

# CONTROL DIGITAL Y PREDICTIVO



**Nombre de la materia:** CONTROL DIGITAL Y PREDICTIVO

**Clave Facultad:**

**Clave U.A.S.L.P.:**

**Clave CACEI:**

**Nivel del Plan de Estudios:** 2do semestre

**No. de créditos:** 10

**Horas/Clase/Semana:**

**Horas totales/Semestre:** 80

**Horas/Práctica (y/o Laboratorio):**

**Prácticas complementarias:**

**Trabajo extra clase Horas/Semana:**

**Carrera/Tipo de materia:** Básica

**No. de créditos aprobados:**

**Fecha última de Revisión Curricular:** 16/04/2014

**Materia y clave de la materia requisito:** Ninguna

## JUSTIFICACIÓN DEL CURSO

Los avances tecnológicos han venido desarrollando sistemas digitales de propósitos generales que actualmente se emplean para el control de motores eléctricos, robótica, sistemas electrónicos de potencia, monitoreo de sistemas eléctricos de potencia, manejo y despacho de energía, entre otras aplicaciones. Más aún,

en la actualidad se puede decir que toda la teoría de control es implementada digitalmente. Por estas razones, se propone el curso de control digital y predictivo, el cual tiene como propósito brindar los conocimientos necesarios al estudiante para diseñar esquemas de control digital.

## OBJETIVO DEL CURSO

Introducir al alumno las técnicas de control digital. Se presenta la formulación matemática necesaria para diseñar controles digitales y se describen las técnicas de aplicación de Sistemas de Control Automático.

Adicionalmente, aprovechando la formulación de sistemas discretos, se presentan las metodologías básicas del control predictivo.

## CONTENIDO TEMÁTICO

### 1. Introducción

**4 Hrs**

Objetivo: Estudiar las principales características de sistemas de control digital, y la importancia del muestreo.

- 1.1. Sistemas Lineales en Tiempo Continuo, en Tiempo Discreto y Muestreados
- 1.2. Descripción Externa de Sistemas Discretos
- 1.3. Discretización de Controladores Analógicos
- 1.4. El Teorema de Muestreo
- 1.5. Elección del Control Digital Mediante Métodos Clásicos

### 2. Descripción Interna

**14 Hrs**

Objetivo: Estudiar las descripciones fundamentales de sistemas discretos.

- 2.1. Descripción Interna de Sistemas Discretos.
- 2.2. Descripción Interna de Sistemas Continuos Muestreados.
- 2.3. Solución de la Ecuación de Estado.

- 2.4. Determinación de la Descripción Externa a partir de la Interna.
- 2.5. Determinación de la Descripción Interna a partir de la Externa.
- 2.6. Formas Canónicas.
- 2.7. Interconexión de Sistemas (Paralelo, Serie y Retroalimentación).

### 3. Estabilidad

**10 Hrs**

Objetivo: Estudiar los criterios de estabilidad para sistemas discretos.

- 3.1. Plano de Fases de Sistemas Muestreados
- 3.2. Estabilidad en el Sentido de Lyapunov
- 3.3. Criterio de Lyapunov
- 3.4. Criterio de Inestabilidad de Chetaev
- 3.5. Criterios para Sistemas Lineales

### 4. Controlabilidad y Observabilidad

**16 Hrs**

Objetivo: Que el alumno sea capaz de analizar las propiedades cualitativas de los sistemas lineales discretos.

- 4.1. Conceptos de Controlabilidad y Observabilidad en Sistemas de Tiempo Discreto.
  - 4.1.1. Controlabilidad.
  - 4.1.2. Observabilidad.
- 4.2. Criterios de Controlabilidad.
- 4.3. Criterios de Observabilidad.
- 4.4. Descomposición del Espacio de Estados.
- 4.5. Realización Mínima.
- 4.6. Efectos de la Discretización en la Controlabilidad/Observabilidad

#### 5. Control por Retroalimentación de Estados 16 Hrs

Objetivo: Desarrollar, los resultados fundamentales para que el alumno diseñe controladores por retroalimentación de estados y observadores para sistemas discretos.

- 5.1. Control por Retroalimentación de Estados.
- 5.2. Asignación de Polos.
- 5.3. Control en Tiempo Finito.
- 5.4. Observadores en Lazo Abierto.
- 5.5. Observadores en Lazo Cerrado.
- 5.6. Observadores de Tiempo Finito.
- 5.7. Control con Observadores.
- 5.8. Regulación y Seguimiento de Trayectorias.
- 5.9. Eliminación de Errores en Estado Estacionario.

#### 6. Control Óptimo Digital 12 Hrs

Objetivo: Desarrollar, los resultados fundamentales para que el alumno diseñe un controlador óptimo para sistemas discretos.

- 6.1. Principio de Optimalidad
- 6.2. Programación Dinámica
- 6.3. El Regulador Lineal Óptimo Cuadrático
- 6.4. Horizonte Finito
- 6.5. Estabilidad
- 6.6. Elección de Matrices de Ponderación
- 6.7. Optimización Multi-Objetivo

#### 7. Introducción al Control Predictivo Basado en Modelo 8 Hrs

Objetivo: Introducir los elementos fundamentales del control predictivo para sistemas discretos SISO.

- 7.1. Elementos del MPC
- 7.2. Modelos de Predicción
- 7.3. Función Objetivo
- 7.4. Esquemas Clásicos del Control Predictivo. Caso SISO
  - 7.4.1. Dynamic Matrix Control (DMC)
  - 7.4.2. Model Algorithmic Control (MAC)
  - 7.4.3. Control Predictivo Funcional
  - 7.4.4. Control Predictivo Generalizado

### METODOLOGÍA

Análisis y desarrollo de conceptos teóricos impartidos por el profesor y discusión de casos de manera individual, en equipos y grupal. Los alumnos desarrollarán un proyecto de investigación que

complemente su estudio, sea en forma individual o en equipo. Se recurrirá a la consulta de publicaciones técnicas periódicas impresas y electrónicas.

### EVALUACIÓN

Tres exámenes parciales:	70%	Proyecto final:	25%
Tareas:	5%		

### BIBLIOGRAFÍA

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Chi-Tsong Chen, Linear System Theory and Design, 3rd Edition, Oxford University Press, 1999.
- [2] João P. Haspanha, Linear Systems Theory, Princeton University Press, 2009.
- [3] E.F. Camacho & C. Bordons Alba, Model Predictive Control, Springer; 2nd edition, 2007
- [4] Karl Johan Astrom & Bjorn Wittenmark, Computer-Controlled Systems: Theory and Design, 3rd edition, Prentice Hall, 1996.
- [5] Gene F. Franklin, J. David Powell & Michael L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, 3rd Edition, Addison-Wesley, 1997
- [6] C.H. Houpis & G.B. Lamont, Digital Control Systems: Theory Hardware and Software, McGraw-Hill, 1992.
- [7] M.S. Santina, A.R. Stubberud & G.H. Hostetter, Digital Control System Design, Saunders College Publishing, 1994.
- [8] Artículos Científicos (IEEE Transactions on Power Electronics, IEEE Transactions on Industrial Electronics).