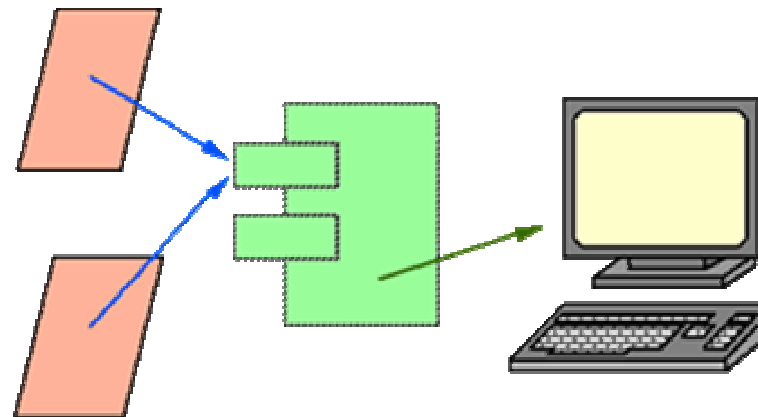


# Concurrencia

## Exclusión mutua y sincronización



# CONCURRENCIA



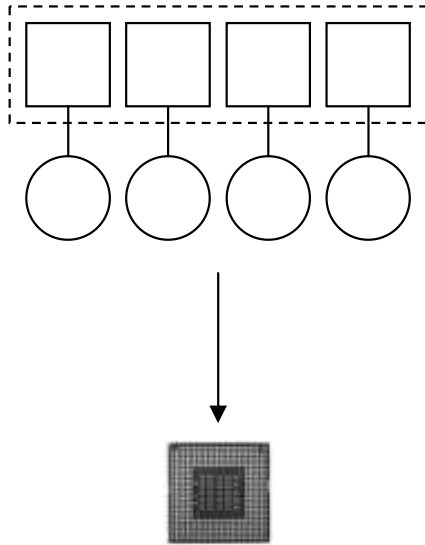
# Concurrencia

- La concurrencia es la simultaneidad de hechos.
- Un programa concurrente es aquel en el que ciertas unidades de ejecución internamente secuenciales (procesos o threads), se ejecutan paralela o simultáneamente.
- Incluye los siguientes aspectos:
  - comunicación entre procesos.
  - compartición y competencia por los recursos.
  - sincronización de la ejecución de varios procesos.
  - asignación del tiempo de procesador a los procesos.
- Surgen en entornos con un solo procesador, con multiprocesadores y proceso distribuido.

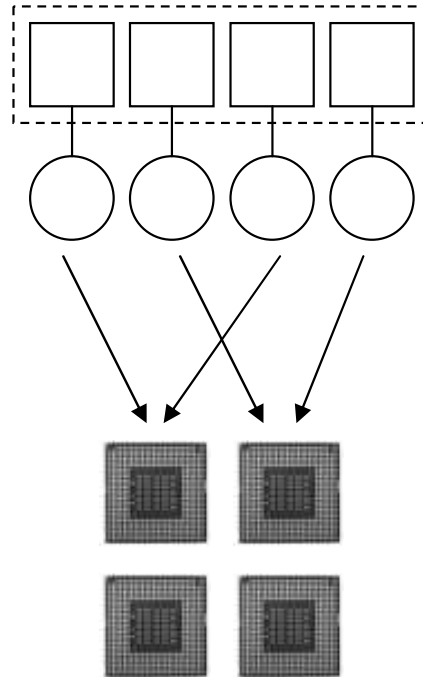
# Concurrencia

- Un programa concurrente está formado por una colección de procesos secuenciales autónomos que se ejecutan (aparentemente) en paralelo.
- Tres formas de ejecutar procesos concurrentes:
  1. Los procesos multiplexan sus ejecuciones sobre un único procesador (**multiprogramación**).
  2. Los procesos multiplexan sus ejecuciones sobre un sistema multiprocesador de memoria compartida (**multiproceso**).
  3. Los procesos multiplexan sus ejecuciones en varios procesadores que no comparten memoria (**procesamiento distribuido**).
- El término **concurrencia** indica paralelismo potencial.

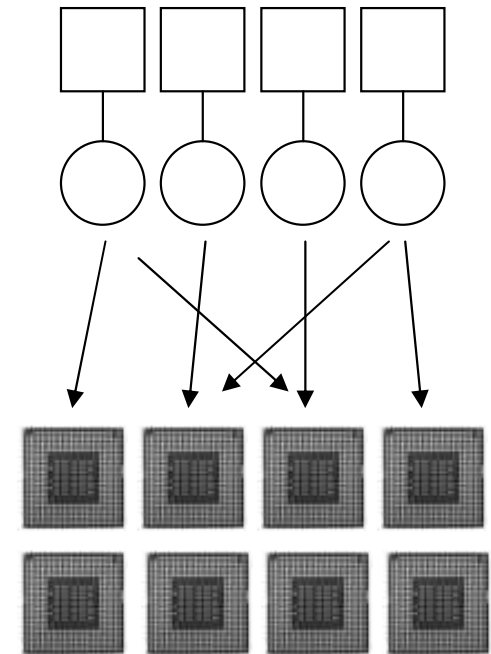
# Concurrencia



multiprogramación



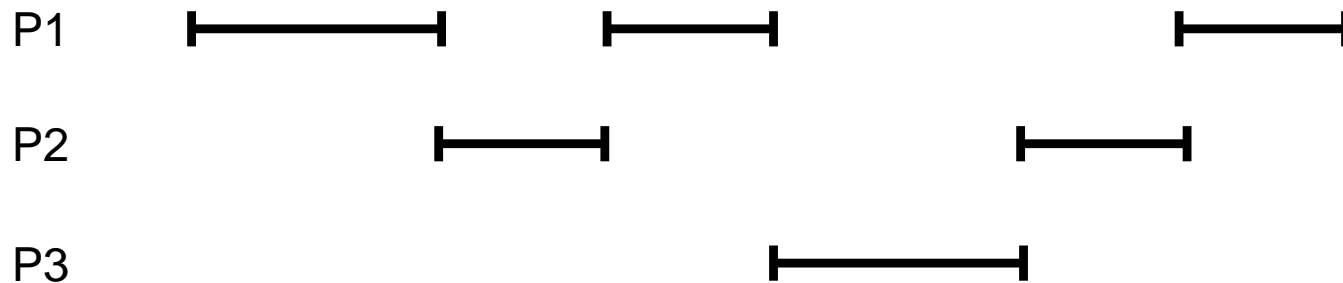
multiproceso



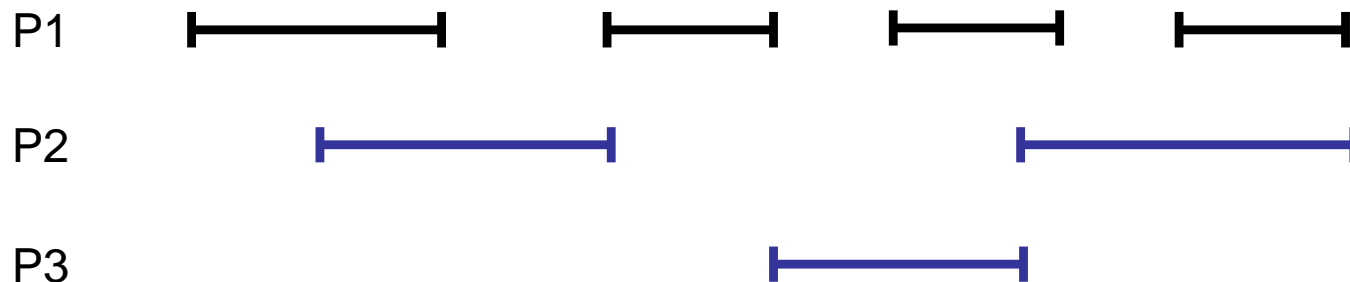
Procesamiento  
distribuido

# Concurrencia

- En un sistema multiprogramado (1  $\mu$ P), los procesos se **intercalan**, para dar la apariencia de simultaneidad.



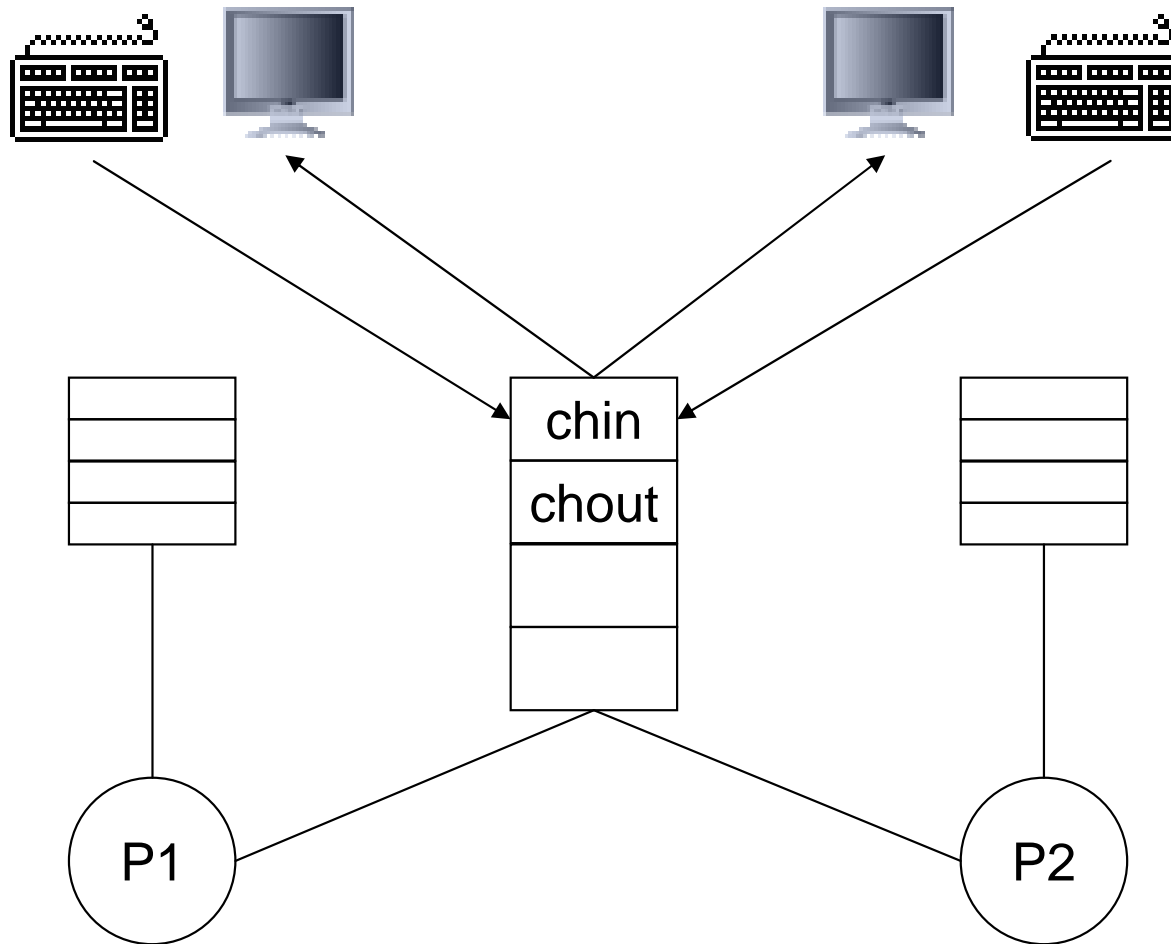
- En un sistema con varios procesadores (n  $\mu$ P), los procesos se **superponen**.



# Dificultades con la Concurrency

- Los problemas generados por la multiprogramación surgen por que no es posible predecir la **velocidad relativa de los procesos**:
- La actividad de un proceso depende de la actividad de los otros procesos y de la forma cómo el SO trata las interrupciones y las políticas de planificación.
- Dificultades:
  - Compartir recursos globales (variable global)
  - Manejar la asignación de recursos
  - Detectar un error es difícil, dado que es difícil reproducir la situación..

# Un ejemplo simple





# un ejemplo simple

```
void echo()  
{  
    char_in = getchar();  
    char_out = char_in;  
    putchar(char_out);  
}
```

Se asume que esta función es usada por muchos procesos en el SO y dado que existe una sola pantalla y un solo teclado, todos los programas interactúan con este programa. Por lo que lo que es recomendable tenerlo siempre en memoria

# un ejemplo simple

## Process P1

- 
- `chin = getchar();`
- 
- `chout = chin;`
- `putchar(chout);`
- 
- 

## Process P2

- 
- 
- `chin = getchar();`
- `chout = chin;`
- 
- `putchar(chout);`
- 

`chin = a`  
`chin = b`

## Conclusiones:

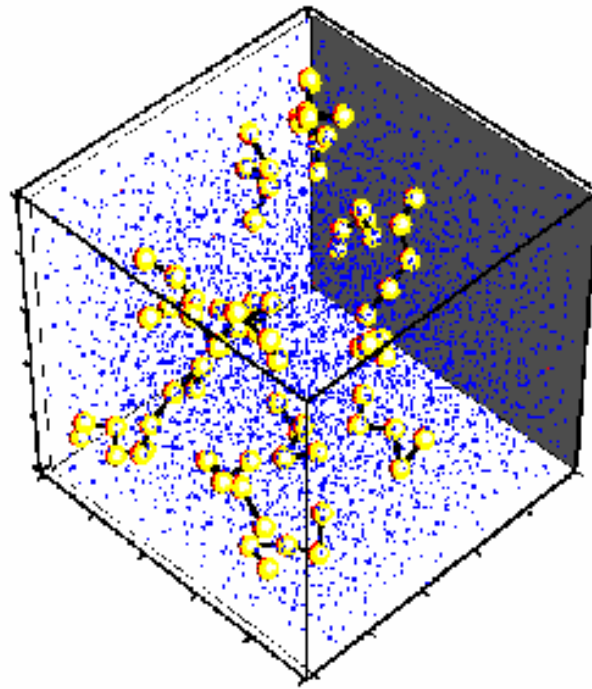
Proteger las variables compartidas.

¿cómo?

Evitando que otro proceso ejecute a `echo` hasta que el proceso actual termine.

Evitando que el proceso actual sea interrumpido hasta que termine

# INTERACCION ENTRE PROCESOS



# Tipos de proceso

Independientes	Cooperantes
Su estado no es compartido	Su estado es compartido
Son deterministas	Su funcionamiento no es determinista
Son reproducibles	Su funcionamiento puede ser irreproducible
Ejemplo: Un programa que calcula 1000 cifras decimales de $\pi$	Ejemplo: un proceso que escribe en el terminal la cadena "abc" y en otro la cadena "cba"

# Interacción entre procesos

- La concurrencia se presenta cuando existen:
  - multiprogramación de aplicaciones independientes.
  - aplicaciones con varios procesos.
  - el uso de las estructuras de datos del SO.
  - el computador se dispone de varios procesadores.

(multiprogramación).  
(multiproceso).  
(procesamiento distribuido).

# Interacción entre procesos

- Existen tres maneras en que los procesos interactúan:

1 **competencia por recursos escasos.**

- Los procesos no conocen a los demás

- Interbloqueo
- Inanición
- Exclusión mutua

2 **cooperación por compartición**

- Los procesos conocen indirectamente a los demás

- Interbloqueo
- Inanición
- Exclusión mutua
- Coherencia de datos

3 **cooperación por comunicación**

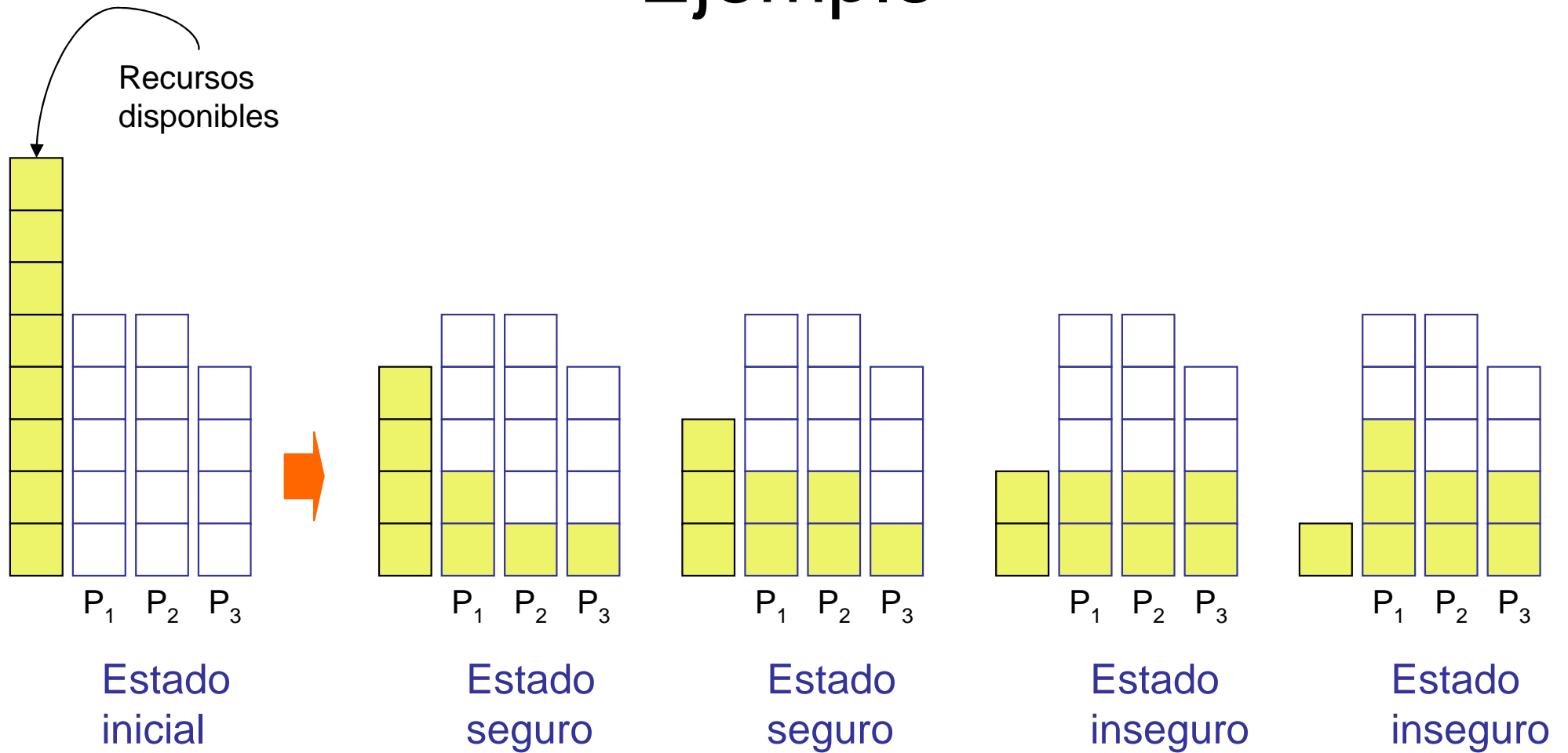
- Los procesos conocen directamente a los otros.

- Interbloqueo
- Inanición

# ① Competencia por recursos escasos

- Los procesos compiten por recursos escasos.
- Si dos procesos compiten por un recurso →
  - el SO asigna el recurso a uno y el otro espera
- Problemas.
  - Interbloqueo (estancamiento)
  - Inanición
  - Exclusión mutua

# Ejemplo





## ② La cooperación por compartición

- Los procesos no se conocen.
- Los procesos cooperan para evitar inconsistencias
- Recursos compartidos:
  - variables compartidas
  - ficheros
  - bases de datos
- Problema
  - Confianza
- Solución
  - Exclusión mutua →
    - La escritura debe ser mutuamente excluyente.
  - Sección crítica →
    - La lectura puede ser concurrente

# Ejemplo

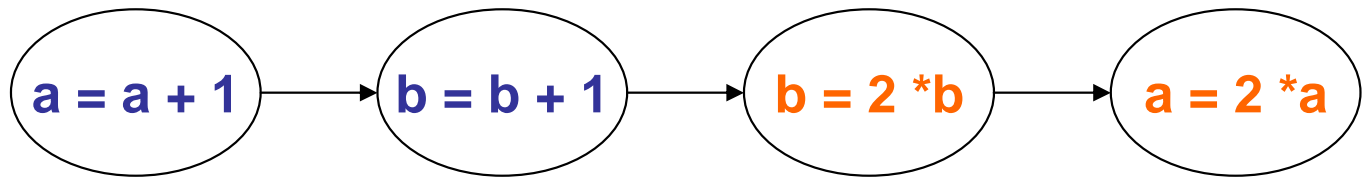
## Ejecución consistente

P1:  $a = a + 1$

$b = b + 1$

P2:  $b = 2 * b$

$a = 2 * a$



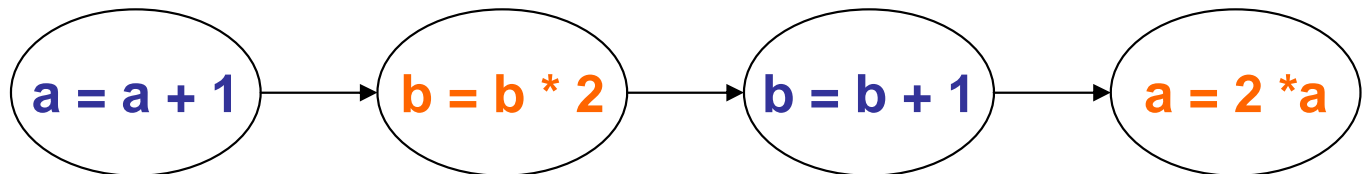
## Ejecución concurrente

P1:  $a = a + 1$

P2:  $b = b * 2$

P1:  $b = b + 1$

P2:  $a = 2 * a$



### 3 La cooperación para la comunicación

- Los procesos se conocen explícitamente.
- La comunicación se da con mensajes: **send**, **receive**.
- No se comparten recursos → no exclusión mutua.
- Problemas.
  - Interbloqueo. Cada proceso espera un mensaje del otro proceso
  - Inanición. Dos procesos envían sus mensajes mutuamente mientras que esperan un mensaje del otro proceso

# PROBLEMAS POTENCIALES A RESOLVER

# 1. Exclusión mutua

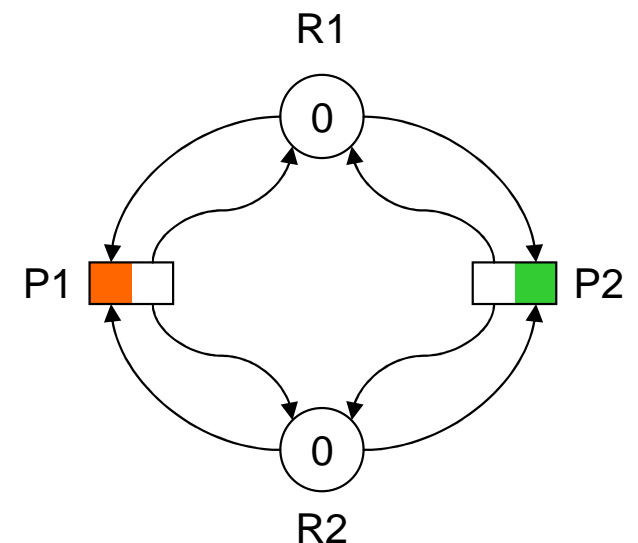
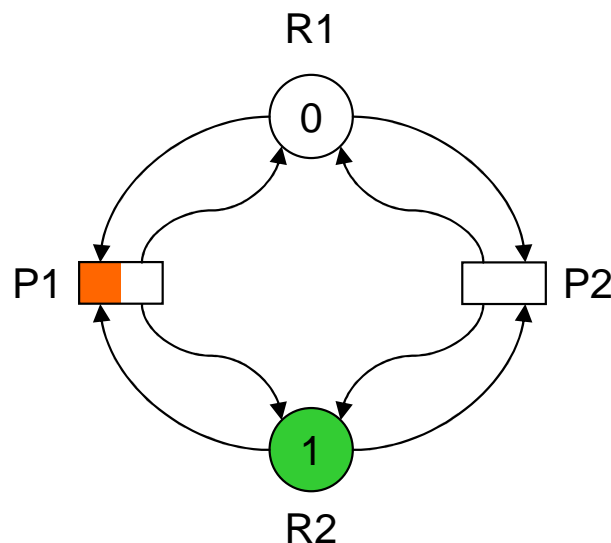
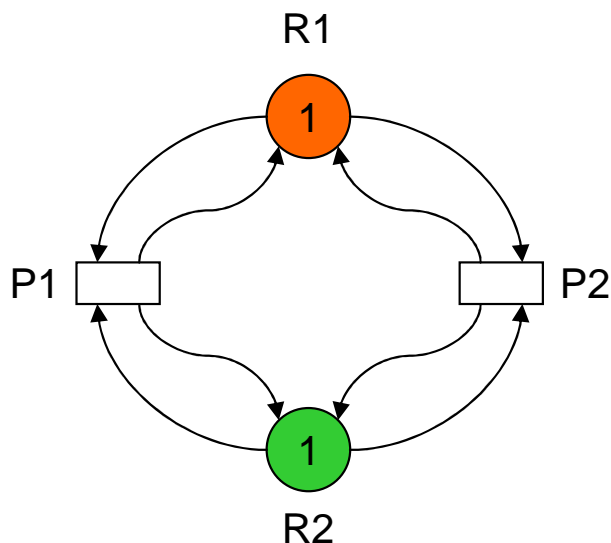
- Es un mecanismo empleado en el diseño de los sistemas operativos para evitar los problemas de competencia por recursos, se basa en definir una zona o región crítica la cual está marcada por las instrucciones que hacen uso del recurso en competencia (recurso crítico).

## 2. Interbloqueo (deadlock)

condiciones :            P1 requiere R1 y R2  
                              P2 requiere R1 y R2

acciones:

1. P1 obtiene R1
2. P2 obtiene R2
3. P1 Y P2 están bloqueados esperando cada uno al otro



# 3. Inanición

- Los procesos siempre están bloqueados y nunca acceden a los recursos que necesitan

Sean 3 procesos.

- P1 solicita recurso.
- P2 y P3 solicitan recursos
- P1 suelta el recurso
- Se asigna el recurso a P2
- P1 solicita el recurso
- P2 suelta el recurso
- Se asigna el recurso a P1

# SECCION CRÍTICA

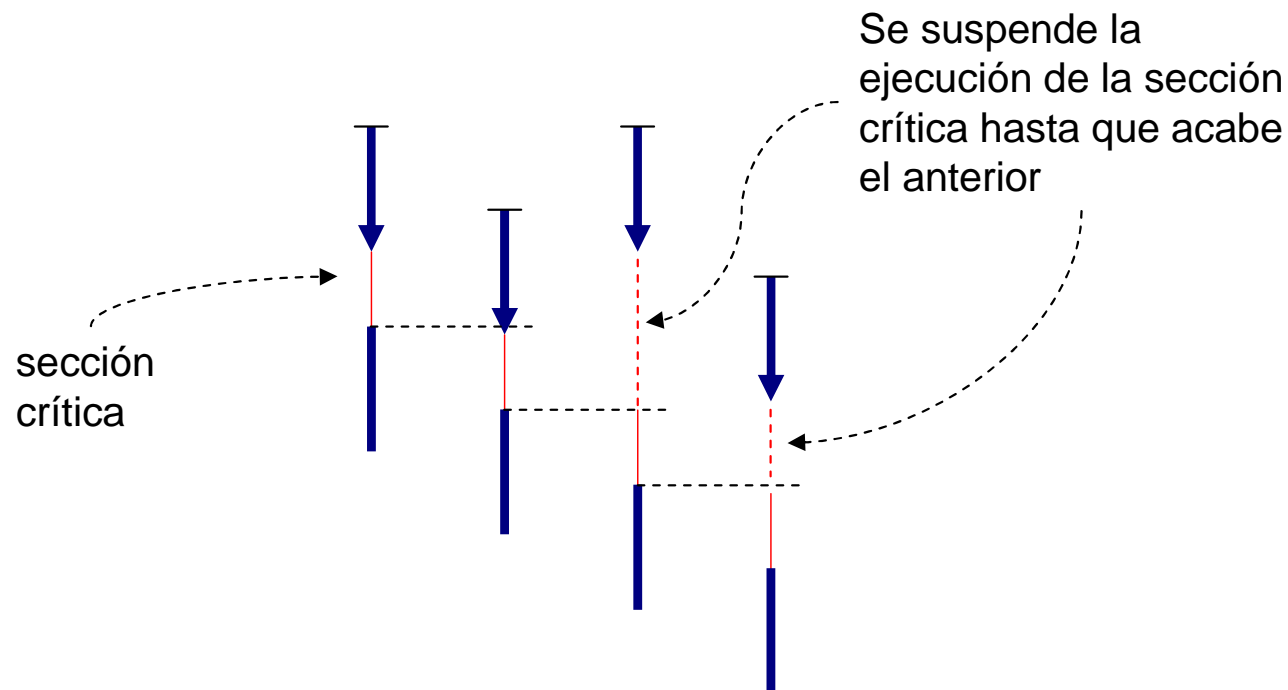


# Sección Crítica

- Es la parte del programa que accede a un recurso compartido
- Solo un programa puede acceder a su sección crítica en un momento dado
- NO se puede confiar simplemente en el SO para hacer cumplir esta restricción

## Ejemplo:

solo un proceso en cada momento estará enviando comandos a la impresora



# Requerimientos para exclusión mutua

1. Exclusión mutua. Sólo un proceso accede a la vez a su SC
2. Un proceso suspendido en su SC no debe estorbar a otros
3. No inanición, no interbloqueo. Si un proceso solicita acceso a su SC no debe demorar su atención.
4. Si ningún proceso está en su SC, no se puede evitar que otro proceso entre a su SC.
5. No suponer la velocidad relativa de los procesos.
6. Se permanece en la SC por un tiempo finito.

# SOLUCIONES DE SOFTWARE

# Intento inicial

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre>procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       obtener_entrada       entrar_exclusion_mutua       count = count + 1       salir_exclusion_mutua       procesar_entrada     end   end end;</pre>	<pre>procedure proceso_dos begin   while TRUE do     begin       obtener_entrada       entrar_exclusion_mutua       count = count + 1       salir_exclusion_mutua       procesar_entrada     end   end end;</pre>	<pre>begin   count = 0;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end.</pre>

- parbegin, parend hacen que proceso\_uno y proceso\_dos operen concurrentemente.
- estos procesos se encuentran en un ciclo infinito de entrada/salida a sus secciones criticas.

# Primer intento

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       while turno=2 do espera;       seccion_critica_uno;       turno = 2;       otras_tareas_dos;     end   end; end;</pre>	<pre> procedure proceso_dos begin   while TRUE do     begin       while turno=1 do espera;       seccion_critica_dos;       turno = 1;       proceso_dos_proceso;     end   end; end;</pre>	<pre> begin   turno=1;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end.</pre>

- Los procesos entran a sus SC alternativamente, y el proceso 1 entra primero.
- Si uno de los procesos falla entonces el otro proceso quedará bloqueado indefinidamente.
- *problemas:*
  - supuesto de velocidad, prioridad.
  - sincronización en tándem. (por dos lados).

# Segundo intento

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       while p2entro do espera;       plentro = TRUE;       seccion_critica_uno;       plentro = FALSE;       otras_tareas_dos;     end   end; end; </pre>	<pre> procedure proceso_dos begin   while TRUE do     begin       while plentro do espera;       p2entro = TRUE;       seccion_critica_dos;       p2entro = FALSE;       proceso_dos_proceso;     end   end; end; </pre>	<pre> begin   plentro = FALSE;   p2entro = FALSE;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end. </pre>

- Cada proceso puede ver el estado del otro pero no alterarlo.
- Si un proceso quiere entrar a su SC verifica el estado del otro (**false**) y luego pone su estatus en **true**. Al salir pone **false** en su estado.

## problema:

que P1 y P2 intenten entrar al mismo tiempo a su SC. →

El momento en que un proceso determina si puede entrar a su sección crítica y el momento en que informa que esta en exclusión mutua. puede ser usado por otro proceso para verificar si puede entrar.

```

pp:      plentro = FALSE;
p1:      p2entro = FALSE;
p2:      while p2entro do;
p1:      while plentro do;
p2:      plentro = TRUE;
p1:      p2entro = TRUE;

```

# Tercer intento

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre>procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       pldeseaentrar = TRUE;       while p2deseaentrar do espera;       seccion_critica_uno;       pldeseaentrar = FALSE       otras_tareas_dos;     end   end; end;</pre>	<pre>procedure proceso_dos begin   while TRUE do     begin       p2deseaentrar = TRUE       while pldeseaentrar do espera;       seccion_critica_dos;       p2deseaentrar = FALSE       proceso_dos_proceso;     end   end; end;</pre>	<pre>begin   pldeseaentrar=FALSE;   p2deseaentrar=FALSE;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end.</pre>

Este algoritmo trata de asegurar que mientras un proceso pasa su verificación ningún otro proceso puede pasar su verificación.

Se hace uso de las variables p1deseaentrar y p2deseaentrar.

## problema:

cada proceso puede asignar TRUE a su indicador antes de realizar la verificación y por lo tanto ambos procesos se bloquearían uno al otro (interbloqueo).

# Cuarto intento

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       pldeseaentrar = TRUE;       while p2deseaentrar do         begin           pldeseaentrar = FALSE           espera de algunos ciclo           pldeseaentrar = TRUE         end       seccion_critica_uno;       pldeseaentrar = FALSE       otras_tareas_uno;     end   end; </pre>	<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       p2deseaentrar = TRUE;       while pldeseaentrar do         begin           p2deseaentrar = FALSE           espera de algunos ciclo           p2deseaentrar = TRUE         end       seccion_critica_uno;       p2deseaentrar = FALSE       otras_tareas_dos;     end   end; </pre>	<pre> begin   pldeseaentrar=FALSE;   p2deseaentrar=FALSE;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end. </pre>

El problema de los algoritmos anteriores es que los procesos podrían bloquearse durante la verificación.

Este algoritmo asigna FALSE a su propio indicador durante cierto tiempo, si es que se encuentra durante la verificación.

Esto permite que el otro proceso salga de la espera con TRUE en su indicador.

La exclusión mutua esta garantizada y no puede haber interbloqueo.



# Cuarto intento

## problema:

- Pero se puede dar el **aplazamiento indefinido**, dado que no se puede hacer ningún supuesto respecto a la velocidad de los procesos.
- Así, si los procesos se ejecutan en tándem (alternativamente),
- se puede dar la siguiente secuencia de instrucciones, en la cual ninguno de los procesos entra a su sección crítica:

Ciclo reloj	PROCESO_UNO	PROCESO_DOS
1	p1deseaentrar = TRUE	
2		p2deseaentrar = TRUE
3	while p2deseaentrar do	
4	p1deseaentrar = FALSE	
5	:	
6	p1deseaentrar = TRUE	
7		while p1deseaentrar do
8		p2deseaentrar = FALSE
9		:
10		p2deseaentrar = TRUE
11	while p2deseaentrar do	
12	p1deseaentrar = FALSE	
12	:	
14	p1deseaentrar = TRUE	

# Solución correcta

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       pldeseaentrar = TRUE;       while p2deseaentrar do         begin           if proceso_activo = DOS then             begin               pldeseaentrar = FALSE;               while proceso_activo=DOS do;                 pldeseaentrar = TRUE;               end             end;           seccion_critica_uno;           proceso_activo = DOS           pldeseaentrar = FALSE           otras_tareas_uno;         end       end;     end;   end; </pre>	<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       p2deseaentrar = TRUE;       while pldeseaentrar do         begin           if proceso_activo = UNO then             begin               p2deseaentrar = FALSE;               while proceso_activo=UNO do;                 p2deseaentrar = TRUE;               end             end;           seccion_critica_dos;           proceso_activo = UNO           p2deseaentrar = FALSE           otras_tareas_dos;         end       end;     end;   end; </pre>	<pre> begin   pldeseaentrar = FALSE;   p2deseaentrar = FALSE;   proceso_activo = UNO;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end. </pre>

- Cada proceso consigue una vuelta a la sección crítica
- Si un proceso quiere la sección crítica, pone su bandera y puede tener que esperar a su vuelta. No hay aplazamiento indefinido.
- Pero se puede presentar la posibilidad de que uno de los procesos sea interrumpido luego de salir de su sección crítica.

# Algoritmo de Peterson

PROCESO_UNO	PROCESO_DOS	PROCESO_PRINCIPAL
<pre> procedure proceso_uno begin   while TRUE do     begin       p1deseaentrar = TRUE;       proceso_activo = DOS       while p2deseaentrar and         proceso_activo = DOS         do espera;       seccion_critica_uno;       p1deseaentrar = FALSE       otras_tareas_uno;     end   end; </pre>	<pre> procedure proceso_dos begin   while TRUE do     begin       p2deseaentrar = TRUE;       proceso_activo = UNO       while p1deseaentrar and         proceso_activo = UNO         do espera;       seccion_critica_uno;       p2deseaentrar = FALSE       otras_tareas_dos;     end   end; </pre>	<pre> begin   p1deseaentrar = FALSE;   p2deseaentrar = FALSE;   proceso_activo = UNO;   parbegin     proceso_uno;     proceso_dos;   parend; end. </pre>

# SOLUCIONES DE HARDWARE

# Inhabilitación de interrupciones

- Un proceso corre hasta que invoca un servicio del SO o hasta que es interrumpido.
- Deshabilitar interrupciones garantiza la exclusión mutua.
- Pero el  $\mu P$  es limitado en su habilidad para intercalar programas
- Multiproceso
  - inhabilitar interrupciones puede no garantizar la exclusión mutua

# Instrucciones especiales de máquina

- Ejecutó en un ciclo de instrucción sencillo
- No sujeto a la interferencia de otras instrucciones
- Leyendo y escribiendo
- Leyendo y probando

- *Instrucción comparar y fijar (test y set)*
- *Instrucción intercambiar*

# Instrucciones test y set

```
boolean testset (int i) {  
    if (i == 0) {  
        i = 1;  
        return true;  
    }  
    else {  
        return false;  
    }  
}
```

# Instrucción intercambiar

```
void exchange(int register,  
              int memory) {  
    int temp;  
    temp = memory;  
    memory = register;  
    register = temp;  
}
```



# Ventajas de soluciones con hardware

- Pertinente a muchos procesos en un procesador sencillo o procesadores múltiples dividiendo la memoria principal
- Es simple y por lo tanto fácil de verificar
- Puede estar acostumbrado a soportar secciones críticas múltiples

# Ventajas de soluciones con hardware

- Que espera ocupado consume tiempo de unidad central de proceso
- El hambre es posible cuando un proceso deja una sección crítica y más de un proceso están esperando.
- Estancamiento
  - Si un bajo proceso de prioridad tiene la región crítica y unas necesidades de proceso de prioridad más altas, el proceso de prioridad más alto obtendrá el procesador para esperar a la región crítica

# SEMAFOROS



# Semáforos

- La variable especial llamado un semáforo es usado para comunicar
- Si un proceso está esperando para una señal, es suspendido hasta esa señal se envía
- Espera y operaciones de señales no pueden ser interrumpidas
- Forme fila están acostumbrado a tener los procesos esperando en el semáforo

# Semáforos

- El semáforo es una variable que tiene un valor de entero, número entero
  - El mayo se inicializa a un número no negativo
  - La operación de espera decrementa el valor de semáforo
  - Los incrementos de operación de señales comunican por señales valor

# Problema del Productor - Consumidor

- Unos o más productores están generando datos y poniendo estos en un parachoques
- un consumidor sencillo está tomando artículos fuera del parachoques un a ratos
- Sólo un productor o consumidor puede acceder el parachoques a cualquier un tiempo

# Producer

```
producer:
while (true) {
    /* produce item v */
    b[in] = v;
    in++;
}
```

# Consumidor

```
consumer:
while (true) {
    while (in <= out)
        /*do nothing */;
    w = b[out];
    out++;
    /* consume item w */
}
```



# El productor con Buffer Circular

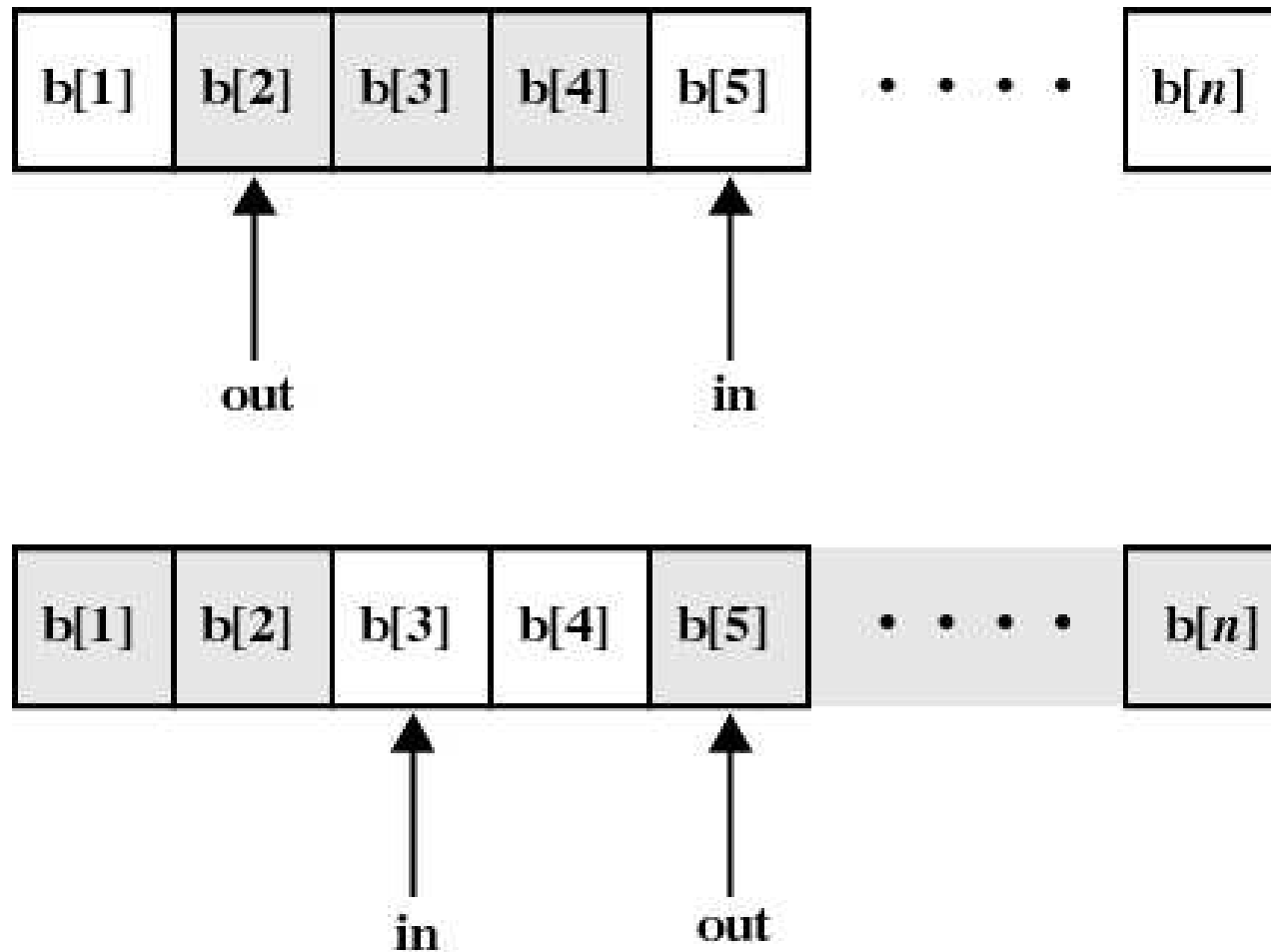
producer:

```
while (true) {  
    /* produce item v */  
    while ((in + 1) % n == out) /* do nothing  
    */;  
    b[in] = v;  
    in = (in + 1) % n  
}
```

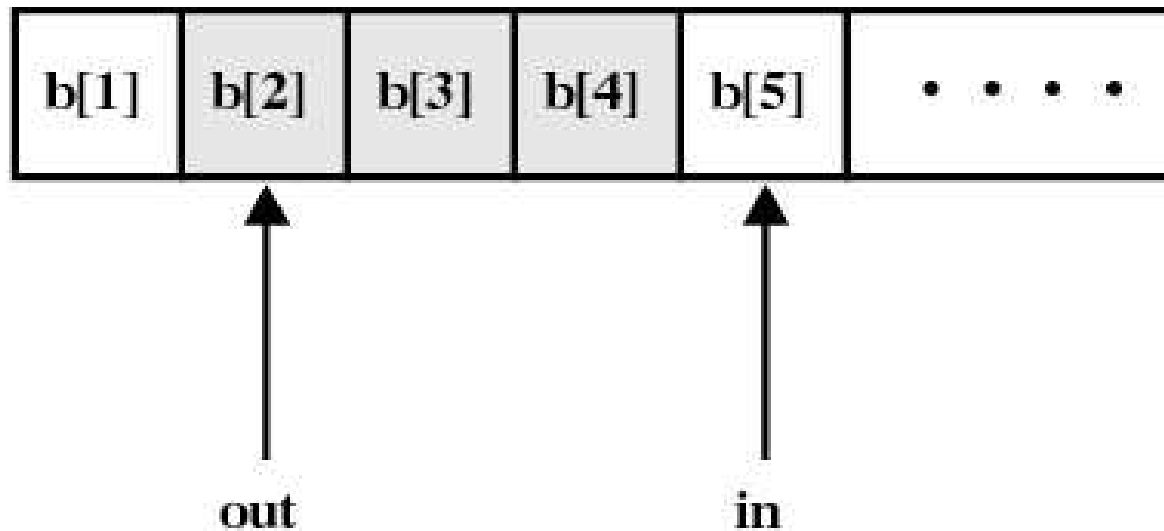
# El consumidor con Circular Buffer

```
consumer:
while (true) {
    while (in == out)
        /* do nothing */;
    w = b[out];
    out = (out + 1) % n;
    /* consume item w */
}
```

# Buffer Circular Finito



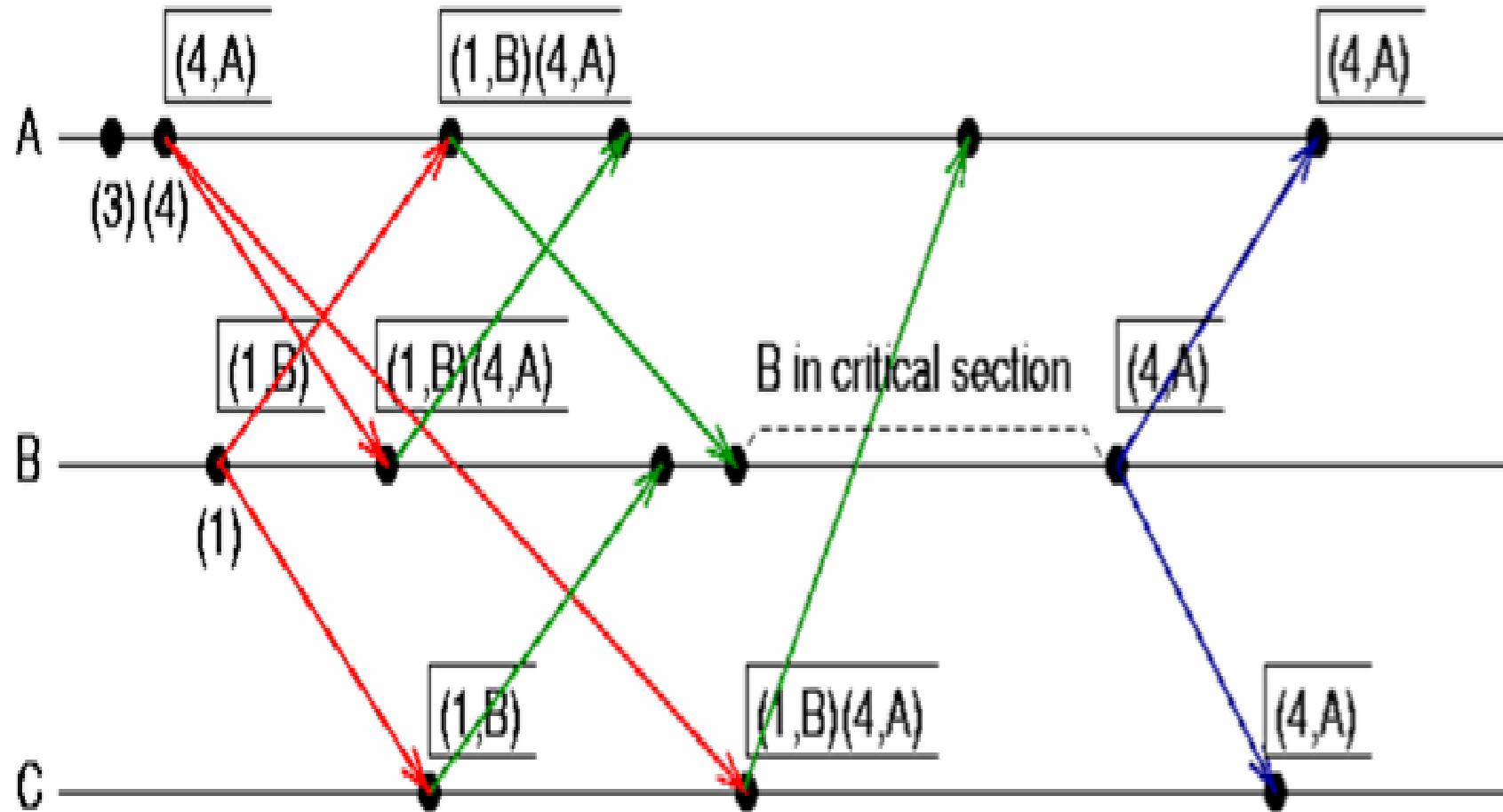
# Parachoques infinito



Note: shaded area indicates portion of buffer that is occupied

**Figure 5.11 Infinite Buffer for the Producer/Consumer Problem**

# Problema de barbería



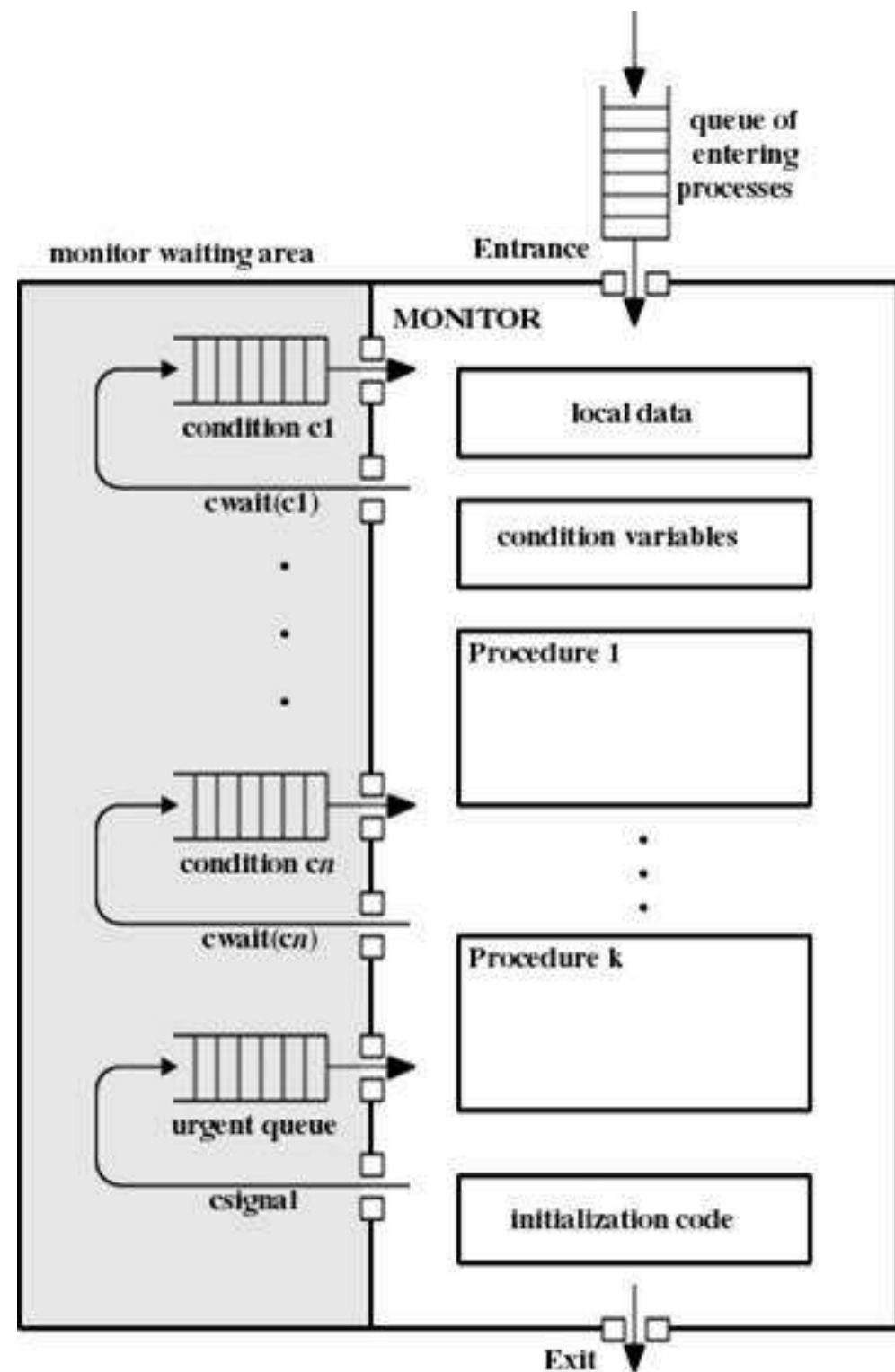
# MONITORES



# Monitores

- El monitor es un módulo de software
- Características principales
  - Las variables de datos locales son accesibles sólo por el monitor
  - Proceso entre monitor invocando unos de sus procedimientos
  - Sólo un proceso pueda estar ejecutando en el monitor a la vez

# Estructura de un monitor





# PASO DE MENSAJES

# Paso de mensajes

- Imponga exclusión mutua
- Información de cambio

envie ( destino, envie mensajes)

**reciba ( fuente, envie mensajes)**

# Sincronización

- Remitente y receptor no pueden o no pueden estar bloqueando ( esperando para mensaje)
- El entramado envia, bloqueando reciba
  - Ambos remitente y receptor es bloqueado hasta el mensaje se da
  - Llame una cita

# Sincronización

- El Nonblocking envia, bloqueando reciba
  - El remitente continúa el proceso tales como mensajes de transmisión tan pronto como sea posible
  - El receptor es bloqueado hasta el mensaje pedido llegue
- El Nonblocking envia, nonblocking reciba
  - Ni la fiesta se requiere para esperar

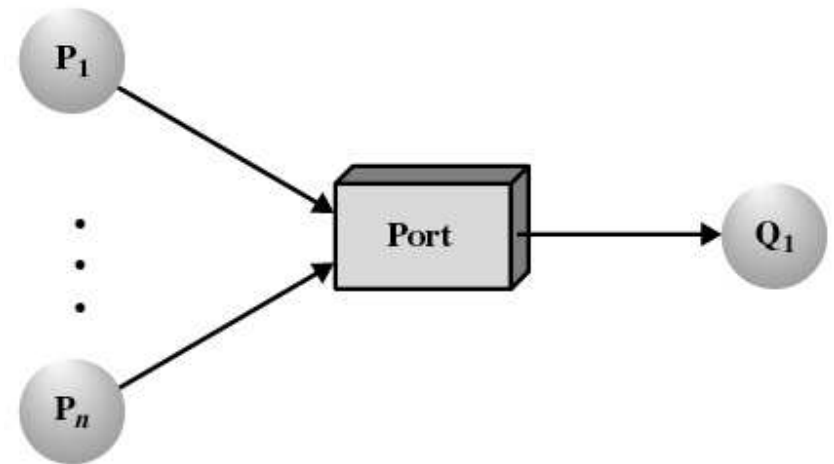
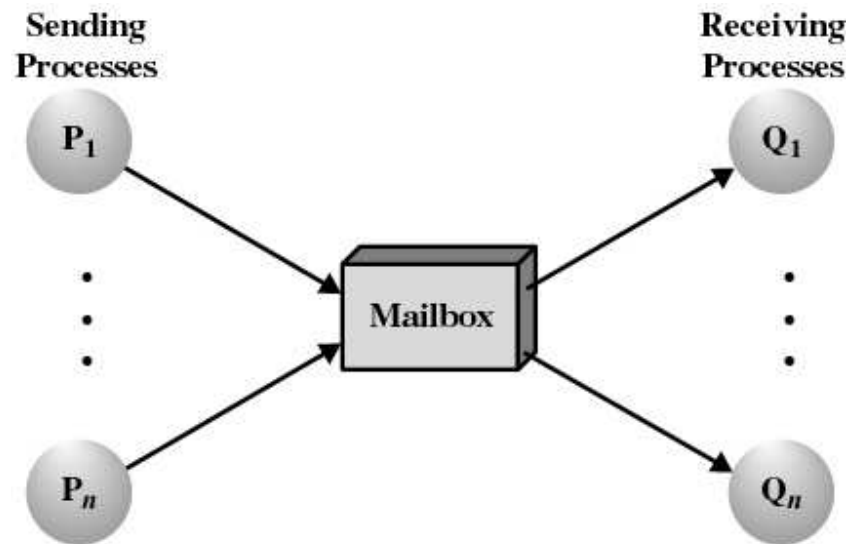
# Direccionamiento

- Direccionamiento directo
  - envíe primitivo incluya un identificador específico del proceso de destino
  - reciba el primitivo pudo saber adelantado que procese un mensaje es esperado
  - reciba el primitivo pudo usar parámetro de fuente para retornar un valor cuando la operación de receive ha sido ejecutado

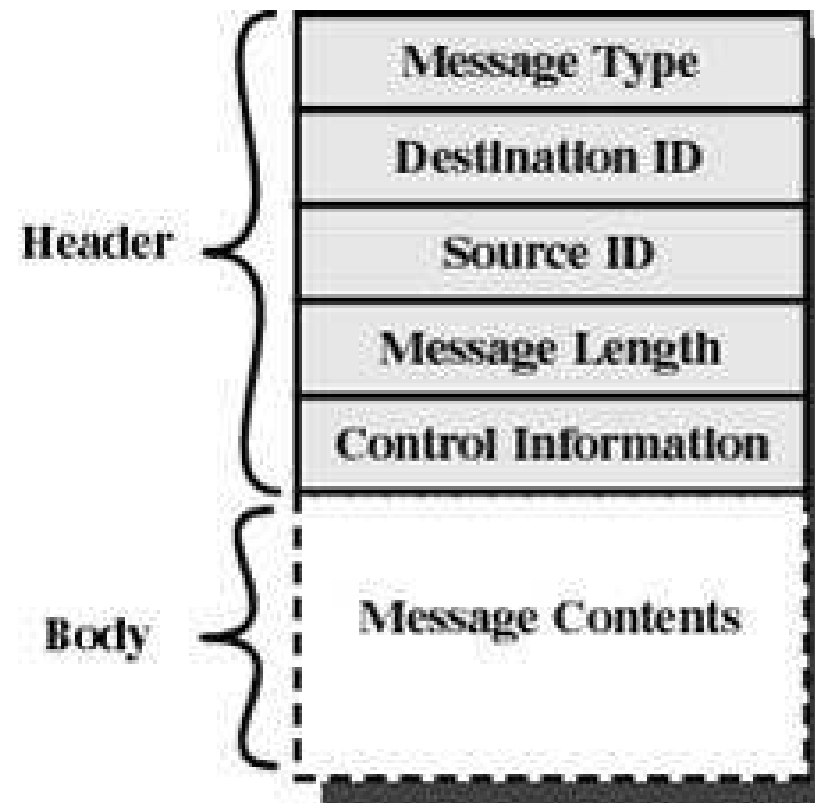
# Direccionamiento

- Direccionamiento indirecto
  - los mensajes son enviados a una estructura de datos dividida consistiendo de las colas
  - las colas son llamados los buzones
  - un proceso envia a un mensaje para el buzón y el otro proceso romper y remover el mensaje del buzón

# Comunicación de procesos indirectos



# Formato de mensaje





# Problema de los lectores y escritores

- Muchos lectores pueden leer simultáneamente el archivo
- Sólo un escritor a la vez puede escribir al archivo
- Si un escritor está escribiendo al archivo, ningún lector puede leerlo