

CDI Examen Teoría y Práctica (Junio de 2020)

Versión A

Hay 3 versiones de examen, llamadas con los sufijos A, B, y C. Tienes que coger el examen según el **ÚLTIMO dígito de tu DNI: A: 1, 2, y 3; B: 4, 5 y 6; y finalmente C: 7, 8, 9 y 0**. Se te equivocas tendrás un no-presentado en esta evaluación.

Cada versión de examen contiene 3 apartados.

Los estudiantes en modo asistente deben trabajar apartado I (teórico, con preguntas tipo test respuesta única con penalización y preguntas de desarrollo corto) y apartado II (práctico, con preguntas tipo test de respuesta múltiple con penalización, preguntas de respuesta corta, y resolución/desarrollo de pequeños trozos de código). *Si ha superado por lo menos con un 4 el apartado I (teoría P1/P2) en mayo (es decir alcanzado por lo menos 8 de los 20 puntos), puede decidir no hacer apartado I, se usará la puntuación alcanzado en mayo. También puede decidir no hacer apartado II, se usará la puntuación (P3) alcanzado en mayo. P3 no tiene umbral mínimo, pero ojo, la nota ponderada final tiene que alcanzar por lo menos un 5.*

Los estudiantes en modo **no-asistente** y aquellos que no han superado en P4 (entregas a lo largo del curso) el mínimo de 4, deben trabajar **los tres apartados** de preguntas diversas.

La entrega del examen será a través de FaiTIC, subiendo vuestras respuestas, preferiblemente en un solo fichero, preferiblemente escrito por ordenador. Recomendamos usar un editor de texto (word, libreoffice, texto plano...) y contestar siempre anteponiendo la referencia a la pregunta. Para las respuestas tipo test basta comunicar el número de pregunta y la letra de la respuesta.

Es obligatorio estar conectado al campus remoto todo el tiempo.

Instrucciones detalladas para el examen:

- (a) Accedéis a la **sala de exámenes 1** de la ESEI:
<https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/106540688>
- (b) Tenéis que identificaros con vuestro DNI y estar previamente registrados. Si no lo habéis hecho, registraos con anterioridad para evitar problemas de última hora. El sistema os busca por DNI en el conjunto de usuarios registrados en UVigo, por lo que ya completa vuestro nombre y apellidos.
- (c) Entráis por el acceso de estudiantes con la clave **KuNh2xXV**
- (d) Conectaos un rato antes: a las 15:50. Por favor, hay que estar también atento al correo por si os enviamos algunas instrucciones de última hora o enviadnos un correo (analia@uvigo.es, dnolivieri@gmail.com, formella@uvigo.es) si tenéis algún problema.
- (e) Durante la realización del examen, deberéis tener en todo momento la webcam y el micrófono encendidos (por favor mantened vuestro entorno silencioso dentro de lo posible). Si no tenéis los medios técnicos para tal conexión, obviamente no los podéis usar, pero mirad el último punto.
- (f) En el sistema hay dos tipos de usuarios: profesor y estudiante. Los profesores tenemos una pantalla en la cual os vemos a todos. El alumnado solamente ve al profesor de la sala.
- (g) Al tener la webcam activada, os estaremos viendo todo el tiempo. Tenedlo en cuenta para elegir el sitio en el que estáis por la pérdida de privacidad que eso supone.
- (h) En principio el sistema permite grabar lo que está ocurriendo en todo momento, pero eso es una funcionalidad que **NO** vamos a usar.
- (i) Procurad que el sitio en el que estáis tenga buen acceso al internet. Si usáis Wifi compartida procurad también que no haya otros usuarios en la red haciendo un uso demasiado intensivo de la conexión.
- (j) Si usáis portátil procurad que tenga batería llena y/o esté conectado a la red eléctrica.
- (k) Si detectamos fraudes o tenemos sospechas en las entregas por haber copiado de otras personas, nos reservamos la posibilidad de ratificar los conocimientos mediante una entrevista oral a posteriori.

Apartado I (para todos, P1/P2)

A continuación se incluyen 14 preguntas tipo test. Cada pregunta tiene una sola respuesta correcta. La puntuación de las preguntas tipo test se obtendrá aplicando la fórmula:

$$(aciertos - 0,25 \cdot fallos)$$

Tipo test 1: En java podemos incrementar una variable entero (long) `i` de muchas maneras diferentes, por ejemplo con las siguientes instrucciones: `++i`; , o `i=i+1`; , o también `i+=1`.

- (a) No hay problemas, ya que todas los accesos a variables simples son atómicas.
- (b) `++i` e `i++` son atómicos solamente si se declara `i` como `volatile`.
- (c) Ninguna de tales operaciones con la variable tipo `long` es atómica.

Tipo test 2: La ejecución de algoritmos concurrentes suele ser no-determinista dado que

- (a) no se puede garantizar un orden temporal de los puntos de sincronización entre los diferentes procesos participantes.
- (b) pueden ocurrir condiciones de carrera no deseados a lo largo del tiempo de ejecución del programa en un sistema real.
- (c) no se sabe antemano en qué orden específico se van a ejecutar las instrucciones en el conjunto global de los procesos.

Tipo test 3: ¿El uso de los métodos de la siguiente clase es linearizable?

```
class Int {
    private int i;
    Int(int i) { this.i=i; }
    synchronized void Add(Int I) { i+=I.i; }
    int Get() { return i; }
    synchronized void Set(int i) { this.i=i; }
}
```

- (a) si
- (b) no
- (c) solo si se añade `synchronized` al método `set()`.

Tipo test 4: En los ejemplos de C++ en clases de teoría usamos para realizar la concurrencia

- (a) OpenMP
- (b) Intel Thread Building Blocks
- (c) Cilk Plus

Tipo test 5: Las cuatro condiciones para que se produzca un bloqueo que hemos discutido en clase son

- (a) condiciones necesarias.
- (b) condiciones suficientes.
- (c) condiciones necesarias y suficientes.

Tipo test 6: En la comparación de los dos sistemas vistos en clase (i7 y i9) con la prueba de un cálculo numérico complejo hemos observado una ganancia de 5.27, es decir el i9 era 5.27 veces más rápido que el i7. Eso fue debido a que

- (a) el i9 tiene más núcleos y un reloj ligeramente más rápido que el i7.
- (b) el i9 tiene más memoria caché que el i7.
- (c) el i9 tiene un ancho de banda hacia la memoria principal más grande que el i7.

Tipo test 7: La prevención para que no se produzca un bloqueo entre procesos en una aplicación concurrente:

- (a) Está implementado en los monitores de java para simplificar el desarrollo de aplicaciones concurrentes.
- (b) Es una tarea por estudiar y conseguir, si procede, durante la fase de análisis y diseño.
- (c) Conlleva necesariamente el uso de estructuras de datos como por ejemplo los FIFOs.

Tipo test 8: Cuando en un programa en Java se ejecuta el método `start()` de un hilo, el correspondiente `run()` empieza su ejecución de forma concurrente

- (a) cuando toca según el planificador empleado en el sistema como combinación entre máquina virtual y sistema operativo.
- (b) depende si tal `start()` se encuentra dentro de un bucle ya que en este caso se ejecuta primero todo el bucle ya que es la estrategia más eficiente.
- (c) cuanto antes ya que la máquina virtual sabe que es un punto de comienzo de concurrencia y actúa de tal manera.

Tipo test 9: El principio de la bandera es:

- (a) Una implementación de un algoritmo para un protocolo de entrada y salida a una sección crítica que garantiza la exclusión mutua.
 - i Una herramienta para comprobar si un protocolo con dos procesos garantiza la exclusión mutua.
- (b) Un criterio más para cumplir para garantizar la exclusión mutua entre dos procesos.

Tipo test 10: ¿Cuál crees es una mejor estrategia en el uso (lectura y escritura) de variables compartidas en un programa concurrente?

- (a) Proteger las variables con cerrojos para cada acceso y evitar así posibles conflictos.
- (b) Diseñar el programa de tal manera que un acceso concurrente en un mismo instante es improbable, así una protección de los datos con cerrojos no haría falta.
- (c) Diseñar, si es posible, el programa de tal manera que un acceso concurrente en un mismo instante es imposible, así una protección de los datos con cerrojos no haría falta.

Tipo test 11: ¿Para los sistemas vistos en clase, por qué el sistema con procesador i9 no muestra una ganancia del orden 5 respecto al sistema con procesador i7 ya que el i9 tiene 20 núcleos y el i7 solamente 4 núcleos (en el programa concurrente que implementa el algoritmo counting sort)?

- (a) Las diferencias de las velocidades de los relojes anula tal ganancia teórica.
- (b) La ley de Amdahl limita el speed-up más allá de los valores observados.
- (c) Hay otros factores en un sistema real que limitan la ganancia que se puede alcanzar.

Tipo test 12: La ley de Amdahl describe

- (a) cual es el factor de aceleración alcanzable si se aumenta el trabajo por realizar para un programa paralelo y el número de procesos participantes.
- (b) cual es el factor de aceleración predeterminado para un problema solucionable con un programa paralelo.
- (c) cual es el factor de aceleración alcanzable si se aumenta el número de procesos para un programa paralelo con carga de trabajo fijada.

Tipo test 13: La palabra reservada `synchronized` se usa para garantizar

- (a) accesos con exclusión mutua a bloques de código o métodos de una clase.
- (b) casos de uso de clases como objetos totalmente seguros para la concurrencia.
- (c) transacciones atómicas con variables de sincronización.

Tipo test 14: ¿Cuál fue la estrategia para mejorar la eficiencia de la multiplicación (simple) que usamos en clase como ejemplo?

- (a) Se ha mejorado la intercalación de las operaciones para reducir la congestión de accesos concurrentes.
- (b) Se ha usado métodos específicos disponibles en java que dan apoyo para casos de usos de este estilo.
- (c) Se ha dividido el trabajo en partes individuales que se pueden ejecutar independientemente.

Pregunta 1: [2 Punto(s)] Ha aparecido en el mercado un nuevo protocolo de entrada y salida para garantizar la exclusión mutua de una sección crítica involucrando dos procesos. Tienes acceso al código fuente y sabes que todas las instrucciones básicas se ejecutan de forma atómica en tu hardware. ¿Cuáles son las propiedades del protocolo que deberías analizar antes de comprarlo? ¿Entre ellas, cómo verificarías si el protocolo garantiza la exclusión mutua?

Pregunta 2: [2 Punto(s)] Durante la fase de depuración de un programa concurrente, a la responsable de realizar las pruebas ocurre la idea de producir una versión del código introduciendo simples comandos de `sleep` con una duración aleatoria justamente delante de todos los `wait` ya existentes en el programa. ¿Debería funcionar el programa lógicamente igual? En caso que sí, ¿qué tipo de fallos se pueden detectar, si el programa se comporta diferente? ¿Te ocurre algún inconveniente de tal prueba (a parte que las pruebas siempre consumen tiempo en la producción de una aplicación software)?

Pregunta 3: [2 Punto(s)] En clases hemos visto como ejemplo una implementación de una multiplicación de dos números con un programa concurrente. Empezamos con un código secuencial correcto. Con el simple uso de este código secuencial en los procesos participantes no logramos un programa concurrente correcto. ¿Explica cuales fueron las modificaciones necesarios para lograr finalmente un programa concurrente correcto y hasta cierta medida eficiente!

Apartado II (para todos, P3)

Problema 1 (Tema 2: Conceptos básicos)

Indique qué afirmaciones son verdaderas.

- (a) Debido a que el orden de ejecución de los hilos depende de la JVM, un código multihilo en Java generalmente genera los mismos resultados independientemente del sistema.
- (b) Cuando crea una clase de hilo extendiendo `Thread`, existe una gran flexibilidad para heredar otras clases.
- (c) Cuando implementa la interfaz `Runnable`, debe implementar su método `run()`.
- (d) Si su clase implementa la interfaz `Runnable`, entonces debe pasar su instancia al constructor de la clase `Thread`.

Problema 2 (Tema 3: Thread independencia)

Tu compañero de trabajo tiene que implementar un código utilizando varios hilos que ejecuta el `class Task`.

Sin embargo, antes de implementar todo lo que tiene que hacer `Task`, él quiere probar que todo funciona correctamente. En el método de `run()` de `Task`, él guarda el momento cuando comienza cada hilo en una variable `tiempoComienza` y imprime a la pantalla. Después de un `sleep()`, imprime esta misma variable y el tiempo actual. A ver la salida mostrado abajo, está totalmente sorprendido.

```
Hilo 2 comienza: Mon Jun 22 19:30:23 CET 2020
Hilo 3 comienza: Mon Jun 22 19:30:25 CET 2020
Hilo 4 comienza: Mon Jun 22 19:30:27 CET 2020
Hilo 5 comienza: Mon Jun 22 19:30:29 CET 2020
Hilo 3 termina: Mon Jun 22 19:30:29 CET 2020
Hilo 2 termina: Mon Jun 22 19:30:29 CET 2020
Hilo 6 comienza: Mon Jun 22 19:30:31 CET 2020
```

- (a) Explique en palabras por qué está sorprendido.
- (b) Proponer en palabras cómo arreglarías su código.
- (c) Escriba el código necesario que podrá arreglarlo.

Problema 3 (Tema 4: Interrupts básica)

En el laboratorio 3.1(d), se le pide que use hilos para calcular PI, iterativamente. Sin embargo, también debe escribir un código en `Main` que interrumpirá el cálculo. (Para una pista, consulte la página 10 de las notas del tutorial de Lab 3, que proporciona un resumen de este código).

- (a) Explique en palabras como enviar y detectar los interrupciones en este código.
- (b) Escriba el código de la clase hilo `Tarea` que detectará la interrupción, de modo que todos los subprocesos finalmente se detengan.

Problema 4 (Tema 5: Locks)

Reemplace el siguiente clase `Contador` con una clase equivalente que use `ReentrantLock` en lugar de un bloque sincronizado:

```
1 public class Contador {
2     private static int counter; // initialized to 0 by default
3     public static synchronized int getID(
4     ) {
5         int temp = counter + 1;
6         try {
```

```

7     Thread.sleep(1);
8     }
9     catch (InterruptedException ie) { }
10    return counter = temp;
11    }
12 }

```

Problem 5 (Tema 5 y 6: wait/notify conditional)

En Practica 5, se le pidió que escribiese un código para el problema Enter/Wait, que actua como una sección crítica, (en un metodo compartido que se llama `Enterandwait()`) A continuación se proporciona un código para el método `run()` de un hilo que intenta ingresar a esta sección crítica si no ha estado dentro de la sección crítica justo antes. Explique si este código se compilaría y ejecutaría correctamente. Si no, indique qué está mal y proporcione el código que lo arregla.

```

1 public void run() {
2     synchronized(miRef) {
3         while(miRef.getNActual()>0) {
4             while(miRef.getUltimo() == id) {
5                 try {
6                     System.out.println(this.id+" esperando...");
7                     miRef.notifyAll();
8                 }
9                 catch (InterruptedException ex) {
10                    System.out.println(this.id+" interrumpido...");
11                }
12            }
13            if(miRef.getNActual()>=1) {
14                miRef.enterAndWait();
15                miRef.setUltimo(this.id);
16                miRef.wait();
17            }
18        }
19    }
20 }

```

Problem 6 (Tema 5 y 6: wait/notify conditional)

En el problema 5.2 de las tareas recomendada, se le pidió que escribiera el código para usar `wait/notify` para elegir el siguiente hilo que ejecutará `EnterAndWait()`. Modificamos esto para que solo se ejecuten hilos de colores (consulte la página 19, notas de laboratorio Lab06).

- (a) Explique en palabras cómo se podría implementar esto llamando directamente al siguiente hilo (sin llamando a `notifyAll` a todos los hilos).
- (b) Proporciona una implementación de código relevante, o segmentos de código, que mejor representa el método propuesto

Problema 7 (Tema 7: Thread-safe Buffer)

En el laboratorio 7, se le pidió que escribiera el código para una cola "thread-safe"(sincronizado para hilos) que se puede utilizar con el patrón clásico de Productor/ Consumidor. A continuación se muestra una implementación de la clase utilizando Locks en uno de los métodos. Determina si este código es correcto. Si no, indique cual está mal y proporcione el código correcto.

```
1 class Buffer{
2     int Capacidad = 10;
3     List<Integer> lista = new LinkedList<>();
4     final Lock lock = new ReentrantLock();
5     final Condition notFull= lock.newCondition();
6     final Condition notEmpty= lock.newCondition();
7     public void write(int x) {
8         lock.lock();
9         try{
10            while(lista.size()==10) {
11                notEmpty.await();
12            }
13            lista.add(x);
14            notFull.await();
15            notEmpty.signal();
16        }
17        catch (InterruptedException ex) {
18            Logger.getLogger(Buffer.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
19        }
20        finally {
21            lock.unlock();
22        }
23    }
24 }
```

Problema 8 (Tema 9: Java Concurrent Collections)

En el problema 2 de Lab08, se le pidió que diseñara un Productor/Consumidor con un Exchanger (ver apuntes de Lab08, página 19).

- (a) Explique en palabras cómo se podrían implementar las funciones `put()` y `get()` con (`java.util.concurrent.Exchanger`)
- (b) Proporcione una implementación del método `put()` utilizando un intercambiador para el problema del productor/consumidor.

Problem 9 (Tema 9: Código de Executors)

Dado este clase CountingThreads

```
1 public class CountingThreads {
2     public static void main(String[] args) {
3         Runnable r = new Runnable() {
4             public void run() {
5                 String name = Thread.currentThread().getName();
6                 int count = 0;
7                 while (true)
8                     System.out.println(name + ": " + count++);
9             }
10        };
11        Thread thdA = new Thread(r);
12        Thread thdB = new Thread(r);
13        thdA.start();
14        thdB.start();
15    }
16 }
```

- (a) Explicar en palabras cómo funciona este código.
- (b) Explicar en palabras cómo esto podría implementarse con los Executors
- (c) Escriba una implementación en el código que mejor se adapte a su método propuesto.

Problem 10 (Tema 8: Executors)

Usando un *fixed thread pool*, dentro de un servicio Executor, queremos implementar un Callable Task que devuelve un Future. Para esto, responda a lo siguiente

- (a) Explique en palabras cuál es la diferencia entre Callable y Runnable en un servicio Executor.
- (b) Escriba una clase mínima, llamada Task, que use la interfaz Callable para devolver un valor entero y un variable Future que recoge este valor
- (c) Escriba una clase mínima, llamada Task, que use la interfaz Callable para devolver un valor la suma de números dobles un variable Future que recoge este valor

Apartado III (solo no-asistentes)

Problema NO Asistentes

En Practica 10 y 11, se le pidió que implementara una arquitectura distribuida simple basada en el intercambio de mensajes. Esta consiste en un cliente/servidor que usa sockets y serialización para enviar objetos (mensajes y arrays) a través de flujos (streams) entre diferentes clientes y un servidor central.

Como se explicó en el laboratorio, el servidor debe leer la imagen, asignar trabajo a los clientes que solicitan partes de la imagen, mantener una cola para aquellas partes de la imagen que se han procesado o necesitan procesarse, y finalmente volver a escribir la imagen total procesada. Para recibir mensajes en servidor, se puede implementar una clase "Server"Thread que solo maneje mensajes del cliente, mientras que otra clase "ServerData"Thread podría recibir partes de la matriz procesada de cada uno de los clientes.

- (a) Mediante palabras, explique la arquitectura y cómo implementaría este problema en Java. Especifique algunos detalles esenciales de la lógica del programa, pero sin escribir todo el código.
- (b) A continuación, responda las siguientes preguntas de implementación.
 - a) Imagine que tiene una clase `MessageInfo` que se enviará entre cliente y servidor con los dos valores: `String code` y `int value`. Escriba la clase `MessageInfo` que se puede transferir utilizando "streams" entre el cliente y servidor.
 - b) Escriba el segmento de código para la clase `Servidor` que espera un mensaje del cliente
 - c) Escriba el segmento de código para la clase `ServerData` que espera las regiones de la matriz procesada de los clientes.

Preguntas de teoría

Pregunta 4: [2 Punto(s)] En clase hemos visto un protocolo de entrada y salida a una sección crítica para dos procesos donde los procesos ejecutan código diferente (protocolo asimétrico).

- (a) Comprueba la corrección de la exclusión mutua.
- (b) Razona sobre la política de justicia de este protocolo.

Pregunta 5: [2 Punto(s)] Razona críticamente sobre los tres métodos *prevenir*, *evitar* y *detectar/actuar* disponibles para gestionar posibles bloqueos entre procesos en una aplicación concurrente. Incluye una breve descripción de los mismos.

Pregunta 6: [2 Punto(s)] Explica las semánticas del modificador `volatile` de Java y su uso en programas concurrentes, es decir, que garantías se obtiene con tal uso.

Pregunta 7: [2 Punto(s)] ¿Para que sirve un `Executor`? Explica su posible uso en programas concurrentes. Añade un ejemplo.