



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2013/14

15299 - REGULACIÓN AUTOMÁTICA

**ASIGNATURA:** 15299 - REGULACIÓN AUTOMÁTICA

**CENTRO:** Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

**TITULACIÓN:** Ingeniero Industrial

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Ingeniería De Sistemas Y Automática

**PLAN:** 10 - Año 2000**ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Quinto curso **IMPARTIDA:** Primer semestre **TIPO:** Troncal

**CRÉDITOS:** 6

**TEÓRICOS:** 3

**PRÁCTICOS:** 3

### Información ECTS

Créditos ECTS:4,5

Horas de trabajo del alumno:135

Horas presenciales:60

- Horas teóricas (HT):30
- Horas prácticas (HP):30
- Horas de clases tutorizadas (HCT):0
- Horas de evaluación:0
- otras:

Horas no presenciales:75

- trabajos tutorizados (HTT):7,5
- actividad independiente (HAI):67,5

Idioma en que se imparte:Español

### Descriptores B.O.E.

Principios y Técnicas de Control de Sistemas y Procesos.

### Temario

TEMA 1: Fundamentos de la teoría de sistemas. (0,5 h)

Introducción.

Planta. Variable de control. Variable de salida. Perturbación.

Sistemas en bucle abierto. Sistemas en bucle cerrado. Realimentación. Consigna.

Regulador.

Clasificación de sistemas: Continuos, discretos, lineales, no lineales.

TEMA 2: Transformada de Laplace. (1 h)

Concepto de transformación. Transformada de Fourier.

Transformada de Laplace. Definición. Propiedades. Transformada inversa

Transformada de Laplace de funciones típicas.

TEMA 3: Introducción al modelado. (1 h)

Ecuaciones dinámicas del proceso. Normalización.

Linealización de modelos. Sistemas de primer orden.

Sistemas segundo orden. Retardo.

TEMA 4: Descripción externa de un sistema. (1 h)

Función de transferencia. Diagrama de bloques. Reducción de sistemas.  
Ecuación característica. Diagrama Cero-Polar. Plano S.

TEMA 5: Representación de sistemas de regulación. (1 h)

Sistemas en bucle cerrado.  
Diagramas de flujo de señal.  
Formula general de Mason.

TEMA 6: Función de transferencia de algunos elementos y sistemas físicos. (1 h)

Sistemas eléctricos. Sistemas mecánicos: rotación y traslación.  
Sistemas electromecánicos. Sistemas térmicos. Sistemas de nivel de líquidos.  
Sistemas de presión.

TEMA 7: Análisis en el dominio del tiempo. (1 h)

Respuesta estacionaria y transitoria. Señales de entrada normalizada.  
Sistemas de primer orden. Función de transferencia normalizada.  
Respuesta temporal. Cero adicional.

TEMA 8: Sistemas de segundo orden. (1 h)

Sistemas de segundo orden. Función de transferencia normalizada.  
Respuesta a un escalón. Caracterización de la respuesta transitoria.

TEMA 9: Sistemas de segundo orden con ceros y polos adicionales. (0,5 h)

Sistemas de segundo orden con cero adicional.  
Sistemas con retardo.  
Acciones básicas de control.

TEMA 10: Sistemas de orden superior. (1 h)

Sistemas de orden superior.  
Estabilidad. Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz.

TEMA 11: Errores en régimen permanente. (1 h)

Sistema realimentado.  
Errores en régimen permanente. Señales de entrada normalizada.  
Tipo de un sistema. Coeficientes estáticos de error.  
Sistemas con realimentación no unitaria.

TEMA 12: Sensibilidad e introducción a la optimización. (0,5 h)

Sensibilidad y rechazo a perturbaciones.  
Índices de comportamiento. Condición óptima y diseño.

TEMA 13: Conceptos y reglas de trazado del Lugar de las Raíces. (1,5 h)

Exposición y deducción de las reglas de trazado.

TEMA 14: Análisis en el Lugar de las Raíces. (2 h)

Análisis de sistemas realimentados utilizando el Lugar de las Raíces.  
Estabilidad absoluta y relativa.  
Adición de Polos y Ceros. Trazado en sistemas con retardo.  
Efectos de las variaciones de otros parámetros: Contorno de las raíces.

TEMA 15: Representación gráfica y respuesta en frecuencia. (1 h)

Respuesta de un sistema lineal frente a una entrada senoidal.  
Representación gráfica.  
Diagrama de Bode.  
Diagrama Polar.  
Diagrama de Black.  
Diagrama Polar para sistemas con retardo.  
Relación entre el diagrama Bode y el diagrama Polar.

TEMA 16: Estabilidad en el plano Nyquist. (0,5 h)

Teorema de la transformación.  
Criterio de estabilidad de Nyquist.  
Criterios de estabilidad de Nyquist los sistemas con retardo.

TEMA 17: Estabilidad relativa. (1 h)

Trayectoria de Nyquist modificada.  
Margen de ganancia y fase.  
Ancho de banda y frecuencia de corte.

TEMA 18: Criterio de estabilidad de Black y Nichols (1 h)

Respuesta en frecuencia de sistemas con realimentación unitaria.  
Lugares de Magnitud constante.  
Lugares de fase constante.  
Diagrama Nichols.

TEMA 19: Diseño basado en el Lugar de las Raíces. (1 h)

Especificaciones en el Lugar de las Raíces.  
Controlador proporcional.  
Controlador por Avance de fase.  
Controlador por Retraso de fase.  
Controladores (PD,PI,PID).  
Controladores por Avance-Retraso de fase.  
Dificultades en el diseño del Lugar de las Raíces.

TEMA 20: Diseño basado en el dominio de la frecuencia.(1 h)

Especificaciones en el dominio de la frecuencia.  
Controlador proporcional.  
Controlador por Avance de fase.  
Controlador por Retraso de fase.  
Controladores por Avance-Retraso de fase.  
Controladores (PD,PI,PID).  
Dificultades en el diseño en el dominio de la frecuencia.

TEMA 21: Otros métodos de diseño. (1 h)

Métodos de Ziegler-Nichols.  
Métodos analíticos: Truxal, algebraico.

TEMA 22: El computador como elemento de control.(1 h)

Señales muestreadas. Configuración de control por computador.  
Bucle elemental de control por computador.

TEMA 23: Sistemas discretos. (1 h)

Estabilidad de sistemas discretos.

Muestreo ideal de sistemas continuos. Secuencias.  
Transformada de Laplace de una secuencia.  
Cuantificación y errores debido a la precisión del computador.

TEMA 24: Transformada z. (1 h)

Definición de la Transformada z.  
Propiedades. Teoremas y transformadas comunes.  
Transformada inversa.

TEMA 25: Muestreo y reconstrucción de señales. (1 h)

Teorema del muestreo.  
Modelado de sistemas en tiempo discreto.  
Función de transferencia discreta.  
Diagrama de bloques.  
Reconstrucción de una señal. Bloqueador de orden cero.  
Discretización de sistemas continuos.  
Transformación del Plano S al Plano Z.

TEMA 26: Estabilidad de sistemas discretos y muestreados. (1 h)

Estabilidad y polos de la función de transferencia discreta.  
Estabilidad mediante transformación bilineal y criterio de Routh.  
Estudio de la estabilidad mediante el método de Jury.

TEMA 27: Análisis dinámico (1 h)

Sistemas de primer orden y segundo orden.  
Lugares geométricos en el Plano Z.  
Polos y ceros adicionales.

TEMA 28: Sistemas realimentados (1 h)

Análisis en régimen permanente.  
Errores en régimen permanente. Tipo de un sistema y constantes de error.  
Técnicas del lugar de las raíces.

TEMA 29: Análisis en el dominio de la frecuencia (1 h)

Respuesta en frecuencia de sistemas discretos.  
Análisis de la estabilidad en el dominio de la frecuencia.

TEMA 30: Discretización de reguladores continuos. (1 h)

Especificaciones. Selección del período de muestreo en control digital.  
Aproximaciones discretas de sistemas continuos. Aproximación del regulador PID.  
Transformación Bilineal. Equivalencia bloqueador muestreados.  
Mapeado de polos ceros. Comparación de los métodos.

TEMA 31: Técnicas clásicas de diseño de reguladores (0.5 h) discretos.

Método del Lugar de las Raíces. Cálculo de los parámetros con el Lugar de las raíces.  
Métodos frecuenciales de diseño.

## Requisitos Previos

Calculo matemático, Dinámica de sistemas Control industrial, Física Mecánica y Electrotecnia.

## Objetivos

Los objetivos principales se pueden enumerar en los siguientes:

- a) Capacitar al alumno para el análisis estático y dinámico de los sistemas continuos y discretos. El estudio incide más en el dominio del tiempo por ser el más intuitivo y utilizado.
- b) Introducir al alumno en los conceptos básicos del diseño de reguladores en los sistemas continuos y discretos.
- c) Presentar las posibilidades y el manejo de software para simulación, análisis y diseño de sistemas de control.
- d) Introducir al alumno a las técnicas clásicas de análisis de sistemas de control no lineal.

## Metodología

Las clases teóricas se realizarán en aulas utilizándose los medios audiovisuales existentes. Las prácticas se realizarán agrupándose los alumnos en grupos de dos individuos como máximo.

## Criterios de Evaluación

70% mediante examen  
30% trabajo individual.

## Descripción de las Prácticas

El laboratorio para la realización de las prácticas es el Laboratorio de Ingeniería de Sistemas y Automática.

PRÁCTICA 1: Introducción al Matlab-Simulink. (3 horas)

PRÁCTICA 2: Software para el análisis de sistemas de control continuo. (4 horas)

PRÁCTICA 3: Control analógico mediante software de simulación. (3 horas)

PRÁCTICA 4: Software para el análisis de sistemas discretos de control. (3 horas)

PRÁCTICA 5: Control de velocidad de un sistema de motor-cc. (4 horas)

PRÁCTICA 6: Control de posición de un sistema de motor-cc. (3 horas)

PRÁCTICA 7: Software para el diseño de sistemas discretos de control I. (4 horas)

PRÁCTICA 8: Software para el diseño de sistemas discretos de control II. (4 horas)

PRÁCTICA 9: Software para el análisis de sistemas no lineales. (2 horas)

## Bibliografía

---

### [1 Básico] Regulación automática I

*E. Andrés Puente.*

*Universidad Politécnica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,, Madrid : (1980)*

*8474840104 t. 1 -- 8474840120 t. 2 -- 8474840090 o.c.*

---

### [2 Básico] Regulación automática I

*E. Andrés Puente.*

*Universidad Politécnica de Madrid,, Madrid : (1979)*

*8474840104V1\**

---

**[3 Básico] Control system design /**

*Graham C. Goodwin, Stefan F. Graebe, Mario E. Salgado.*

*Prentice Hall,, Upper Saddle River, NJ : (2001)*

0139586539

---

**[4 Básico] Apuntes de clase regulación automática /**

*Ignacio de la Nuéz Pestana... [et al.].*

*Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales,, Las Palmas de Gran Canaria : (2006)*

8485650077

---

**[5 Básico] Prácticas de regulación automática /**

*José Juan Quintana Hernández, Ignacio de la Nuez Pestana, Fidel García del Pino, Rodolfo Martín Hernández.*

*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Reprografía,, [Las Palmas de Gran Canaria : (2005)*

8489528977

---

**[6 Recomendado] Discrete-time control systems /**

*Katsuhiko Ogata.*

*Prentice-Hall,, Englewood Cliffs, N. J : (1995) - (2ª ed.)*

0130342815

---

**[7 Recomendado] Ingeniería de control moderna /**

*Katsuhiko Ogata ; traducción, Sebastián*

*Dormido Canto, Raquel Dormido Canto ; revisión técnica, Sebastián Dormido Bencomo ; revisión técnica para Latinoamérica, Amadeo Mariani ... [et al.].*

*Pearson Educación,, Madrid : (2010) - (5ª ed.)*

9788483226605

---

**[8 Recomendado] Ingeniería de control /**

*W. Bolton.*

*Alfaomega :, México : (2001) - (2ª ed.)*

8426713165

---

## Organización Docente de la Asignatura

| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                                                                                        |
| TEMA 1: Fundamentos de la teoría de sistemas. (0,5 h)___TEMA 2: Transformada de Laplace (1h)___TEMA 3: Introducción al modelado. (1 h)___TEMA 4: Descripción externa de un sistema. (1 h)___TEMA 5: Representación de sistemas de regulación. (1 h)TEMA 6: Función de transferencia de algunos elementos y sistemas físicos. (1 h)___TEMA 7: Análisis en el dominio del tiempo. (1 h)___TEMA 8: Sistemas de segundo orden. (1 h)___TEMA 9: Sistemas de segundo orden con ceros y polos adicionales. (0,5 h)___TEMA 10: Sistemas de orden superior. (1 h)___TEMA 11: Errores en régimen permanente. (1 h)___TEMA 12: Sensibilidad e introducción a la optimización. (0,5 h)___TEMA 13: Conceptos y reglas de trazado del Lugar de las Raíces. (1,5 h)___TEMA 14: Análisis en el Lugar de las Raíces. (2 h)___TEMA 15: Representación gráfica y respuesta en frecuencia. (1 h)___TEMA 16: Estabilidad en el plano Nyquist. (0,5 h)___TEMA 17: Estabilidad relativa. (1 h)___TEMA 18: Criterio de estabilidad de Black y Nichols (1 h)___ | 18,5  | 0  | 0   |     | 30  | Capacitar al alumno para el análisis estático y dinámico de los sistemas continuos y___discretos. El estudio incide más en el dominio del tiempo por ser el más intuitivo y utilizado. |

| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                   |
| TEMA 19: Diseño basado en el Lugar de las Raíces. (1 h)____TEMA 20: Diseño basado en el dominio de la frecuencia.(1 h)____TEMA 21: Otros métodos de diseño. (1 h)____                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3     | 0  | 0   |     | 2,5 | Introducir al alumno en los conceptos básicos del diseño de reguladores en los sistemas____continuos y discretos. |
| TEMA 23: Sistemas discretos. (1 h)____TEMA 24: Transformada z. (1 h)____TEMA 25: Muestreo y reconstrucción de señales. (1 h)____TEMA 26: Estabilidad de sistemas discretos y muestreados. (1 h)____TEMA 27: Análisis dinámico (1 h)____TEMA 28: Sistemas realimentados (1 h)____TEMA 29: Análisis en el dominio de la frecuencia (1 h)____TEMA 30: Discretización de reguladores continuos. (1 h)____TEMA 31: Técnicas clásicas de diseño de reguladores (0.5 h) | 8,5   | 0  | 0   |     | 5   | Introducir al alumno a las técnicas clásicas de análisis de sistemas de control no lineal.                        |

| Contenidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Horas |    |     |     |     | Competencias y Objetivos                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | HT    | HP | HCT | HTT | HAI |                                                                                                                |
| PRÁCTICA 1: Introducción al Matlab-Simulink. (3 horas) __PRÁCTICA 2: Software para el análisis de sistemas de control continuo. (4 horas) __PRÁCTICA 3: Control analógico mediante software de simulación. (3 horas) __PRÁCTICA 4: Software para el análisis de sistemas discretos de control. (3 horas) __PRÁCTICA 5: Control de velocidad de un sistema de motor-cc. (4 horas) __PRÁCTICA 6: Control de posición de un sistema de motor-cc. (3 horas) __PRÁCTICA 7: Software para el diseño de sistemas discretos de control I. (4 horas) __PRÁCTICA 8: Software para el diseño de sistemas discretos de control II. (4 horas) __PRÁCTICA 9: Software para el análisis de sistemas no lineales. (2 horas) | 0     | 30 | 0   | 7,5 | 30  | Presentar las posibilidades y el manejo de software para simulación, análisis y diseño de sistemas de control. |

## Equipo Docente

**IGNACIO AGUSTÍN DE LA NUEZ PESTANA**

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451266 **Correo Electrónico:** ignacio.nuez@ulpgc.es

**WEB Personal:** <http://www.diea.ulpgc.es/users/nuez/index.html>

**JOSÉ JUAN QUINTANA HERNÁNDEZ**

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928452860 **Correo Electrónico:** josejuan.quintana@ulpgc.es