

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Control de sistemas multivariables

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Control de sistemas multivariables
Titulación	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Semestre/s de impartición	Octavo semestre
Módulos	Especialidad
Materias	Ingeniería eléctrica
Carácter	Optativa
Código UPM	55000112
Nombre en inglés	Multivariable control systems

Datos Generales

Créditos	3	Curso	4
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Fundamentos de automática

Álgebra

Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

Competencias

- CE28B - Conocimiento de los principios de regulación automática y su aplicación a la automatización industrial.
- CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.
- CG10 - Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad).
- CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.
- CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.
- CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.
- CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

Resultados de Aprendizaje

- RA134 - Trabajo en grupo
- RA135 - Realización de trabajos prácticos de control sobre sistemas
- RA136 - Controlar un sistema multivariable simple mediante lazos de control básico y desacoplo
- RA137 - Entender el modelo de estado de sistemas, así como su obtención y resolución
- RA138 - Entender y aplicar los conceptos de controlabilidad y observabilidad de sistemas
- RA139 - Ser capaces de controlar un sistema mediante realimentación del estado, incluyendo para ello la realización de un observador de dicho estado

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Campoy Cervera, Pascual (Coordinador/a)	lab Automatica	pascual.campoy@upm.es	L - 10:30 - 12:30 se recomienda usar adicionalmnete el foro de la asignatura existente en Moodle

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Descripción de la Asignatura

Si «la información es poder» y nuestro objetivo es poder controlar el comportamiento de un sistema, ¿qué mejor que tener la máxima información posible sobre dicho sistema, para ser utilizada en su control? Esta es la idea básica del Control en el Espacio de Estado. Es decir, **contar con la máxima información posible del sistema con objeto de utilizarla para controlarlo mejor**. Con esta idea básica como objetivo principal, la asignatura se halla dividida en distintos temas que abordan las diferentes fases hasta la consecución del control de un sistema partiendo de la máxima información posible de éste, información que viene representada por el denominado "**estado del sistema**". Este nuevo modelo aporta información completa de la evolución del sistema y se contrapone con ello al modelo clásico más limitado de la relación entrada-salida del sistema. Así cada capítulo aborda y resuelve cada una de las importantes cuestiones planteadas, que son:

1. **¿Cuál es la máxima información que determina el comportamiento de un sistema?** En este tema se explicita que dicha información esta formada por un conjunto mínimo de variables, que constituyen el denominado estado del sistema, que junto con la evolución de las entradas al mismo determinan el comportamiento de cualquiera de sus variables. La evolución temporal del estado obedece a unas ecuaciones, que junto con la relación entre sus variables y el resto del sistema, forman el denominado modelo de estado del sistema.
2. **¿Cuál es la evolución temporal del sistema si conocemos las leyes de variación de las entradas y la información de su estado en el instante inicial?** La resolución de esta pregunta es crucial para relacionar las entradas con la evolución del sistema y ésta con sus salidas medibles. Estos resultados son explotados en los temas 3 y 5 para contestar a las preguntas fundamentales que a continuación se enumeran.
3. **¿Qué parte del sistema puede controlarse con sus entradas disponibles?** Esta pregunta se resuelve en este tema, en el que se separan claramente las variables que pueden controlarse con las entradas del sistema, que constituyen el denominado subsistema controlable, de aquellas variables cuya evolución temporal es independiente de las entradas y está solamente relacionada con sus valores iniciales y la propia dinámica interna del sistema.
4. Si un sistema, o subsistema, puede ser controlado con sus entradas: **¿Cómo deben calcularse estas entradas en función del estado del sistema, para modificar su dinámica?** Esta cuestión es abordada y resuelta en este tema, en el que se ve que en los sistemas controlables, no sólo puede fijarse su evolución temporal con una entrada adecuada, sino que su dinámica puede modificarse de forma sustancial (fijación de sus polos) mediante una **realimentación del estado** del sistema. En este capítulo se aborda y resuelve igualmente el problema del servoposicionador, en el que se consigue controlar el valor en régimen permanente de la salida de un sistema, modificando adicionalmente su dinámica mediante la realimentación de su estado.
5. Si las variables que constituyen el estado del sistema tienen toda la información necesaria de éste en un instante dado ¿cómo se puede conocer su valor? o dicho de forma más precisa: **¿Cuáles son las variables que forman parte del estado del sistema, cuyo valor puede obtenerse a partir de las manifestaciones exteriores del comportamiento de éste (i.e. sus salidas y entradas)?** Esta cuestión se resuelve en este tema, en el que se especifica que dicho conjunto de variables del estado constituye el denominado subsistema observable, puesto que su valor puede calcularse a partir de las salidas y las entradas del sistema, separándolo del resto de las variables de estado, cuya evolución temporal no tiene ninguna repercusión sobre el comportamiento de las salidas del sistema. Llegado a este punto y al final de este capítulo, se obtiene un subsistema denominado **controlable y observable**, constituido por un subconjunto de variables formadas por combinación lineal de las variables de estado del sistema original, tal que la información de su estado puede conocerse con mediciones externas de su salidas y entradas y cuya evolución temporal puede controlarse con el conjunto de entradas disponibles. Éste es por tanto el subsistema que puede y va a ser utilizado en el siguiente tema para efectuar el denominado Control en el Espacio de Estado o control por realimentación del estado del sistema.
6. Si el tema anterior resuelve la modificación potestativa de la dinámica del sistema a partir del conocimiento de su estado, surge de forma inmediata la importante cuestión: **¿Cómo es posible conocer el estado del sistema a partir de sus**

manifestaciones exteriores (i.e. sus entradas y salidas) para que pueda ser utilizado en la modificación de la dinámica del sistema? Esta cuestión es resuelta mediante el diseño de los sistemas denominados observadores del estado. La realización práctica de estos sistemas observadores impide que sus cálculos se efectúen mediante operaciones matemáticas derivativas difícilmente realizables en la práctica, obligando por tanto a que estos observadores constituyan un sistema con su propia dinámica intrínseca en el cálculo de su salida (i.e. variables de estado estimadas del sistema original) y en función de sus entradas (i.e. entradas y salidas del sistema original). En este capítulo se resuelve el diseño de estos sistemas observadores del estado, imponiéndoles consecuentemente una dinámica de cálculo mucho más rápida que la de la evolución de las propias variables de estado que se estiman. Este tema supone la culminación de la estructura completa de Control por Realimentación del Estado en sistemas continuos.

Temario

1. Modelo de Estado
2. Evolución del estado
3. Controlabilidad
4. Control por realimentación del estado
5. Observabilidad
6. Observadores y realimentación

Cronograma

Horas totales: 34 horas

Horas presenciales: 34 horas (43.6%)

Peso total de actividades de evaluación continua: 85%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final: 100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p>Introducción Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio con Simulink Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 2	<p>Modelado de estado Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 3	<p>Ejercicio modelado de estado Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 4	<p>Evolución del estado Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p>Ejercicio evolución del estado Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 6	<p>Controlabilidad Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 7	<p>Ejercicio Controlabilidad Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 8	<p>Realimentación del estado Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 9	<p>Ejercicio realimentación del estado Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p>Evaluación temas 1, 2 y 3 Duración: 02:00 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 10	<p>Ejercicio Realimentación del estado Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			

Semana 11	<p>Observabilidad Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicio Observabilidad Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 12	<p>Observadores y realimentación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p>Ejercicio Observadores y Realimentación Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			
Semana 14	<p>Presentación de trabajo en grupo Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p>Presentación de trabajo en grupo Duración: 02:00 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Actividad presencial</p>
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p>Examen final Duración: 02:00 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Actividad presencial</p> <p>Examen prueba final Duración: 04:00 ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Actividad no presencial</p>

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Evaluación temas 1, 2 y 3	02:00	Evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	15%	3 / 10	CG7, CG1, CG3, CE28B
14	Presentación de trabajo en grupo	02:00	Evaluación continua y sólo prueba final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	35%	3 / 10	CG6, CG7, CG10, CG1, CG2, CG3, CE28B, CG5
17	Examen final	02:00	Evaluación continua	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Sí	35%	3 / 10	CG7, CG1, CG3, CE28B
17	Examen prueba final	04:00	Evaluación sólo prueba final	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No	65%	4 / 10	CG7, CG1, CG3, CE28B

Criterios de Evaluación

- Examen final (35% para los que han optado por evaluación continua y 65% para los que han optado por evaluación final)
- Dos pruebas de control intermedias para evaluación continua, con 15% cada una. Tienen una parte escrita y otra parte práctica en el computador, con ejercicios similares a los realizados durante el curso
- Un trabajo en grupo (35%) que será entregado por escrito y presentado en clase por un miembro aleatorio del grupo. Se tendrá en cuenta la evaluación de los compañeros.
- Ejercicios de clase y participación (solo servirán para aquellos alumnos cuya nota media esté comprendida entre 4 y 5)

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	incluye: * diapositivas de clase * ejercicios para resolver por los alumnos * trabajo grupal del curso * comunicaciones con el profesor y entre alumnos
Control en el Espacio de Estado	Bibliografía	libro de texto