

# Sistemas de Medida Regulación y Control

## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN DE PRUEBAS DE LIBRES

Profesor: José Pascual Martínez Peñarroja

### Currículo.

Los contenidos se ajustan a los especificados en el Real Decreto 1581/2011, de 4 noviembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

En el módulo profesional de Sistemas de Medida, Regulación y Control quedan estructurados de la siguiente forma:

1. Reconocimiento de dispositivos de medida y regulación:
  - Relación de aplicaciones industriales con sistemas de medida y regulación.
  - Elementos de un bucle de control. Bucle abierto y bucle cerrado.
  - Transductores y sensores. Clasificación atendiendo al parámetro físico medido. Clasificación atendiendo al principio de funcionamiento.
  - Especificaciones de los sistemas de control. Primer orden, segundo orden y orden superior.
2. Montaje y desarrollo de sistemas de medida y regulación:
  - Estrategias básicas de control: realimentación.
  - Tratamiento y acondicionadores de señales.
  - Manejo de elementos de neumática e hidráulica proporcional.
  - Selección y dimensionado de los componentes de un sistema de medida y regulación.
  - Determinación de la estabilidad de un sistema de control.
  - Selección y determinación de controladores.
  - Diseño en espacio de estados.
3. Estrategias de control para atajar perturbaciones:
  - Técnicas de montaje y puesta en marcha de sistemas de medida y regulación.
  - Técnicas de calibración de sensores y transductores.
  - Sintonización de controladores.
  - Parámetros y programación de elementos de control analógico y digital.
  - Técnicas de regulación ante el envejecimiento del sistema.
4. Verificación del funcionamiento de los sistemas de medida y regulación:
  - Técnicas de verificación.
  - Técnicas de ajuste.

- Técnicas de medida y comprobación eléctrica.
  - Plan de actuación para la puesta en servicio.
  - Protocolo de puesta en marcha particularizado para la secuencia de funcionamiento.
  - Aplicación de la normativa de seguridad a cada caso.
  - Reglamentación vigente. REBT, entre otros.
5. Diagnóstico de averías en los sistemas de medida y regulación:
- Técnicas de mantenimiento.
  - Diagnóstico y localización de averías. Métodos de diagnóstico de averías.
  - Protocolos de pruebas. Plan de actuación ante disfunciones del sistema.
  - Averías típicas en sistemas de medida y regulación. Causas que las producen.
  - Equipos y aparatos de medida. Tipos, aplicaciones y manejo.
  - Informe de incidencias.
6. Prevención de riesgos, seguridad y protección medioambiental:
- Normativa de prevención de riesgos laborales relativa a los sistemas automáticos.
  - Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento.
  - Equipos de protección individual: características y criterios de utilización.
  - Protección colectiva. Medios y equipos de protección.
  - Normativa reguladora en gestión de residuos.

## **Contenidos**

### **1. Principios básicos de Instrumentación industrial**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Sistemas de lazo abierto y lazo cerrado
- 1.3. Elementos básicos de un sistema de lazo cerrado
- 1.4. Realimentación
- 1.5. Definiciones en control
  - 1.5.1. Campo de medida
  - 1.5.2. Alcance
  - 1.5.3. Error
  - 1.5.4. Incertidumbre en la medida
  - 1.5.5. Exactitud
  - 1.5.6. Precisión
  - 1.5.7. Zona muerta
  - 1.5.8. Sensibilidad

- 1.5.9. Repetibilidad
- 1.5.10. Histéresis
- 1.5.11. Otros términos
- 1.6. Clases de instrumentos
  - 1.6.1. En función del instrumento
  - 1.6.2. En función de la variable de proceso
  - 1.6.3. Código de identificación de instrumentos
- 1.7. Ejemplos

## **2. Sistemas de medida**

- 2.1. Introducción
- 2.2. Sensores y transductores
  - 2.2.1. Introducción
  - 2.2.2. Clasificación
  - 2.2.3. Características generales de los sensores
  - 2.2.4. Transductores de posición: conceptos generales
  - 2.2.5. Detectores de proximidad
    - 2.2.5.1. Conceptos generales
    - 2.2.5.2. Detectores inductivos
    - 2.2.5.3. Detectores capacitivos
    - 2.2.5.4. Detectores ópticos
    - 2.2.5.5. Detectores ultrasónicos
    - 2.2.5.6. Criterios de selección
  - 2.2.6. Medidores de posición o distancia
    - 2.2.6.1. Potenciómetros
    - 2.2.6.2. Encoders
    - 2.2.6.3. Sincros y resolvers
    - 2.2.6.4. Inductivos y capacitivos
    - 2.2.6.5. Sensores láser
    - 2.2.6.6. Sensores ultrasónicos
  - 2.2.7. Medidores de pequeños desplazamientos y deformaciones
    - 2.2.7.1. Transformadores diferenciales
    - 2.2.7.2. Galgas extensiométricas
    - 2.2.7.3. Transductores piezoeléctricos
  - 2.2.8. Transductores de velocidad
    - 2.2.8.1. Dínamo tacométrica
    - 2.2.8.2. Generadores de impulsos
  - 2.2.9. Acelerómetros
  - 2.2.10. Transductores de fuerza
  - 2.2.11. Medición de temperatura
    - 2.2.11.1. Termómetro bimetálico
    - 2.2.11.2. Termómetro de bulbo
    - 2.2.11.3. Termómetros de resistencia
    - 2.2.11.4. Termistores
    - 2.2.11.5. Termopares
    - 2.2.11.6. Pirómetros de radiación
      - 2.2.11.6.1. Pirómetros ópticos
      - 2.2.11.6.2. Pirómetros de infrarrojos
      - 2.2.11.6.3. Pirómetros de radiación total
  - 2.2.12. Medidas de presión

- 2.2.12.1. Elementos mecánicos
- 2.2.12.2. Elementos electromecánicos
- 2.2.13. Medidas de caudal
  - 2.2.13.1. Medidores volumétricos
  - 2.2.13.2. Medidores de caudal masa
- 2.2.14. Medición de nivel
  - 2.2.14.1. Medidores de nivel de líquidos
  - 2.2.14.2. Medidores de nivel de sólidos
- 2.2.15. Medición de otras variables físicas
  - 2.2.15.1. Variables físicas: velocidad, densidad, humedad, llama
  - 2.2.15.2. Variables químicas: conductividad, pH, concentración de gases

### **3. Acondicionadores de señal**

- 3.1. Introducción
- 3.2. Puentes de Wheatstone
- 3.3. Amplificación de señal
  - 3.3.1. El amplificador operacional
    - 3.3.1.1. Generalidades
  - 3.3.2. Circuitos básicos con el A.O.
    - 3.3.2.1. Configuración en lazo abierto
    - 3.3.2.2. Configuración con realimentación positiva
    - 3.3.2.3. Configuración con realimentación negativa
    - 3.3.2.4. Configuración inversora
    - 3.3.2.5. Configuración no inversora
    - 3.3.2.6. Seguidor de tensión
    - 3.3.2.7. El amplificador sumador inversor
    - 3.3.2.8. El amplificador sumador no inversor
    - 3.3.2.9. Amplificador sustractor
    - 3.3.2.10. Convertidor corriente tensión
    - 3.3.2.11. Convertidor tensión corriente
    - 3.3.2.12. Integrador
    - 3.3.2.13. Regulador PI
    - 3.3.2.14. Derivador
    - 3.3.2.15. Regulador PD
    - 3.3.2.16. Regulador PID
    - 3.3.2.17. Resolución de ecuaciones diferenciales con A.O.
  - 3.3.3. Circuitos no lineales con el A.O.
    - 3.3.3.1. El amplificador logarítmico.
    - 3.3.3.2. Amplificador exponencial
    - 3.3.3.3. Amplificador multiplicador
    - 3.3.3.4. Rectificador de precisión
    - 3.3.3.5. Comparadores
    - 3.3.3.6. Comparador Schmitt
  - 3.3.4. Filtrado
  - 3.3.5. Modulación
  - 3.3.6. Elementos finales electrónicos
  - 3.3.7. Otros elementos finales de control
- 3.4. Calibración de los instrumentos
  - 3.4.1. Introducción
  - 3.4.2. Procedimiento general de calibración
  - 3.4.3. Calibración de instrumentos de presión, nivel y caudal
  - 3.4.4. Calibración de instrumentos de temperatura

3.4.5. Aparatos electrónicos de comprobación

## **4. Sistemas continuos de control**

### 4.1. Introducción al control automático

4.1.1. El control automático

4.1.2. Conceptos básicos

4.1.3. Clasificación de los sistemas de control

4.1.4. Estructura general de un servosistema

### 4.2. Representación de los sistemas de control

4.2.1. Introducción

4.2.2. Representación matemática

4.2.3. Representación gráfica

4.2.3.1. Diagrama de bloques

4.2.3.2. Conexión de los bloques

4.2.3.3. Forma típica del esquema de bloques

4.2.4. Ejemplos físicos de aplicación

### 4.3. Función de transferencia

4.3.1. Sistemas mecánicos

4.3.2. Sistemas eléctricos

4.3.3. Sistemas hidráulicos

### 4.4. Análisis de los sistemas de control

4.4.1. Señales de entrada normalizadas

4.4.2. Sistemas lineales de primer orden

4.4.3. Sistemas lineales de segundo orden

4.4.4. Especificaciones de la respuesta transitoria

### 4.5. Análisis frecuencial

4.5.1. Fundamento y tipos

4.5.2. Diagrama de Nyquist

4.5.3. Diagrama de Bode

### 4.6. Software de simulación de sistemas de control

4.6.1. Introducción a Matlab

4.6.2. Introducción a Simulink

## **5. Regulación automática. Reguladores industriales**

### 5.1. Introducción

5.1.1. Características de los sistemas realimentados

5.1.2. Error estacionario

5.1.3. Estabilidad

5.1.4. Esquema básico de control

5.1.5. Finalidad del regulador

- 5.2. Regulador con control todo/nada
- 5.3. Regulador con control proporcional (P)
- 5.4. Regulador con control integral (I)
- 5.5. Regulador con control derivativo (D)
- 5.6. Regulador con control proporcional + integral (PI)
- 5.7. Regulador con control proporcional + derivativo (PD)
- 5.8. Regulador con control proporcional + integral + derivativo (PID)
- 6. Normativa de prevención de riesgos laborales relativa a los sistemas automáticos.**
  - 6.1. Prevención de riesgos laborales en los procesos de montaje y mantenimiento.
  - 6.2. Equipos de protección individual: características y criterios de utilización.
  - 6.3. Protección colectiva. Medios y equipos de protección.
  - 6.4. Normativa reguladora en gestión de residuos.

## **Objetivos mínimos**

- Ser capaz de analizar los sistemas de control, especificar sus características y describir sus elementos de forma adecuada.
- Reconocer las clases de los instrumentos y su codificación.
- Describir y reconocer los elementos que forman parte de un sistema de control, determinando el funcionamiento de cada componente.
- Determinar los tipos de sensores y transductores en función de la magnitud a medir, siendo capaz de realizar el conexionado y verificación de su funcionamiento siguiendo las especificaciones del fabricante.
- Determinar el funcionamiento de los sistemas dinámicos en lazo abierto, con realimentación positiva y realimentación negativa.
- Reconocer y calcular circuitos de aplicación de sistemas de control y particularmente los acondicionadores de señal.
- Describir el procedimiento de calibración de los instrumentos para la recogida del valor de diferentes magnitudes físicas.
- Describir los bloques y funcionamiento de los sistemas continuos de control.
- Obtener la función de transferencia de sistemas de control, su respuesta ante señales normalizadas y su análisis frecuencial.
- Utilizar de forma eficaz, para determinar el funcionamiento de sistemas de control, del software CCProgramm.
- Conocer las características de los sistemas de regulación automática y sus principales características.
- Explicar el funcionamiento de los distintos reguladores industriales, explicando los métodos de ajuste de sus parámetros, tanto a nivel teórico, como a nivel práctico.

- Determinar los riesgos laborales que se pueden encontrar en la utilización de los sistemas de medida y regulación y los medios y equipos de protección utilizados.
- Conocer la normativa de prevención de riesgos laborales.

### **Criterios de calificación**

- El examen podrá constar de preguntas de tipo test, de respuestas múltiples, con una o varias respuestas seleccionables, de preguntas de tipo teórico de desarrollo y de preguntas de tipo práctico de resolución de problemas.
- Las preguntas de tipo test puntúan positivamente si la opción u opciones seleccionada o seleccionadas, es o son la correcta o correctas. En caso contrario tendrán la valoración del -30% de la puntuación de la pregunta.
- En las cuestiones de desarrollo teórico se valorará la veracidad, exactitud y principales puntos clave, con respecto a los contenidos propios del currículo.
- Las cuestiones de tipo práctico se ajustarán a lo establecido en el currículo y a los manuales de PLC's de los siguientes sistemas de Omron: CPM2A-MAD01, CQM1H-MAD42 y CJ1W-MAD42.
- Podrá proponerse en estos últimos sistemas, cuestiones prácticas de resolución práctica, sobre alguno o algunos de los sistemas.
- La baremación de cada cuestión vendrá determinada en el propio examen.