

## Plan Docente de la asignatura

### I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la asignatura</i>				
<i>Denominación y código</i>	Programación Concurrente (A8)			
<i>Curso y Titulación</i>	3º Ingeniería Técnica Informática de Sistemas			
<i>Área</i>	Lenguajes y Sistemas Informáticos			
<i>Departamento</i>	Ingeniería de Sistemas Informáticos y Telemáticos			
<i>Tipo y ctos. LRU</i>	Troncal		6 (3 T+ 3 P) LRU	
<i>Coefficientes</i>	Practicidad 4 (Alto)		Agrupamiento 2 (Bajo)	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo Cuatrimestre		5,14 (129 Horas) (1 ECTS=25 H.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 20%	Seminario-Lab.: 20%	Tutoría ECTS: 4%	No presenciales: 56%
	26 horas	26 horas	5 horas	72 horas
<i>Descriptorios (según BOE)</i>	Concepto de proceso. Exclusión mutua. Comunicación y sincronización de procesos.			
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	Juan María Fernández González			
<i>Tutorías complementarias (1)</i>	Despacho G1	Ext. 2575	jmfergon@unex.es	
<i>Tutorías complementarias (2)</i>				

*Contextualización profesional\**

*Perfil profesional con relación directa con la asignatura en cuestión:*

Desarrollo de sistemas.

El ingeniero técnico debe ser capaz de desarrollar sistemas concurrentes y aprovechar los beneficios que estos sistemas aportan. Para lo cual debe ser capaz de identificar los nuevos problemas que surgen y como solventarlos. La concurrencia esta presente en sistemas software, hardware y de comunicaciones y debe ser tenida en cuenta en el desarrollo estos sistemas.

Administración de sistemas y bases de datos.

Cada vez más nos encontramos con concurrencia en los sistemas y bases de datos, por lo tanto, a la hora de administrar los sistemas debemos identificar los problemas inherentes a la concurrencia y actuar en consecuencia con los mecanismos disponibles.

*Contextualización curricular\**

*Conexión con las competencias genéricas y específicas del Título.*

Programación secuencial.

La asignatura de programación concurrente como asignatura de tercer curso, se fundamenta en conceptos de la programación secuencial aprendidos en asignatura de cursos anterior como Elementos de programación, Estructura de datos y algoritmos, Laboratorio de programación I y II.

Entorno de ejecución.

En la programación concurrente tiene una gran importancia el entorno de ejecución debido a la incertidumbre que existe en la ejecución de los mismos. Por este motivo, es importante conocer las arquitecturas hardware y los sistemas operativos sobre los cuales se pueden ejecutar los programas concurrentes. Las arquitecturas hardware se estudian en la asignatura Estructura de computadores y los sistemas operativos se estudian en la asignatura con el mismo nombre.



### *Contextualización personal\**

En la asignatura de programación concurrente los alumnos parte de unos conocimientos adquiridos en cursos anteriores sobre programación secuencial y estructura de datos, que les permitan desarrollar algoritmos y representar conceptos o ideas con estructuras de datos. También conocen los posibles entornos de ejecución tanto a nivel hardware como de sistema operativo, donde se pueden ejecutar los programas concurrentes.

El principal inconveniente que nos encontramos es que en la mayoría de los casos los alumnos se matriculan de la asignatura sin haber cursado o aprobado las asignaturas en las que se describen los conceptos anteriormente descrito, bien por falta de información del alumno o por coincidir en el tiempo las asignaturas de Sistemas operativos y programación concurrente. Este problema conlleva la ralentización de la asignatura teniendo que repasar conceptos dados en otras asignaturas para poder seguir con el desarrollo normal de la asignatura. Resaltando muy especialmente la dificultad de los alumnos para representar con estructura de datos objetos del mundo real.

Por último, los alumnos se encuentra con un tipo de programación distinta de lo que conocían, teniendo que enfrentarse a un gran número de conceptos, técnicas y entornos de ejecución en poco tiempo, lo que requiere un trabajo constante durante todo el curso, para lo cual se presentan un gran número de pequeños trabajos prácticos donde se intenta trabajar a lo largo de todo el curso con los conceptos, técnicas y entornos de ejecución dados.

## II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET</i>
1 Conocer los conceptos fundamentales relacionados con la programación concurrente	4,10,11
3 Conocer los beneficios que aporta la programación concurrente frente a la programación secuencial.	4
5 Conocer los dos principales problemas de la programación concurrente: exclusión mutua y condiciones de sincronización.	4,11,12
6 Conocer las primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente	4
7 Conocer las primitivas de sincronización basadas en memoria compartida: Semáforos y monitores.	4,11,12
8 Definir y resolver los problemas clásicos de la programación concurrente con las primitivas basadas en memoria compartida.	10,12
9 Conocer los mecanismos para solventar la programación concurrente cuando no es posible compartir la memoria. Pasos de mensajes	4,11,12
10 Definir un modelo de paso de mensajes asíncrono y adquirir capacidades para resolver los problemas clásicos de la programación concurrente.	10,12
11 Definir un modelo de paso de mensajes síncrono y adquirir capacidades para resolver los problemas clásicos de la programación concurrente.	10,12

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET</i>
2 Describir las arquitecturas sobre las que se puede ejecutar la programación concurrente	4
4 Adquirir los conocimientos necesarios sobre procesos e hilos para comprender los efectos causados por la programación concurrente sobre los procesos e hilos.	4,10,11
12 Practicar con un lenguaje de programación las primitivas basadas en memoria compartida y los mecanismos de pasos de mensajes para solucionar los problemas clásicos de la programación concurrente.	10,11

### III. Contenidos

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
<i>Contenidos Teóricos</i>
<b>BLOQUE 1: CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b>
Tema 1. Conceptos fundamentales
1..1 Introducción
1..2 Concepto de programación concurrente
1..3 Beneficios de la programación concurrente
1..4 Concurrencia y arquitectura hardware
1..5 Especificación de ejecución concurrente
1..6 Características de los sistemas concurrentes
1..7 Problemas inherentes a la programación concurrente.
1..8 Corrección de programas concurrentes
Tema 2. Procesos e hilos.
2.1 Procesos
2.2 Procesos en Pascal-FC
2.3 Hilos
2.4 Hilos en Java
Tema 3. Primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente.
3.1 Introducción
3.2 Tipos de sincronización y su solución
3.3 La espera ocupada para la exclusión mutua
3.4 Soluciones hardware
<b>BLOQUE 2 : PRIMITIVAS DE SINCRONIZACIÓN BASADAS EN MEMORIA COMPARTIDA</b>
Tema 4. Semáforos.
4.1 Introducción
4.2 Definición de semáforo
4.3 Resolución de problemas usando semáforos
4.4 Implementación de semáforos.
4.5 Sincronización en Java
4.6 Inconvenientes del mecanismo de los semáforos
Tema 5. Monitores.
5.1 Introducción
5.2 Definición de monitor
5.3 Condición de sincronización en monitores
5.4 Resolución de problemas usando monitores
5.5 Semántica de la operación resume
5.6 Monitores en Java
<b>BLOQUE 3 : PASO DE MENSAJES</b>
Tema 6. Mecanismos de paso de mensaje.
6.1 Introducción
6.2 Identificación en el proceso de comunicación
6.3 Sincronización
6.4 Canal de comunicación y mensajes

- 6.5 Condición de error en los sistemas de paso de mensajes
- 6.6 Espera selectiva
- Tema 7. Paso de mensaje asíncrono.
  - 7.1 Introducción
  - 7.2 Resolución de problemas empleando paso de mensajes asíncrono
  - 7.3 Paso de mensajes asíncrono en Java
- Tema 8. Paso de mensaje síncrono con canales.
  - 8.1 Introducción
  - 8.2 Comunicación mediante canales en Pascal-FC
  - 8.3 Resolución de problemas empleando canales en Pascal-FC
  - 8.4 Paso de mensajes síncrono en Java
- Tema 9. Invocación remota y llamada a procedimiento remoto (RPC).
  - 9.1 Introducción
  - 9.2 Invocación remota
  - 9.3 Resolución de problemas mediante invocación remota en Pascal-FC
  - 9.4 Invocación remota en Java
  - 9.5 Llamada a procedimiento remoto (RPC)
  - 9.6 RPC en Java
- Tema 10 Miscelánea (PCOO, Interbloqueos, Modelización, ...).

### *Contenidos Prácticos*

#### BLOQUE 4 : PROGRAMACIÓN CONCURRENTE EN JAVA

- Tema 1. Java
  - 1.1 Introducción a Java
  - 1.2 Definición de clases en Java
  - 1.3 Herencia en Java
  - 1.4 Excepciones en Java
- Tema 2. Hilos en Java.
  - 2.1 Clase Thread
  - 2.2 Interface Runnable
  - 2.3 Sincronización en Java
- Tema 3. Semáforos en Java.
  - 3.1 Definición de semáforo en java
  - 3.2 Resolución de problemas usando semáforos en Java
- Tema 4. Monitores en Java.
  - 4.1 Definición de monitor en Java
  - 4.2 Resolución de problemas usando monitores en Java
- Tema 5. Paso de mensaje asíncrono en Java.
  - 5.1 Definición de paso de mensajes asíncrono en Java
  - 5.2 Resolución de problemas usando paso de mensajes asíncrono en Java
- Tema 6. Paso de mensaje síncrono en Java.
  - 6.1 Definición de paso de mensajes síncrono en Java
  - 6.2 Resolución de problemas usando paso de mensajes síncrono en Java

### *Interrelación*

Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)	Tema	<i>Procedencia</i>
Primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente	Rq 1,12	Elementos de programación (1º)



Primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente	Rq	1,9	Laboratorio de Programación I (1º)
Primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente	Rq		Estructuras de Datos y Algoritmos (2º)
Concurrencia y arquitectura hardware	Rq		Estructuras de Computadores (2º)
Primeras aproximaciones a la solución de los problemas de la programación concurrente	Rq		Laboratorio de Programación II (2º)
Procesos	Rd		Sistemas operativos (3ª)

## IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

Resumen. Actividades de enseñanza-aprendizaje				
<i>Actividades Presenciales</i>		<i>Tipo</i>		<i>Días</i>
1.	Presentación del plan docente de la asignatura y calendario	GG	C-E	1
2.	Presentación del entorno desarrollo de prácticas y calendario	S	C-E	2
3.	Explicación y discusión de temas teóricos.	GG	T	10
4.	Resolución ejercicios clásicos	GG	T	11
5.	Explicación y discusión de temas prácticos.	S	P	6
6.	Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	18
7.	Seguimiento resolución problemas.	ECT S	T-P	5
8.	Realización del examen final.	GG	C-E	4
<i>Resumen. Actividades de aprendizaje autónomo o Autorizado</i>				
<i>Actividades no presenciales</i>				
9.	Lectura previa del resumen del tema teórico.	NP	T	10
10.	Estudios contenidos teóricos.	NP	T	10
11.	Resolución problemas prácticos.	NP	P	18
12.	Preparación del examen final y tutorías ECTS.	NP	T-P	34

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>		
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipo<sup>ii</sup></i>		<i>D<sup>iii</sup></i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>	
1.	Presentación del plan docente de la asignatura y calendario	GG	C-E	1	1.1-3.9	Todos
2.	Presentación del entorno desarrollo de prácticas y calendario	S	C-E	2	4.1-4.6	Todos
3.	Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	1.1.1-1.1.8	1,2,3
4.	Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	1.1.1-1.1.8	1,2,3
5.	Estudios contenidos teórico	NP	T	1	1.1.1-1.1.8	1,2,3
6.	Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	1.2.1-1.2.4	4
7.	Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	1.2.1-1.2.4	4
8.	Estudios contenidos teórico	NP	T	1	1.2.1-1.2.4	4
9.	Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.1.1-4.1.4	12
10.	Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	1.3.1-1.3.4	5,6
11.	Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	1.3.1-1.3.4	5,6
12.	Estudios contenidos teórico	NP	T	1	1.3.1-1.3.4	5,6
13.	Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.2.1-4.2.3	12
14.	Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	2	4.2.1-4.2.3	12
15.	Resolución problemas prácticos	NP	P	2	4.2.1-4.2.3	12
16.	Seguimiento resolución problemas.	Tut	T-P	1	1 y 4.1-4.2	1,2,3,12
17.	Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	2.4.1-2.4.6	7
18.	Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	2.4.1-2.4.6	7
19.	Estudios contenidos teórico	NP	T	1	2.4.1-2.4.6	7
20.	Resolución ejercicios clásicos	GG	T	2	2.4.3	8
21.	Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.3.1-4.3.2	12
22.	Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	4	4.3.1-4.3.2	12
23.	Resolución problemas prácticos	NP	P	4	4.3.1-4.3.2	12
24.	Seguimiento resolución problemas.	Tut	T-P	1	2.4 y 4.3	7,12
25.	Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	2.5.1-2.5.6	7
26.	Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	2.5.1-2.5.6	7
27.	Estudios contenidos teórico	NP	T	1	2.5.1-2.5.6	7
28.	Resolución ejercicios clásicos	GG	T	2	2.5.3	8
29.	Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.4.1-4.4.2	12

30. Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	4	4.4.1-4.4.2	12
31. Resolución problemas prácticos	NP	P	4	4.4.1-4.4.2	12
32. Seguimiento resolución problemas.	Tut	T-P	1	2.5 y 4.4	7,12
33. Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	3.6.1-3.6.6	9
34. Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	3.6.1-3.6.6	9
35. Estudios contenidos teórico	NP	T	1	3.6.1-3.6.6	9
36. Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	3.7.1-3.7.3	9
37. Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	3.7.1-3.7.3	9
38. Estudios contenidos teórico	NP	T	1	3.7.1-3.7.3	9
39. Resolución ejercicios clásicos	GG	T	2	3.7.3	10
40. Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.5.1-4.5.2	12
41. Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	4	4.5.1-4.5.2	12
42. Resolución problemas prácticos	NP	P	4	4.5.1-4.5.2	12
43. Seguimiento resolución problemas.	Tut	T-P	1	3.7 y 4.5	9,12
44. Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	3.8.1-3.8.4	9
45. Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	3.8.1-3.8.4	9
46. Estudios contenidos teórico	NP	T	1	3.8.1-3.8.4	9
47. Resolución ejercicios clásicos	GG	T	2	3.8.3	11
48. Explicación y discusión de temas prácticos	S	P	1	4.6.1-4.6.2	12
49. Presentación ejercicios prácticos y primera aproximación a la solución	S	P	4	4.6.1-4.6.2	12
50. Resolución problemas prácticos	NP	P	4	4.6.1-4.6.2	12
51. Seguimiento resolución problemas.	Tut	T-P	1	3.8 y 4.6	9,12
52. Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	3.9.1-3.9.6	9
53. Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	3.9.1-3.9.6	9
54. Estudios contenidos teórico	NP	T	1	3.9.1-3.9.6	9
55. Resolución ejercicios clásicos	GG	T	2	3.9.3	11
56. Lectura previa del resumen del tema teórico	NP	T	1	3.10	9
57. Explicación y discusión de temas teóricos	GG	T	1	3.10	9
58. Estudios contenidos teórico	NP	T	1	3.10	9
* Preparación del examen final y tutorías ECTS	NP	T-P	34	Todos	Todos
59. Realización del examen final	GG	C-E	4	Todos	Todos

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>		
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	30	5	-	5	1
	Teóricas (II y III)	30	21	20	21	42
	Prácticas (IV, V y VI)	30	-	-	-	-
	Subtotal	30	26	20	26	43
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	15	2	-	4	2
	Teóricas (II y III)	15	-	-	-	-
	Prácticas (IV, V y VI)	15	24	10	48	24
	Subtotal	15	26	10	52	26
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac. (I)	5	-	-	-	5
	Teóricas (II y III)	5	-	-	-	-
	Prácticas (IV, V y VI)	5	5	-	30	10
	Subtotal	5	5	-	30	15
Tutoría comp. y preparación de ex. (VII)		1	-	34	40	-
Totales			67	64	148	84

### *Otras consideraciones metodológicas\**

#### *Recursos y metodología de trabajo en las actividades presenciales*

En las clases de teoría se parte de la lectura previa, por parte del alumnos, del material entregado por le profesor, seguido por la explicación en clase del profesor de los conceptos teóricos y su puesta en practica con la resolución de los ejercicios clásicos. Como medio de comunicación se utilizará la plataforma moodle para el intercambio de material.

#### *Recursos y metodología de trabajo en las actividades semi-presenciales y no presenciales*

Se plantean 12 ejercicios prácticos donde se repasan los conceptos explicados en clase, que se implementan en las horas de prácticas mas horas no presenciales. Como trabajo voluntario, al terminar un tema, cada alumno podrá presentar un cuestionario con preguntas cortas relacionadas con el tema. Estos cuestionarios serán compartidos por todos los alumnos en la plataforma moodle pudiendo generar debates en los foros que dispone moodle.

#### *Recursos y metodología de trabajo para los alumnos que no han alcanzado los requisitos*

Los alumnos deberán presentar en septiembre a aquéllas partes recuperables de la asignatura no superadas en junio

#### *Recursos y metodología de trabajo para desarrollar competencias transversales*

Simultáneamente aplicadas con las actividades presenciales de Seminario o Laboratorio.

## V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
Descripción	<i>Objetivo</i>	<i>CC<sup>iv</sup></i>
1. Demostrar la adquisición, comprensión de los principales conceptos de la asignatura	Todos	30%
2. Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos	Todos	40%
3. Identificar los problemas inherentes a la concurrencia.	Todos	10%
4. Participar activamente en la resolución de problemas en clase.	Todos	20%

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Examen Teórico	• Cuestionario individual en el que se repasan los conceptos fundamentales	30%
Examen Práctico	• Examen práctico con tres problemas a resolver, con las técnicas vistas durante el curso	70%

<i>Observaciones (normas, requisitos, fechas de entrega...)*</i>
•

## VI. Bibliografía

<i>Bibliografía de apoyo seleccionada</i>
<i>M. Ben-Ari. Principles of concurrent programming. Prentice-Hall</i>
<i>A. Burns, G.L. Davies. Concurrent Programming. Addison-Wesley</i>
<i>J.T. Palma, M.C. Garrido, F. Sánchez, A. Quesada. Programación Concurrente. Editorial Thomson-Paraninfo (www.paraninfo.es)</i>
<i>Bibliografía o documentación de lectura obligatoria*</i>
<i>Apuntes proporcionados por el profesor</i>
<i>Trabajos voluntarios y cuestionarios realizados por los alumnos.</i>
<i>Bibliografía o documentación de ampliación, sitios web...*</i>
<i><a href="http://campusvirtual.unex.es/zonauex/avuex">http://campusvirtual.unex.es/zonauex/avuex</a></i>

---

### Códigos del Plan Docente

i *CET*. Competencias Específicas del Título (véase el apartado de Contextualización curricular)

ii *Tipos de actividades*. GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

iii *D*. Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

iv *CC*. Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final).