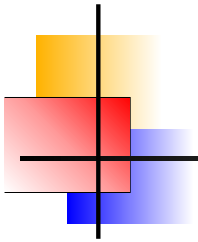


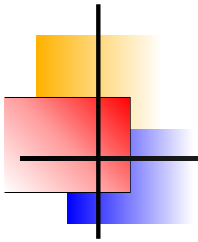
Concurrencia
Semáforos

Guillermo Román Díez

groman@fi.upm.es

Universidad Politécnica de Madrid

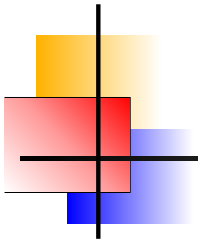
Curso 2017-2018



Problemas de la espera activa

- Los algoritmos de espera activa pueden garantizar la exclusión mutua, pero. . . :
  - Son difíciles de implementar
  - Son difíciles de probar su corrección
  - Malgastan CPU
  - Dependen de la arquitectura donde ejecutan
  - Son difíciles de escalar a diferentes tipos de procesos
  - . . .

Es necesario encontrar una solución mejor para implementar la exclusión mutua

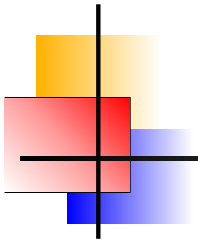


Semáforos

Semáforo

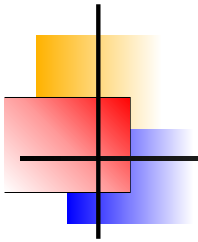
"es un tipo abstracto de datos que permite detener o dejar "pasar" un proceso dependiendo del valor de su contador interno"

- Detiene los threads (no hace espera activa)
- Permite desbloquear uno de los hilos que se encuentren bloqueados
- Se basa en `test_and_set`
- Es de más alto nivel que la espera activa $\Rightarrow$ simplifica los protocolos de entrada y salida en la sección crítica
- Resuelve fácilmente la exclusión mutua
- Permite verificar más fácilmente la corrección de las soluciones propuestas



Semáforos

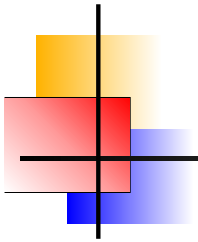
- Podríamos ver cierta analogía con un semáforo de tráfico (un poco lejana...)
  - Si está "abierto" permite el paso del thread
  - Si está "cerrado" detiene el thread
- Tiene 1 atributo `contador` de tipo entero
  - Se usa para decidir si un proceso puede "pasar" o no
  - El valor del contador se inicializa en el constructor
- Se puede inicializar a cualquier valor mayor o igual que 0
- Tiene 2 operaciones:
  - `P() (await, acquire)`
  - `V() (signal, release)`



Operación await

```
Semaphore s...

void await(){
  if(s.contador>0)
      s.contador --;
  else
      block();  // Duerme el thread actual
}
```

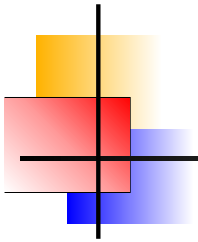
- Cuando el contador tiene un valor mayor que 0, únicamente se decrementa el contador
- Cuando el contador vale 0 entonces el proceso se queda bloqueado



Operación signal

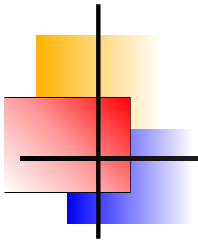
```
Semaphore s...

void signal(){
    if(!procesos_bloqueados)
      s.contador ++;
    else
      unblock(t); // Despierta un thread t
                  // que estuviera bloqueado
                  // (no-determinista)
}
```

- Cuando no hay procesos bloqueados se incrementa el contador
- Cuando hay procesos bloqueados se desbloquea uno de esos procesos



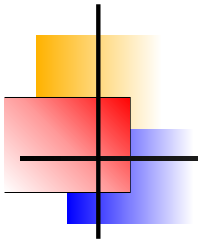
Justicia

- La decisión del thread que se **despierta** en un semáforo es **no-determinista**
  - Por esto, a nivel teórico podría darse el caso de que un thread sufra inanición
- En las implementaciones se suele hacer en orden de llegada
  - La implementación de Java tiene un flag para garantizar justicia
  - Nuestra implementación de *cclib* es "justa"
- Para razonar sobre el comportamiento del semáforo debemos suponer que cualquier hilo que esté bloqueado puede ser desbloqueado en un `signal`



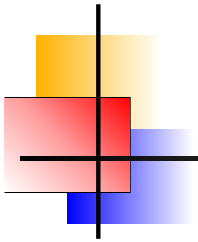
¿Verdadero o falso?

Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo



¿Verdadero o falso?

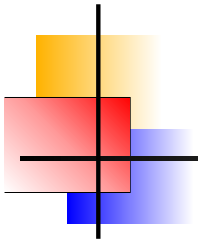
X Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo



¿Verdadero o falso?

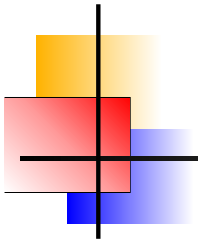
X Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo

Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`



¿Verdadero o falso?

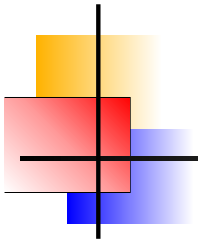
- X Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- X Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`



¿Verdadero o falso?

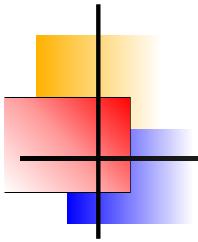
- X Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- X Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`

  Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`



¿Verdadero o falso?

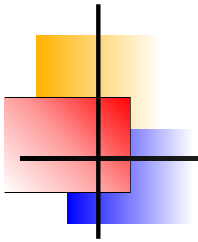
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`



¿Verdadero o falso?

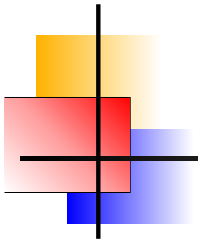
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`

  Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado



¿Verdadero o falso?

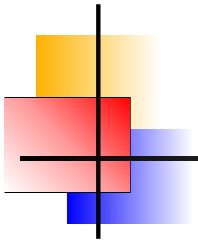
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado



¿Verdadero o falso?

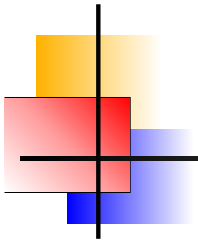
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado

  Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados



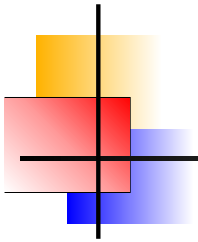
¿Verdadero o falso?

- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados



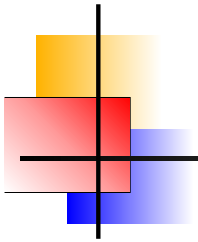
¿Verdadero o falso?

- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando



¿Verdadero o falso?

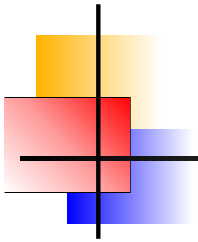
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- ✗ A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando



¿Verdadero o falso?

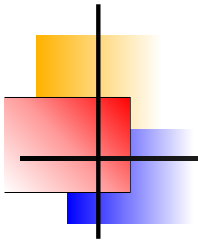
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- ✗ A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando

  A través de un semáforo se puede desbloquear un thread distinto al que está ejecutando



¿Verdadero o falso?

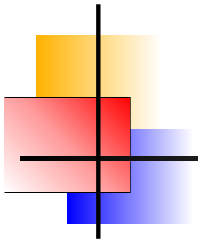
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- ✗ A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando
- ✓ A través de un semáforo se puede desbloquear un thread distinto al que está ejecutando



¿Verdadero o falso?

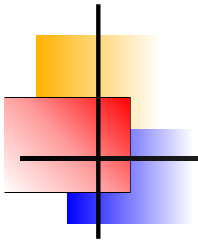
- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- ✗ A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando
- ✓ A través de un semáforo se puede desbloquear un thread distinto al que está ejecutando

  El valor máximo de `s.contador` no está acotado



¿Verdadero o falso?

- ✗ Un semáforo se puede inicializar con un valor del contador negativo
- ✗ Un semáforo incializado con un valor mayor que 0 puede tener `s.contador < 0`
- ✓ Si hay un thread bloqueado, entonces `s.contador == 0`
- ✗ Si `s.contador == 0` implica que hay un thread bloqueado
- ✓ Si `s.contador > 0` implica que no hay threads bloqueados
- ✗ A través de un semáforo se puede bloquear un thread distinto al que está ejecutando
- ✓ A través de un semáforo se puede desbloquear un thread distinto al que está ejecutando
- ✓ El valor máximo de `s.contador` no está acotado

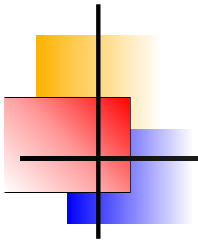


Interbloqueo (Deadlock)

Deadlock

"*Describe una situación en la cual hay dos o más procesos bloqueados esperándose entre sí indefinidamente*"

- Hay más de un proceso compitiendo por el mismo recurso y ambos están esperando a que el otro termine con el recurso, y ninguno de ellos lo hace

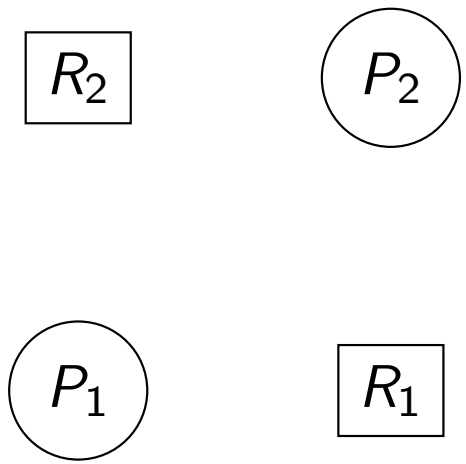


Interbloqueo (Deadlock)

- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso

Interbloqueo (Deadlock)

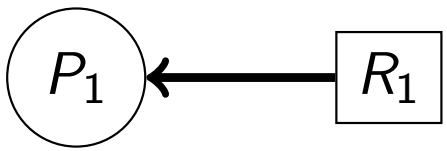
- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso



Interbloqueo (Deadlock)

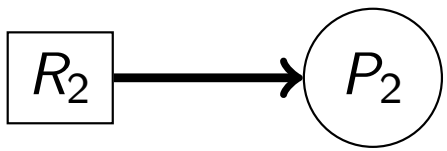
- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso

1) P_1 adquiere $R1$

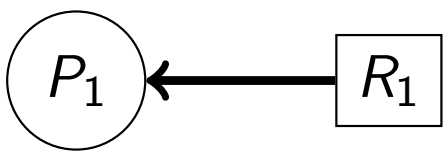


Interbloqueo (Deadlock)

- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso

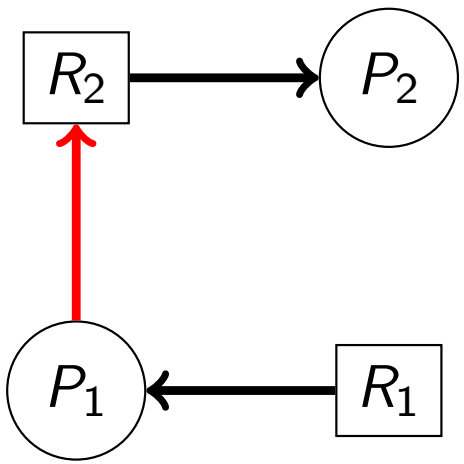


1) P_1 adquiere $R1$
2) P_2 adquiere R_2



Interbloqueo (Deadlock)

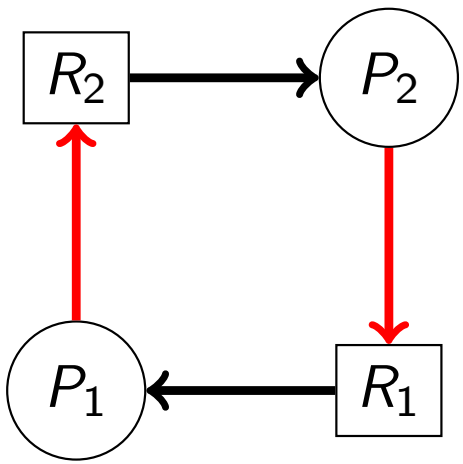
- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso



1) P_1 adquiere $R1$
2) P_2 adquiere R_2
3) P_1 solicita R_2

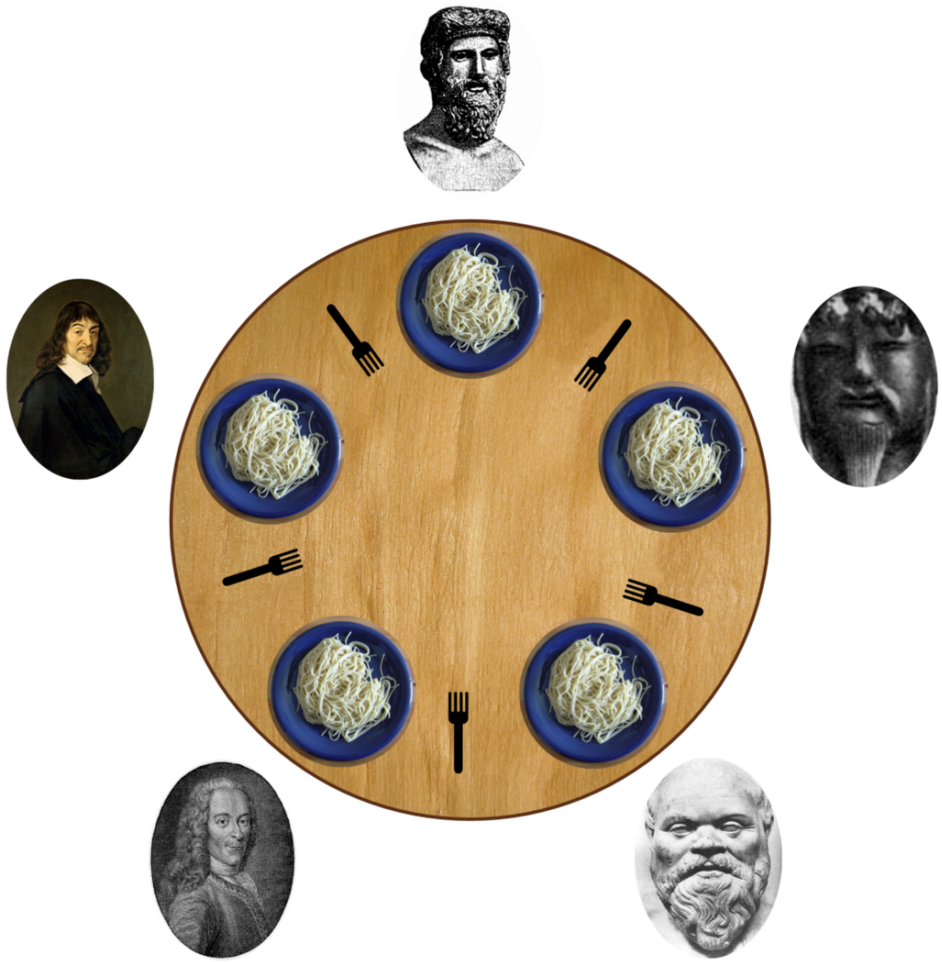
Interbloqueo (Deadlock)

- Se pueden intentar detectar mediante un grafo donde:
  - Los recursos y los procesos son nodos
  - Cuando un proceso adquiere un recurso $\Rightarrow$ arista del recurso al proceso
  - Cuando un proceso solicita un recurso $\Rightarrow$ arista del proceso al recurso

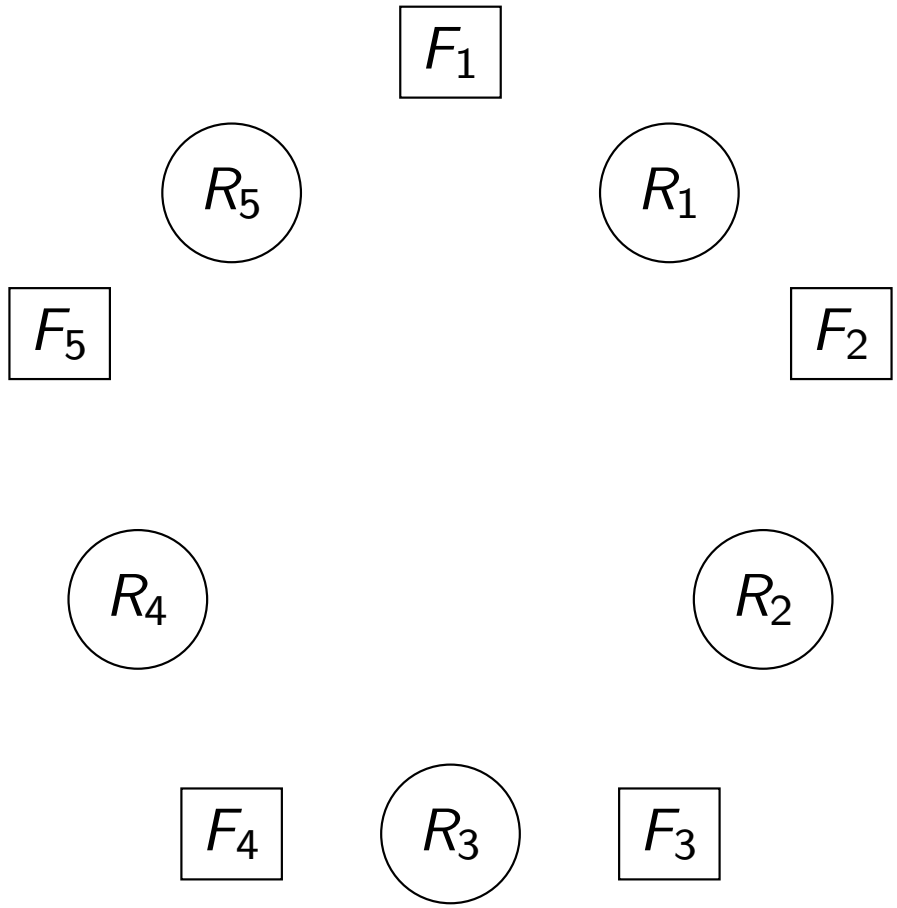


1) P_1 adquiere $R1$
2) P_2 adquiere R_2
3) P_1 solicita R_2
4) P_2 solicita R_1

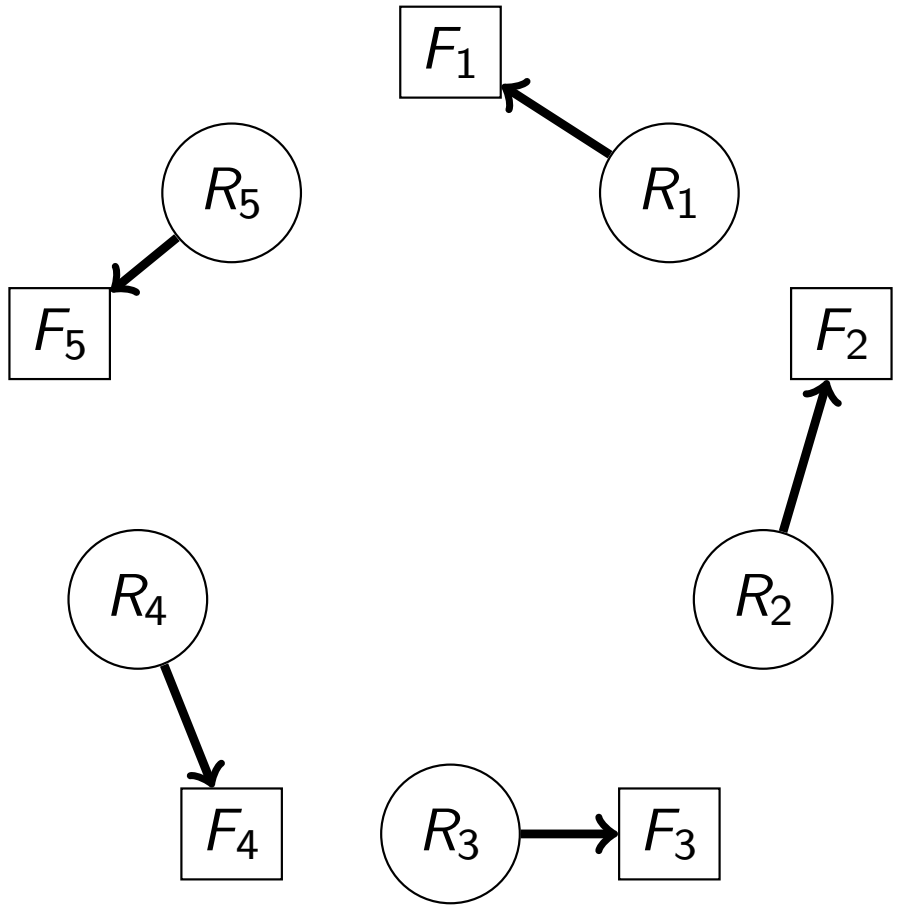
Filósofos Cenando (dining philosophers)



Filósofos Cenando (dining philosophers)



Filósofos Cenando (dining philosophers)



Filósofos Cenando (dining philosophers)