

## 1. Conceptos básicos de métodos de medición

### 1.1 Introducción

### 1.2 Sistema general de medición

### 1.3 Plan de prueba experimental

Variables

Parámetros

Ruido e interferencia

Pruebas aleatorias

Réplica y repetición

Métodos asociados

### 1.4 Calibración

Calibración estática

Calibración dinámica

Sensibilidad estática

Intervalo

Exactitud

Errores de precisión y sesgo

Prueba secuencial

Prueba aleatoria

### 1.5 Estándares

Dimensiones básicas y sus unidades

Unidades derivadas

Jerarquía de estándares

Estándares de prueba

### 1.6 Presentación de datos

Formato de coordenadas rectangulares

Formato de coordenadas semilog

Formato de coordenadas log

### 1.7 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 2. Características estáticas y dinámicas de señales

### 2.1 Introducción

### 2.2 Concepto de señal entrada-salida

Clasificación de formas de onda

Formas de onda de señales

## 2.3 Análisis de señales

Efectos del período de una señal promediada

Componente de  $cd$

## 2.4 Amplitud y frecuencia de la señal

Señales periódicas

Análisis de frecuencia

Serie y coeficientes de Fourier

Coeficientes de Fourier para funciones con periodos arbitrarios

## 2.5 Transformada de Fourier y espectro de frecuencia

Transformada de Fourier discreta

## 2.6 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 3. Comportamiento del sistema de medición

### 3.1 Introducción

### 3.2 Modelo general de un sistema de medición

Mediciones dinámicas

Modelo del sistema de medición

### 3.3 Casos especiales del modelo del sistema de medición

Sistemas de orden cero

Sistemas de primer orden

Sistemas de segundo orden

### 3.4 Funciones de transferencia

### 3.5 Linealidad de fase

### 3.6 Entradas a múltiples funciones

### 3.7 Sistemas acoplados

### 3.8 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 4. Probabilidad y estadística

### 4.1 Introducción

### 4.2 Teoría de mediciones estadísticas

Funciones de densidad de probabilidad

### 4.3 Estadística infinita

#### 4.4 Estadística finita

Desviación estándar de las medias

Estadísticos agrupados

#### 4.5 Distribución chi cuadrada

Intervalo de precisión en una variancia de la muestra

Prueba de la bondad de ajuste

#### 4.6 Análisis de regresión

Análisis de regresión por mínimos cuadrados

#### 4.7 Detección de datos ajenos

#### 4.8 Número de mediciones requeridas

#### 4.9 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

### 5. Análisis de incertidumbre

#### 5.1 Introducción

#### 5.2 Errores de medición

#### 5.3 Análisis de incertidumbre en la etapa de diseño

Combinación de errores elementales: método RSS

Incertidumbre en la etapa de diseño

#### 5.4 Fuentes de error

Errores de calibración

Errores en la adquisición de datos

Errores en la reducción de datos

#### 5.5 Errores de sesgo y precisión

Error de sesgo

Error de precisión

#### 5.6 Análisis de incertidumbre: propagación del error

Propagación de errores

#### 5.7 Análisis de incertidumbre en la etapa avanzada de una sola medición

Incertidumbre de orden cero

Incertidumbre de orden superior

#### 5.8 Análisis de incertidumbre de mediciones múltiples

Propagación de errores elementales

Propagación de la incertidumbre a un resultado

5.9 Resumen  
Referencias  
Nomenclatura  
Problemas

## 6. Mediciones y dispositivos analógicos eléctricos

### 6.1 Introducción

6.2 Dispositivos analógicos: mediciones de corriente  
Corriente directa  
Corriente alterna

6.3 Dispositivos analógicos: mediciones de voltaje  
Medidores analógicos  
Osciloscopio  
Potenciómetro

6.4 Dispositivos analógicos: mediciones de resistencia  
Circuitos de óhmetro  
Circuitos puente

6.5 Errores de carga y acoplamiento de impedancia  
Errores de carga para un circuito divisor de voltaje  
Errores de carga en etapas intermedias

### 6.6 Acondicionamiento de señales analógicas: amplificadores

6.7 Acondicionamiento de señales analógicas: circuitos de propósito especial  
Comparador de voltaje analógico  
Circuito de muestreo y retención  
Amplificador de carga  
Multivibrador y circuitos ffip-flop

6.8 Acondicionamiento de señales analógicas: filtros  
Diseño del filtro Butterworth  
Diseño del filtro Bessel  
Filtros activos

6.9 Tierras, blindaje y alambres de conexión  
Tierra y lazos de tierra  
Blindaje  
Alambres de conexión

6.10 Resumen  
Referencias  
Nomenclatura  
Problemas

## 7. Muestreo, dispositivos digitales y adquisición de datos

### 7.1 Introducción

## 7.2 Conceptos de muestreo

Velocidad de muestreo

Alias de frecuencias

Ambigüedad de amplitud

Selección de la velocidad de muestreo y número de datos

## 7.3 Dispositivos digitales: bits y palabras

## 7.4 Transmisión de números digitales: señales altas y bajas

## 7.5 Mediciones de voltaje

Convertidor digital a analógico

Convertidor analógico a digital

Vóltmetros digitales

## 7.6 Sistemas de adquisición de datos

## 7.7 Componentes del sistema de adquisición de datos

Acondicionamiento de señal: filtrado y amplificación

Multiplexores analógicos

Convertidores A/D

Convertidores D/A

Entrada-salida digital

Unidad de procesamiento central: microprocesador

Memoria

Bus central

Buffers

## 7.8 Comunicación analógica de entrada-salida

Tarjetas de adquisición de datos

Conexiones de terminación sencilla y diferencial

Módulos de acondicionamiento de señales especiales

Disparo en la adquisición de datos

Transferencia de datos

## 7.9 Comunicación digital de entrada-salida

Comunicaciones en serie

Bus en serie universal

Comunicaciones en paralelo

## 7.10 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 8. Medición de temperatura

### 8.1 Introducción

Antecedentes históricos

## 8.2 Estándares y definición de temperatura

Temperaturas de punto fijo e interpolación

Escalas de temperatura y estándares

## 8.3 Termometría basada en expansión térmica

Termómetros de líquido en vidrio

Termómetros bimetalicos

## 8.4 Termometría con resistencia eléctrica

Detectores de temperatura por resistencia

Termistores

## 8.5 Medición de temperatura termoeléctrica

Efecto Seebeck

Efecto Peltier

Efecto Thomson

Leyes fundamentales de los termopares

Medición básica de temperatura con termopares

Estándares de termopares

Medición de voltaje del termopar

Circuitos de termopar con múltiples uniones

Consideraciones en la adquisición de datos

## 8.6 Mediciones de temperatura por radiación

Fundamentos de radiación

Detectores de radiación

Medición de temperatura por radiación

Termómetros de fibra óptica

## 8.7 Errores físicos en la medición de temperatura

Errores de inserción

Errores de recuperación en la medición de temperatura

## 8.8 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 9. Mediciones de presión y velocidad

### 9.1 Introducción

### 9.2 Concepto de presión

### 9.3 Instrumentos de referencia de presión

Medidor MeLeod

Barómetro

Manómetro

Probadores de peso muerto

10.9 Resumen  
Referencias  
Nomenclatura  
Problemas

## 11. Medición de deformación

### 11.1 Introducción

### 11.2 Esfuerzo y deformación

### 11.3 Medidores de deformación por resistencia o galgas extensométricas

Medidores metálicos

Medidores de deformación de semiconductor

### 11.4 Circuitos eléctricos para el medidor de deformación

### 11.5 Consideraciones prácticas para la medición de deformación

Puente con múltiples medidores

Constante del puente

Deformación aparente y compensación de temperatura

Construcción e instalación

Análisis de datos de medidor de deformación

Acondicionamiento de la señal

Incertidumbres en mediciones multicanal

### 11.6 Técnicas ópticas para la medición de deformación

Características básicas de la luz

Medición fotoelástica

### 11.7 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

## 12. Metrología y mediciones de movimiento, fuerza y potencia

### 12.1 Introducción

### 12.2 Mediciones de dimensión: metrología

Perspectiva histórica

Principios de mediciones lineales

Métodos ópticos

### 12.3 Mediciones de desplazamiento

Potenciómetros

Transformador lineal diferencial variable

### 12.4 Medición de masa

### 12.5 Medición de aceleración y vibración

Transductor sísmico

Transductores para mediciones de choque y vibración

12.6 Mediciones de velocidad

Mediciones de velocidad lineal

Velocidad a partir del desplazamiento o de la aceleración

Transductores de bobina móvil

Mediciones de velocidad angular

12.7 Medición de fuerza

Celdas de carga

12.8 Mediciones de par

Mediciones de par en flechas rotatorias

12.9 Mediciones de potencia mecánica

Velocidad rotacional, par y potencia de la flecha

Dinamómetros de bastidor

12.10 Resumen

Referencias

Nomenclatura

Problemas

Apéndice A: Guía para la redacción de reportes técnicos

Apéndice B: Datos de propiedades y factores de conversión

Glosario

Factores de conversión

Índice