



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
FÍSICA APLICADA A LOS RECURSOS NATURALES

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL

Curso : 4^o
Cuatrimestre : 2^o
Carácter : Optativa

Créditos totales
Teóricos : 2
Prácticos : 2,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 3: 2007-09-20

METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN INDUSTRIAL: PROGRAMA

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1. Fundamentos metroológicos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 *Comprender cómo se aplica el concepto de calidad a la instrumentación*
- 1.2 *Comprender la naturaleza aleatoria de la determinación de la medida*
- 1.3 *Obtener la incertidumbre típica de una medida directa*
- 1.4 *Aplicar la ley de propagación de las varianzas para determinar la incertidumbre típica de una medida indirecta*
- 1.5 *Obtener la expansión de la incertidumbre de la medida para alcanzar una fiabilidad determinada.*

CONTENIDOS

1.1: LA CALIDAD EN LA MEDIDA Y EN LA INSTRUMENTACIÓN.

- Evolución metroológica de la calidad de un proceso industrial
- Calidad en el proceso de medida
- Calidad en la instrumentación

1.2: CONCEPTOS BÁSICOS EN METROLOGÍA.

- La metrología como ciencia
- Terminología. Unidades del SI. Patrones
- La metrología como soporte de la infraestructura de la calidad
- Tipos de metrología: científica, legal y aplicada

1.3: BASES ESTADÍSTICAS DE LA METROLOGÍA.

- Naturaleza estocástica de la medida
- Hipótesis de infinitas medidas. Distribución normal
- Concepto de incertidumbre
- Número limitado de medidas
- Distribución de Student

1.4: INCERTIDUMBRE TÍPICA DE UNA MEDIDA DIRECTA.

- Medida directa
- Evaluación de tipo A
- Evaluación de tipo B
- Distribuciones características. Distribución rectangular. Distribución trapezoidal
- Incertidumbre típica total de una medida directa

1.5: INCERTIDUMBRE DE UNA MEDIDA INDIRECTA.

- Medida indirecta
- Ley de propagación de varianzas
- Coeficientes de sensibilidad. Contribuciones a la incertidumbre total
- Incertidumbre total de la medida indirecta

1.6: INCERTIDUMBRE COMBINADA.

- Magnitudes independientes y magnitudes interdependientes
- Coeficientes de correlación
- Evaluación de la incertidumbre típica con magnitudes interdependientes
- Método alternativo de cálculo de incertidumbres típicas en medidas indirectas

1.7: FIABILIDAD DE LA MEDIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA.

- Nivel de confianza
- Factor de recubrimiento
- Incertidumbre expandida
- Grados de libertad

BLOQUE 2. Fundamentos físicos de la medida

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1 Comprender los principios físicos en que se basan los procesos de medida

2.2 Aplicar los estándares industriales en la instrumentación para la medida de la temperatura

CONTENIDOS

2.1: PRINCIPIOS FÍSICOS DE LOS TRANSDUCTORES ELÉCTRICOS PASIVOS

- Propiedades eléctricas en que se basan los principios de medida
- Transductores resistivos. Resistencias termométricas
- Transductores capacitivos
- Transductores inductivos

2.2: PRINCIPIOS FÍSICOS DE LOS TRANSDUCTORES ELÉCTRICOS ACTIVOS

- Respuesta activa
- Transductores termoeléctricos. Termopares
- Transductores piezoeléctricos
- Transductores magnetostrictivos
- Transductores fotovoltaicos

2.3: PRINCIPIOS FÍSICOS DE LOS TRANSDUCTORES MECÁNICOS

- Propiedades mecánicas características
- Transductores elásticos
- Transductores neumáticos
- Transductores de presión diferencial
- Transductores de turbina

- Discos giratorios

BLOQUE 3. Calibración y verificación de equipos industriales

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 3.1 Comprender la utilidad y necesidad de la calibración de los equipos de medida*
- 3.2 Conocer y aplicar los diferentes métodos de calibración*
- 3.3 Comprender la actividad de verificación como cumplimiento de requisitos normativos en la actividad industrial*

CONTENIDOS:

3.1: CALIBRACIÓN. MÉTODOS

- Trazabilidad a los centros internacionales de referencia. Patrones
- Concepto de calibración
- Métodos de calibración: comparación, sustitución, reproducción
- Normativa y guías internacionales
- Necesidad de intercomparación
- Ejemplos de calibración de equipos

3.2: TÉCNICA OPERATIVA

- Condiciones en la calibración. Magnitudes de influencia
- Procedimientos operativos
- Estabilidad de equipos a calibrar
- Tratamiento matemático de los datos
- Cálculo de la incertidumbre de calibración
- Informes de calibración

3.3: VERIFICACIÓN

- Concepto de verificación
- Requisitos legales
- Requisitos normativos
- Tolerancias

BLOQUE 4. Trabajo práctico de calibración y verificación, aplicado a la Ingeniería de Minas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 4.1 Realizar una calibración real*

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- BALBÁS, M. ; CHICHARRO, J.M. *La medida y su incertidumbre*. Fundación Gómez-Pardo. Madrid, 1996.
- CENTRO ESPAÑOL DE METROLOGÍA. *Guía para la expresión de la incertidumbre de medida. Versión española*. CEM. Madrid, 1998.
- CREUS, A. *Instrumentación industrial*. Marcombo S.A. Barcelona, 2005.
- NICHOLAS, J.V.; WHITE, D.R. *Traceable Temperatures*. John Wiley & Sons. Chichester, 2001.
- PEÑA, D. *Estadística, Modelos y Métodos. 1-Fundamentos*. Alianza Editorial. Madrid, 1995.

COMPLEMENTARIA:

- BARFORD, N.C. *Experimental Measureme: Precision, Error and Truth*. John Wiley & Sons. Chichester, 1987
- BOX, G.E.P., HUNTER, W.G.; HUNTER, J.S. *Estadística para investigadores*. Reverté. Barcelona, 1993.
- JURAN, J.M. y GRYNA, F.M. 1993. *Manual de Control de Calidad*. McGraw-Hill. Méjico, 1993.
- SANCHEZ PÉREZ, A.M.; CARRO VICENTE-PORTELA, J. *Elementos de metrología*. ETSI Industriales, Sección de Publicaciones UPM. Madrid, 1996

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Los alumnos realizarán un trabajo experimental de calibración de instrumentación en grupo reducido, siendo su tamaño función del número de matriculados.

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Los alumnos entregarán periódicamente un ejercicio de tema metrológico, correspondiente a lo impartido hasta el momento, que será evaluado de forma continua. La prueba de evaluación final tendrá dos partes: la primera parte (teórico-práctica) constará de una serie de preguntas de respuesta corta o cerrada, y la segunda (parte práctica) consistirá en la resolución de un problema numérico. La ejecución del trabajo práctico del Bloque 4 se evaluará, independientemente de lo anterior, a partir de los resultados obtenidos en su ejecución.

La calificación final se obtendrá sumando la evaluación de los trabajos periódicos, más la del trabajo del Bloque 4, más el triple de la prueba de evaluación final, dividiendo dicha suma por cinco.