



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

## Concurrencia

### Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

#### Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Concurrencia
<b>Materia</b>	Programación
<b>Departamento responsable</b>	Lenguajes, Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software
<b>Créditos ECTS</b>	3
<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Titulación</b>	Graduado en Matemáticas e Informática
<b>Curso</b>	2º
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	2014-2015
<b>Semestre en que se imparte</b>	3S,4S
<b>Semestre principal</b>	4S
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Página Web</b>	<a href="http://babel.upm.es/teaching/concurrencia">http://babel.upm.es/teaching/concurrencia</a>



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte, 28660 Madrid

## Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Julio Mariño Carballo (Coord.)	2308	<a href="mailto:imarino@fi.upm.es">imarino@fi.upm.es</a>
Lars-Åke Fredlund	2309	<a href="mailto:lfredlund@fi.upm.es">lfredlund@fi.upm.es</a>

## Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>☐ Programación I</li><li>☐ Programación II</li><li>☐ Matemática Discreta I</li><li>☐ Lógica</li><li>☐ Lenguajes Formales, Autómatas y Computabilidad</li></ul>
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	



## Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CE-2	Formalización y especificación de problemas reales cuya solución requiere el uso de la informática.	3
CE-24	Elegir y usar los lenguajes de programación adecuados al tipo de aplicación a desarrollar.	3
CE-25	Concebir y diseñar la arquitectura de un sistema software.	2
CE-29	Diseñar, desarrollar, y evaluar la seguridad de los sistemas, aplicaciones, servicios informáticos y sistemas operativos sobre los que se ejecutan, así como de la información que proporcionan.	3
CE-40	Comprender el concepto esencial de proceso en cuanto a su relación con la informática, especialmente la ejecución de los programas y la operación del sistema.	3

COMPETENCIAS TRANSVERSALES ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG#1/21	Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.	2
CG#2/CE45	Capacidad para el aprendizaje autónomo y la actualización de conocimientos, y reconocimiento de su necesidad en el área de la informática.	2

LEYENDA: Nivel de adquisición 1:  
Nivel de adquisición 2:  
Nivel de adquisición 3:



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>			
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competencias asociadas</b>	<b>Nivel de adquisición</b>
RA1	Reconocer la concurrencia inherente a un sistema SW	CE-25, CE-40	2,3
RA2	Especificar propiedades relativas a la ejecución concurrente de un sistema SW	CE-2, CE-29, CE-40, CG#1/21	3
RA3	Desarrollar aplicaciones concurrentes en Java	CE-24, CG#2/CE45	3
RA-4	Analizar propiedades y riesgos atribuibles a la ejecución concurrente de un sistema SW	CE-29, CE-40, CG#1/21	3



## Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref.	Indicador	Relacionado con RA
1	Diseñar una arquitectura de procesos e interacciones a partir de las acciones contenidas en la especificación de requisitos de un sistema SW	RA-1
2	Formalizar propiedades de seguridad mediante un lenguaje de recursos compartidos	RA-2
3	Formalizar propiedades dinámicas mediante un lenguaje de trazas	RA-2
4	Demostrar conocimiento de los mecanismos de concurrencia del lenguaje	RA-3
5	Caso práctico: traducir a Java una especificación de recurso compartido, siguiendo patrones de código	RA-3
6	Encontrar un error de seguridad o vivacidad en un sistema concurrente dado	RA-4

INDICADORES DE LOGRO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES		
Ref.	Indicador	Relacionado con CT
2	Formalizar propiedades de seguridad mediante un lenguaje de recursos compartidos	CG#1/21
3	Formalizar propiedades dinámicas mediante un lenguaje de trazas	CG#1/21
4	Demostrar conocimiento de los mecanismos de concurrencia del lenguaje	CG#2/CE45
5	Caso práctico: traducir a Java una especificación de recurso compartido, siguiendo patrones de código	CG#2/CE45
6	Encontrar un error de seguridad o vivacidad en un sistema concurrente dado	CG#1/21



Aviso: Todas las fechas son orientativas. Las fechas exactas dependen del calendario escolar y de la planificación de carga y actividades de evaluación que se fije en la Comisión de Coordinación Horizontal del 4º semestre, y serán publicadas en la web de la asignatura.

EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Ejercicio corto: creación de procesos en Java	Semana 2	telemática	1%
Ejercicio corto: provocar una situación de carrera	Semana 2	telemática	1%
Ejercicio corto: exclusión mutua con espera activa	Semana 3	telemática	1%
Ejercicio corto: reparar carrera con semáforos	Semana 4	telemática	1%
Ejercicio corto: almacén de un dato con semáforos	Semana 5	telemática	1%
Ejercicio corto: almacén de varios datos con semáforos	Semana 6	telemática	1%
Ejercicio corto: especificación de recursos sencillos	Semana 7	telemática	1%
Ejercicio corto: MultiBuffer con métodos synchronized	Semana 8	telemática	1%
Ejercicio corto: MultiBuffer con monitores	Semana 9	telemática	1%
Test de preguntas de opción múltiple para los temas 1-2	Semana 11	aula	25%
Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con monitores y variables condition	Semanas 10-13	telemática	20%
Ejercicio corto: MultiBuffer con JCSP	Semana 12	individual	1%
Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con la librería JCSP	Semanas 13-15	telemática	20%
Test de preguntas de opción múltiple para el tema 3	Semana 16	aula	25%
<b>Total:</b>			100%



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte, 28660 Madrid

<b>EVALUACION SUMATIVA DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>				
<b>CÓD. COMPETENCIA TRANSVERSAL</b>	<b>Breve descripción de las actividades evaluables</b>	<b>Momento</b>	<b>Lugar</b>	<b>Peso en la calif.</b>
CG#1/21	Test de preguntas de opción múltiple para los temas 1-2	Semana 11	aula	40%
CG#1/21	Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con cerrojos y variables condition	Semanas 10-13	telemática	10%
CG#1/21	Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con la librería JCSP	Semanas 13-15	telemática	10%
CG#1/21	Test de preguntas de opción múltiple para el tema 3	Semana 16	aula	40%
CG#2/CE45	Ejercicios cortos (entregas 1 a 10)	Semana 2-12	telemática	40%
CG#2/CE45	Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con cerrojos y variables condition	Semanas 10-13	telemática	30%
CG#2/CE45	Práctica por parejas: implementación de recursos compartidos en Java con la librería JCSP	Semanas 13-15	telemática	30%



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid



## CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura Concurrencia tiene dos partes evaluables, una parte teórica y una parte práctica. Para aprobar la asignatura el estudiante deberá superar ambas partes. Además, el estudiante debe tener en cuenta que la asistencia a clase es absolutamente fundamental para superar la asignatura y el profesorado realizará un seguimiento de dicha asistencia.

### Teoría

La parte teórica la componen dos tests. El primero tratará los conceptos de los temas 1 y 2 y se realizará alrededor de la semana 11. El segundo tratará los conceptos del tema 3 y se realizará en la semana 16. Cada test recibirá una calificación sobre 10 (nt1 y nt2).

La nota de la parte teórica (nt) se calcula entonces como la media de nt1 y nt2. Se considerará superada la parte teórica cuando nt1 y nt2 sean mayores o iguales a 4 y cuando nt sea mayor o igual a 5.

### Práctica

La parte práctica la componen un conjunto de 10 ejercicios cortos cuyo objetivo es garantizar el seguimiento continuo de la asignatura por parte del alumno, y dos prácticas a realizar por parejas. La entrega de todos los ejercicios es de carácter obligatorio, y se califican sobre 10 puntos, obteniéndose ne, np1 y np2.

Se considerará superada la parte práctica cuando ne, np1 y np2 sean mayores o iguales a 3 y cuando  $np \left( \frac{ne+2np1+2np2}{5} \right)$  sea mayor o igual a 5.

### Total

La asignatura se considerará superada cuando se superen la parte teórica y la parte práctica. La calificación final (nf) se calcula como la media de nt y np.

Superada cualquiera de las partes (nt1, nt2, ne, np1, np2) la calificación se guardará (sólo) hasta la convocatoria de julio del curso en cuestión.



### Evaluación en modo "sólo examen final"

Para aquellos alumnos que soliciten evaluación de la asignatura en modo "sólo examen final" en los plazos establecidos por la Universidad, se realizará un examen final en el que se evaluarán todos los bloques arriba mencionados, y que constará de:

- 2 tests equivalentes a nt1 y nt2
- Un ejercicio práctico de implementación ante ordenador, que cubra las pruebas prácticas de la asignatura (ne, np1, np2).

La solicitud de esta modalidad se hará mediante escrito dirigido al coordinador de la asignatura que se presentará en registro de la Escuela en los 15 días posteriores al inicio de las clases. El escrito se ajustará a este formato:

D. \_\_\_\_\_ con DNI \_\_\_\_\_ y nº de matrícula \_\_\_\_\_

SOLICITA:

Ser evaluado en este semestre mediante el sistema de evaluación mediante sólo prueba final establecido por las siguientes asignaturas:

- Asignatura \_\_\_\_\_ titulación \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_

- .....

Firmado:

### Actuación ante copias y otros comportamientos fraudulentos

En la asignatura Concurrencia la realización de los ejercicios prácticos es fundamental para la adquisición de los resultados de aprendizaje (como en toda asignatura relacionada con la construcción de SW).

Por ello, se perseguirá todo tipo de comportamiento fraudulento (como la copia de prácticas) y los alumnos implicados (copiadores y copiados anuentes) perderán las convocatorias del curso.

Se prevé el uso de exámenes de la práctica a una selección de grupos como medio de lucha contra las copias.

El asunto será notificado a Jefatura de Estudios, a los tutores curriculares de los alumnos, y a la Dirección de la Escuela, quien, de acuerdo con el artículo 74(n) de los Estatutos de la UPM, tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno" al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas de aplicación."



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

## Contenidos y Actividades de Aprendizaje

### 1. Introducción: concurrencia e interacción

- 1.1. Conceptos fundamentales de concurrencia (I4, I6)
- 1.2. Manejo básico de procesos en Java (I5)
- 1.3. Sincronización de bajo nivel (I6)

### 2. Metodología: recursos compartidos

- 2.1. Notación formal para especificar recursos compartidos (I1, I2)
- 2.2. Semántica de trazas de un sistema basado en recursos compartidos (I3)

### 3. Implementación de recursos compartidos en Java

- 3.1. Memoria compartida con métodos *synchronized* (I5)
- 3.2. Memoria compartida con monitores y variables *condition* (I5)
- 3.3. Paso de mensajes con la librería JCSP (I5)



**POLITÉCNICA**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA**  
Campus de Montegancedo  
Boadilla del Monte. 28660 Madrid

## Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS	
CLASES DE TEORIA	...
CLASES DE PROBLEMAS	...
PRÁCTICAS	...
TRABAJOS AUTONOMOS	...
TRABAJOS EN GRUPO	...
TUTORÍAS	...

## Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	Artículos varios
	Apuntes del profesorado
	Concurrent Programming: Principles and Practice. Gregory R. Andrews. Benjamin Cummings, 1991.
	Concurrent and Real-Time Programming in Java. Andy Wellings. Wiley, 2004
	Concurrent Programming in Java: Design Principles and Patterns. Doug Lea. Addison-Wesley, 1999
	“The Theory and Practice of Concurrency”. A.W. Roscoe. Prentice-Hall, 1997
<b>RECURSOS WEB</b>	Página web de la asignatura ( <a href="http://babel.upm.es/teaching/concurrencia">http://babel.upm.es/teaching/concurrencia</a> )
	Foro de la asignatura ( <a href="mailto:foro-cc@babel.upm.es">foro-cc@babel.upm.es</a> )
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Aula

## Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (5 horas)	Presentación de la asignatura (1h)	<input type="checkbox"/>	Lectura: Concepts and Notations for Concurrent Programming (4 horas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 2 (5 horas)	Preguntas y respuestas sobre conceptos básicos de concurrencia (1h).	<input type="checkbox"/>	Lectura: Tutorial de concurrencia de java.sun.com (1h) Ejercicio: Creación de procesos en Java (1h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en común (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: Provocar una carrera (1h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 3 (5 horas)	Exclusión mutua; Algoritmos basados en espera activa (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: implementación de algoritmos de exclusión mutua basados en espera activa (3h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Problemas de concurrencia en algoritmos de espera activa(1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 4 (3 horas)	Exclusión mutua con semáforos (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: reparar una condición de carrera con semáforos. (1h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en común (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 5 (5 horas)	Sincronización condicional (1h)	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: productor-dato-consumidor con semáforos (3h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en común: análisis de trazas y estados (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 6 (5 horas)	Sincronización de alto nivel: recursos compartidos (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: productor-almacén-consumidor con semáforos (3h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Recursos compartidos: semántica de trazas (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 7 (5 horas)	Recursos compartidos y problemas de exclusión parcial (lectores/escritores) (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: especificación de recursos sencillos (3h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en comun (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 8 (5 horas)	Concurrencia mediante memoria compartida en Java: métodos <i>synchronized</i> (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: MultiBuffer con métodos <i>synchronized</i> (3h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en común (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 9 (5 horas)	Concurrencia mediante memoria compartida en Java: monitores y variables <i>condition</i> (1h).	<input type="checkbox"/>	Ejercicio: MultiBuffer con monitores (3h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Puesta en común (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 10 (5 horas)	Repaso, ejercicios en clase (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Explicación de la práctica (1h).	<input type="checkbox"/>	Desarrollo de caso práctico (3 horas).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 11 (5 horas)	Repaso (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Repaso (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	Estudio individual (2h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Prueba objetiva (1h)	<input type="checkbox"/>
Semana 12 (5 horas)	Concurrencia mediante paso de mensajes: conceptos básicos (1h).	<input type="checkbox"/>	Lectura: Andrews + Schneider (1h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Concurrencia mediante paso de mensajes en Java: la librería JCSP (1h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Ejercicio: MultiBuffer en JCSP (2h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 13 (6 horas)	Tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>	Desarrollo de caso práctico (4 horas).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semana 14 (6 horas)	Tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>	Desarrollo de caso práctico (2h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Desarrollo de caso práctico (2h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 15 (5 horas)	Afianzamiento de prácticas (1h)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Afianzamiento de prácticas (1h).	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
Semana 16 (5 horas)	Repaso + tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>	Estudio individual (2h)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Repaso + tutoría colectiva (1h).	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Prueba objetiva (1h)	<input type="checkbox"/>

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

Aviso: Todas las fechas son orientativas. Las fechas exactas dependen del calendario escolar y de la planificación de carga y actividades de evaluación que fije la Comisión de Coordinación Horizontal del 4º Semestre, y serán publicadas en la web de la asignatura.

