

L11: Semaphores II

César Sánchez

Grado en Ingeniería Informática
Grado en Matemáticas e Informática
Universidad Politécnica de Madrid

Under construction! Do not print

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

Mapa Conceptual

Concurrency = Simultaneous + Nondeterminism + Interaction

Interaction = Communication | Synchronization

Synchronization = Mutual Exclusion | Conditional Synchronization

■ Terminology:

atomic

interleaving

mutual exclusion

race condition

busy-wait

critical section

Cartagena99

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

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

TODAY: HW4: Garantizar mutex con semáforos

Homework:

- HW1: Creación de threads en Java
- HW2: Provocar una condición de carrera
- HW3: Garantizar la exclusión mutua con espera activa
- **HW4: Garantizar la exclusión mutua con semáforos**

Fecha de Cierre:

Miércoles 11-Marzo-2015 11am

E 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

TODAY: HW4: Garantizar mutex con semáforos

Homework:

- HW1: Creación de threads en Java
- HW2: Provocar una condición de carrera
- HW3: Garantizar la exclusión mutua con espera activa
- **HW4: Garantizar la exclusión mutua con semáforos**

Fecha de Cierre:

Miércoles 11

HOY: PUESTA EN COMÚN

E

Cartagena99

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

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

HW5 + HW6

Homework:

- HW1: Creación de threads en Java
- HW2: Provocar una condición de carrera
- HW3: Garantizar la exclusión mutua con espera activa
- HW4: Garantizar la exclusión mutua con semáforos
- **HW5: Almacén de un dato con semáforos**
- **HW6: Almacén de varios datos con semáforos**

Fecha de Cierre:

Lunes 23-Marzo-2015 23:59



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

HW5: Almacén de un dato con semáforos

Hoja de ejercicios cortos (r1638)

Concurrencia

Segundo semestre 2014-2015

5. Almacén de un dato con semáforos

En este caso nos enfrentamos a un típico programa de concurrencia: productores-consumidores. Existen procesos de dos tipos diferentes:

- Productores: su hilo de ejecución consiste, repetidamente, en crear un producto (ver la clase `es.upm.babel.cclib.Producto`) y hacerlo llegar a uno de los consumidores.
- Consumidores: su hilo de ejecución consiste, repetidamente, recoger productos producidos por los productores y consumirlos.

Las clases que implementan ambos threads forman parte de la librería CCLib:
`es.upm.babel.cclib.Productor` y `es.upm.babel.cclib.Consumidor`.

La comunicación entre productores y consumidores se realizará a través de un “almacén” compartido por todos los procesos. Dicho objeto respetará la interfaz `es.upm.babel.cclib.Almacen`:

Se pide implementar sólo con semáforos una clase que siga dicha interfaz. Sólo puede haber almacenado como máximo un producto, si un proceso quiere almacenar debe esperar hasta que no haya un producto y si un proceso quiera extraer espere hasta que haya un producto. Téngase en cuenta además los posibles problemas de no asegurar la exclusión mutua en el acceso a los

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

La interfaz `Almacen` de `es.upm.babel.cclib` debe llamarse `Almacen.java`.

HW5: Almacén de un dato con semáforos (2)

Material de apoyo

Se ofrece un esqueleto de código que el alumno debe completar en el fichero `Almacen1.todo.java`:

El programa principal `CC_05_P1CSem.java` es el siguiente:

Para valorar si el problema está bien resuelto, os recordamos que el objetivo es asegurar

1. que todos los productos producidos acaban por ser consumidos,
2. que no se consume un producto dos veces y
3. que no se consume ningún producto no válido (null, por ejemplo).

~~Recomendación: jugar con los valores de número de productores y número de consumidores.~~

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

HW6: Almacén de varios datos con semáforos

Hoja de ejercicios cortos (r1638)

Concurrencia

Segundo semestre 2014-2015

6. Almacén de varios datos con semáforos

Este ejercicio es una variación del problema anterior. En esta ocasión, el almacén a implementar tiene una capacidad de hasta N productos, lo que permite a los productores seguir trabajando aunque los consumidores se vuelvan, momentáneamente, lentos.

Material a entregar

El fichero fuente a entregar debe llamarse `AlmacenN.java`.

Material de apoyo

Se ofrece un esqueleto de código que el alumno debe completar en el fichero `AlmacenN.todo.java`:

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 background with a white, brush-stroke-like underline that extends to the right.

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

Producers-Consumers Problem

- **Producers:** processes that create new data
- **Consumers:** threads that process and consume data
- **Store:** **shared** placeholder for data



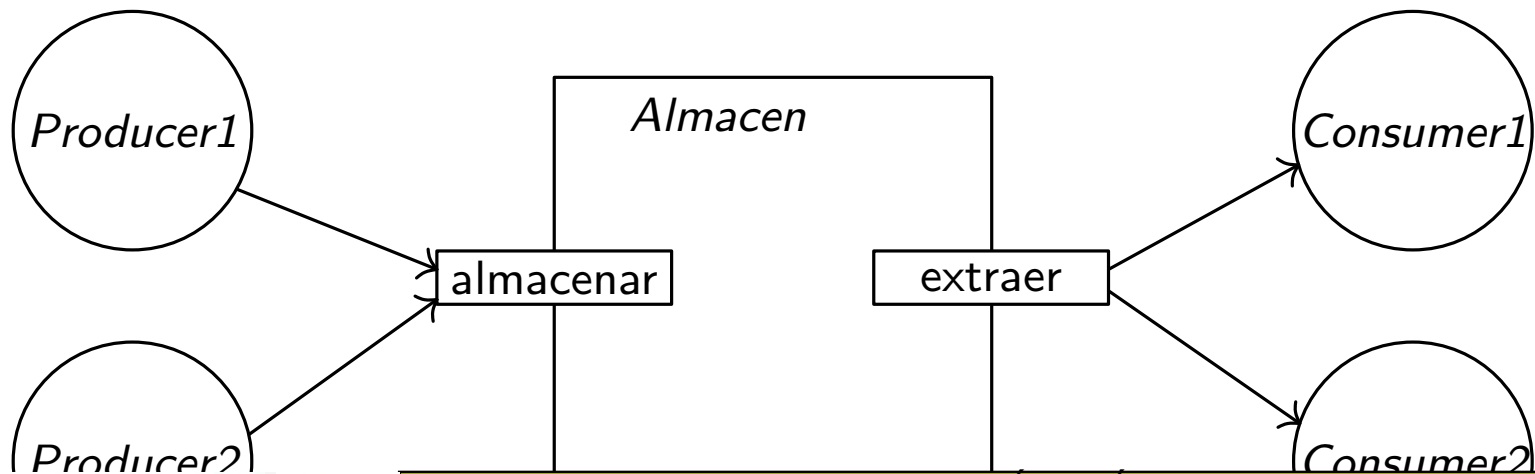
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

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

Producers-Consumers Problem

- **Producers:** processes that create new data
- **Consumers:** threads that process and consume data
- **Store:** **shared** placeholder for data



Cartagena99

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

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

CC_05_P1CSem.java

```
class CC_05_P1CSem {
    public static final void main(final String[] args) throws
        InterruptedException {

        Almacen almacen = new Almacen1();

        Productor[] productores = new Productor[N_PRODS];
        Consumidor[] consumidores = new Consumidor[N_CONSS];

        for (int i = 0; i < N_PRODS; i++) {
            productores[i] = new Productor(almacen);
        }
        for (int i = 0; i < N_CONSS; i++) {
            consumidores[i] = new Consumidor(almacen);
        }
        for (int i = 0; i < N_PRODS; i++) {
            productores[i].start();
        }
    }
}
```

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, cloud-like background that tapers 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

// ...

Almacen1.java

```
class Almacen1 implements Almacen {
    public Almacen1() {}

    public void almacenar(Producto producto) {
        almacenado = producto;
    }

    public Producto extraer() {
        Producto result;
        result = almacenado;
        almacenado = null;
        return result;
    }
}
```

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 background with a white, brush-stroke-like underline that extends to the right.

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

Productor.java

```
public class Productor extends Thread {  
  
    private Almacen almacenCompartido;  
  
    public Productor(Almacen a) {  
        almacenCompartido = a;  
    }  
  
    public void run() {  
        Producto p;  
        while (true) {  
            p = Fabrica.producir();  
            almacenCompartido.almacenar(p);  
        }  
    }  
}
```

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, cloud-like background with a white outline. 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

Consumidor.java

```
public class Consumidor extends Thread {  
  
    private Almacen almacenCompartido;  
  
    public Consumidor(Almacen a) {  
        almacenCompartido = a;  
    }  
  
    public void run() {  
        Producto p;  
        while (true) {  
            p = almacenCompartido.extraer();  
            Consumo.consumir(p);  
        }  
    }  
}
```

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The "99" is significantly larger and more prominent than "Cartagena". The text is set against a light blue, cloud-like background that tapers to the right. Below the text 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

Concurrency Problems

Recall **Almacen.java**:

```
class Almacen1 implements Almacen {
    public Almacen1() {}

    public void almacenar(Producto producto) {
        almacenado = producto;
    }

    public Producto extraer() {
        Producto result;
        result = almacenado;
        almacenado = null;
        return result;
    }
}
```

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The "99" is significantly larger and more prominent than "Cartagena". The text is set against a light blue background with a subtle gradient and a soft shadow 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

Concurrency Problems

Recall **Almacen.java**:

```
class Almacen1 implements Almacen {  
    public Almacen1() {}
```

```
    public void almacenar(Producto producto) {  
        almacenado = producto;  
    }
```

```
    public Producto extraer() {  
        Producto result;  
        result = almacenado;  
        almacenado = null;  
        return result;  
    }  
}
```

1

critical sections

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

Concurrency Problems

Recall **Almacen.java**:

```
class Almacen1 implements Almacen {  
    public Almacen1() {}
```

```
    public void almacenar(Producto producto) {  
        almacenado = producto;  
    }
```

```
    public Producto extraer() {  
        Producto result;  
        result = almacenado;  
        almacenado = null;  
        return result;  
    }
```

```
}
```

Block when full

2
conditions

Block when empty

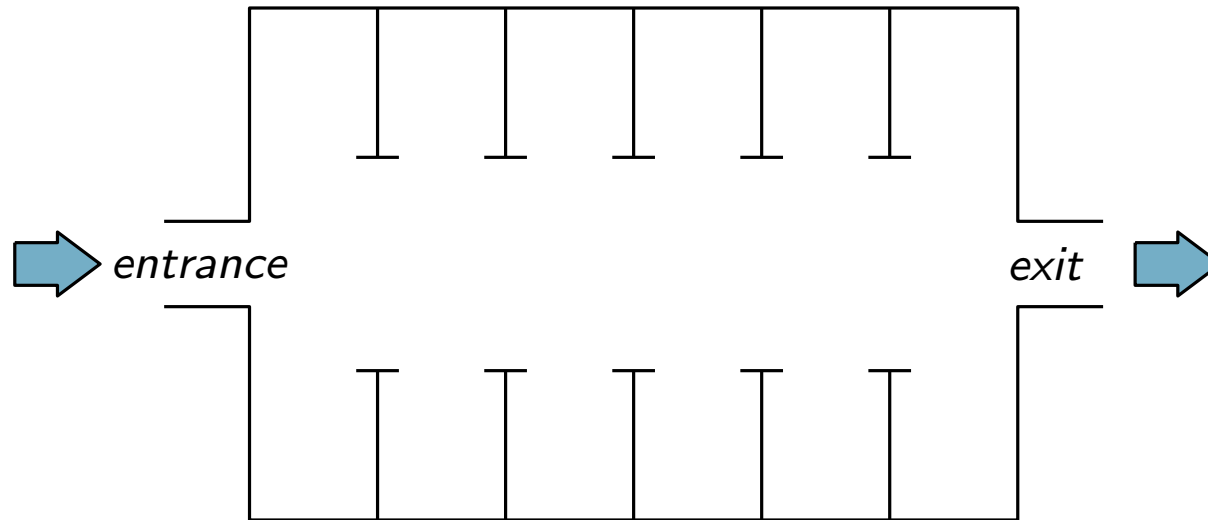
Cartagena99

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

Example: Parking Lot

- One entry, one exit



- Allow to enter **if space available**
- Discount upon exit

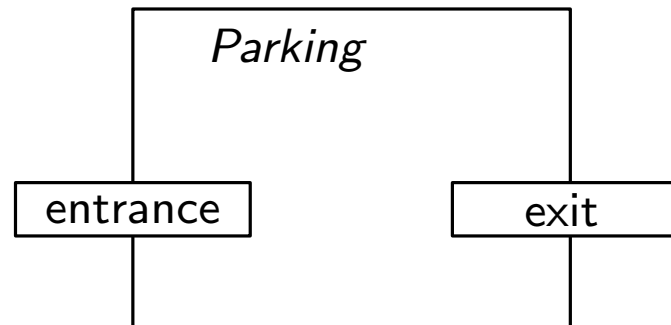
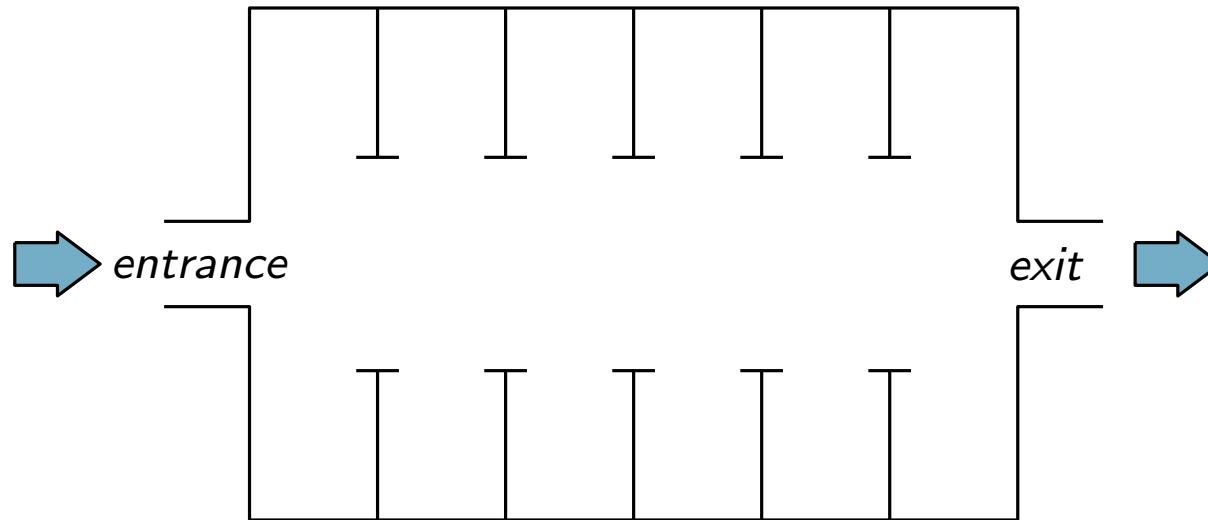
Cartagena99

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

Example: Parking Lot

- One entry, one exit



Cartagena99

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

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

Example: Parking Lot (Solution 0)

```
int num_cars;
```

```
public void exit() {  
    num_cars--;  
}
```

```
public void entrance() {  
    bool space=false;  
    while (!space) {  
        if (num_cars < Max) {  
            num_cars++;  
            space = true;
```

The logo for Cartagena99, featuring the text "Cartagena99" in a stylized 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

Example: Parking Lot (Solution 0)

```
int num_cars;
```

```
public void exit() {  
    num_cars--;  
}
```

Problems?

```
public void entrance() {  
    bool space=false;  
    while (!space) {  
        if (num_cars < Max) {  
            num_cars++;  
            space = true;
```

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: Solution 1

```
int num_cars;  
Semaphore sem(1);
```

```
public void exit() {  
    sem.await();  
    num_cars--;  
    sem.signal();  
}
```

```
public void entrance() {  
    bool space=false;  
    while (!space) {  
        sem.await();  
        if (num_cars < Max) {  
            num_cars++;
```

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: Solution 1

```
int num_cars;  
Semaphore sem(1);
```

```
public void exit() {  
    sem.await();  
    num_cars--;  
    sem.signal();  
}
```

Problems?

```
public void entrance() {  
    bool space=false;  
    while (!space) {  
        sem.await();  
        if (num_cars < Max) {  
            num_cars++;
```

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: Solution 2

```
int num_cars;
Semaphore sem(1);
Semaphore not_full(1)
```

```
public void exit() {
    sem.await();
    num_cars--;
    if (num_cars = Max -1) { not_full.signal(); }
    sem.signal();
}
```

```
public void entrance() {
    not_full.await();
    while (!space) {
        sem.await();
        num_cars++;
        if (num_cars < Max) {
            not_full.signal();
        }
    }
}
```

The logo for Cartagena99, featuring the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font with a 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

Parking: Solution 2

```
int num_cars;
Semaphore sem(1);
Semaphore not_full(1)
```

```
public void exit() {
    sem.await();
    num_cars--;
    if (num_cars = Max -1) { not_full.signal(); }
    sem.signal();
}
```

```
public void entrance() {
    not_full.await();
    while (!space) {
        sem.await();
        num_cars++;
        if (num_cars < Max) {
            not_full.signal();
        }
    }
}
```

Conditional Synchronization

The logo for Cartagena99, featuring the text "Cartagena99" in a stylized 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

Parking: Solution 2

```
int num_cars;
Semaphore sem(1);
Semaphore not_full(1)
```

```
public void exit() {
    sem.await();
    num_cars--;
    if (num_cars = Max -1) { not_full.signal(); }
    sem.signal();
}
```

```
public void entrance() {
    not_full.await();
    while (!space) {
        sem.await();
        num_cars++;
        if (num_cars < Max) {
            not_full.signal();
```

Conditional Synchronization

(not_full==1)
if and only if

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

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

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

Parking: Solution 3

```
int num_cars;  
Semaphore spaces(Max);
```

```
public void exit() {  
    spaces.signal();  
}
```

Conditional Synchronization

```
public void entrance() {  
    spaces.await();  
}
```

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, serif font. The "99" is significantly larger and more prominent than "Cartagena". The text is set against a light blue background with a white swoosh 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