

PROGRAMA DE CONTROL AUTOMATICO I

Carrera: *Ingeniería en Automatización y Control Industrial.*

Asignatura: *Control Automático I.*

Núcleo al que pertenece: *Núcleo Superior Básico* ¹

Profesoras/les: *Diego Palmieri – Virginia Mazzone*

Asignaturas previas necesarias para favorecer el aprendizaje: *Señales y Sistemas*

Objetivos:

Brindar una introducción a los principios, conceptos y técnicas fundamentales necesarios para el análisis y diseño práctico de sistemas de control por realimentación.

Se enfatiza el tratamiento de sistemas lineales de una entrada y una salida, para los que se presentan las herramientas clásicas de análisis (e.g., lugar de las raíces, diagrama de Nyquist, diagramas de Bode), y métodos de diseño de controladores clásicos (PI, PID), y modernos (ubicación de polos, control con dos grados de libertad). Una vez aprobada la asignatura, quienes cursen esta asignatura deberán ser capaces de

1. Analizar y diseñar sistemas lineales de control para plantas de una entrada y una salida.
2. Usar software moderno de análisis y diseño en la resolución de problemas de diseño de control.

Contenidos mínimos:

Conceptos básicos de la teoría de control. Análisis en el dominio del tiempo. Análisis en el dominio de la frecuencia. Consideraciones generales para el diseño de los sistemas de regulación. Análisis de sistemas realimentados. Controladores PID.

¹ En el plan vigente *Plan vigente, RCS N°455-15. Para el Plan RCS N° 183-03 pertenece al Núcleo Básico del Ciclo Superior*

Diseño básico y avanzado de controladores SISO. Técnicas de compensación para sistemas con retardo. Sensibilidad y robustez. Limitaciones de desempeño. Control con modelo interno. Compensación de saturación.

Carga horaria semanal: 6 horas

Programa analítico:

1. Introducción
 - Motivación a Ingeniería en Control
 - Reseña histórica de la Teoría de Control
 - Tipos de diseños de sistemas de control
 - Integración de sistemas
 - Principios de realimentación
2. El objetivo del control
 - Un ejemplo industrial
 - Definición del problema de control
 - Solución del problema de control vía inversión
 - Realimentación con ganancia elevada e inversión
 - De lazo abierto a lazo cerrado
 - Compromisos en la elección de la ganancia de realimentación
 - Mediciones
3. Modelos matemáticos en control
 - Modelos en control
 - Modelos en espacios de estados
 - Liberalización
 - Escalamiento
 - Tipos de modelos
 - Ejemplos de modelos
4. Señales y Sistemas de Tiempo Continuo
 - Transformada de Laplace
 - Función de transferencia
 - Modelo del retardo temporal

- Estabilidad de funciones de transferencia
 - Diagrama de bloques
 - Respuesta al impulso y al escalón
 - Polos, ceros y respuesta temporal
 - Respuesta en frecuencia
5. Modelos para sistemas muestreados
- Muestreo
 - Reconstrucción de la señal
 - Modelos Lineales a Tiempo Discreto (LTD)
 - Operador desplazamiento
 - Transformada Z
 - Función de transferencia discreta
 - Estabilidad de sistemas discreta
 - Modelos discretos de sistemas continuos muestreados
6. Análisis de sistemas realimentados
- Estructuras de realimentación
 - Funciones de sensibilidad
 - Estabilidad a lazo cerrado en base al polinomio característico
 - Estabilidad y análisis polinomial
 - Lugar de las raíces
 - Estabilidad y respuesta en frecuencia
 - Estabilidad relativa: márgenes de estabilidad
 - Robustez
7. Control PID clásico
- Estructura PID
 - Ajuste empírico
 - Método de oscilación de Ziegler-Nichols
 - Métodos basados en la respuesta al escalón
 - Compensadores en atraso-adelanto
8. Diseño básico de controladores SISO
- Enfoque polinomial
 - Ajuste de PI y PID mediante asignación de polos

- El predictor de Smith
9. Limitaciones fundamentales en control SISO
- Sensores
 - Actuadores
 - Perturbaciones
 - Limitaciones debidas a errores en modelado
 - Limitaciones estructurales: retardos, polos inestables y ceros de fase no mínima
 - Compromisos de diseño en la respuesta al escalón
10. Consideraciones estructurales en control SISO
- Modelos de perturbaciones y referencias determinísticas
 - Principio del modelo interno para perturbaciones
 - Principio del modelo interno para seguimiento de referencias
 - Control en avance
 - Aplicación industrial de control en avance
 - Control en cascada
11. Manejo de restricciones
- Efecto *wind-up*
 - Compensación *anti-wind-up*
12. Introducción a Control Digital
- Funciones de sensibilidad discretas
 - Ceros de sistemas muestreados
 - ¿Es necesaria una teoría de control digital específica?
 - Aproximación de controladores continuos
 - Diseño de control discreto
 - Principio de modelo interno para control digital
 - Limitaciones fundamentales de diseño

Bibliografía obligatoria:

- G.C. Goodwin, S.F. Graebe, and M.E. Salgado. *Control System Design*. Prentice Hall, 2001.

- J.J. Distefano, A.R. Stubberud, and I.J. Williams. *Retroalimentación y sistemas de control*. McGraw-Hill, 2 edition, 1993.
- G.F. Franklin, J.D. Powell, and A. Emami-Naeini. *Control de sistemas dinámicos con realimentación*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
- B.C. Kuo. *Sistemas de control automático*. Prentice Hall Hispanoamericana, 7 edition, 1996. K. Ogata. *Ingeniería de Control Moderna*. Prentice Hall Internacional, 1980. Aníbal Zanini *Teoría de Control para Procesos Industriales*. AADECA, 2007.

Organización de las clases:

Las clases son teórico-prácticas. Se desarrollan temas teóricos, proponiendo ejemplos con el objetivo de familiarizar a los y las estudiantes con la problemática. Se resuelven problemas en forma escrita y mediante la utilización de software adecuado.

Modalidad de evaluación:

El aprendizaje de los contenidos de la asignatura se evalúa por medio de dos exámenes parciales domiciliarios con defensa oral. En ellos se proponen a cada estudiante problemas diferentes, que deben resolver mediante la utilización de software adecuado. Para aprobar el parcial se requiere presentar un informe por escrito y, una vez que éste ha sido aprobado, realizar la defensa oral del trabajo justificando los desarrollos utilizados.

La aprobación y acreditación de la asignatura se registrará por el régimen de estudios de la Universidad Nacional de Quilmes (Resolución (CS) 201/18), que establece los requisitos para la aprobación de asignaturas correspondientes a carreras de modalidad presencial bajo el régimen de regularidad.

En consonancia con ello, se requerirá: una asistencia no inferior al 75 % en las clases presenciales previstas, y cumplir con al menos una de las siguientes posibilidades:

- (a) la obtención de un promedio mínimo de 7 puntos en las instancias parciales de evaluación y de un mínimo de 6 puntos en cada una de ellas.
- (b) la obtención de un mínimo de 4 puntos en cada instancia parcial de evaluación y en el examen integrador, el cual será obligatorio en estos casos.

Este examen se tomará dentro de los plazos del curso.

Quienes hayan obtenido un mínimo de 4 puntos en cada una de las instancias parciales de evaluación y no hubieran aprobado el examen integrador mencionado en el Inc. b) podrán rendir nuevamente dicho integrador, para lo cual contarán con dos oportunidades más, establecidas según el calendario académico de la *Universidad*.

Modalidad de evaluación para exámenes libres:

En la modalidad libre, se evaluarán los contenidos de la asignatura con un examen escrito y un examen oral. La aprobación de la evaluación escrita será requisito para poder rendir el examen oral. Se evaluarán todos los contenidos especificados en el programa analítico, incluyendo demostraciones teóricas y problemas de aplicación, en forma escrita y mediante utilización de software adecuado.

Anexo II

CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana	Tema/unidad	Actividad*				Evaluación
		Teórico	Práctico			
			Res Prob.	Lab .	Otros Especif	
1	Introducción	X	X			
2	Principios de Realimentación	X	X			
3	Modelos					
4	Señales y sistemas de tiempo continuos	X	X			
5	Modelos para sistemas muestreados	X	X			
6	Análisis sist. real.	X	X			
7	Análisis sist. real.	X	X			
8	Control PID clásico. Entrega TP1	X	X			
9	Control PID clásico	X			X	1er Laboratorio
10						1er Parcial
11	Diseño básico de controladores SISO	X	X			
12	Limitaciones fundamentales	X	X			1er Recuperatorio
13	Limitaciones fundamentales	X	X			
14	Consideraciones estructurales	X	X			
15	Entrega TP2	X	X			2do Parcial
16	Manejo de restricciones	X	X			
17	Introducción al control digital	X	X			
18		X	X			2do Recuperatorio

