

# CONTROL HÍBRIDO

Curso 2016/2017

(Código: 31104163)

## 1. PRESENTACIÓN

Esta guía proporciona unas orientaciones generales para estudiar la asignatura. Se recomienda que realice una lectura completa de la misma para que se forme una idea completa de la temática de la asignatura y el plan de trabajo a seguir para alcanzar los objetivos fijados.

La asignatura "Control híbrido" se imparte en el segundo cuatrimestre del curso, consta de seis créditos y tiene carácter optativo. Está orientada a introducir al estudiante los conceptos fundamentales relacionados con los sistemas híbridos, esto es sistemas dinámicos que involucran la interacción de estados continuos y estados discretos. Se mostrarán aplicaciones donde este tipo de dinámicas juegan un papel fundamental. En el curso se introducirán métodos generales para modelar y simular sistemas híbridos así como para investigar propiedades de este tipo de sistemas tales como la existencia de soluciones, alcanzabilidad y decidibilidad. Los métodos se mostrarán sobre aplicaciones motivadoras para su estudio. Los estudiantes que completen de forma satisfactoria el curso deberían ser capaces de apreciar la diversidad de fenómenos que surgen en los sistemas híbridos y como entidades "discretas" tales como el concepto de autómatas coexisten con entidades y conceptos "continuos" tales como las ecuaciones diferenciales.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura "Control híbrido" pertenece a la materia "Control" que se ubica a su vez dentro del módulo del mismo nombre. Este módulo incluye además las asignaturas de "Control multivariable", "Control inteligente" y "Control no lineal".

La importancia, ubicuidad y complejidad de los sistemas empotrados está creciendo enormemente gracias a la revolución en la tecnología digital. Esto ha creado la necesidad de técnicas de diseño que puedan garantizar especificaciones de seguridad y de comportamiento. La teoría de los sistemas híbridos aborda este problema al proporcionar un marco matemático para analizar sistemas con dinámicas continuas y discretas que interactúan. Un sistema híbrido captura el acoplamiento entre la computación digital y el entorno físico analógico inherente en muchos de los sistemas de tiempo real de hoy día. La teoría de los sistemas híbridos tiene un gran número de aplicaciones en áreas tales como software en tiempo real, sistemas empotrados, robótica, mecatrónica, aeronáutica y control de proceso.

Los sistemas híbridos se modelan como autómatas híbridos que pueden representarse como un grafo dirigido con dinámicas continuas asociadas con cada nodo del grafo. El flujo continuo evoluciona de acuerdo con la ecuación diferencial especificada en el nodo actual del grafo. Cuando ciertas condiciones se cumplen, puede tener lugar una transición discreta de un nodo a otro si los nodos están conectados por medio de una arista. El flujo continuo se fuerza entonces a satisfacer la ecuación diferencial en el nuevo nodo. Dependiendo del número de estados discretos (nodos) y la ecuación diferencial en cada estado, el autómata híbrido puede mostrar una conducta más o menos compleja. Los casos límite son de un lado un autómata híbrido con solo un estado discreto y ninguna arista y de otro un autómata híbrido con dinámica continua trivial ( $\dot{x} = 0$ ) en cada estado discreto. El primer caso corresponde a un sistema dinámico de tiempo continuo y el segundo a un sistema puramente discreto.

La inclusión de esta asignatura en el plan de estudios persigue los siguientes objetivos generales:

- Adquirir conceptos básicos sobre la teoría y conceptos fundamentales utilizados en el

control de sistemas híbridos.

- Proporcionar herramientas y conocimientos necesarios para otras asignaturas que forman parte de este master.
- Ayudar a adquirir las competencias genéricas y específicas propias de este master

Los dos primeros objetivos son propios de cualquier enseñanza tradicional de carácter técnico. En el tercer objetivo se menciona la adquisición de competencias propias de las enseñanzas impartidas en el Espacio Europeo de Educación Superior. En este sentido, la asignatura "Control híbrido" contribuye al desarrollo de las siguientes competencias específicas planteadas en el plan de estudios del Master:

- Búsquedas bibliográficas
- Presentación de resultados de investigación
- Métodos de diseño de sistemas de control no convencionales
- Sintetizar nuevos algoritmos de control
- Analizar el comportamiento de sistemas de control híbrido
- Utilizar herramientas de CACSD

### 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

El curso es esencialmente auto contenido. Se espera que los alumnos tengan la formación adecuada de ingreso al master, haciendo especial recomendación en conocimientos de análisis matemático, álgebra lineal, ecuaciones diferenciales a nivel básico, fundamentos de física, principios de programación y los fundamentos de regulación automática.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Las capacidades y competencias que se irán alcanzando con el estudio de esta asignatura, permitirán al estudiante:

- Entender la naturaleza y características de los sistemas híbridos.
- Conocer los métodos de modelado de los sistemas híbridos.
- Conocer las herramientas de análisis de los sistemas híbridos.
- Abordar problemas de diseño de control de sistemas híbridos.
- Manejar a nivel de usuario herramientas software para el estudio de sistemas híbridos.
- Conocer aplicaciones de sistemas híbridos.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de esta asignatura se estructuran en los siguientes temas:

1. Ejemplos de introducción a los sistemas híbridos
2. Modelos formales de sistemas híbridos
3. Trayectorias de sistemas híbridos
4. Simulación numérica de autómatas híbridos
5. Propiedades de los autómatas híbridos
6. Estabilidad de sistemas híbridos
7. Herramientas de análisis de sistemas híbridos: Mapas de impacto
8. Sistemas conmutados
9. Sistemas reseteados
10. Aplicaciones de sistemas híbridos

### 6. EQUIPO DOCENTE

- [MARIA GUINALDO LOSADA](#)
- [ERNESTO ARANDA ESCOLASTICO](#)

## 7.METODOLOGÍA

La metodología será la propia de la UNED, basada en una educación que puede realizarse totalmente a distancia con el apoyo de las tecnologías de la información y el conocimiento. Inicialmente esta guía explica el plan de trabajo propuesto para la asignatura y proporciona orientaciones sobre el estudio y las actividades que debe realizar a lo largo del cuatrimestre.

Es clave, en el proceso de aprendizaje, la realización en paralelo de los ejercicios que se proponen con el estudio de cada tema ya que permiten asentar los conceptos aprendidos.

## 8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

No hay un libro de texto como tal recomendado. El equipo docente pondrá a disposición de los alumnos todo el material que sea necesario en la web del curso.

## 9.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Comentarios y anexos:

La bibliografía complementaria que se necesite se pondrá a disposición de los alumnos en la web del curso

## 10.RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

Los recursos que brinda la UNED al estudiante para apoyar su estudio son de distintos tipos, entre ellos cabe destacar:

1. Plan de trabajo y orientaciones para su desarrollo, accesible desde el Curso virtual.
2. Curso virtual: Su uso es ineludible para cualquier estudiante, tendrá las siguientes funciones:
  - Atender y resolver las dudas planteadas en los foros siguiendo el procedimiento que indique el Equipo docente.
  - Indicar la forma de acceso a diverso material multimedia de clases y video-tutoriales, que se consideren apropiados.
  - Establecer el calendario de actividades formativas.
  - Ser el medio para realizar pruebas de nivel y evaluación continua (PEAs y PEDs).
  - Bibliotecas: Además de los recursos anteriores, el uso de la Biblioteca, donde el estudiante podrá encontrar solución autónoma a distintas cuestiones, dada la gran cantidad de material existente en ellas.
4. Internet: Existen muchos recursos en Internet en los que el estudiante se puede basar para un mayor aprovechamiento del estudio. Con frecuencia se le remitirá a ellos.

## 11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

El alumno podrá ponerse en contacto directo con el equipo docente, los lunes de 12:00 a

14:00 y de 16:00 a 18:00 en los despachos, teléfonos y correos electrónicos siguientes:

Sebastián Dormido Bencomo  
Teléfono: 913987151  
Correo electrónico: [sdormido@dia.uned.es](mailto:sdormido@dia.uned.es)  
Despacho: 6.13

María Antonia Canto Díez  
Teléfono: 913987149  
Correo electrónico: [macanto@dia.uned.es](mailto:macanto@dia.uned.es)  
Despacho: 6.07

El departamento se encuentra ubicado en el edificio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la UNED situado en la C/ Juan del Rosal 16, 28040 Madrid. Indicaciones sobre cómo acceder a la Escuela se encuentran disponibles en:

UNED Inicio >> Tu Universidad >> Facultades y Escuelas >> ETS de Ingeniería Informática >> Como llegar

Las consultas sobre los contenidos o sobre el funcionamiento de la asignatura se plantearán preferentemente en el curso virtual, utilizando los foros públicos. Si el alumno no puede acceder a los cursos virtuales, o cuando necesite privacidad, se podrá poner en contacto con el equipo docente mediante correo electrónico.

Puesto que se dispone de un curso virtual, la participación en el mismo mediante el planteamiento de preguntas así como la participación en los debates que pueden surgir entorno a las mismas será de gran ayuda. No sólo se enriquece el que recibe la respuesta a su pregunta sino el que la responde dado que pone a prueba los conocimientos adquiridos hasta ese momento.

## 12. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

A lo largo del cuatrimestre el equipo docente irá proponiendo una serie de trabajos para que los realicen los alumnos. Cada trabajo debe ser entregado dentro de un determinado plazo de entrega. La calificación final de la asignatura se determinará en función del número de trabajos entregados dentro de plazo y de la nota obtenida en cada uno de ellos.

## 13. COLABORADORES DOCENTES

- SEBASTIAN DORMIDO BENCOMO