

Programación concurrente — Datos compartidos y exclusión mutua

Juan Antonio de la Puente

[<jpuente@dit.upm.es>](mailto:jpuente@dit.upm.es)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es>

Referencias

- Scott Oaks & Henry Wong
Java Threads
O'Reilly Media; 3rd ed (2004)
- Kathy Sierra & Bert Bates
Head First Java, ch. 15
O'Reilly Media; 2nd ed (2005)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Datos compartidos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The 'C' is significantly larger than the other letters. The text is set against a light blue, cloud-like background with a white shadow underneath, all contained within a yellow rectangular box.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Variables compartidas

- Las hebras de un programa pueden ser **independientes**
 - ▶ la ejecución de una hebra no afecta a lo que hagan las demás hebras
- ... pero a menudo es más interesante que varias hebras **cooperen** para realizar una función común
- Un mecanismo de cooperación muy corriente consiste en usar **variables compartidas**
 - ▶ variables a las que tienen acceso varias hebras

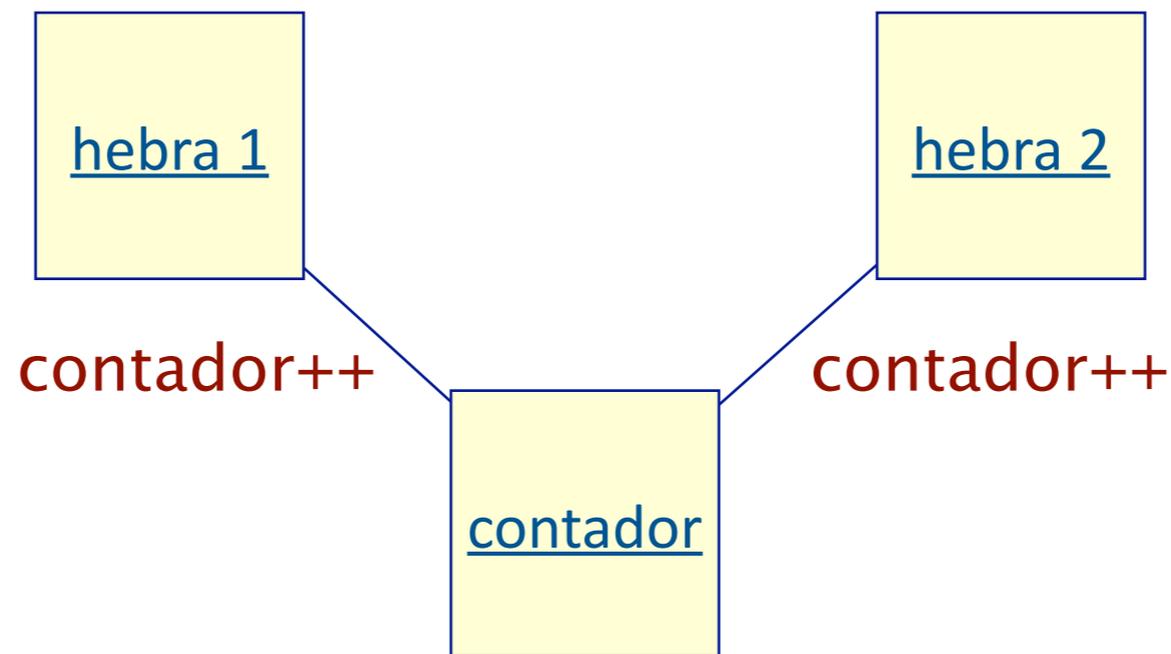
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo

- Dos hebras que incrementan concurrentemente el valor de un contador



- **Problema:** el resultado depende de en qué orden se entrelace la ejecución de las operaciones de cada hebra

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Operaciones atómicas

- La operación `contador++` no se ejecuta de una sola vez
 - ▶ se descompone en

```
registro = contador    // registro es una variable temporal local de cada thread
registro = registro + 1 // incrementar el valor del registro
contador = registro    // actualizar el valor del contador
```
- Las operaciones que no se pueden descomponer se llaman **atómicas**
 - ▶ `contador++` no es atómica
 - ▶ pero las operaciones en que se descompone sí lo son
 - ✓ en realidad depende de la implementación (JVM y lenguaje de máquina)
- Cuando varias hebras se ejecutan concurrentemente se entrelaza la ejecución de sus instrucciones atómicas

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

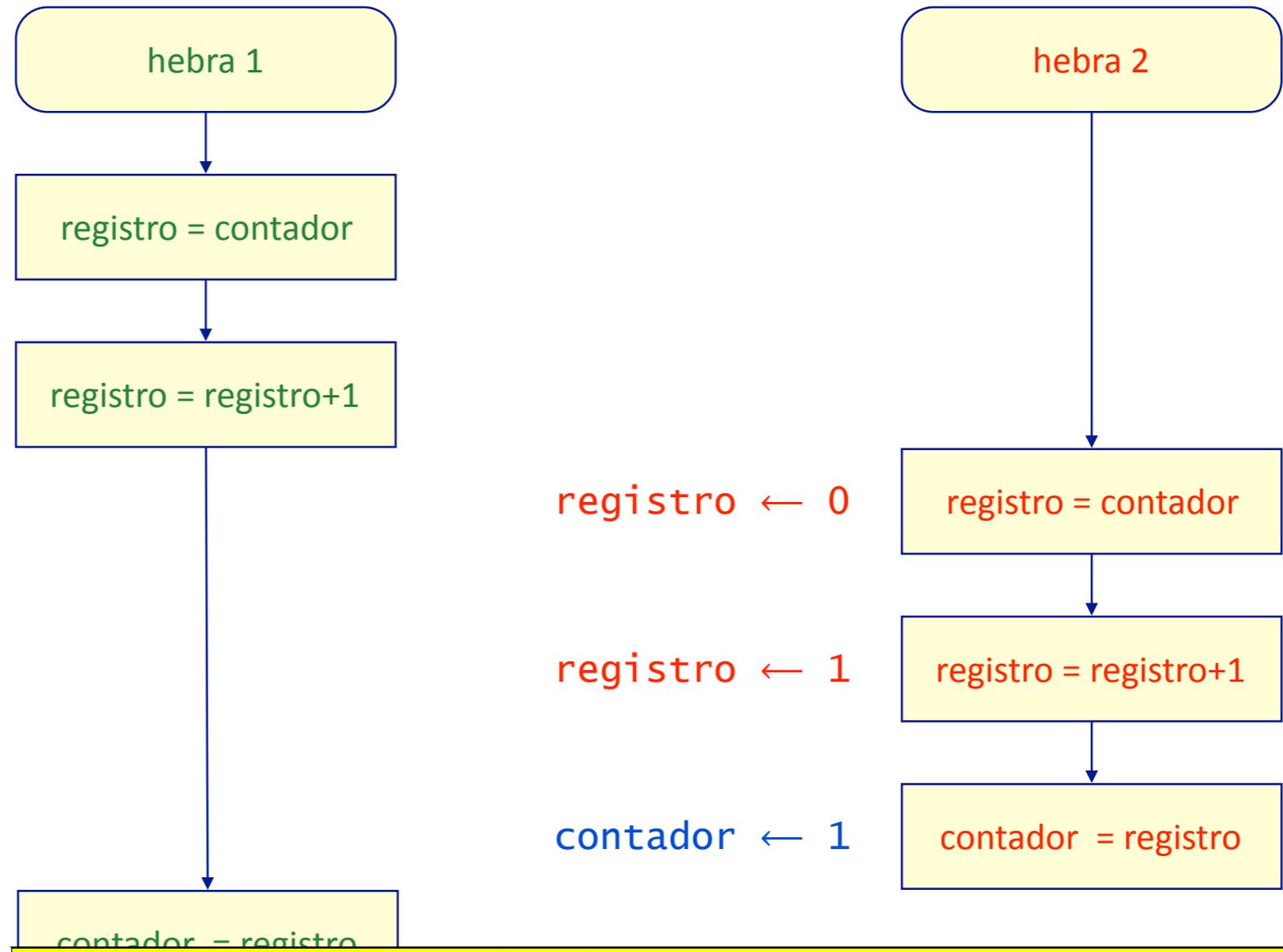
Secuencias de ejecución (1)

contador == 0

registro ← 0

registro ← 1

contador ← 1



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

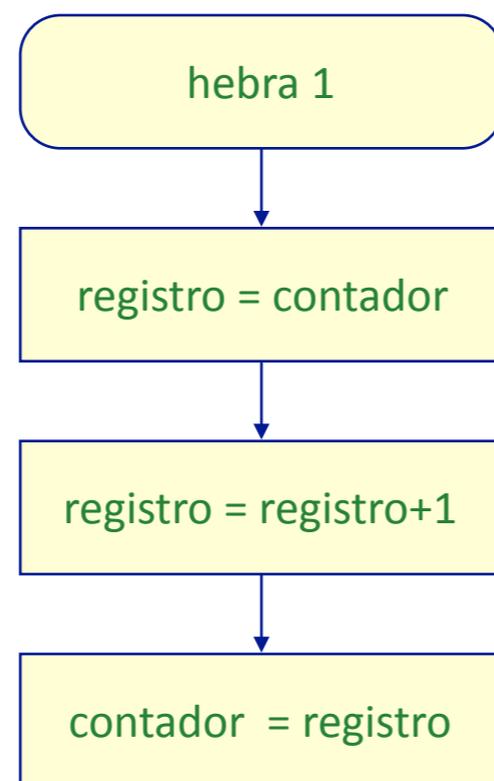
Secuencias de ejecución (2)

contador == 0

registro ← 0

registro ← 1

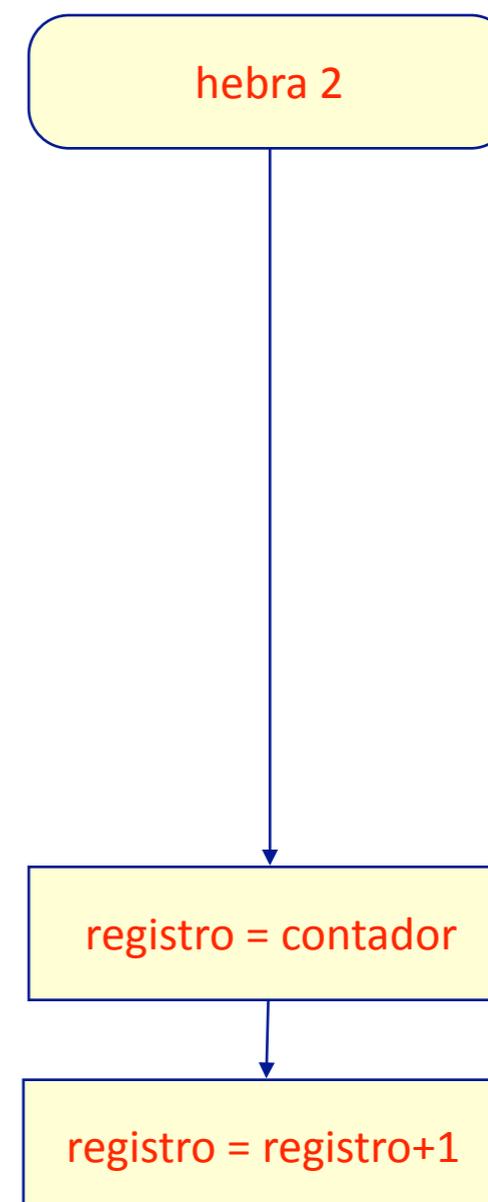
contador ← 1



hebra 2

registro ← 1

registro ← 2



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Condición de carrera

- ¡El resultado puede ser 1 o 2!
 - ▶ depende de las velocidades de ejecución relativas de las hebras
 - “quién corre más”
- El resultado de un programa no debe depender de estos detalles
 - ▶ imposible de prever de antemano
 - ▶ cada ejecución es distinta
 - comportamiento indeterminado
 - ▶ imposible hacer ensayos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo: variable compartida

```
public class PruebaCuenta {  
  
    static long cuenta = 0;          /* variable compartida */  
  
    private static class Incrementa extends Thread {  
        public void run () {  
            for (int i = 0; i < 1000000; i++) {  
                cuenta++;          /* región crítica */  
            }  
        }  
    }  
}  
  
public static void main(String[] args) {  
    new Incrementa().start(); /* hebra 1 */  
    new Incrementa().start(); /* hebra 2 */  
}
```

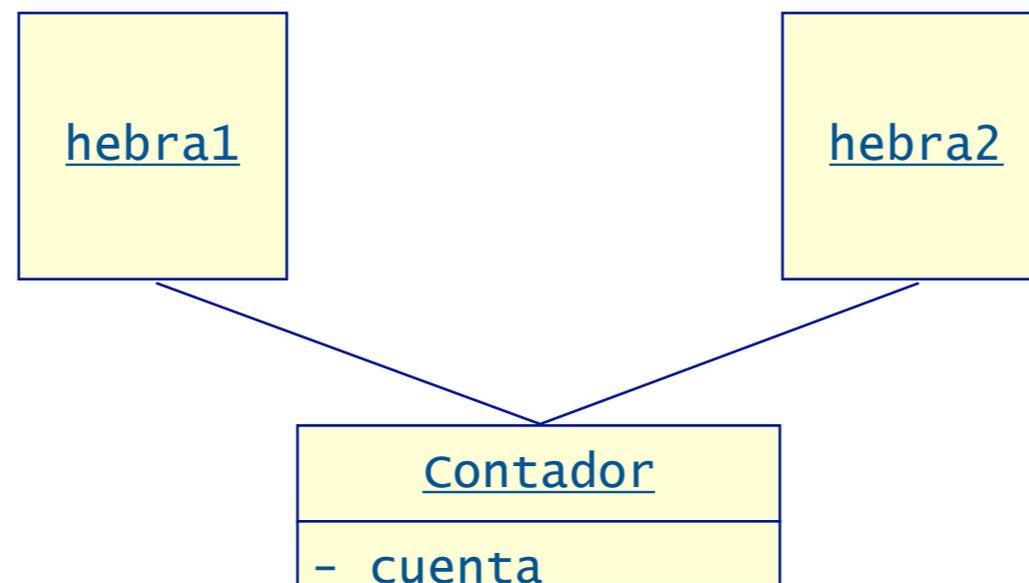
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Datos compartidos en objetos

- Los campos de datos de objetos a los que se accede desde varias hebras también son datos compartidos
 - ▶ también pueden dar lugar a condiciones de carrera
 - ▶ da igual que se acceda a los datos directamente (si son visibles) o mediante métodos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo: objetos con estado (1)

```
public class Contador {  
  
    private long cuenta = 0;          /* estado */  
  
    public Contador (long valorInicial) {  
        cuenta = valorInicial;  
    }  
  
    public void incrementar () {  
        cuenta++;                    /* modifica el estado */  
    }  
  
    public long valor () {           /* devuelve el valor */  
        return cuenta;  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo: objetos con estado (2)

```
public class PruebaContador {  
  
    private static class Incrementa extends Thread {  
        Contador contador;  
  
        public Incrementa (Contador c) {  
            contador = c;  
        }  
  
        public void run () {  
            ...  
            contador.incrementar();    /* región crítica */  
            ...  
        }  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo: objetos con estado (3)

```
// continuación
```

```
public static void main(String[] args) {  
    Contador contador = new Contador(0);  
    Thread hebra1 = new Incrementa(contador);  
    Thread hebra2 = new Incrementa(contador);  
    /* las dos hebras comparten el objeto contador */  
    hebra1.start();  
    hebra2.start();  
    ...  
}
```

The logo for Cartagena99, featuring the text 'Cartagena99' in a stylized, bold font with a blue and orange gradient background.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Regiones críticas y exclusión mutua

- Los segmentos de código en que se accede a variables compartidas se llaman **regiones críticas**
- Para evitar condiciones de carrera es preciso asegurar la **exclusión mutua** entre las hebras en las regiones críticas
- Cuando una hebra está en una región crítica ninguna otra puede acceder a los mismos datos
 - ▶ primero una hebra efectúa todas las operaciones de su región crítica, luego la otra
 - ▶ el orden no importa, siempre que no se entrelacen las operaciones elementales

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the word 'Cartagena'. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cerrojos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cerrosos

- Un **cerrojo** (*lock*) es un mecanismo de sincronización para asegurar la exclusión mutua
- Puede estar en uno de estos dos estados:
 - ▶ **bloqueado** (cerrado)
 - ▶ **desbloqueado** (abierto)
- Dos operaciones **atómicas**
 - ▶ **bloquear** (*lock*)
 - si ya está bloqueado, la hebra se queda esperando
 - ▶ **desbloquear** (*unlock*)
 - si hay hebras esperando, continúa una de ellas
- Para asegurar la exclusión mutua

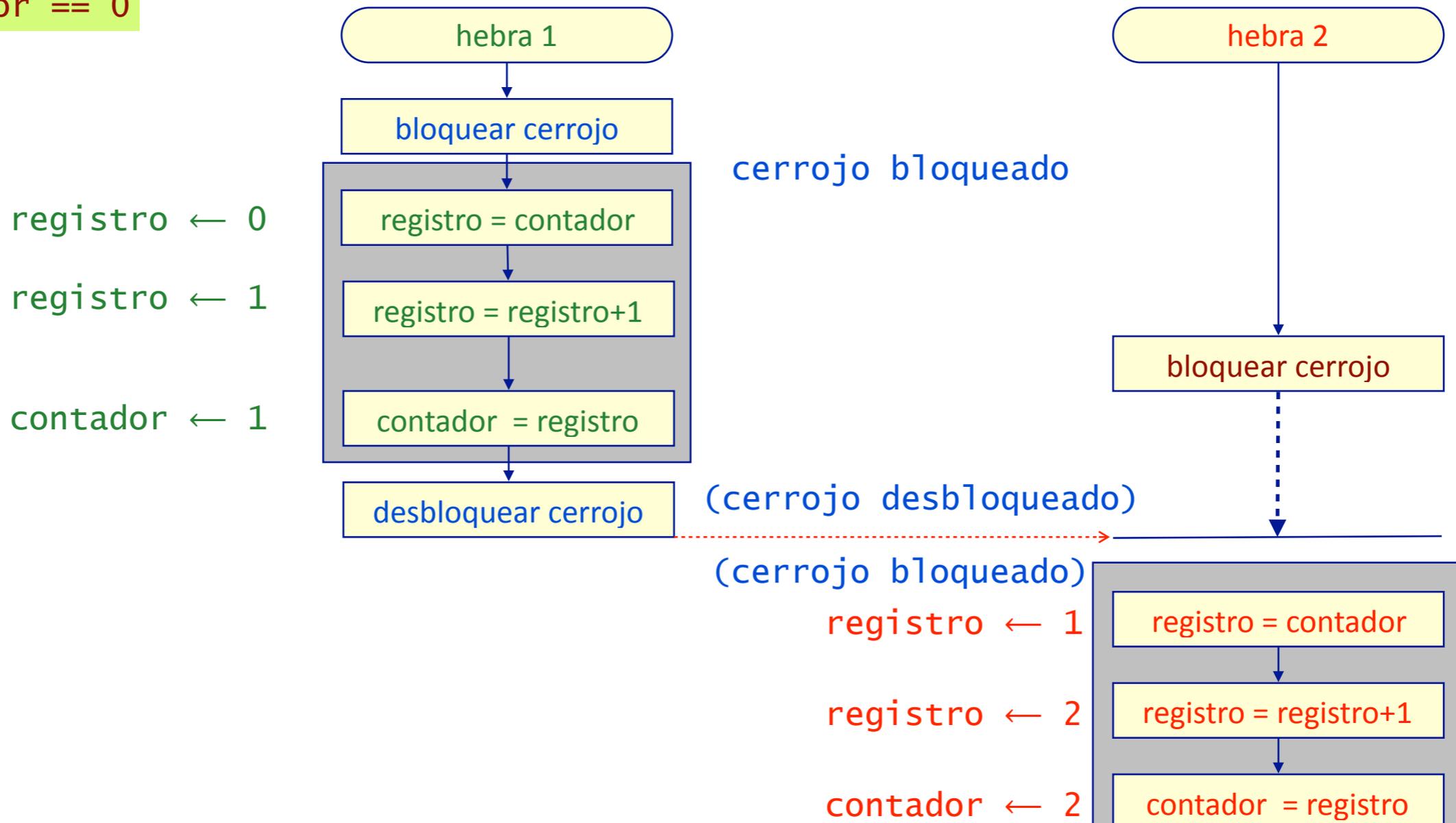
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo

contador == 0



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problemas de los cerrojos

- Es muy mecanismo de muy bajo nivel que no es aconsejable utilizar directamente
 - ▶ hay que hacer siempre `lock()` y `unlock()`, en ese orden
 - ▶ puede ser complicado con estructuras de programa complejas
 - ▶ es fácil equivocarse, muchos problemas
- Es mejor dejar que el compilador lo haga por nosotros
 - ▶ integrar exclusión mutua con objetos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Monitores

The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, teal-colored font. The "99" is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue, cloud-like background with a soft orange shadow underneath.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Exclusión mutua en Java

- Java proporciona mecanismos de sincronización abstractos
 - ▶ métodos sincronizados
 - ▶ bloques sincronizados
- Definen partes del programa que se ejecutan en exclusión mutua (regiones críticas)
- El compilador y la JVM se encargan de gestionar los cerrojos de forma implícita

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Métodos sincronizados

- Un método sincronizado se ejecuta en exclusión mutua con los demás métodos sincronizados del mismo objeto

```
public class ContadorSincronizado {  
  
    private long cuenta = 0;          /* estado */  
  
    public ContadorSincronizado (long valorInicial) {  
        cuenta = valorInicial;  
    }  
  
    public synchronized void incrementar () {  
        cuenta++;  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Métodos sincronizados (continuación)

- Las llamadas concurrentes a métodos sincronizados se ejecutan en exclusión mutua

```
...  
public void run () {  
    ...  
    contador.incrementar();    /* región crítica */  
    ...  
}  
...
```

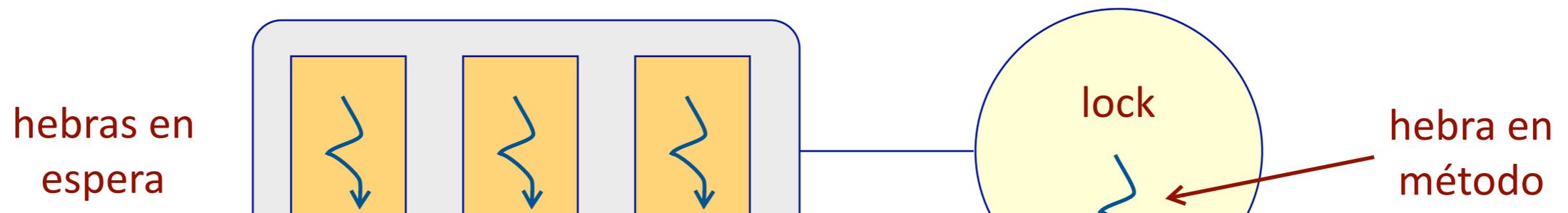
The logo for Cartagena99, featuring the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font with a light blue and orange gradient background behind the letters.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Implementación

- Cada objeto tiene asociado un cerrojo
 - ▶ Al empezar a ejecutar un método sincronizado se bloquea el cerrojo
 - si ya estaba bloqueado, la hebra que invoca el método se suspende
 - las hebras que esperan están en una lista asociada al objeto (*entry set*)
 - ▶ Al terminar se desbloquea
 - si hay hebras esperando, se reanuda la ejecución de una de ellas
 - ▶ El compilador genera el cerrojo y los bloqueos y desbloqueos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Algunos detalles

- Sólo se ejecutan en exclusión mutua los métodos sincronizados
 - ▶ si se olvida sincronizar algún método se pueden producir condiciones de carrera
- Los métodos de clase también se pueden sincronizar
 - ▶ se usa un cerrojo para la clase y uno por cada objeto
- Los constructores no se pueden sincronizar
 - ▶ pero sólo se invocan al crear un objeto

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Monitores

- Un **monitor** es una clase que encapsula datos compartidos y operaciones con los mismos
 - ▶ todos los campos de datos se hacen **privados**
 - sólo se puede acceder a ellos a través de métodos
 - ▶ todos los métodos están **sincronizados**
- Es un esquema clásico para construir programas concurrentes
 - ▶ inventado por Per Brinch Hansen y C. Anthony Hoare (1974)
- Ventajas
 - ▶ la sincronización se especifica al mismo tiempo que los datos
 - ▶ las hebras que acceden a los datos no tienen que incluir ningún

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Bloques sincronizados

- Permiten definir regiones críticas mutuamente exclusivas con una granularidad menor

```
synchronized(objeto) {  
    instrucciones  
}
```

- Las instrucciones del cuerpo se ejecutan en exclusión mutua
- Se usa el cerrojo asociado al objeto
- Puede ser útil para mejorar las prestaciones
- Pero es más difícil de usar que los métodos sincronizados

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Precauciones

- Hay que identificar bien las regiones críticas
 - ▶ secuencia de instrucciones donde se lee y se modifica el estado interno de los objetos compartidos
 - ▶ no siempre es evidente dónde están
 - ▶ puede haber regiones críticas fuera de los datos encapsulados si no se han diseñado bien los métodos
- Hay que sincronizar todas las regiones críticas
 - ▶ identificar las operaciones con datos compartidos y realizarlas como

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo (incorrecto)

```
public class variable {  
    private long valor = 0;  
  
    public variable (long valorInicial) {  
        valor = valorInicial;  
    }  
  
    public synchronized void modificar(long v) {  
        valor = v;  
    }  
  
    public synchronized long valor() {  
        return valor;  
    }  
}
```

```
...  
variable v = new variable(0);
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo (correcto)

```
public class Variable {  
    private long valor = 0;  
  
    ...  
  
    public synchronized void incrementar() {  
        valor++;  
    }  
  
    ...  
}
```

```
...  
v.incrementar ();           // Ahora está sincronizado  
...
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Datos volátiles

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Datos volátiles

- Algunos campos de datos se pueden declarar **volatile**
 - ▶ indica que el valor puede cambiar desde otras hebras
 - ▶ en multiprocesadores no se hacen copias privadas
 - ▶ se asegura que las lecturas y escrituras son atómicas
 - ¡nada más!
- Puede ser eficiente si lo único que se hace es cambiar el valor en una hebra y leerlo en otra

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo

```
public class Tarea extends Thread {  
  
    private volatile boolean vivo = true;  
  
    public void run() {  
        while (vivo) {  
            // actividad concurrente  
        }  
    }  
  
    public void para() {  
        vivo = false;  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Precauciones

- Sólo son atómicas la lectura y la escritura de datos primitivos

```
volatile int i;
```

```
...
```

```
i++; // ¡no es atómico, puede haber carreras
```

- Si se declaran como volátiles arrays u objetos, los elementos individuales no están protegidos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow gradient bar that tapers at the ends.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo

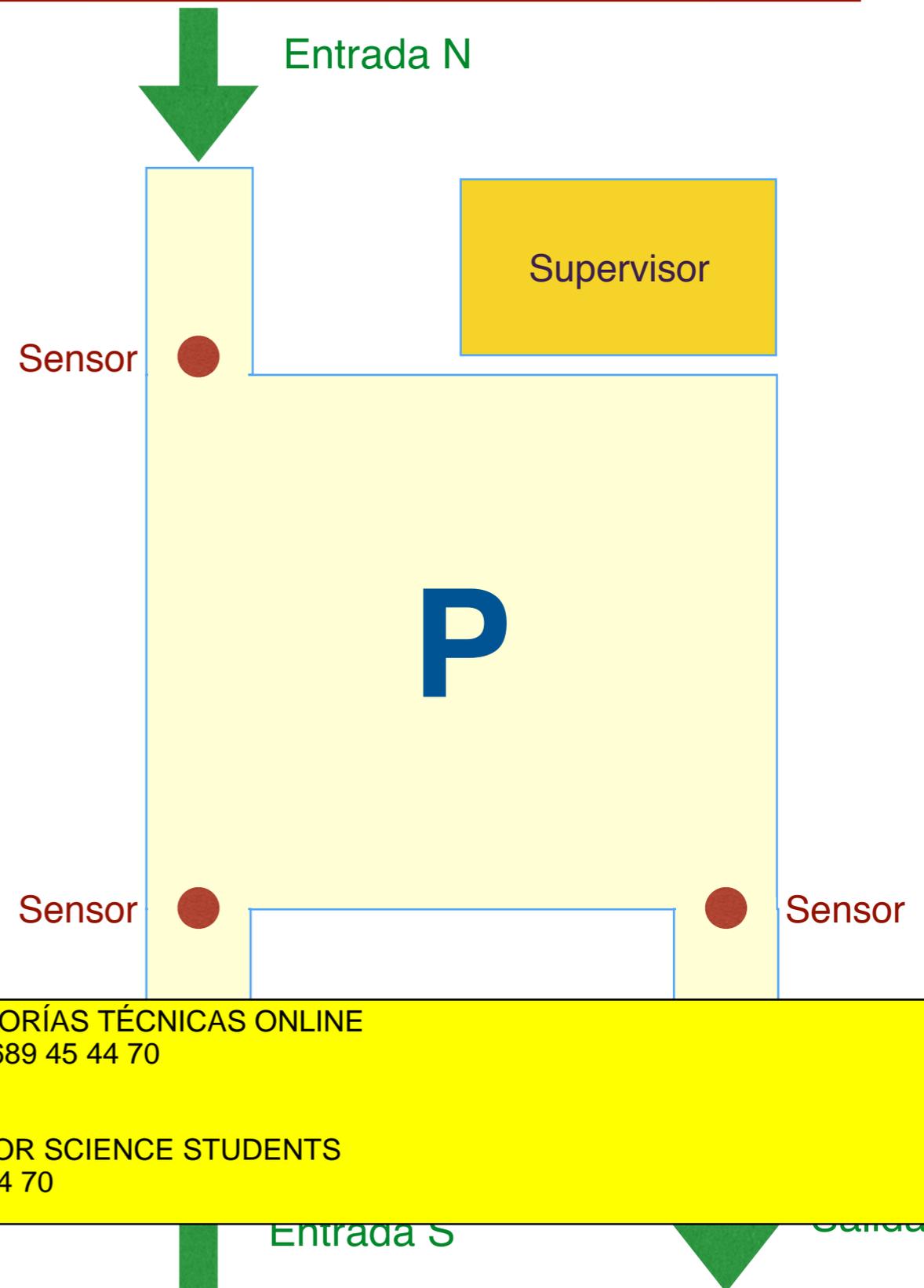
The logo for Cartagena99 features the word "Cartagena99" in a stylized, teal-colored font. The "99" is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue, cloud-like background with a soft orange shadow underneath.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Gestión de un estacionamiento

- Varias entradas y salidas
 - ▶ sensores que avisan cuando pasa un coche
- Supervisor
 - ▶ muestra la ocupación del estacionamiento (número de coches)

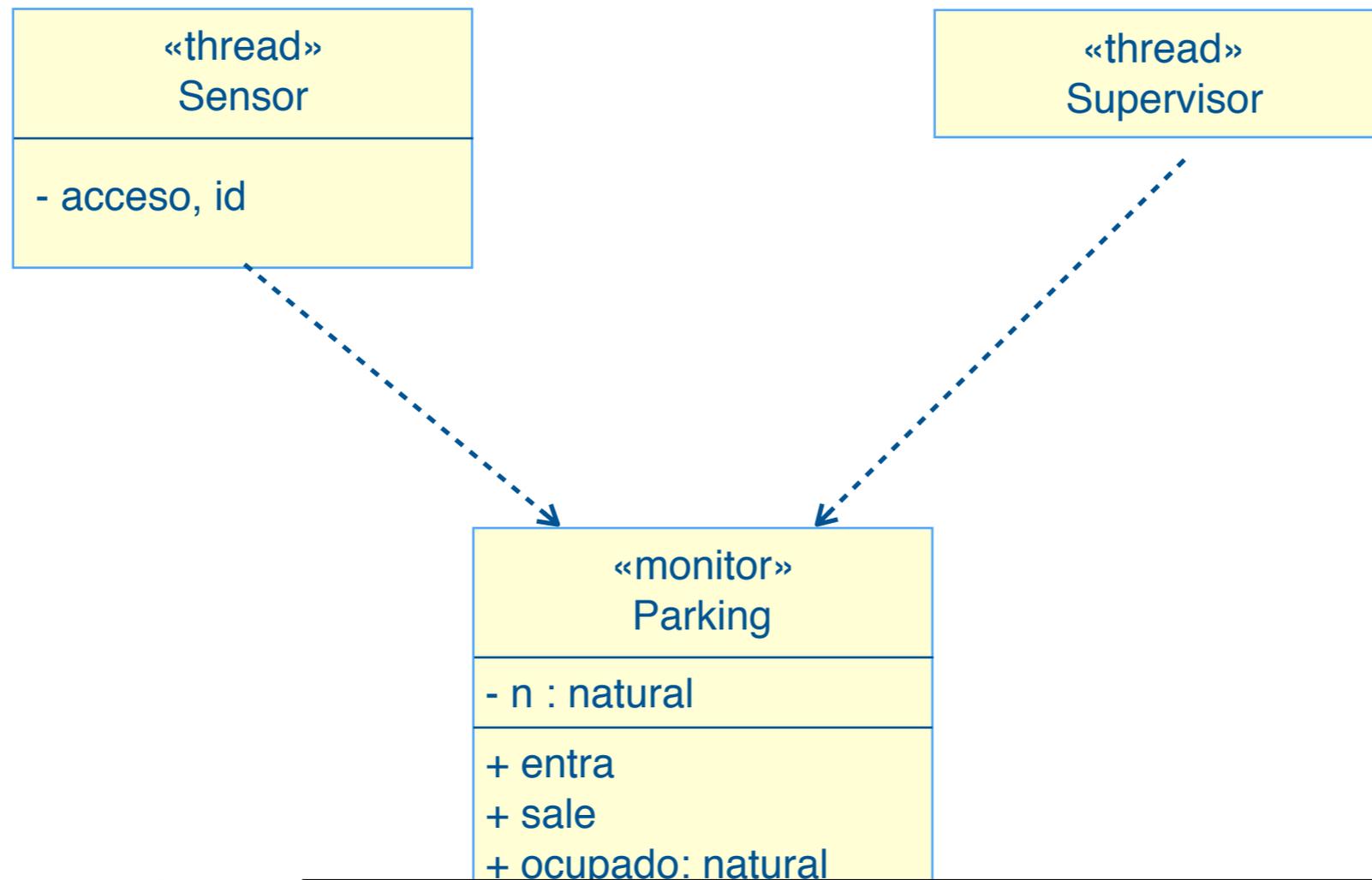


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Diseño



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Parking

```
public class Parking {  
  
    private int n = 0; // número de coches en el parking  
  
    // entra un coche por una de las puertas  
    public synchronized void entra (String puerta) {  
        n++;  
    }  
  
    // sale un coche por una de las puertas  
    public synchronized void sale (String puerta) {  
        n--;  
    }  
  
    // consulta  
    public synchronized int ocupado() {
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Sensor

```
public class Sensor extends Thread {  
  
    private String id;  
    private Parking p;  
    private Acceso acceso; // ENTRADA o SALIDA  
  
    public Sensor(Parking p, String id, Acceso acceso) {  
        this.p = p;  
        this.id = id;  
        this.acceso = acceso;  
    }  
  
    @Override  
    public void run() {  
        while (true) {  
            ... // detecta un coche  
            switch (acceso) {  
                case ENTRADA: p.entra(id);  
                             break;  
                case SALIDA:  p.sale(id);  
                             break;  
            }  
        }  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Supervisor

```
public class Supervisor extends Thread {  
  
    private Parking p;  
  
    public Supervisor(Parking p) {  
        this.p = p;  
    }  
  
    @Override  
    public void run() {  
        // comprueba el estado del parking cada 10 s  
        while (true) {  
            System.out.println("Número de plazas ocupadas: "  
                + p.ocupado());  
  
            try {  
                sleep(10*1000);  
            } catch (InterruptedException e) {  
                System.err.println(e.toString());  
            }  
        }  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Crítica

- El monitor protege el estado interno del estacionamiento
 - ▶ no hay carreras al actualizar o leer
- Pero no se asegura que el estado sea correcto
 - ▶ no deberían entrar coches si el estacionamiento está lleno
- Hace falta un mecanismo que permita imponer estas condiciones

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background that tapers off to the right. Below the text, there is a horizontal orange and yellow gradient bar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Resumen

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The 'C' is significantly larger than the other letters. The text is set against a light blue, brush-stroke-like background that tapers to the right. Below the text is a horizontal orange brush stroke.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Resumen

- El acceso concurrente a variables compartidas puede dar lugar a resultados erróneos
 - ▶ carreras
- La forma de evitar este problema es asegurar la exclusión mutua entre las zonas donde se usan esas variables
 - ▶ regiones críticas
- El mecanismo básico para conseguir la exclusión mutua es el cerrojo
 - ▶ bloqueo y desbloqueo atómicos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Resumen (continuación)

- Los monitores son clases que aseguran un acceso correcto a objetos compartidos
 - ▶ todos los campos de datos son privados
 - ▶ todos los métodos están sincronizados
 - excepto los constructores
- Una clase que se puede usar sin problemas desde varias hebras se dice que es segura (*thread safe*)

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70