función de acuerdo a los requerimientos del proceso.
- Hacer cambios a la programación de ejecución de los bloques de función.
- Escribir los cambios del FBAP en el dispositivo.

Los bloques Objeto son elementos que deciden el FBAP. Los bloques contienen datos (Objetos y parámetros), como las entradas y salidas, procesamiento de señal y conexiones a otras aplicaciones.

El transmisor ST 3000 FF contiene los siguientes Bloques Objeto:

- Bloque de Recurso.
- Bloque Transductor.
- Bloque de función Analog Input (AI: Entrada Analógica).
- Bloque de función Controlador PID (Proporcional Integral Derivativo).

A continuación se describe la operación de cada block

6.4.1 Bloque de Recurso

Contiene los datos y parámetros que describen las características físicas del dispositivo (hardware) y soporta las aplicaciones de descarga de la aplicación del dispositivo. No realiza ninguna acción, solo contiene parámetros.

6.4.2 Bloque Transductor

Aísla (o desacopla) los Bloques de Función de los dispositivos, como sensores, actuadores y switches. Es la interface con hardware del sensor y proporciona una medición directa de presión, o un valor calculado, al bloque de función AI (Analog Input: Entrada Analógica).

En el ST 300 FF, el Bloque Transductor toma la señal del sensor del software de procesamiento de señal, realiza una linealización de dos puntos y ejecuta funciones matemáticas adicionales, si se requiere (ver figura 6.4).

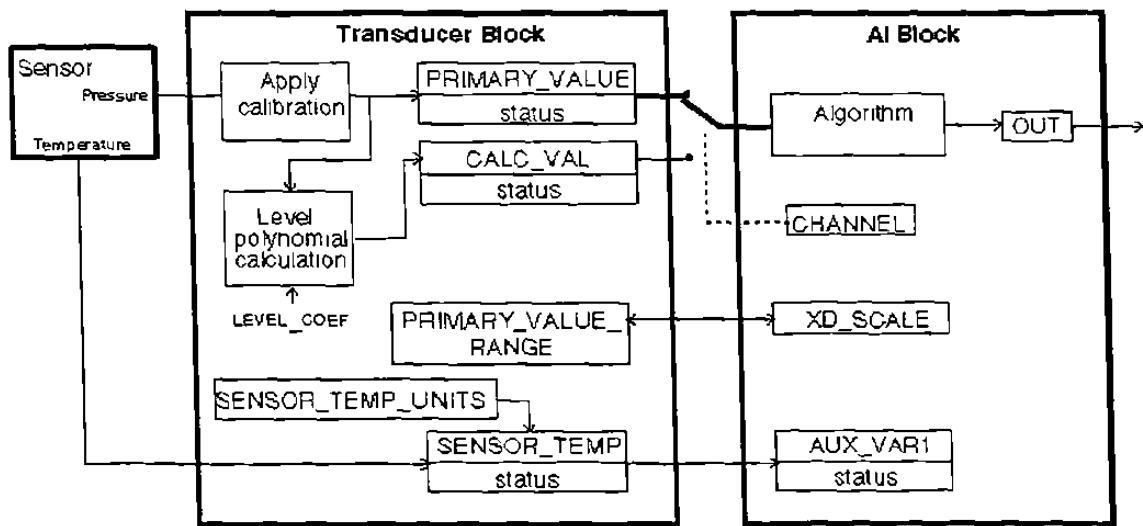


Figura 6.4 Diagrama del bloque de función Transductor y Entrada Analógica

Figura de la especificación de Honeywell 34-ST-03-72

El Bloque Transductor puede expresar la variable presión en la forma de un polinomio de quinto orden, en donde el usuario debe dar los coeficientes, de acuerdo a la forma del depósito, si se desea, por ejemplo, calcular el volumen de un depósito de forma irregular.

6.4.3 Bloque de función AI (Analog Input: Entrada Analógica)

Realiza funciones de automatización básica para el control automático y operaciones de procesamiento. Realiza escalamiento en unidades de ingeniería, raíz cuadrada, alarma y publica la PV en el bus. Por ejemplo, la salida del bloque de función AI puede ser eslabonada como una entrada al bloque de función de control PID del transmisor.

Dos valores del Bloque Transductor se envían como entradas al bloque AI (ver figura 6.4). En el bloque AI se selecciona, como primera entrada, cualquiera de las dos entradas provenientes del bloque transductor, de acuerdo al valor del parámetro del canal (channel).

Si el valor del parámetro del canal es 1, se selecciona como primera entrada, el valor primario de la variable. Si el valor del parámetro del canal es 2, se selecciona como primera entrada, el valor calculado de la variable.

La segunda entrada al bloque AI es del sensor de temperatura. La señal de salida del bloque AI se publica en la red de comunicaciones.

6.4.4 Bloque de función Controlador PID

Realiza algoritmo PID estándar o robusto, usado en lazo cerrado. El algoritmo de control robusto usa los parámetros estándar del Fieldbus más parámetros de extensión para el control PID, definidos por Honeywell.

En el control PID robusto el algoritmo soporta, en forma adicional, un filtro de retraso (lag filter) exponencial, configurable en segundos por el usuario, y aplicado al valor de la salida calculada (salida primaria del bloque transductor).

En el control PID estándar la constante de tiempo del filtro de retraso es fija a 1/16 de segundo.

6.4.5 Descripción del Dispositivo

Se utilizan descripciones y definiciones estándar para describir el dispositivo de campo. A estas descripciones estándar se les denomina la Descripción del Dispositivo (DD).

Una Descripción de Dispositivo contiene información acerca de los parámetros y operación del Dispositivo como: código, nombre, unidades de ingeniería, cómo mostrar los parámetros, mantenimiento, calibración, etc.

6.5 Pasos de configuración del transmisor

En forma resumida se mencionan los pasos para la configuración del transmisor:

Paso	Tarea
1	Establezca comunicación entre la interface del operador y el dispositivo (ponga el transmisor "on-line" en la red).
2	Haga chequeos iniciales en el número de serie del dispositivo y el número de revisión del firmware.
3	Usando una aplicación de configuración de Fieldbus, cree o haga cambios a la configuración del dispositivo.
4	Escriba los cambios de la configuración del dispositivo al dispositivo.
5	Grabe la configuración del dispositivo al disco.

Tabla 6.2 Pasos para la configuración del transmisor

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Existen buses de campo anteriores a esta tecnología del FOUNDATION Fieldbus: HART (Hiway Addressable Remote Transducer) y Profibus creados por compañías independientes pero que no poseen todas las ventajas del FOUNDATION Fieldbus.

El cambio en la distribución de las funciones de control dentro de la jerarquía de control y la aplicación con seguridad intrínseca en localizaciones peligrosas son dos de los aspectos más relevantes del estándar del Fieldbus.

Parte de la tecnología aplicada en las normas del Fieldbus se basa en normas internacionales anteriores y tecnología comercial con modificaciones para poderla aplicar en control de procesos y automatización.

La tecnología del FOUNDATION Fieldbus, a la fecha, no se ha liberado en su totalidad, pero, debido al soporte de compañías que tienen una gran presencia en la Industria, se espera que sea completamente liberada en poco tiempo.

En fecha reciente Rosemount ofreció la tecnología de su protocolo HART (Hiway Addressable Remote Transducer) a la FOUNDATION para dar soporte al desarrollo del Fieldbus.

Hay un grupo trabajando para asegurarse que todos los tipos de productos de medición incluyendo, analizadores, PLCs, interruptores, etc. sean considerados dentro de la tecnología del Fieldbus, no solamente los dispositivos inteligentes.

En la sección "Frequently Asking Questions" del site de la Fieldbus Foundation, menciona una lista de equipos de varios proveedores que han pasado las pruebas de interoperabilidad y son dispositivos registrados por la FOUNDATION.

Estos equipos son:

Proveedor	Modelo	Descripción
Fieldbus Inc	UCR-501	Controlador
The Foxboro Company	IASTP10	Transmisor de presión
Fuji Electric Co.,Ltd	FX-Serie P	Transmisor de presión De fibra óptica
Fuji Electric Co.,Ltd	FFX-Serie T	Transmisor de temp.
National Instruments	AISDI	Simulador AI
Rosemount Inc.	3244	Transmisor de temp.
Rosemount Inc.	3051	Transmisor de presión
Smar International Co.	LD302	Transmisor de presión
Smar International Co.	TT302	Transmisor de temp.

Proveedor	Modelo	Descripción
Smar International Co.	IF302	Conv. de 4-20 mA A Fieldbus
Yokogagwa Electectric Corp.	EJA	Transmisor de presión
Yokogagwa Electectric Corp.	EF	Medidor de flujo

El siguiente proveedor también ofrece productos con Fieldbus:

(ref: <http://www.honeywell.com/Pub/Journal> de 1 de abril de 1997)

Honeywell Inc.	ST-3000 Serie 100	Transmisor de presión
Honeywell Inc.	STT-300	Transmisor de temp.
Honeywell Inc.	Magnew	Transmisor de presión
Honeywell Inc.	SGC-3000	Cromatógrafo de gas Inteligente
Honeywell Inc.	SVI-3000	Interface de válvula inteligente
Honeywell Inc.	FCT	Kit de herramientas de configuración

Compañías miembros de la Fieldbus FOUNDATION

(ref: Understanding Fieldbus de Rosemount Inc.)

ABB Ltd.	Allen-Bradley
Allen-Bradley Japan	Al pret
Analog Devices	Apparatebau Hundsbach
Bailey Controls	Bailey Japan
Beamex	Belden Wire & Cable
Bently Nevada	Borst Automation
Bray International	Bronkhorst High-Tech
Brooks Instrument	Caltex Services

Chevron	Danfoss
digi table thielen	DKK
Druck	Dupont Engineering
Eckardt	EMCO
Endress + Hauser	Enraf
Exxon	FINT
Fischer & Porter	Fisher Controls
Fisher-Rosemount Systems, Inc.	Foxboro
Fraunhofer Institute	Fuji Electric
Furon Company, Dekoron	Great Lakes Instruments
GSC Precision Controls	Hartmann & Braun
Hitachi	Honeywell
Ifak	Instituto de Invest El ec
Johnson Controls	Johnson Yokogawa
K.K. Codix	K-Patents
Keystone Controls	Ki mray
Knick	Koso Service
KROHNE	Leeds & Northrup
Limitorque	Magnetrol
Masoneilan-Dresser	MTL
Mettler - Toledo	Micro Motion Inc.
Mitsubishi El ectric	Modicon
Monsanto	Motoyama
Nagano Keiki Seisakusho	National Instruments
NEC	Neles - Jamesbury
NEMA	Niigata Masoneilan
Norsk Hydro	Ohkura ElectricOval
Pacific Avionics	Pepperl + Fuchs
POHTO	Politecnico di Torino-Dai
Presys Instr E Sistemas	Procter & Gamble
R. Stahl Schaltgeraete	Ramsey Technology

Rosemount Analytical Inc.

Saab Tank Control

Servomex

SHIP STAR

Sieger TPA

Simrad Albatross

Softing

Square D

TMG i-tec

Toshiba

Valmet Automation

VEGA Grieshaber

Westlock Controls

Yokogawa Electric

Rosemount Inc.

SattControl

Shimadzu

Siebe ECD

Siemens IA

SMAR

SOR

StoneL

Tokyo Keiso

Uticor Technology

VALTEK International

Vinson Supply

Yamatake-Honeywell

7.2 Recomendaciones

A los usuarios finales de esta tecnología se recomienda planear proyectos futuros con productos de la FF. Está disponible la información sobre el curso: "Cómo implementar proyectos con Fieldbus" en: <http://www.smar.com.br/>.

También es adecuado capacitarse en las aplicaciones del Fieldbus, si se requiere mayor información consultar el sitio de la Fieldbus FOUNDATION en el Internet (<http://www.fieldbus.org>) y solicitar información de detalle.

Si se requiere de información detallada sobre el alambrado de dispositivos de Fieldbus y construcción de redes de Fieldbus refiérase al documento de la Fieldbus FOUNDATION AG-140 "Wiring and Installation 31.25 Kbit/s, Voltage Mode, Wire Medium Application Guide.

Si se requiere de información detallada sobre conexión de dispositivos de campo para aplicaciones con Seguridad Intrínseca refiérase al documento de la Fieldbus FOUNDATION AG-163, 31.25 Kbit/s Intrinsically Safe Systems Application Guide.

Para información detallada de FBAP (Function Block Application Process) refiérase a los documentos FF-890 y FF-891 FOUNDATION Specification Function Block Application Process Parts 1 and 2.

BIBLIOGRAFÍA

Textos

1. Creus Antonio; Instrumentación Industrial; Alfaomega Marcombo; 1991.

Manuales

2. Honeywell Inc; Measurement and Control Product Catalog; 1998.
3. Honeywell Inc; (34-ST-25-15) ST Transmitter Series 100 With Fieldbus FOUNDATION Installation & Device Reference Guide; Oct.1997.
4. Rosemount Inc; Product Catalog; 1998.
5. Valtek International; StarPac Intelligent Control Systems Inst.,Operation, Maintenance Instructions; Ag.1995.

Revistas

6. Babb Michae; "New sensors have Intelligence"; Control Engineering; Feb. 1994.
7. Chatha Andrew; "Fieldbus Series, Part 3"; Control Engineering; Mayo 1994.
8. Furness Harry; Fieldbus Series, Part 1; Control Engineering; Enero 1994.
9. Furness Harry; "Fieldbus Series, Part 2"; Control Engineering; Marzo 1994.
10. Garrone Paulo; "Digital fieldbus technology unleashes full potential of intelligent field devices"; I&CS; Feb. 1997.
11. George William; "1996-a good year for The Fieldbuses"; C&I Europe; Oct. 1996.
12. Graham Loose; "A user view on the User layer"; C&I; Mayo 1996.
13. Johnson Dick; "Fieldbus Series, Part 6"; Control Engineering; Dic. 1994.
14. Lasher Richard J; "Fieldbus Series, Part 4"; Control Engineering; Julio 1994.
15. Pierson Lynda; "Fieldbus Series, Part 5"; Control Engineering; Nov. 1994.
16. Reeve Alan; "Fieldbus routes and timetables"; C&I; Mayo 1995.
17. Roeder David; "Fieldbus Handicap Hurdles"; C&I; Agosto 1995.
18. Studebaker Paul; "Fieldbus:reaching the promised land"; Control; Abril 1997.

Artículos de Internet

19. Corley Jay; "Honeywell presents solution-centric Fieldbus approach"; Abril 1997.
20. Fieldbus FOUNDATION; "Fieldbus Technology"; Julio 12 1997.
21. Mondada Matteo; "Fieldbus in Industry Fieldbus Forum"; Oct. 2 1997.
22. Rosemount Inc.; "Fisher-Rosemount Commitment" To Fieldbus; Julio 12 1997.
23. Rosemount Inc.; "Frequently asked questions"; Julio 12 1997.

Material Didáctico Teleconferencias ISA

24. Caro Richard: Revisión de la tecnología del Fieldbus de la FOUNDATION; Junio 1997.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
3.1	Componentes de un lazo de control	3-2
4.1	Transmisor de presión diferencial	4-6
4.2	Circuito de medición	4-7
4.3	Microprocesador y convertidor D/A	4-9
4.4	Conexiones del comunicador de campo	4-11
4.5	Líneas de señal al transmisor	4-13
4.6	Sensor de presión tipo capacitivo	4-15
4.7	Diagrama de bloques del transmisor con salida 4-20 mA	4-16
4.8	Diagrama de alambrado del lazo	4-18
4.9	Componentes del sistema StarPac	4-22
5.1	Topología de alambrado (4-20 mA)	5-4
5.2	Topologías de Fieldbus	5-5
5.3	P&ID de planta piloto en Chocolate Bayou	5-8
5.4	Arquitectura del Fieldbus de control	5-14
5.5	Ejemplo de implementación de Bloques de Función	5-20
5.6	Capacidad de dispositivos en el Fieldbus	5-24
6.1	Componentes de la red del Fieldbus	6-4
6.2	Diagrama de alambrado de Fieldbus versión H1	6-5
6.3	Vista general de los Bloques de Función	6-7
6.4	Diagrama del Bloque de función Transductor	6-9

LISTA DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
5.1	Etapas de la Automatización	5-10
5.2	Capas del modelo OSI	5-13
5.3	Capas del Fieldbus	5-13
5.4	Bloques de Función	5-19
6.1	Tipos de cables de Fieldbus	6-6
6.2	Pasos para configuración de transmisor	6-11

APÉNDICE 1

**ESPECIFICACIONES DE TRANSMISOR INTELIGENTE
DE PRESIÓN DIFERENCIAL MODELO STD-120
Y COMUNICADOR INTELIGENTE DE CAMPO
MARCA HONEYWELL**

Honeywell

ST 3000 Smart Transmitter Series 100e Differential Pressure Models

34-ST-03-60
10/96

STD1 10	0 to 10 inH ₂ O	0 to 25 mbar
STD1 20	0 to 400 inH ₂ O	0 to 1,000 mbar
STD1 25	0 to 600 inH ₂ O	0 to 1,500 mbar
STD1 30	0 to 100 psi	0 to 7,000 mbar
STD1 70	0 to 3000 psi	0 to 210,000 mbar

Specification and Model Selection Guide

Function

Honeywell's ST 3000 Series 100e Differential Pressure Transmitters bring proven "smart" technology to a wide spectrum of pressure measurement applications from furnace combustion air flow to Hydrostatic Tank Gauging. They transmit an output signal proportional to the measured variable in either an analog 4 to 20 milliampere format or in a digital DE protocol format for direct digital integration with our TDC 3000^{®X} control system.

You easily select the analog or digital transmission format through the Smart Field Communicator (SFC[®]) which is the common hand-held operator interface for our Smartline™ Transmitters. All configuration, operation, and communications functions are under the control of the ST 3000 Smart Transmitter's micro-processor and are accessible through the SFC.

Features

- Choice of linear or square root output conformity is a simple configuration selection.
- Direct digital integration with TDC 3000^X system provides local measurement accuracy to the system level without adding typical A/D and D/A converter inaccuracies.
- Unique piezoresistive sensor automatically compensates input for temperature and static pressure.

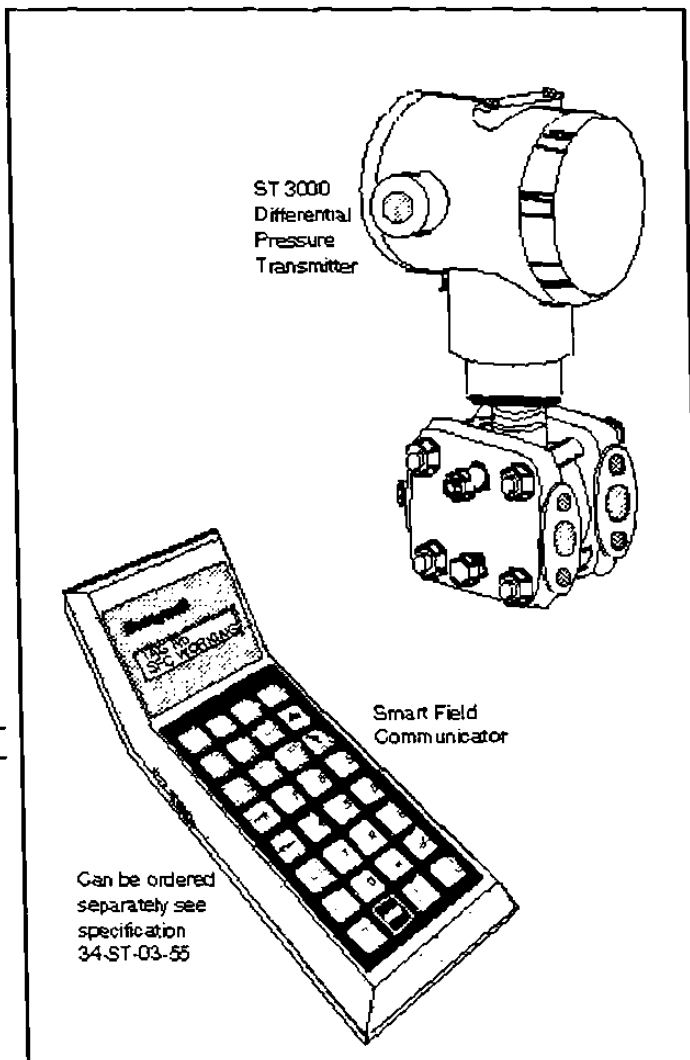


Figure 1—Series 100e Differential Pressure Transmitters feature proven "smart" technology and come in several models to meet varying application needs

Nota: Especificaciones proporcionadas por la Compañía Honeywell

- Added "smart" features include configuring lower and upper range values, simulating accurate analog output, and selecting preprogrammed engineering units for display.
- Smart transmitter capabilities with local or remote interfacing means significant manpower efficiency improvements in commissioning, start-up, and ongoing maintenance functions.

The measuring means is a piezoresistive sensor which actually contains three sensors in one. It contains a differential pressure sensor, a temperature sensor, and a static pressure sensor. Micro-processor-based electronics provide higher span-turndown ratio, improved temperature and pressure compensation, and improved accuracy.

transmitter signal lines, and it provides the capabilities of transmitter adjustments and diagnostics from remote locations, such as the control room.

The transmitter's meter body and electronics housing resist shock, vibration, corrosion, and moisture. The electronics housing contains a compartment for the single-board electronics, which is isolated from an integral junction box. The single-board electronics is replaceable and interchangeable with any other ST 3000 Series 100e or Series 900 model transmitter.

Like other Smartline Transmitters, the ST 3000 features two-way communication between the operator and the transmitter through our SFC. You can connect the SFC anywhere that you can access the

Description

The ST 3000 transmitter can replace any 4 to 20 milliampere output transmitter in use today, and operates over a standard two-wire system.

Specifications

Operating Conditions – All Models

Parameter	Reference Condition		Rated Condition		Operative Limits		Transportation and Storage	
	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
Ambient Temperature								
STD110	25±1	77±2	-15 to 65	5 to 150	-40 to 70	-40 to 158	-40 to 70	-40 to 158
STD125	25±1	77±2	-40 to 65	-40 to 185	-40 to 95	-40 to 185	-55 to 125	-57 to 257
STD120, STD130, STD170	25±1	77±2	-40 to 85	-40 to 185	-40 to 93	-40 to 200	-55 to 125	-57 to 257
Meter Body Temperature								
STD110	25±1	77±2	-15 to 65	5 to 150	-40 to 70	-40 to 158	-40 to 70	-40 to 158
STD125	25±1	77±2	-40 to 85	-40 to 185	-40 to 85	-40 to 185	-55 to 125	-57 to 257
STD120, STD130, STD170	25±1	77±2	-40 to 125*	-40 to 257*	-40 to 125	-40 to 257	-55 to 125	-57 to 257
Humidity %RH	10 to 95		0 to 100		0 to 100		0 to 100	
Overpressure STD110 psi bar	0		50		50			
All Other Models psi bar	0		3000		3000			
Static Pressure STD110 psi bar	0		10		50			
	0		0.7		3.45			
Vacuum Region - Minimum Pressure All Models Except STD110 mmHg absolute inHg, 0 absolute	Atmospheric		25		2 (short term**)			
	Atmospheric		13		1 (short term**)			
Supply Voltage, Current, and Load Resistance	Voltage Range: 10.8 to 42.4 Vdc at terminals Current Range: 3.0 to 21.8 mA Load Resistance: 0 to 1440 ohms (as shown in Figure 2)							

*For CTFE fill fluid, the rating is -15 to 110°C (5 to 230°F)

** Short term equals 2 hours at 70 °C (158 °F)

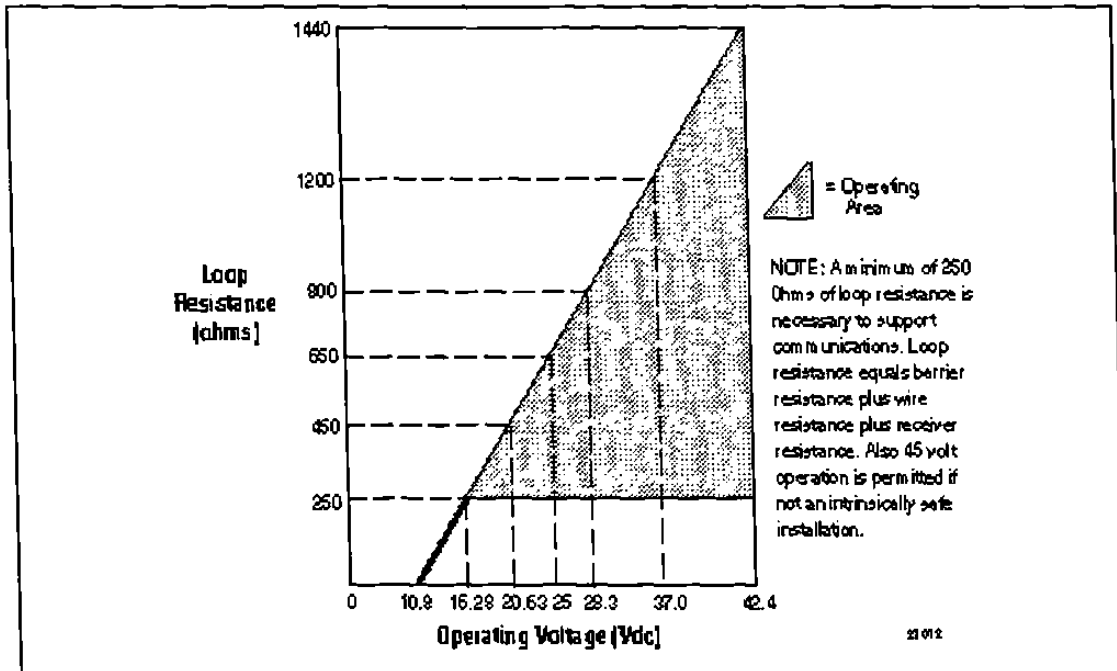


Figure 2 - Supply voltage and loop resistance chart.

Performance Under Rated Conditions* - Model STD120 (0 to 400 inH₂O)

Parameter	Description
Upper Range Limit inH ₂ O mbar	400 (39.2°F/4°C is standard reference temperature for inH ₂ O range.) 1000
Minimum Span inH ₂ O mbar	1 Note: Recommended minimum span in square root mode is 20 inH ₂ O (50 mbar) 2.5
Turndown Ratio	400 to 1
Zero Elevation and Suppression	No limit except minimum span within ±100% URL. Specifications valid from -5 to +100% URL.
Accuracy (Reference - Includes combined effects of linearity, hysteresis, and repeatability) • Accuracy includes residual error after averaging successive readings	<p>In Analog Mode: ±0.075% of calibrated span or upper range value (URV), whichever is greater, terminal based. For URV below reference point (25 inH₂O), accuracy equals: $\pm 0.025 + 0.05 \left(\frac{25 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.025 + 0.05 \left(\frac{62 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p> <p>In Digital Mode: ±0.0625% of calibrated span or upper range value (URV), whichever is greater, terminal based. For URV below reference point (25 inH₂O), accuracy equals: $\pm 0.0125 + 0.05 \left(\frac{25 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.0125 + 0.05 \left(\frac{62 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p>
Zero Temperature Effect per 26°C (50°F)	<p>In Analog Mode: ±0.0625% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH₂O), effect equals: $\pm 0.0125 + 0.05 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.0125 + 0.05 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p> <p>In Digital Mode: ±0.05% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH₂O), effect equals: $\pm 0.05 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.05 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p>
Combined Zero and Span Temperature Effect per 26°C (50°F)	<p>In Analog Mode: ±0.10% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH₂O), effect equals: $\pm 0.05 + 0.05 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.05 + 0.05 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p> <p>In Digital Mode: ±0.075% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH₂O), effect equals: $\pm 0.025 + 0.05 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.025 + 0.05 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$</p>
Zero Static Pressure Effect per 1000 psi (70 bar)	±0.075% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH ₂ O), effect equals: $\pm 0.0125 + 0.0625 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.0125 + 0.0625 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$
Combined Zero and Span Static Pressure Effect per 1000 psi (70 bar)	±0.15% of calibrated span. For URV below reference point (50 inH ₂ O), effect equals: $\pm 0.0875 + 0.0625 \left(\frac{50 \text{ inH}_2\text{O}}{\text{span inH}_2\text{O}} \right) \text{ or } \pm 0.0875 + 0.0625 \left(\frac{125 \text{ mbar}}{\text{span mbar}} \right) \text{ in } \% \text{ span}$
Drift	±0.0625% of URL per year.

*Performance specifications are based on reference conditions of 25°C (77°F), zero (0) static pressure, 10 to 55% RH, and 316 Stainless Steel barrier diaphragm.

Performance Under Rated Conditions - General for all Models

Parameter	Description
Output (two-wire)	Analog 4 to 20 mA or digital communications DE mode.
Supply Voltage Effect	0.005% span per volt.
Damping Time Constant	Adjustable from 0 to 32 seconds digital damping.
CE Conformity (Europe)	89/336/EEC, Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive.

Physical and Approval Bodies

Parameter	Description
Barrier Diaphragm Material STD125, STD110 STD120, STD130 STD170	316L SS 316L SS, Hastelloy C-276, Monel, Tantalum 316L SS, Hastelloy C-276
Process Head Material STD125, STD110 STD120, STD130 STD170	316 SS, Carbon Steel (Zinc-plated) 316 SS, Carbon Steel (Zinc-plated), Monel, Hastelloy C-276 316 SS, Carbon Steel (Zinc-plated), Hastelloy C-276
Head Gaskets	Teflon, Viton
Meter Body Bolting	Carbon Steel (Zinc plated, standard) or A286 SS (NACE) bolts and 302/304 SS (NACE) nuts for heads and 316 SS (NACE) bolts for adapters (standard option).
Mounting Bracket	Carbon Steel (Zinc-plated) or Stainless Steel angle bracket or Carbon Steel flat bracket available (standard options).
Fill Fluid	Silicone DC 200 oil or CTFE (Chlorotrifluoroethylene). Note that Model STD110 is only available with silicone fill fluid.
Electronic Housing	Epoxy-Polyester hybrid paint. Low Copper-Aluminum. Meets NEMA 4X (watertight) and NEMA 7 (explosion proof). Stainless steel optional.
Process Connections	1/4-inch NPT; 1/2-inch NPT with adapter (standard option); DIN (standard option).
Wiring	Accepts up to 16 AWG (1.5 mm diameter).
Mounting	Can be mounted in virtually any position using the standard mounting bracket. Bracket is designed to mount on 2-inch (50 mm) vertical or horizontal pipe. See Figure 3.
Dimensions	See Figure 4.
Net Weight	12.5 pounds (5.6 Kg)
Approval Bodies	Approved as explosion proof and intrinsically safe for use in Class I, Division 1, Groups A, B, C, D locations, and nonincendive for Class I, Division 2, Groups A, B, C, D locations. Approved EEx ia IIC T5 and EEx d IIC T6 per GENELEC standards; and Ex N II T5 per BS 6941.

Options

Mounting Bracket

The angle mounting bracket is available in either zinc-plated carbon steel or stainless steel and is suitable for horizontal or vertical mounting on a two inch (50 millimeter) pipe, as well as wall mounting. An optional flat mounting bracket is also available in carbon steel for two inch (50 millimeter) pipe mounting.

Indicating Meter

Two integral meter options are available. An analog meter (option ME) is available with a dual 0 to 10 square root and 0 to 100% linear scale. The Smart Meter (option SM) provides an LCD display for both analog and digital output and can be configured to display pressure in selected engineering units.

Lightning Protection

A terminal block with circuitry that protects the transmitter from transient surges induced by nearby lightning strikes is available.

Tagging (Option TG)

Up to 30 characters can be added on the stainless steel nameplate mounted on the transmitter's electronics housing at no extra cost. Note that a separate nameplate on the meter body contains the serial number and body-related data. A stainless steel wire on tag with additional data of up to 4 lines of 28 characters is also available. The number of characters for tagging includes spaces.

Transmitter Configuration (Option TC)

The factory can configure the transmitter linear/square root extraction, damping time, LRV, URV and mode (analog/digital) and enter an ID tag of up to eight characters and scratchpad information as specified.

Custom Calibration and ID in Memory (Option CC)

The factory can calibrate any range within the scope of the transmitter's range and enter an ID tag of up to eight characters in the transmitter's memory.

Ordering Information

Contact your nearest Honeywell sales office, or

Honeywell
Industrial Automation & Control
16404 N. Black Canyon Highway
Phoenix, AZ 85023

In Canada:

Honeywell Limited
155 Gordon Baker Rd
Willowdale, Ontario
M2H 3N7

Honeywell

SFC Smart Field Communicator Model STS103

34-ST-03-55

12/95

Page 1 of 4

Specification

Description

The hand-held SFC Smart Field Communicator is a battery-powered device which establishes secure two-way communications between Honeywell Smart Transmitters and the user over the existing signal lines.

The SFC is extremely useful for simplifying maintenance by providing access to the field devices without a trip to the field.

When the SFC is connected to the transmitter signal lines at an accessible location anywhere from the control room to the transmitter, the operator can send data to and receive data from the transmitter's microprocessor.

The SFC is in an impact resistant housing and comes with test leads, a weather-proof carrying case, a Ni-Cd rechargeable battery pack, and a battery charger.

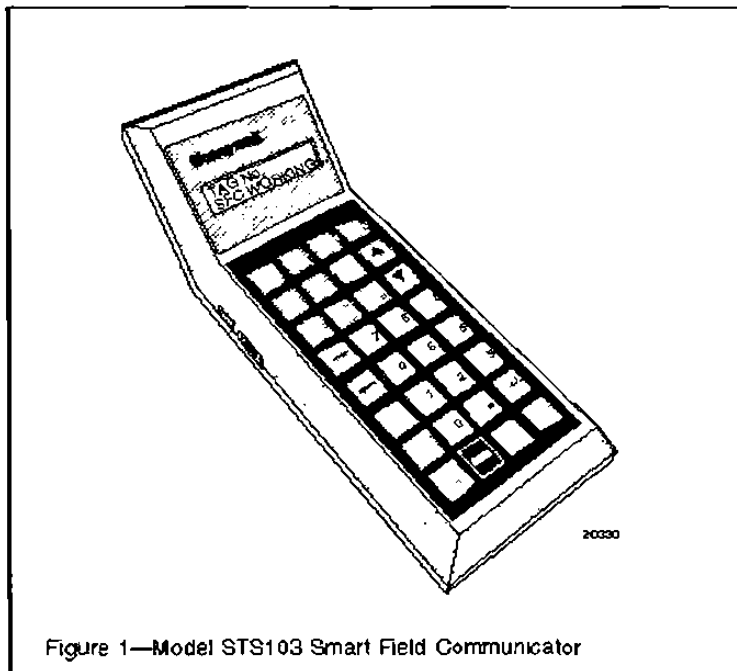


Figure 1—Model STS103 Smart Field Communicator

Function

Model STS103 communicates with the Honeywell Smartline products including:

- ST 3000 Pressure and Differential Pressure Transmitters
- STT 3000 Temperature Transmitters
- MagneW 3000 Magnetic Flowmeters
- SCM 3000 Smart Coriolis Mass Flowmeters
- SGC 3000 Gas Chromatograph
- SMV 3000 Smart Multivariable Transmitters
- SLT—Drexelbrook Level Transmitter

The SFC has many functions. It can

Select the Communications Mode - The transmitter can be

configured to transmit its output in either an Analog (4 to 20 mA) mode or in the Digital Communications (DE) mode.

Configure - operating parameters such as LRV, URV, Damping, Fail-safe mode, and input actuation type for the STT may be programmed into the transmitter using the SFC.

Diagnose - access the Smart Transmitter's self-diagnostic capabilities to troubleshoot suspected operation or communication problems.

Check Calibration - The SFC provides a simplified procedure for checking calibration of Smart Transmitters, thus maintaining excellent transmitter accuracy and significantly reduced maintenance requirements. The accuracy of the SFC's digital readout of the transmitter's output may be certified

allowing the STS103 to be used as part of calibration schemes following ISO 9000 procedures. Re-ranging of the transmitter is also possible using the STS103.

Display - All configuration parameters as well as other data such as PROM/serial number, tag name, sensor temperature (ST), hi/lo PV (STT), and scratch pad memory can be readout on the two-line LCD display. The STS103 also displays measured process variables (pressure, differential pressure, flow rate) in selectable engineering units.

Checkout - By configuring the transmitter for the output mode you can command the smart transmitter to transmit a precise signal, selectable from 0% to 100% full scale, to assist in verifying loop operation, loop calibration, or troubleshooting.

Nota: Especificaciones proporcionadas por la Compañía Honeywell

34-ST-03-55
Page 2 of 4

Specifications:

Operating Conditions			
	Operating Conditions	Transportation and Storage	
Ambient Temperature	°C °F	-10° to 50° 14° to 122°	-20° to 60° -4° to 140°
Humidity	%	10% to 90% RH	5% to 95% RH
Vibration			
Maximum Acceleration (G)	0.2	0.5	
Frequency (Hz)	0 to 100	0 to 100	
Amplitude (mm peak to peak)	0.75	-----	
Shock			
Maximum Acceleration (G)	5	15	
Duration (ms)	50	11	
Minimum Load Resistance @ 24Vdc Supply Voltage	250 Ohms		
Performance			
Safety Approvals	FM Intrinsically Safe, Class I, II, III, Div 1, Groups A-G Outdoor Nonincendive, Class I, Div 2, Groups A-G Outdoor		
CE Conformity, Europe	89/336/EEC the EMC Directive		
Physical			
Dimensions			
Overall	102 mm x 42 mm x 206 mm (4 in. x 1.7 in. x 8 in.)		
Keypad	86 mm x 136 mm (3.4 x 5.4 in.)		
Weight	470 g (1 lb.)		
LCD Display	2 lines x 16 characters		
Display Character	5 x 7 dots with line for cursor		
Keyboard Type	Tactile feedback embossed membrane, 4 by 8 matrix, 32 keys		
Lead Connectors	Easy hook and alligator clips		
Battery Charger			
Input Power	108 - 120 Vac, 200 - 240 Vac, 50/60 Hz		
Output Power	7 Vdc, 180 mA		
Time to charge	16 hours minimum		
Time between charges	24 hours minimum, a colon ":" in the eighth character position indicates low battery power		

APÉNDICE 2

**ESPECIFICACIONES DE TRANSMISOR INTELIGENTE DE
PRESIÓN DIFERENCIAL CON FOUNDATION FIELDBUS
MARCA HONEYWELL**

Honeywell

ST 3000 Fieldbus Transmitter Series 100 Models

34-ST-03-72

1/98

Page 1 of 8

Overview

Introduction

The ST 3000 Fieldbus Transmitter is designed as an enhancement to smart or analog transmitters and may use the existing transmitter signal lines for power and communication for ease of field upgrade. In addition to features currently offered with other smart transmitters, the following key features are now available with the ST 3000 Fieldbus transmitter:

- Designed for full compliance with Fieldbus Foundation specifications.
- Analog Input and PID Control Function Blocks.
- Custom polynomial for level and flow linearization.
- "Electronic Nameplate" data and download via the bus.

ST 3000 Fieldbus transmitters accurately measure differential, gauge, or absolute pressure. A piezoresistive sensor is combined with state-of-the-art electronics to provide a digital output signal proportional to the measured variable.

A microprocessor enhances accuracy by compensating the output signal for the effects of ambient temperature and static pressure changes and for device non-linearities. Typical process control applications include measuring the fluid flow rate through a pipe, or measuring the level of a liquid in a tank.

Communication through a fieldbus configuration tool provides labor saving capabilities such as remote transmitter adjustments and diagnostics. Using the tool, an operator can adjust and display operating information, re-range the transmitter without applied calibration pressures, initiate diagnostic tests, and read the input pressure and output signal all without leaving the control room.

This, coupled with the transmitter's wide span adjustment, means that the ST 3000 Fieldbus transmitter is extremely adaptable to a variety of applications, and it can easily be adjusted to meet changing requirements.

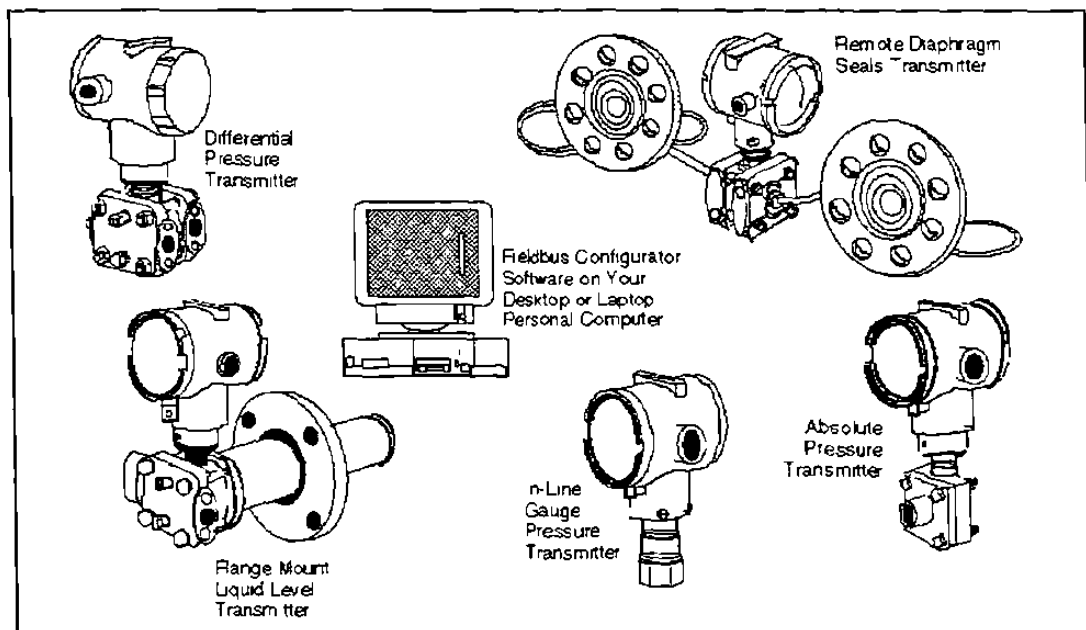


Figure 1—Typical ST 3000 Fieldbus Transmitter Types and Fieldbus Configurator

Industrial Automation and Control, 16404 N. Black Canyon Highway, Phoenix, AZ 85023

Nota: Especificaciones proporcionadas por la Compañía Honeywell

The ST 3000 Fieldbus Family

As shown in Figures 1 and 2, the ST 3000 Fieldbus family consists of a full line of pressure transmitters.

Model selection is simplified because the ST 3000 Fieldbus transmitter provides a versatile range of span adjustments as listed in Table 1 which result in a turndown ratio as high as 400 to 1

And no matter what model or type of transmitter selected, the same configuration tool communicates with all of them

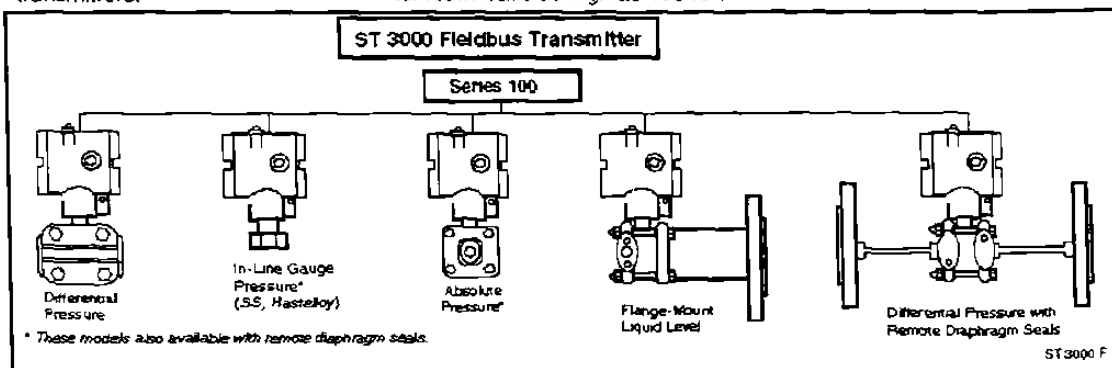


Figure 2 —ST 3000 Fieldbus Transmitter Family Tree

Table 1 —Summary of ST 3000 Fieldbus Transmitter Family Model Number Selections

Model Number	Available Range	Minimum Span	Turndown Ratio
Differential Pressure Transmitter			
STD 110	0 to 10 inH ₂ O (0 to 250 mbar)	0.4 inH ₂ O (1 mbar)	25 to 1
STD 120 *	0 to 400 inH ₂ O (0 to 1000 mbar)	1 inH ₂ O (2.5 mbar)	400 to 1
STD130	0 to 100 psi (0 to 7 bar)	5 psi (0.35 bar)	20 to 1
STD170	0 to 3000 psi (0 to 210 bar)	100 psi (7 bar)	30 to 1
Gauge or Absolute Pressure Transmitter			
STG15T	0 to 300 psi (0 to 21 bar)	15 psi (1.05 bar)	20 to 1
STG14L, STG140 *	0 to 500 psi (0 to 35 bar)	5 psi (0.35 bar)	100 to 1
STG17L, STG170	0 to 3000 psi (0 to 210 bar)	100 psi (7 bar)	30 to 1
STG18L, STG180	0 to 6000 psi (0 to 415 bar)	100 psi (7 bar)	60 to 1
STA122	0 to 780 mmHgA (0 to 1040 mbarA)	10 mmHgA (13 mbarA)	78 to 1
STA140	0 to 500 psia (0 to 35 barA)	5 psia (0.35 barA)	100 to 1
Flange Mounted Differential Pressure Transmitter			
STF128	0 to 400 inH ₂ O (0 to 1000 mbar)	10 inH ₂ O (25 mbar)	40 to 1
STF132	0 to 100 psi (0 to 7 bar)	5 psi (0.35 bar)	20 to 1
STF15T	0 to 300 psi (0 to 21 bar)	15 psi (1.05 bar)	20 to 1
Remote Seal Differential or Gauge Pressure Transmitter			
STR12D	0 to 400 inH ₂ O (0 to 1000 mbar)	10 inH ₂ O (25 mbar)	40 to 1
STR13D	0 to 100 psi (0 to 7 bar)	5 ps (0.35 bar)	20 to 1
STR14G	0 to 500 psi (0 to 35 bar)	5 ps (0.35 bar)	100 to 1
STR17G	0 to 3000 psi (0 to 210 bar)	100 psi (7 bar)	30 to 1

* These models currently available. Consult Honeywell representative for availability of other models

Foundation Fieldbus Functions of the ST 3000 Fieldbus Transmitter

The ST 3000 Fieldbus transmitter has been designed to fully comply with Fieldbus Foundation specifications. As such, it contains the software architecture defined in the specifications. The following sections describe the various Fieldbus-specific functions available in the ST 3000 Fieldbus transmitter.

Code Download
The ST 3000 Fieldbus transmitter is designed to support code download over the fieldbus. This allows the user to easily update the device software.

As shown in Figure 3, the ST 3000 Fieldbus transmitter contains following block objects
 1 Resource block
 1 Transducer block
 1 Analog Input (AI) function block
 1 Proportional Integral Derivative (PID) Controller function block.

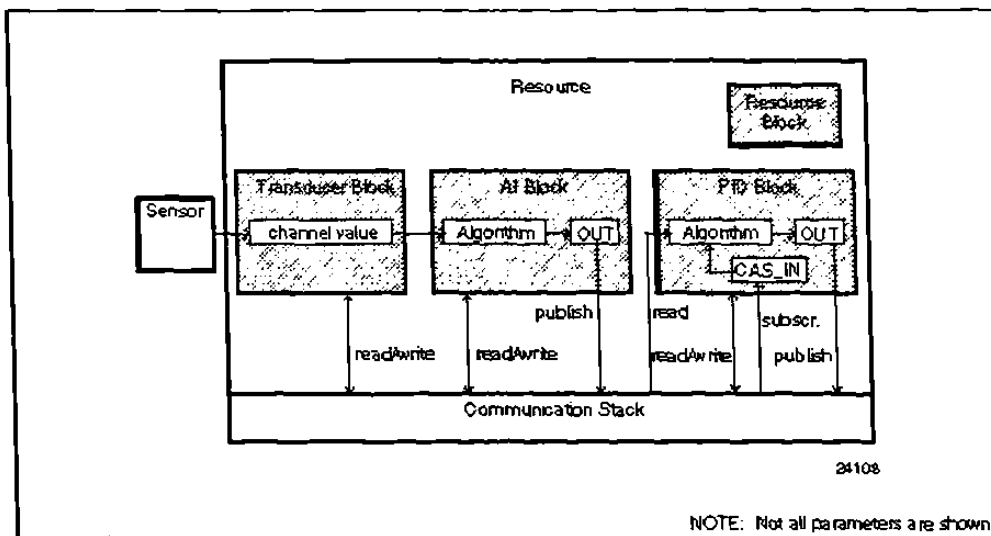


Figure 3—ST3000 Fieldbus Function Block Application Process (FBAP) Overview

Resource Block

The resource block contains data and parameters related to overall operation of the device and the Function Block Application Process (FBAP). Parameters that reside in the resource block describe the hardware-specific characteristics of the device and support device application download operations.

Transducer Block

In the ST 3000 Fieldbus transmitter, the transducer block

- ▶ Takes sensor measurements from the signal processing software,
- ▶ Performs a linearization,
- ▶ Executes additional math functions, if selected. See Figure 4

The transducer block has the ability to put the measured pressure value through a fifth-order polynomial equation. This processing enables it to closely approximate the volume of an irregularly shaped tank or vessel, or to compensate the flow rate for variations in Reynolds Number. The user must provide the coefficients for this equation, as the device has no knowledge of the shape of the vessel or the type of primary flow element being used.

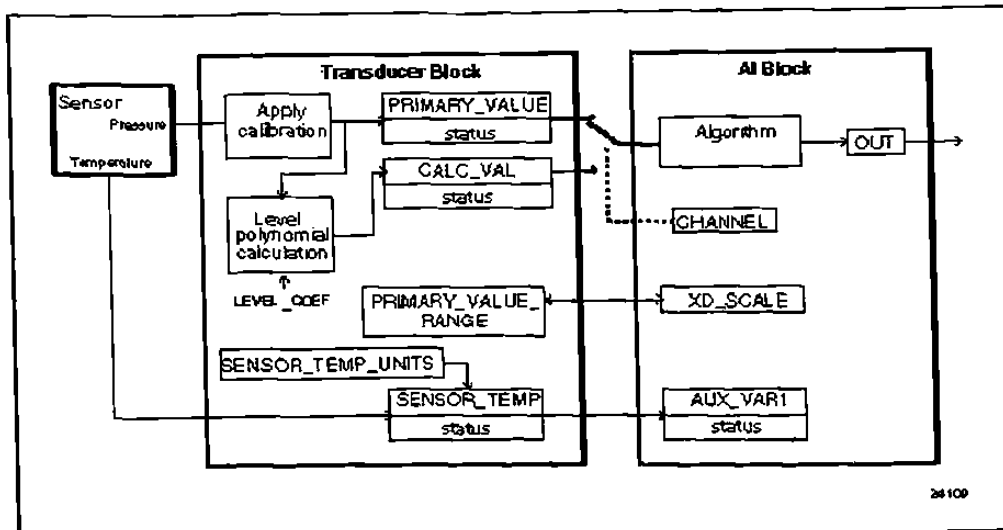


Figure 4—Transducer and Analog Input Function Block Diagram

Table 2—CHANNEL Parameter Description

CHANNEL Parameter Value	Value Selected (from Transducer Block as Input to AI Block)
1	Selects PRIMARY_VALUE which is the pressure measurement value of the sensor.
2	Selects CALC_VAL which is a calculated value and enables the level calculation.
Other	Error - the AI block remains in (O/S) mode

Analog Input Block

The Analog Input (AI) function block takes the output signal from the transducer block and makes it available to other function blocks as its output. For example, the output of the AI function block may be linked as an input to the transmitter's PID Control function block.

Referring to the block diagram in Figure 4, two values from the transducer block are supplied as inputs to the AI block:

1. PRIMARY_VALUE or CALC_VAL can be selected using the CHANNEL parameter as the first input. (See Table 2.)
2. SENSOR_TEMP is supplied as the second input to the AI block.

The AI block OUT parameter can be shown on an optional local meter display in selected engineering units.

PID Control Function Block

The PID Control function block defined by Honeywell provides you with the choice of either an Ideal (the default) or Robust PID control algorithm. The Ideal PID algorithm uses standard parameters which are defined in Fieldbus Foundation specifications. The Robust algorithm uses the standard fieldbus parameters plus

Honeywell-defined extension parameters for PID control. A description of these parameters is in Table 3.

Input to the PID block is configurable. For example, any value which is broadcast on the bus can be linked as the input to the PID.

Fieldbus Device Descriptions (DD)

Standardized descriptions and definitions are used to describe field devices which promote the interoperability of fieldbus devices. One of these standardized 'tools' is the Device Description (DD).

A typical DD contains information about the device parameters and operation, such as:

- Attributes like coding, name, engineering unit, writeprotection, how to display parameters, etc.
- Maintenance, calibration and other necessary operation information.

Standard DD's for function blocks and transducer blocks are maintained by the Fieldbus Foundation. Honeywell and other manufacturers use these DD's to describe the standard features of their fieldbus devices, as well as providing device-specific extensions that describe custom features unique to that particular device.

Table 3 — Honeywell PID Parameters

Parameter Name	Description/Parameter Contents
PID_FORM	Configuration parameter specifies the IDEAL or ROBUST PID equation to be used: <ul style="list-style-type: none"> • IDEAL PID (default). Non-Interactive form of a three mode control algorithm that provides Proportional, Integral and Derivative control action. Linear and non-linear gain parameters are available. • ROBUST PID. The same as Ideal PID. Additionally, the algorithm supports a user-configurable lag filter applied to calculated output value. (See OUT_LAG parameter.) Linear and non-linear gain parameters are available.
ALGO_TYPE	Configuration parameter specifies algorithm type which can be A, B, or C: <ul style="list-style-type: none"> • Type "A" equation where Proportional, Integral and Derivative act on ERROR. • Type "B" equation where Proportional and Integral act on ERROR and Derivative acts on PV. • Type "C" equation where Integral acts on ERROR and Proportional and Derivative act on PV.
OUT_LAG	Time constant of single exponential lag filter applied to the OUT parameter (primary output). Units (in seconds). The time constant for Ideal PID lag filter is fixed at 1/16 of a second and is not configurable.
GAIN_NLIN	Dimensionless gain factor. When the gain factor is multiplied by absolute value of the error and added to the linear GAIN, the result is a gain response which is proportional to the deviation.
GAIN_COMP	The composite gain quantity comprising both linear and non-linear gain. Read only parameter.
ERROR_ABS	Absolute value of the difference between SP and PV. Read only parameter.
WSP	Working setpoint. This is the setpoint value after absolute and rate limits have been applied. Deviation alarms are computed on this value. Read only parameter.

Standard Features of the ST 3000 Transmitter

The ST 3000 Fieldbus transmitter provides these features and benefits, just as the ST 3000 has done since Honeywell invented the smart transmitter in 1983.

Silicon Sensor and Meter Body

The ST 3000 Fieldbus transmitter uses the extremely reliable piezoresistive strain gauge sensor as used in the ST 3000. The sensor is an electric wheatstone bridge circuit ion-implanted onto a silicon chip. The sensor is sealed in the meter body from the process by metal diaphragms and silicone fill fluid. This integrated sensor provides three signals (process pressure, sensor temperature, and static pressure) to an interface circuit. The three signals are converted to digital signals for input to the microprocessor.

Every meter body is characterized in the factory for the effects of changing combinations of differential pressure, static pressure and temperature. This information is stored in a characterization PROM (programmable read only memory) located in the meter body of the transmitter. These factors are accessed by the microprocessor to compensate the output signal of the transmitter, providing the user with a very accurate output signal independent of changing process conditions.

Improved Accuracy:

- ✦ Reduces maintenance by requiring fewer recalibrations.
- ✦ Eliminates the need for a special "high accuracy" transmitter

A High Span Turndown Ratio:

- ✦ Reduces spare parts inventory by eliminating the need for a number of different transmitters with intermediate ranges.
- ✦ Provides range changing flexibility, reducing the need to replace transmitters to accommodate variations in process operating conditions.

Improved Temperature and Static Pressure Compensation:

- ✦ Improves the operating accuracy, repeatability, and stability of the transmitter.
- ✦ Reduces the maintenance requirements associated with recalibrating the transmitter during changing temperature and static pressure conditions.

Diagnostics:

- ✦ Alerts the operator quickly of any detected diagnostic conditions,
- ✦ Reduces maintenance time associated with startups and troubleshooting.

Write Protection:

- ✦ Consists of a jumper located on the electronics board which the user can set to allow read and write access, or read only access to device configuration.

Remote Adjustability:

- ✦ Allows an operator to select the span, zero, damping, linear or square root output, and forward or reverse action accurately from the control room;
- ✦ Reduces maintenance time associated with range change or recalibrations,
- ✦ Allows an operator to communicate with a transmitter in a hard-to-reach location, or in hazardous area without entering the areas.

ST 3000 Fieldbus Options

A wide variety of options are available, including:

Lightning Protection - LP

A terminal block with circuitry that protects the transmitter from transient surges induced by nearby lightning strikes.

Mounting Bracket - MB, SB, FB

Available in angle or flat style suitable either for horizontal or vertical mounting on a two-inch pipe or for wall mounting.

Indicating Meter - SM

A Smart Meter (SM) option provides an LCD display for digital output and can be configured to display 0 to 100% pressure in selected engineering units as well as device status messages.

ST 3000 Fieldbus Operating Power

The ST 3000 Fieldbus transmitter operates in the range of 9.5 to 32 Vdc @ 27 mA.

Ordering Information

Refer to the ST 3000 transmitter specification sheet document numbers listed here.

- Differential Pressure*
34-ST-03-60
- Gauge /Absolute Pressure*
34-ST-03-62
- Flange Mounted Liquid Level*
34-ST-03-63
- Remote Diaphragm Seals*
34-ST-03-64
- High Temperature GP*
34-ST-03-70

Contact your nearest Honeywell sales office, or in

U.S.:

Honeywell
Industrial Automation & Control
16404 N. Black Canyon Highway
Phoenix, AZ 85023
1-800-288-7491

Canada:

The Honeywell Center
155 Gordon Baker Rd.
North York, Ontario
M2H 3N7
1-800-461-0013

Latin America:

Honeywell Inc.
480 Sawgrass Corporate Parkway
Sunrise, FL 33325
954-845-2600

Asia:

Honeywell Asia Pacific Inc
Room 3213-3325
Sun Hung Kai Centre
No. 30 Harbour Road
Wanchai, Hong Kong
852 2829-8298

Europe:

Honeywell S.A.
Avenue de Schiphol 3
1140 Brussels, Belgium
32-2 728.2111

Or, visit Honeywell on the World
Wide Web at
<http://www.honeywell.com>

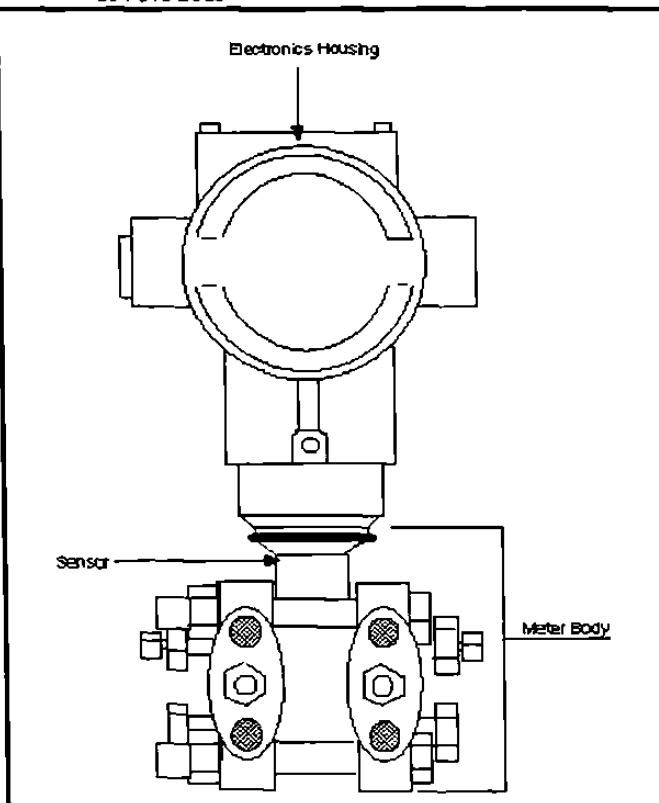


Figure 5 —ST 3000 Fieldbus Transmitter Basic Components.

LISTA DE ABREVIATURAS

A/D	Analógica/Digital.
AL	Application Layer (Capa de Aplicación).
AWG	American Wire Gauge (Calibre de Cable Americano).
CAN	Control Area Network (Red de Control de Área).
CIM	Computer Integrated Manufacturing (Manufactura Integrada por Computadora).
D/A	Digital/Analógica.
DCS	Distributed Control System (Sistema de Control Distribuido).
DD	Device Description (Descripción de Dispositivo).
DDL	Device Description Language (Lenguaje de Descripción de Dispositivos).
DDL	Data Definition Language (Lenguaje de Definición de Datos).
DLL	Data Link Layer (Capa de Enlace de Datos).
DDS	Device Description Services (Servicio de Descripción de Dispositivos).
FBS	Functional Block Shell (Cubierta del Block de Funciones).
FBAP	Function Block Application Process (Proceso de Aplicación de los Bloques de Función).
FF	Fieldbus FOUNDATION (FOUNDATION del Bus de Campo).
FIP	Factory Information Protocol (Protocolo de Información Industrial).

FTP	File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos).
HART	Hiway Addressable Remote Transducer (Transductor Remoto Direccionado por Pista de Datos).
ICT	Integrated Control Technology (Tecnología de Control Integrado)
IEC	International Electrotechnical Commision (Comisión Electrotécnica Internacional).
IFC	International Fieldbus Consortium (Consortio Internacional del Bus de Campo).
ISA	Instrument Society of America (Sociedad de Instrumentistas de América).
I/O	Input/Output (Entradas/Salidas).
ISO	International Standards Organization (Organización de Estándares Internacionales).
ISP	Interoperable Systems Project (Proyecto de Sistemas Interoperables).
LAN	Local Area Network (Red de Área Local).
MAP	Manufacturing Automation Protocol (Protocolo de Automatización para Manufactura).
MIS	Managment Information System (Sistema de Manejo de Información).
MMS	Manufacturing Messaging Services (Servicios de Mensajes en Manufactura).
OSI	Open System Interconnection (Interconexión de Sistemas Abiertos).
PL	Phisical Layer (Capa Física).
PLC	Programable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).

Profibus	Process field bus (Tecnología o standard nacional alemana del bus de campo).
PSI	Pound per Square Inch (libra por pulgada cuadrada).
RTD	Resistance Temperature Detector (Detector de Temperatura por Resistencia).
SLC	Single Loop Controller (Controlador de un solo lazo).
SP	Standards and Practices (Estándares y Prácticas).
STP	Shielded Twisted Pair (Par Torcido Blindado).
TC	Technical Committee (Comité Técnico).
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Interred).
TR	Technical Report (Reporte Técnico).
UTP	Unshielded Twisted Pair (Par Torcido no Blindado).
WG	Working Group (Grupo de Trabajo).
WorldFIP	World Factory Instrumentation Protocol (Protocolo mundial de Información Industrial).

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Nombre: Dolores Gabriela Palomares Gorham.

Nombre de los padres: Alejandro Palomares González
Paula Gorham Rodríguez.

Lugar y fecha de nacimiento: Valle Hermoso, Tamaulipas
24 de Marzo de 1957.

Escolaridad: Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Universidad Autónoma de Nuevo León
Generación 1974-1978.

Experiencia profesional: Instrumentista de mantenimiento en Pemex
(Complejo Industrial Pajaritos, Veracruz) en 1979.
Ingeniero de Proyecto en Honeywell S.A. de C.V.
de 1980 - 1982.
Ingeniero de Ventas de Sistemas de Control
Distribuido en Honeywell S. A. de C.V. de 1983-
1985.
Ingeniero en Instrumentación del Departamento de
Investigación y Desarrollo en Hylsa S.A. de C.V.
de 1988-1989.
Elaboración de la base de datos de un Sistema de
Control Distribuido TDC-3000.
Cursos de capacitación en Sistemas de Control
Distribuido TDC-3000 a nivel operación e
ingeniería.
Elaboración de las especificaciones del equipo de
instrumentación y control en Cementos Mexicanos
S.A. de C.V.
Catedrática de la Carrera de Ingeniería Electrónica
en el Instituto Tecnológico de Nuevo León desde
Febrero de 1984 a la fecha.

Grado que desea obtener: Maestro en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica con
especialidad en Electrónica.

Nombre de la tesis: Instrumentación Inteligente y la Tecnología del
Fieldbus.

