

INSTRUMENTACION Y CONTROL DE PROCESOS

3ª EDICION 2009

Duración: 3, 4, ó 5 días

M - 48



Tiempo Real SA

Formación en Control de Procesos

Córcega, 80 bajos - 08029 Barcelona

Tel. 93 410 1749 - Fax 93 419 0632

e-mail: cursos@tiemporeal.es

<http://www.tiemporeal.es>

La nueva versión del 2009 de este Módulo de Formación se documenta con el libro «**INSTRUMENTACION Y CONTROL DE PROCESOS**», de casi 330 páginas en tamaño DIN A4 con más de 200 figuras, que se entrega a cada asistente. Toda la información y figuras contenidas en esta obra, han sido extraídas, con el permiso de los autores, de las obras originales: "Mediciones en la industria de proceso", "Controlador PID" y "Válvulas de control" publicadas por Tiempo Real, S.A. La numeración de apartados y figuras se conservan igual que las obras originales, por lo que no es de extrañar que algunas figuras o apartados o ejercicios no estén numerados ni presentes en esta obra "Instrumentación y control de procesos (M-48)".

La nueva versión 2009 de este Módulo de Formación puede ser desarrollada en 3, 4, ó 5 días dependiendo de la extensión con que se explique cada tema y las prácticas que se hagan.

1ª PARTE.- MEDICIONES EN LA INDUSTRIA DE PROCESO

1. NOCIONES BASICAS SOBRE INSTRUMENTACION Y MEDICION DE VARIABLES. SIMBOLISMOS USADOS.

- 1.1. ¿Qué es un instrumento?. Tipos de instrumentos.
- 1.2. Sistemas transmisor-receptor.
- 1.3. Criterios de diseño de la instrumentación: Equilibrio de movimientos, equilibrio de fuerzas y transducción directa.
- 1.4. Simbolismos y representaciones según ISA y SAMA.
- 1.5. Lazo cerrado de regulación automática.
- 1.6. Ejercicios de simbolismos.

2. TERMINOLOGIA, CONCEPTOS TECNOLOGICOS E INCERTIDUMBRE EN LA MEDICION. TIPOS DE ERROR.

- 2.1. Terminología: conceptos generales según ISA, sobre campo de medida, amplitud, límites y otros.
- 2.2. Exactitud de un instrumento (Accuracy). Valor de la Exactitud y formas de expresarla. Incertidumbre en la medición. *Exactitud y precisión. Histéresis, banda muerta, zona muerta, repetibilidad y reproducibilidad. Incertidumbre y calidad.*
- 2.3. Errores típicos de los instrumentos. *Errores de calibrado. Tipos de error en el instrumento.*
- 2.4. Ejercicios de carácter general.

3. CALIBRADO Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS.

- 3.1. Conceptos relacionados con el calibrado y la trazabilidad según ISA e ISO.
- 3.3. Procedimiento de calibrado y ajuste de aparatos, y de tarjetas de entrada y salida de sistemas digitales.

5. MEDICION DE PRESION.

- 5.1. Definición y unidades de presión y de presión hidrostática, y de densidad o masa específica y de peso específico.
- 5.2. Presión relativa, presión absoluta, presión diferencial, vacío y presión atmosférica.
- 5.3. Elementos y aparatos de medida de presión: manómetros y transductores. *Elementos de columna de líquido. Elementos elásticos. Transductores de presión. Transmisores con transducción directa e inteligentes. Ajuste, calibrado y puesta en servicio de transmisores de presión diferencial, (para caudal). Ley de Ohm. Generación de los 4-20 mA de señal de transmisión. Circuito básico de transmisión 4-20 mA.*
- 5.5. Interruptores de presión: Presostatos.
- 5.6. Problemas.

6. MEDICION DE CAUDAL.

- 6.1. Definición y unidades. Coeficiente de descarga.
- 6.2. Medidores de caudal basados en la medición de una presión diferencial. *Principio de funcionamiento. Fórmulas aplicables. Placas orificio o diafragmas. Toberas. Tubos Venturi. Comparación entre los tres tipos de dispositivos primarios. Instalación y montaje de elementos primarios de presión diferencial. Otras posibles causas de error.*
- 6.3. Medidores de área variable (Rotámetros). *Principios de funcionamiento, el porqué de sus nombres, fórmulas aplicables y parámetros que influyen en su lectura. Variantes constructivas.*
- 6.5. Medidores electromagnéticos. *Principio de funcionamiento. Construcción del medidor. Aspectos prácticos de montaje.*
- 6.6. Medidores de caudal con salida digital: Turbinas y tipo Vortex. *Turbinas, factor K, montaje, y variantes constructivas. Principio de funcionamiento y parámetros típicos del Vortex. Instalación del Vortex.*
- 6.7. Medición de caudal mediante ultrasonidos. *Introducción. Medidores de caudal por ultrasonidos de "tiempo de tránsito". Medidores de caudal por ultrasonidos por efecto Doppler. Comentarios comunes a medidores de "tiempo de tránsito" y "Doppler"*
- 6.8. Medición de caudal másico: Coriolis.
- 6.9. Métodos basados en mediciones puntuales. *Tubo Pitot. Tubo Annubar.*
- 6.11. Comparación de medidores de caudal.
- 6.13. Interruptores de caudal.

- 6.14. Medición de caudal en canales abiertos.
- 6.15. Problemas.

7. MEDICION DE NIVEL Y DENSIDAD DE LIQUIDOS.

- 7.1. Medidores por nivel óptico.
- 7.2. Medidores con flotador.
- 7.3. Medidores con desalojador.
- 7.4. Medición de nivel por presión hidrostática y presión diferencial. *Medición de nivel por borboteo o burbujeo en tanques abiertos, o cerrados a muy baja presión. Medición de nivel por presión diferencial en tanques abiertos y cerrados. Transmisores de presión diferencial. Diseños aplicables.*
- 7.5. Medición de nivel por ultrasonidos.
- 7.6. Medición de nivel por métodos capacitivos.
- 7.7. Medición de nivel por métodos radiactivos.
- 7.8. Medición de nivel mediante radar. *Introducción y recordatorios. Radar que mide con "paquetes de ondas", (PTOF). Radar que mide con "frecuencia modulada" (FMCW). Antenas. Comentarios finales y consejos.*
- 7.9. Interruptores de nivel. *Introducción. Otros tipos de interruptores de nivel. Estaciones de nivel.*
- 7.11. Medición de densidad de líquidos por presión diferencial.
- 7.12. Medición de densidad y concentración de disoluciones. Conceptos de densidad, densidad relativa y "specific gravity" y unidades. *Areómetros y refractómetros. Unidades: Grados Brix. Medición con areómetro. Medición con refractómetros.*
- 7.13. Problemas.

8. MEDICION DE TEMPERATURA.

- 8.1. Definición y unidades.
- 8.2. Sistemas bimetalicos.
- 8.3. Sistemas térmicos llenos de fluido. *Termómetros llenos de líquido en recinto metálico. Termómetros llenos de gas. Termómetros de tensión de vapor. Compensaciones de termómetros llenos de fluido. Compensación por variaciones de temperatura en los llenos de líquido y gas. Compensación por diferencia de alturas en los de tensión de vapor. Comparación de termómetros llenos de fluido.*
- 8.4. Pares termoelectricos. Termopares. *Efectos termoelectricos: Seebeck, Peltier, Thomson. Par Termoelectrico: uniones fría y caliente. Leyes aplicables a termopares: ley de los metales intermedios y ley de las temperaturas intermedias. Cable de compensación. Compensación de la temperatura de la unión de referencia. Verificación de termopares. Tipos de termopares. Tablas f.e.m./temperatura para diferentes termopares.*
- 8.5. Sensores de resistencia y termistores (RTDs). *Introducción. Conexión por dos, tres, y cuatro hilos. Tipos disponibles, características y gama de aplicación de los diferentes RTDs.*
- 8.7. Medición de temperatura sin contacto. *Cuerpo negro. Introducción a las leyes sobre la radiación. Cuerpos reales. Poder emisivo. Cuerpos grises y no grises. Fórmulas aplicables. Tabla de poderes emisivos. Termómetros de radiación total. Termómetros de radiación parcial: termómetros ópticos y de infrarrojos.*
- 8.8. Interruptores de temperatura. Termostatos.
- 8.10. Problemas.

APENDICES.- SISTEMAS DE UNIDADES Y RECORDATORIOS, Y RESPUESTAS A EJERCICIOS Y PROBLEMAS.

2ª PARTE.- CONTROLADOR PID: Proporcional, Integral y Derivativo

- 5.2. **CONTROLADOR PID. INTRODUCCION.** La acción de la válvula y el controlador. Diferentes tipos de controlador y gráficas de respuesta.
- 5.3. **REGULADOR DE DOS POSICIONES.** Principio de funcionamiento del regulador de dos posiciones. Acción inversa. Control de dos posiciones con zona muerta (diferencial).
- 5.4. **REGULADOR PROPORCIONAL (P).** Principio de funcionamiento del regulador proporcional. Banda proporcional. Diferentes valores. Reducción progresiva de la BP en un controlador proporcional. Ajuste de un controlador proporcional. Estudio de la curva del proceso conjuntamente con la curva del controlador proporcional. Desviación permanente (offset) y reajuste (reset) manual.
- 5.5. **REGULADOR PROPORCIONAL INTEGRAL (PI).** La acción integral. Fundamentos. Ajuste de la acción integral. Ajuste de un regulador PI manualmente.
- 5.6. **REGULADOR PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO (PID).** La acción derivativa. Fundamentos. Tiempo derivativo, tiempo de avance, control PID. Procedimientos de ajuste del controlador PID. ¿Hasta dónde llega un PID?

3ª PARTE.- VALVULAS DE CONTROL

- 13.1. **DESCRIPCION GENERAL DE LA VALVULA DE CONTROL.** Tipos de válvulas. Válvulas de Globo (un asiento, dos asientos, de caja o jaula). Mariposa. Saunders. Bola. Otras. Motores de válvula. De membrana, y de cilindro y émbolo.
- 13.2. **CURVAS CARACTERISTICAS DE LA VALVULA DE CONTROL.** Curvas características de válvulas. Características inherentes de válvulas: dos posiciones, lineal e isoporcentual.
- 13.3. **POSICIONADORES DE VALVULAS.**
- 13.4. **INTRODUCCION AL DIMENSIONADO DE VALVULAS.** Cálculo del tamaño de una válvula de control. Definición de C_v y K_v . Fórmulas de cálculo del CV para líquidos, gases y vapor de agua.

