

## MEDICION DE VARIABLES: Presión, Caudal, Nivel y densidad de líquidos, y Temperatura.

3ª EDICION 2009

Duración: 5 días

M - 39



## 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 la 3ª edición del libro «**MEDICIONES EN LA INDUSTRIA DE PROCESO**», de José Amable González López de casi 600 páginas en tamaño DIN A4 con más de 300 figuras, que se entrega a cada asistente.

En los Cursos de Empresa, la duración puede ser la que decida el Cliente, entre 5 días (mínimo) y 10 días que se consideran suficientes. Si se quiere que dure 5 días hay dos soluciones lógicas:

- a) que el Cliente considere el programa como un menú de temas, entre los que puede seleccionar los que mas le interese para que el profesor les dedique mas tiempo, indicando también aquellos de los que se puede prescindir, o:
- b) que prefiera que se vea el programa entero sin llegar a los muchos detalles contenidos en el libro.

### 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). Incertidumbre en la medición y calidad.  
*Exactitud, precisión y bias. Histéresis, banda muerta, zona muerta, deriva, repetibilidad y reproducibilidad.*
- 2.3. Errores típicos de los instrumentos.
- 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.
- 3.2. Estudio del cuadrilátero articulado que une el elemento de medida con el brazo de pluma o índice de lectura.
- 3.3. Procedimiento de calibrado y ajuste de aparatos, y de tarjetas de entrada y salida de sistemas digitales.
- 3.4. Problemas.

### 4. DETECTORES Y AMPLIFICADORES NEUMATICOS

- 4.1. Sistema detector lengüeta-tobera.
- 4.2. Amplificador neumático.
- 4.3. Relé aspirador.

### 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, elásticos y transductores de presión. Transmisores neumáticos y electrónicos de presión diferencial estáticamente equilibrados, con transducción directa e inteligentes: ajuste, calibrado y puesta en servicio. Circuito básico de transmisión 4-20 mA. Comparación de medidores de presión.*
- 5.4. Consejos prácticos relativos a las tomas de presión.
- 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. Instalación y montaje de elementos primarios de presión diferencial. Elementos primarios tipo cuña y cono en V.*
- 6.3. Medidores de área variable (Rotámetros).
- 6.4. Medidores de caudal basados en el método de impacto.
- 6.5. Medidores electromagnéticos.  
*Construcción. Excitación del medidor con c.a. y c.c. Aspectos prácticos de montaje.*

6.6. Medidores de caudal con salida digital: Turbinas y tipo Vortex.

6.7. Medición de caudal mediante ultrasonidos.

*Medidores de caudal por ultrasonidos de "tiempo de tránsito", "diferencia de frecuencias", y por efecto Doppler.*

6.8. Medición de caudal másico: Coriolis.

6.9. Métodos basados en mediciones puntuales: tubo Pitot y tubo Annubar.

6.10. Regulación autocontenida de caudal.

6.11. Comparación de medidores de caudal.

6.12. Integradores o totalizadores de caudal.

6.13. Interruptores de caudal.

6.14. Medición de caudal en canales abiertos.

*Medición con vertederos y con canales Parshall. Pasos que hay que dar para poder especificar y dimensionar un Parshall para una aplicación concreta.*

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. 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.

*Radar que mide con "paquetes de ondas", (PTOF). Radar que mide con "frecuencia modulada" (FMCW). Antenas. Equipos con sonda guía-ondas.*

7.9. Interruptores de nivel.

7.10. Instalación y montaje de medidores 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.

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, llenos de gas, de tensión de vapor. Compensaciones y comparación de termómetros llenos de fluido. Gama de aplicación de cada uno y exactitud de los mismos.*

8.4. Pares termoeléctricos. Termopares.

*Par Termoeléctrico: uniones fría y caliente. Leyes aplicables a termopares. Cable de compensación. Verificación de termopares. Tipos de termopares. Uso de tablas de temperatura / fem.*

8.5. Sensores de resistencia y termistores (RTDs).

*Tipos disponibles, características, gama de aplicación de los diferentes RTDs, y tabla del Pt 100. Conexión por dos, tres, y cuatro hilos.*

8.6. Montaje de sensores de temperatura: termopares y termorresistencias, y características de las fundas de protección de termopares y termorresistencias.

8.7. Medición de temperatura sin contacto.

*Cuerpo negro. Introducción a las leyes sobre la radiación: ley de Stefan-Boltzmann, ley de desplazamiento de Wien, y ley de radiación de Wien, y ley de la densidad de potencia de radiación de Planck. Cuerpos reales. Poder emisivo. Cuerpos grises y no grises. Pirómetro de dos colores. Termómetros de radiación total. Termómetros de radiación parcial: ópticos y de infrarrojos. Exactitud de estas mediciones.*

8.8. Interruptores de temperatura. Termostatos.

8.9. Varios.

*Velocidad de respuesta de los distintos sistemas. Temperatura superficial. Temperatura promedio y diferencia de temperaturas. Circuitos de tierra, interferencia electromagnética.*

8.10. Problemas.

ANEXOS incluidos en el manual:

ANEXO 1.- TABLAS DE TEMPERATURA / FEM PARA DIFERENTES TIPOS DE TERMOPARES

ANEXO 2.- TABLA DE TEMPERATURA / RESISTENCIA PARA TERMORRESISTENCIA Pt 100

ANEXO 3.- TABLAS DE LONGITUDES DE ONDA  $\lambda$  (m), TEMPERATURA ABSOLUTA T (K),

Y DENSIDAD DE POTENCIA DE RADIACIÓN  $M_\lambda$  (W/m<sup>3</sup>), SEGUN LA LEY DE PLANCK ENTRE 100 K y 20 000 K

ANEXO 4.- SISTEMAS DE UNIDADES. CONVERSION DE UNIDADES DE PRESION, CAUDAL, NIVEL, Y TEMPERATURA. RECORDATORIOS

ANEXO 5.- RESPUESTAS A EJERCICIOS Y PROBLEMAS.

+ INDICE DE FIGURAS, INDICE DE TABLAS E INDICE ANALÍTICO.

