

1. Datos descriptivos de la asignatura

Nombre de la asignatura: Sistemas Formales

Curso Académico: 2011 – 2012 **Curso:** 3º **Trimestre:** 1er

Titulación / Estudios: Grado en Ingeniería en Informática

Código asignatura: 21424

Número de créditos ECTS: 6 Horas de dedicación del estudiante: 150

Lengua o lenguas de docencia: Catalán

Profesorado: Víctor Dalmau

2. Presentación de la asignatura

La asignatura Sistemas Formales es una asignatura obligatoria, de 4 créditos, que se ofrece el primer trimestre del tercer curso del Grado en Ingeniería en Informática.

En esta asignatura se introducen y estudian los principales modelos de computación. El curso se estructura en dos bloques.

En el primer bloque se estudia los autómatas finitos y de pila, mostrando sus relaciones con las expresiones regulares y las gramáticas libres de contexto. El objetivo es proporcionar al estudiante los fundamentos matemáticos de la tecnología utilizada en el diseño de compiladores y otros procesadores de lenguaje. Los conceptos ver en este bloque también se aplican en el campo de la verificación de sistemas. El curso se centra al presentar los fundamentos matemáticos de la teoría dejando sus aplicaciones para otras asignaturas del grado.

En el segundo bloque se estudia la Máquina de Turing. La Máquina de Turing es un modelo matemático que tiene la misma "potencia" que un ordenador. En este bloque primero, se investigará qué tareas pueden o no pueden ser resueltas por una Máquina de Turing. Esta parte del curso se conoce como Teoría de la decibilidad. Se verán resultados sorprendentes cómo es el hecho de que se puede demostrar que hay tareas que no pueden ser resueltas por ningún programa informático. En el segundo, se presentará la teoría de la complejidad donde se investiga qué tareas pueden ser resueltas por una Máquina de Turing (o equivalentemente por un ordenador) de manera eficiente. En particular se presentará la cuestión conocida como $P=?NP$, considerada como una de las 10 preguntas matemáticas abiertas más importantes en la actualidad (de hecho, el "Clay Institute" concede un premio de un millón de dólares a quien lo solucione).

En el presente Plan Docente se detallarán las competencias y capacidades a que conduce el aprendizaje de la asignatura, donde paralelamente al desarrollo y estudio de los bloques de contenidos teóricos en que está organizada la asignatura, juegan un papel fundamental los módulos prácticos y actividades asociadas, que están basados en ejercicios y problemas, donde se pretende consolidar la comprensión de los conceptos y técnicas adquiridas.

En esta asignatura se pretende aportar formación matemática y una mayor madurez en la capacidad de razonamiento del estudiante, potenciando su capacidad de abstracción. La asignatura tiene un enfoque teórico y deductivo. A pesar del marcado carácter teórico de la asignatura no da demasiada énfasis en la expresión formal (es decir, en la utilización del lenguaje matemático) sino más bien en la comprensión de los conceptos a nivel intuitivo.

Prerrequisitos para el seguimiento del itinerario formativo

Los conocimientos previos para el seguimiento de la asignatura son ciertas nociones matemáticas básicas que el estudiante tendría que haber adquirido durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria y las asignaturas de matemáticas del primer curso de los estudios:

- Nociones algebraicas básicas: funciones (inyectivas, exhaustivas, biyectivas), conjuntos y operaciones elementales sobre conjuntos, relaciones de equivalencia.
- Aritmética básica.
- Capacidad básica para comprender y escribir expresiones matemáticas a nivel elemental.
- Familiaridad con las técnicas básicas de demostración: inducción, reducción al absurdo.
- Nociones básicas de teoría de grafos

Los estudiantes que, debido a que provienen del itinerario humanístico del Bachillerato o a que no han superado con éxito las asignaturas de matemáticas del primer curso de los estudios, no están del todo familiarizados con los prerrequisitos matemáticos podrán superar sin problemas la asignatura pero tendrán que dedicar un mayor esfuerzo que el resto de compañeros, dado que tendrán que reforzar estos conocimientos básicos. Para tal fin la bibliografía contiene varias referencias en la que los estudiantes que necesiten reforzar los conocimientos matemáticos necesarios para la asignatura puedan hacerlo.

También son convenientes algunas nociones básicas sobre algorítmica y sobre la arquitectura von Newman que el estudiante tendría que haber adquirido al cursar las asignaturas "Fundamentos de Programación" y "Arquitectura de Computadores" respectivamente. También se utilizan algunos conceptos, tales como el de fórmula satisficible, introducidos a la asignatura "Lógica Computacional". Aún así, los estudiantes que, al no haber superado con éxito estas asignaturas, no estén familiarizados con estos conceptos, también podrán superar sin problemas la asignatura, dedicando algo más de esfuerzo.

3. Competencias a lograr a la asignatura

Competencias¹ a trabajar a la asignatura según el indicado en el plan de estudios del grado.

Competencias transversales	Competencias específicas
<i>Instrumentales</i>	
G1. Capacidad de análisis y síntesis	H1. Capacidad de concebir y llevar a cabo proyectos informáticos utilizando los principios y metodologías propios de la ingeniería.
G2. Capacidad de organización y planificación	H3. Capacidad para la redacción y desarrollo de proyectos en el ámbito de su especialidad.
G3. Capacidad para aplicar los conocimientos al análisis de situaciones y la resolución de problemas	H4. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas informáticos.
G4. Habilidad en la búsqueda y la gestión de la información	IN25. Conocer la teoría y práctica de autómatas de estados finitos, propiedades de las expresiones y lenguajes regulares, así como técnicas para determinar si un lenguaje es regular o no.
G5. Habilidad en la toma de decisiones	IN26. Conocer los lenguajes libres de
G6. Capacidad de comunicarse con propiedad de forma oral y escrita en catalán y en castellano, tanto ante audiencias expertas como inexpertas	

¹ **Competencias transversales:** Aquellas que se requieren en el ejercicio de cualquier titulación o carrera (comunicación verbal y escrita, pensamiento analítico y sistémico, resolución de problemas, creatividad, etc.). Se clasifican en:

- **Instrumentales:** Incluyen habilidades cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas. (Ej: capacidad de organizar y planificar, capacidad de comunicarse con propiedad de forma oral y escrita en catalán, castellano y/o inglés, tanto ante audiencias expertas como inexpertas).
- **Interpersonales:** Se definen como habilidades que tienden a facilitar los procesos de interacción social y cooperación. (Ex: capacidad para trabajar en grupo, expresión del compromiso ético/social).
- **Sistémicas o integradoras:** Suponen una combinación de comprensión, sensibilidad y conocimiento que permiten ver como se agrupan y se establecen relaciones entre las partes de un todo. Estas competencias requieren, como base, la adquisición previa de competencias instrumentales e interpersonales. (Ex: capacidad de adaptarse a nuevos contextos de aprendizaje)

Competencias específicas: Se relacionan con los conocimientos y prácticas concretas del grado. (Ej: capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes)

<p><i>Interpersonales</i></p> <p>G8. Capacidad de trabajo en equipo</p> <p><i>Sistémicas</i></p> <p>G11. Capacidad de aplicar con flexibilidad y creatividad los conocimientos adquiridos y de adaptarlos a contextos y situaciones nuevas</p> <p>G12. Capacidad para progresar en los procesos de formación y aprendizaje de manera autónoma y continua</p> <p>G14. Capacidad de motivación por la calidad y por el logro</p> <p>G15. Capacidad de generación de nuevas ideas</p>	<p>contexto y su relación con los autómatas con pila, gramáticas libres de contexto, árboles sintácticos, derivaciones y ambigüedad.</p> <p>IN27. Conocer la máquina de Turing y la relación con la noción de algoritmo o programa.</p>
--	---

4. Contenidos

La asignatura se divide en cuatro unidades didácticas.

1.- Lenguajes regulares.

Autómatas finitos deterministas (AFD) y no deterministas con Epsilon-transiciones (eAFND). Expresiones regulares. Equivalencia entre AFDs, eAFNDs y expresiones regulares (Teorema de Kleene).
Lenguajes regulares y sus propiedades básicas.

2.- Lenguajes libres de contexto.

Autómatas a pila (AP). Gramáticas libres de contexto (GLC).
Equivalencia entre APs y GLCs. Lenguajes libres de contexto y sus propiedades básicas.

3.- Teoría de la decidibilidad.

Autómatas de Turing. Equivalencia entre MTs y programas. Lenguajes recursivamente enumerables y recursivos. Lenguaje Diagonal, universal, de la

parada y sus propiedades básicas.

4.- Teoría de la complejidad

Complejidad temporal de una MT. Las clases P y NP. Reducción en tiempo polinomio. NP-completesa y teorema de Cook.

4. Evaluación del nivel de logro de las competencias

Los mecanismos de evaluación son los siguientes:

1.- Ejercicios entregados durante el curso. Durante el curso, los estudiantes tendrán que entregar en papel una colección de ejercicios (resueltos previamente) que aparecerán con anterioridad al espacio dedicado a la asignatura en el aula Moodle. El estudiante resolverá los ejercicios durante el periodo de estudio dedicado a la asignatura solo o en colaboración con otro estudiante (se admitirán grupos de dos estudiantes como máximo).

Plagio entre diferentes grupos comportará suspender automáticamente la asignatura. Un subconjunto de los ejercicios entregados será evaluado después de cada entrega. Se calculará la media de la nota de las entregas que será una nota, L (entre 0 y 10).

2.- Examen parcial. Consistirá en un examen obligatorio con preguntas de teoría y problemas que se hará en medio del trimestre. El resultado será una nota, EP (entre 0 y 10).

3.- Examen final (en primera convocatoria). Consistirá en un examen obligatorio con preguntas de teoría y problemas que se realizará durante el periodo de exámenes del primer trimestre. El resultado del examen final en primera convocatoria será una nota, EF1 (entre 0 y 10).

4.- Examen final (en segunda convocatoria). Consistirá en un examen obligatorio con preguntas de teoría y problemas que realizarán, durante el periodo de exámenes de septiembre, aquellos estudiantes que se presentan a la convocatoria de septiembre. El resultado del examen final en segunda convocatoria será una nota, EF2 (entre 0 y 10).

La nota es calculará de la siguiente manera:

- Primera convocatoria. Para aprobar la convocatoria de diciembre es necesario que la nota del examen de diciembre, EF1, sea como mínimo 5. En este caso la nota de la convocatoria será $0.25*L+0.25*EP+0.5*EF1$. Es decir, en este caso la nota de las entregas y la nota del examen parcial contribuyen en un 25% a la nota mientras que la nota del examen final contribuye en un 50% a la nota. Si la nota del examen final no supera el 5 entonces la nota de la convocatoria será la del examen final.

- Convocatoria de septiembre. Para aprobar la convocatoria de septiembre es necesario que la nota del examen de septiembre, EF2, sea como mínimo 5. En este caso la nota final será el máximo entre, EF2, y el resultado de $0.25*L+0.25*EP+0.5*EF2$. Por lo tanto, todo estudiante en té bastante con aprobar el examen de septiembre para superar la asignatura, aunque las notas

del examen parcial y de las entregas sean bajas.

Concreción de la evaluación por competencias.

Todas las competencias (tanto generales como específicas) se evalúan mediante los mecanismos 1, 2, 3 y 4 de la sección anterior.

El indicador de logro consiste en responder correctamente a las cuestiones planteadas.

6. Bibliografía y recursos didácticos

Recursos didácticos. Material docente de la asignatura

- Apuntes de Sistemas Formales. Apoyo electrónico. Accesible al espacio Moodle dedicado a la asignatura después de cada sesión de teoría.
- Problemas de Sistemas Formales. Apoyo electrónico. Accesible al espacio Moodle dedicado a la asignatura antes de cada sesión de seminario.

Bibliografía básica

-J. Hopcroft, R. Motwani y J. Ullman. Introducción a la teoría de autómatas, lenguajes y computación. Addison-Wesley, 2007.

Bibliografía complementaria

- D. Kelley. Teoría de autómatas y lenguajes formales. Prentice-Hall, 1995.
- D. Kozen. Automata and Computability. Springer-Verlag, 1997.
- M. Sipser. Introduction to the Theory of Computation. PWS Publishing Company, 1997.
- H. Lewis i C. Papadimitriou. Elements of the Theory of Computation. Prentice-Hall, 1997.

7. Metodología

El aprendizaje de una unidad didáctica contiene las siguientes actividades.

-Sesión de teoría. Se realiza con un grupo grande de estudiantes. El profesor introduce los conceptos teóricos de la unidad didáctica. Se realizarán 11 sesiones de teoría. El contenido tratado a cada sesión de teoría será el siguiente:

T1.Presentación de la asignatura. Definiciones de conceptos básicos. Definición de autómatas finitos determinista (AFD) y ejemplos. Definición de autómata fenecido no determinista con epsilon-transiciones (eAFND) y ejemplos. Equivalencia entre AFDs y eAFNDs.

T2.Definición de expresión regular. Teorema de Kleene. Definición de lenguaje regular.

T3.Existencia de lenguajes no regulares. Definición de autómata a pila (AP) y ejemplos. Demostración que todo lenguaje regular se aceptado por un AP.

T4.Definición de gramática libre de contexto (GLC) y ejemplos. Equivalencia entre GLCs y APs. Definición de lenguaje libre de contexto y ejemplos.

T5.Definición de Máquina de Turing (MT) y ejemplos. Relación entre lenguajes y tareas computacionales. Equivalencia entre MT y programas.

T6.Definición de lenguaje recursivamente enumerable y recursivo. Propiedades básicas (cierres bajo unión, intersección,...)

T7.Definición del lenguaje diagonal (Ld), lenguaje universal (Lu) y lenguaje de la parada (Lp). Propiedades básicas de estos lenguajes.

T8.Complejidad de una MT. Definición de la clase P y ejemplos.

T9.Definición de la clase NP y ejemplos.

T10.Definición de reducción en tiempo polinómico y ejemplos.

T11.Definición de NP-completo y ejemplos. Teorema de Cook.

-Trabajo personal del estudiante desprendido de la sesión de teoría. El estudiante revisa los apuntes de clase de teoría, todo resolviendo dudas y memorizando los conceptos más importantes.

-Trabajo personal del estudiante antes de cada sesión de seminario. Antes de cada sesión de seminario el profesor hará publico un listado de

ejercicios que ponen en práctica los conceptos ver a la clase de teoría. Antes de la sesión de seminario, el estudiante tiene que resolver los ejercicios de la lista (o al menos intentarlo) individualmente o con otro compañero. Un subconjunto de los ejercicios vendrá marcado como "para entregar". La solución de estos ejercicios tendrá que ser entregada al inicio de cada sesión de seminario.

-Sesión de seminario. Esta actividad se llevará a cabo en grupos pequeños (de unos 15) de estudiantes. Al inicio de cada sesión de seminario, el profesor pedirá la entrega del ejercicios marcados "para entregar" de la colección de ejercicios del seminario. Durante el resto de la sesión el profesor resolverá ejercicios de la lista. Se realizarán 6 sesiones de seminario. El contenido tratado a cada sesión de seminario será el siguiente:

S1. Se resolverán ejercicios sobre conversión de eAFNDs en AFDs, de AFDs en expresiones regulares y de expresiones regulares en eAFNDs. Se resolverán problemas sobre lenguajes regulares.

S2. Se resolverán ejercicios sobre conversión de GLCs en APs y de APs en GLCs. Se resolverán problemas sobre lenguajes libres de contexto.

S3. Se resolverán ejercicios en los que se trabajarán las nociones de lenguaje recursivamente enumerable y lenguaje recursivo.

S4. Se resolverán ejercicios sobre complejidad de algoritmos y sobre la clase de complejidad P.

S5. Se trabajará el concepto de reducción en tiempo polinómico mediante ejercicios y problemas.

S6. Se resolverán ejercicios sobre la clase NP-completo.

Distribución de la dedicación de los estudiantes.

Unidad didáctica	Actividad	Horas en el aula	Horas fuera de la aula
1.-Lenguajes regulares	T1	2	2
	T2	2	2
	S1	2	5
2.-Lenguajes libres de contexto	T3	2	2
	T4	2	2
	S2	2	5
3.-Teoría de la decidibilidad	T5	2	2
	T6	2	2
	T7	2	2
	S3	2	5
	S4	2	5
4.-Teoría de la complejidad	T8	2	2
	T9	2	2
	T10	2	2
	T11	2	2
	S5	2	5
	S6	2	5
Examen parcial		2	5
Examen final		2	5
Total		36	64

8. Programación de actividades

Los horarios de clase, y el detalle sobre si cada sesión será de teoría de prácticas o seminarios se encuentra publicado en el apartado "Calendari "Horaris" de la web de la ESUP <http://www.upf.edu/esup>