

Programación Concurrente

Clase 8



Facultad de Informática
UNLP

Links al archivo con audio

La teoría con los audios está en formato MP4. Debe descargar los archivos comprimidos de los siguientes links:

- ◆ Introducción a RPC y Rendezvous:

<https://drive.google.com/uc?id=1U8hzHSogTzRDMnNbWe8nu1crRfqH2lh0&export=download>

- ◆ RPC:

https://drive.google.com/uc?id=1ZV78mvFRUWWbIjesgJD9_0kwEzN9MWr-&export=download

- ◆ Rendezvous:

<https://drive.google.com/uc?id=1tDtjlD60cDooWsUxqXa1YK74x9DLOsFM&export=download>

- ◆ ADA:

<https://drive.google.com/uc?id=1WWGcgv2R71tcKBSr2clih4VO0TCFF4Eg&export=download>



RPC y Rendezvous

Conceptos Básicos

- El Pasaje de Mensajes se ajusta bien a problemas de filtros y pares que interactúan, ya que se plantea la ***comunicación unidireccional***.
- Para resolver C/S la comunicación bidireccional obliga a especificar 2 tipos de canales (requerimientos y respuestas).
- Además, cada cliente necesita un canal de reply distinto...
- RPC (Remote Procedure Call) y Rendezvous \Rightarrow técnicas de comunicación y sincronización entre procesos que suponen ***un canal bidireccional*** \Rightarrow ideales para programar aplicaciones C/S
- RPC y Rendezvous combinan una interfaz “tipo monitor” con operaciones exportadas a través de llamadas externas (CALL) con mensajes sincrónicos (demoran al llamador hasta que la operación llamada se termine de ejecutar y se devuelvan los resultados).

Diferencias entre RPC y Rendezvous

- Difieren en la manera de servir la invocación de operaciones.
 - Un enfoque es declarar un *procedure* para cada operación y crear un nuevo proceso (al menos conceptualmente) para manejar cada llamado (RPC porque el llamador y el cuerpo del *procedure* pueden estar en distintas máquinas). Para el cliente, durante la ejecución del servicio, es como si tuviera en su sitio el proceso remoto que lo sirve (*Ej: JAVA*).
 - El segundo enfoque es hacer *rendezvous* con un proceso existente. Un *rendezvous* es servido por una *sentencia de Entrada* (o *accept*) que espera una invocación, la procesa y devuelve los resultados (*Ej: Ada*).



RPC (Remote Procedure Call)

Remote Procedure Call (RPC)

- Los programas se descomponen en *módulos* (con procesos y procedures), que pueden residir en espacios de direcciones distintos.
- Los procesos de un módulo pueden compartir variables y llamar a procedures de ese módulo.
- Un proceso en un módulo puede comunicarse con procesos de otro módulo sólo invocando procedimientos exportados por éste.
- Los módulos tienen especificación e implementación de procedures

module *Mname*

headers de procedures exportados (visibles)

body

declaraciones de variables

código de inicialización

cuerpos de procedures exportados

procedures y procesos locales

end

Remote Procedure Call (RPC)

- Los procesos locales son llamados *background* para distinguirlos de las operaciones exportadas.

- Header de un procedure visible:

op *opname* (formales) [**returns** result]

- El cuerpo de un procedure visible es contenido en una declaración proc:

proc *opname*(identif. formales) **returns** identificador resultado
 declaración de variables locales
 sentencias
end

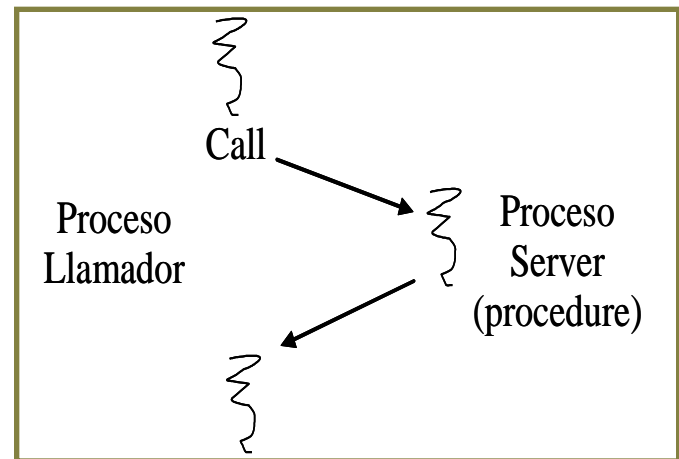
- Un proceso (o procedure) en un módulo llama a un procedure en otro ejecutando:

call *Mname.opname* (argumentos)

- Para un llamado local, el nombre del módulo se puede omitir.

Remote Procedure Call (RPC)

- La implementación de un llamado intermódulo es distinta que para uno local, ya que los dos módulos pueden estar en distintos espacios: un **nuevo proceso** sirve el llamado, y los argumentos son pasados como mensajes entre el llamador y el proceso server.
- El llamador se demora mientras el proceso servidor ejecuta el cuerpo del procedure que implementa *opname*.
- Cuando el server vuelve de *opname* envía los resultados al llamador y termina. Después de recibir los resultados, el llamador sigue.
- Si el proceso llamador y el procedure están en el mismo espacio de direcciones, es posible evitar crear un nuevo proceso.
- En general, un llamado será remoto \Rightarrow se debe crear un proceso server o alocarlo de un pool preexistente.



Sincronización en módulos

Por sí mismo, RPC es solo un mecanismo de comunicación.

- Aunque un proceso llamador y su server sincronizan, el único rol del server es actuar en nombre del llamador (como si éste estuviera ejecutando el llamado \Rightarrow la sincronización entre ambos es implícita).
- Necesitamos que los procesos en un módulo sincronicen (procesos server ejecutando llamados remotos y procesos del módulo). Esto comprende Exclusión Mutua y Sincronización por Condición.
- Existen dos enfoques para proveer sincronización, dependiendo de si los procesos en un módulo ejecutan:
 - *Con exclusión mutua (un solo proceso por vez).*
 - *Concurrentemente.*

Sincronización en módulos

- *Si ejecutan con Exclusión Mutua* las variables compartidas son protegidas automáticamente contra acceso concurrente, pero es necesario programar sincronización por condición.
- *Si pueden ejecutar concurrentemente* necesitamos mecanismos para programar exclusión mutua y sincronización por condición (*cada módulo es un programa concurrente*) ⇒ podemos usar cualquier método ya descrito (semáforos, monitores, o incluso rendezvous).
- Es más general asumir que los procesos pueden ejecutar concurrentemente (más eficiente en un multiprocesador de memoria compartida). Asumimos que procesos en un módulo ejecutan concurrentemente, usando por ejemplo *time slicing*.

Ejemplo Cliente/Servidor

Time Server

- Módulo que brinda servicios de *timing* a procesos cliente en otros módulos.
- Dos operaciones visibles: ***get_time*** y ***delay(interval)***
- Un proceso interno que continuamente inicia un ***timer*** por hardware, luego incrementa el tiempo al ocurrir la interrupción de ***timer***.

module TimeServer

```
  op get_time( ) returns INT;  
  op delay(INT interval, INT myid);  
body  
  INT tod = 0;  
  SEM m= 1;  
  SEM d[n] = ([n] 0);  
  QUEUE of (INT waketime, INT id's) napQ;
```

proc get_time () returns time

```
{  time := tod; }
```

proc delay(interval, myid)

```
{  INT waketime = tod + interval;  
  P(m);  
  insert ((waketime, myid) napQ);  
  V(m);  
  P(d[myid]);  
}
```

Process Clock

```
{  Inicia timer por hardware;  
  WHILE (true)  
  {  Esperar interrupción,  
    luego rearrancar timer;  
    tod := tod + 1;  
    P(m);  
    WHILE tod ≥ min(waketime, napQ)  
    {  remove ((waketime, id), napQ);  
      V(d[id]);  
    }  
    V(m);  
  }  
}
```

end TimeServer;

Ejemplo Cliente/Servidor

Time Server

- Múltiples clientes pueden llamar a *get_time* y a *delay* a la vez
⇒ múltiples procesos “servidores” estarían atendiendo los llamados concurrentemente.
- Los pedidos de *get_time* se pueden atender concurrentemente porque sólo significan leer la variable *tod*.
- Pero, *delay* y *clock* necesitan ejecutarse con Exclusión Mutua porque manipulan *napQ*, la cola de procesos cliente "durmiendo".
- El valor de *myid* en *delay* se supone un entero único entre 0 y n-1. Se usa para indicar el semáforo privado sobre el cual está esperando un cliente.

Ejemplo Cliente/Servidor

Manejo de caches en un sistema de archivos distribuido

- Versión simplificada de un problema que se da en sistemas de archivos y BD distribuidos.
- Suponemos procesos de aplicación que ejecutan en una WS, y archivos de datos almacenados en un FS. Los programas de aplicación que quieren acceder a datos del FS, llaman procedimientos *read* y *write* del módulo local ***FileCache***. Leen o escriben arreglos de caracteres.
- Los archivos se almacenan en el FS en bloques de 1024 bytes, fijos. El módulo ***FileServer*** maneja el acceso a bloques del disco; provee dos procedimientos (***ReadBlk*** y ***WriteBlk***).
- El módulo ***FileCache*** mantiene en cache los bloques recientemente leídos. Al recibir pedido de *read*, ***FileCache*** primero chequea si los bytes solicitados están en su cache. Sino, llama al procedimiento ***readblock*** del ***FileServer***. Algo similar ocurre con los *write*.

Ejemplo Cliente/Servidor

Manejo de caches en un sistema de archivos distribuido

Module FileCache # ubicado en cada workstation

op read (INT count ; result CHAR buffer[*]);

op write (INT count; CHAR buffer[*]);

body

cache de N bloques; descripción de los registros de cada file; semáforos para sincronizar acceso al cache;

proc read (count, buffer)

```
{ IF (los datos pedidos no están en el cache)
  { seleccionar los bloques del cache a usar;
    IF (se necesita vaciar parte del cache) FileServer.writeblk(...);
    FileServer.readblk(...);
  }
  buffer= número de bytes requeridos del cache;
}
```

proc write(count, buffer)

```
{ IF (los datos apropiados no están en el cache)
  { seleccionar los bloques del cache a usar;
    IF (se necesita vaciar parte del cache) FileServer.writeblk(...);
  }
  bloqueCache= número de bytes desde buffer;
}
```

end FileCache;

Ejemplo Cliente/Servidor

Manejo de caches en un sistema de archivos distribuido

- Los llamados de los programas de aplicación de las WS son locales a su ***FileCache***, pero desde estos módulos se invocan los procesos remotos de ***FileServer***.
- ***FileCache*** es un server para procesos de aplicación; ***FileServer*** es un server para múltiples clientes ***FileCache***, uno por WS.
- Si existe un ***FileCache*** por programa de aplicación, no se requiere sincronización interna entre los ***read*** y ***write***, porque sólo uno puede estar activo. Si múltiples programas de aplicación usaran el mismo ***FileCache***, tendríamos que usar semáforos para implementar la EM en el acceso a ***FileCache***.
- En cambio en ***FileServer*** se requiere sincronización interna, ya que atiende múltiples ***FileCache*** y contiene un proceso ***DiskDriver*** (la sincronización no se muestra en el código).

Ejemplo Cliente/Servidor

Manejo de caches en un sistema de archivos distribuido

Module FileServer # ubicado en el servidor

op readblk (INT fileid, offset; result CHAR blk[1024]);

op writeblk (INT fileid, offset; CHAR blk[1024]);

body

cache de bloques; cola de pedidos pendientes; semáforos para acceso al cache y a la cola;

proc readblk (fileid, offset, blk)

```
{ IF (los datos pedidos no están en el cache) {encola el pedido; esperar que la lectura sea procesada;}  
  blk= bloques pedidos del disco;  
}
```

proc writeblk (fileid, offset, blk)

```
{ Ubicar el bloque en cache;  
  IF (es necesario grabar físicamente en disco) {encola el pedido; esperar que la escritura sea procesada;}  
  bloque cache = blk;  
}
```

process DiskDriver

```
{ WHILE (true)  
  { esperar por un pedido de acceso físico al disco; arrancar una operación física; esperar interrupción;  
    despertar el proceso que está esperando completar el request;  
  }  
}
```

end FileServer;

Ejemplo Pares Interactuantes

Intercambio de valores

- Si dos procesos de diferentes módulos deben intercambiar valores, cada módulo debe exportar un procedimiento que el otro módulo llamará.

```
module Intercambio [i = 1 to 2]  
  op depositar(int);  
body  
  int otrovalor;  
  sem listo = 0;  
  
  proc depositar(otro)  
  { otrovalor = otro;  
    V(listo);  
  }  
  
  process Worker  
  { int mivalor;  
    call Intercambio[3-i].depositar(mivalor);  
    P(listo); .....  
  }  
  
end Intercambio
```

RPC en JAVA

Remote Method Invocation (RMI)

- Java soporta el uso de RPC en programas distribuidos mediante la invocación de métodos remotos (RMI).
- Una aplicación que usa RMI tiene 3 componentes:
 - Una interfase que declara los headers para métodos remotos.
 - Una clase server que implementa la interfase.
 - Uno o más clientes que llaman a los métodos remotos.
- El server y los clientes pueden residir en máquinas diferentes.



Rendezvous

Rendezvous

- **RPC** por si mismo sólo brinda un mecanismo de comunicación intermódulo. Dentro de un módulo es necesario programar la sincronización. Además, a veces son necesarios procesos extra sólo para manipular los datos comunicados por medio de RPC (ej: Merge).
- **Rendezvous** combina *comunicación y sincronización*:
 - Como con RPC, un proceso cliente *invoca* una operación por medio de un *call*, pero esta operación es servida por un proceso existente en lugar de por uno nuevo.
 - Un proceso servidor usa una *sentencia de entrada* para esperar por un *call* y actuar.
 - Las operaciones se atienden una por vez más que concurrentemente.

Rendezvous

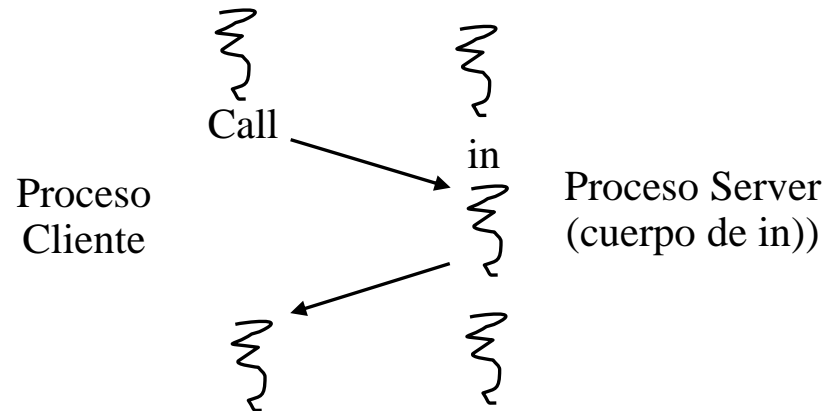
- La especificación de un módulo contiene declaraciones de los *headers* de las operaciones exportadas, pero el cuerpo consta de un único proceso que sirve operaciones.
- Si un módulo exporta *opname*, el proceso server en el módulo realiza *rendezvous* con un llamador de *opname* ejecutando una *sentencia de entrada*:

in *opname* (parámetros formales) → S; ni

- Las partes entre *in* y *ni* se llaman *operación guardada*.
- Una sentencia de entrada demora al proceso server hasta que haya al menos un llamado pendiente de *opname*; luego elige el llamado pendiente más viejo, copia los argumentos en los parámetros formales, ejecuta **S** y finalmente retorna los parámetros de resultado al llamador. Luego, ambos procesos pueden continuar.

Rendezvous

- A diferencia de RPC el server es un proceso activo.



- Combinando comunicación guardada con rendezvous:

in op_1 (formales₁) **and** B_1 **by** $e_1 \rightarrow S_1$;

□ ...

□ op_n (formales_n) **and** B_n **by** $e_n \rightarrow S_n$;
ni

- Los B_i son *expresiones de sincronización* opcionales.
 - Los e_i son *expresiones de scheduling* opcionales.
- } Pueden referenciar a los parámetros formales.

Ejemplo

Buffer limitado

```
module BufferLimitado
```

```
  op depositar (typeT), retirar (OUT typeT);
```

```
body
```

```
  process Buffer
```

```
    { queue buf;
```

```
      int cantidad = 0;
```

```
      while (true)
```

```
        { in depositar (item) and cantidad < n → push (buf, item);  
                                                  cantidad = cantidad + 1;
```

```
          □ retirar (OUT item) and cantidad > 0 → pop (buf, item);  
                                                  cantidad = cantidad - 1;
```

```
        ni
```

```
      }
```

```
    }
```

```
end BufferLimitado
```


Ejemplo

Filósofos Centralizado

module Mesa

op tomar(int), dejar(int);

body

process Mozo

{ bool comiendo[5] = ([5] false);

while (true)

in tomar(i) and not (comiendo[izq(i)] or comiendo[der(i)]) \rightarrow comiendo[i] = true;

□ dejar(i) \rightarrow comiendo[i] = false;

ni

}

end Mesa

module Persona [i = 0 to 4]

Body

process Filosofo

{ while (true)

{ call Mesa.tomar(i);

come;

call Mesa.dejar(i);

piensa;

}

}

Ejemplo

Time Server

- A diferencia del ejemplo visto para RPC, *waketime* hace referencia a la hora que debe despertarse.

```
module TimeServer
  op get_time (OUT int);
  op delay (int);
  op tick ();

body TimeServer
  process Timer
    { int tod = 0;
      while (true)
        in get_time (OUT time) → time = tod;
        □ delay (waketime) and waketime <= tod by waketime → skip;
        □ tick () → tod = tod + 1; reiniciar timer;
        ni
      }
  }
end TimeServer
```

Ejemplo

Alocador SJN

```
module Alocador_SJN
  op pedir(int), liberar();

body
  process SJN
    { bool libre = true;
      while (true)
        in pedir (tiempo) and libre by tiempo → libre = false;
        □ liberar ( ) → libre = true;
      ni
    }
end SJN_Allocator
```



ADA– Lenguaje con Rendezvous

El lenguaje ADA

- Desarrollado por el Departamento de Defensa de USA para que sea el estandar en programación de aplicaciones de defensa (desde sistemas de Tiempo Real a grandes sistemas de información).
- Desde el punto de vista de la concurrencia, un programa Ada tiene *tasks* (tareas) que pueden ejecutar independientemente y contienen primitivas de sincronización.
- Los puntos de invocación (entrada) a una tarea se denominan *entrys* y están especificados en la parte visible (header de la tarea).
- Una tarea puede decidir si acepta la comunicación con otro proceso, mediante la primitiva *accept*.
- Se puede declarar un *type task*, y luego crear instancias de procesos (tareas) identificado con dicho tipo (arreglo, puntero, instancia simple).

Tasks

- La forma más común de especificación de task es:

```
TASK nombre IS  
    declaraciones de ENTRYs  
end;
```

- La forma más común de cuerpo de task es:

```
TASK BODY nombre IS  
    declaraciones locales  
BEGIN  
    sentencias  
END nombre;
```

- Una especificación de TASK define una única tarea.
- Una instancia del correspondiente *task body* se crea en el bloque en el cual se declara el TASK.

Sincronización

Call: *Entry Call*

➤ El *rendezvous* es el principal mecanismo de sincronización en Ada y también es el mecanismo de comunicación primario.

➤ ***Entry:***

- Declaración de *entry simples* y *familia de entry* (parámetros IN, OUT y IN OUT).
- ***Entry call.*** La ejecución demora al llamador hasta que la operación E terminó (o abortó o alcanzó una excepción). → **Tarea.entry (parámetros)**

- ***Entry call condicional:***

```
select entry call;  
    sentencias adicionales;  
else  
    sentencias;  
end select;
```

- ***Entry call temporal:***

```
select entry call;  
    sentencias adicionales;  
or delay tiempo  
    sentencias;  
end select;
```

Sincronización

Sentencia de Entrada: *Accept*

- La tarea que declara un entry sirve llamados al entry con *accept*:

accept *nombre* (**parámetros formales**) **do** sentencias **end** *nombre*;

- Demora la tarea hasta que haya una invocación, copia los parámetros reales en los parámetros formales, y ejecuta las sentencias. Cuando termina, los parámetros formales de salida son copiados a los parámetros reales. Luego ambos procesos continúan.

- La *sentencia wait selectiva* soporta comunicación guardada.

```
select when  $B_1 \Rightarrow$  accept  $E_1$ ; sentencias1  
or    ...  
or    when  $B_n \Rightarrow$  accept  $E_n$ ; sentenciasn  
end select;
```

- Cada línea se llama *alternativa*. Las cláusulas *when* son opcionales.
- Puede contener una alternativa *else, or delay, or terminate*.
- Uso de atributos del entry: *count, calleable*.

Ejemplo

Mailbox para 1 mensajes

TASK TYPE Mailbox IS

ENTRY Depositar (msg: IN mensaje);
ENTRY Retirar (msg: OUT mensaje);

END Mailbox;

A, B, C : Mailbox;

TASK BODY Mailbox IS

dato: mensaje;

BEGIN

LOOP

ACCEPT Depositar (msg: IN mensaje) DO dato := msg; END Depositar;

ACCEPT Retirar (msg: OUT mensaje) DO msg := dato; END Retirar;

END LOOP;

END Mailbox;

Podemos utilizar estos mailbox para manejar mensajes: *A.Depositar(x1);*
B.Depositar(x2); C.Retirar(x3);

Ejemplo

Lectores-Escritores

Procedure *Lectores-Escritores* is

Task *Sched* IS

Entry *InicioLeer*;

Entry *FinLeer*;

Entry *InicioEscribir*;

Entry *FinEscribir*;

End *Sched*;

Task type *Lector*;

Task body *Lector* is

Begin

Loop

Sched.*InicioLeer*; ... Sched.*FinLeer*;

End loop;

End *Lector*;

Task type *Escritor*;

Task body *Escritor* is

Begin

Loop

Sched.*InicioEscribir*; ... Sched.*FinEscribir*;

End loop;

End *Lector*;

VecLectores: array (1..cantL) of *Lector*;

VecEscritores: array (1..cantE) of *Escritor*;

Task body *Sched* is

numLect: integer :=0;

Begin

Loop

Select

When *InicioEscribir*'Count = 0 =>

accept *InicioLeer*;

numLect := numLect+1;

or accept *FinLeer*;

numLect := numLect-1;

or When numLect = 0 =>

accept *InicioEscribir*;

accept *FinEscribir*;

For i in 1..*InicioLeer*'count loop

accept *InicioLeer*;

numLect:= numLect +1;

End loop;

End select;

End loop;

End *Sched*;

Begin

Null;

End *Lectores-Escritores*

Ejemplo

Mailbox para N mensajes (Buffer Limitado)

- ♦ Solución vista para Rendezvous general

```
module BufferLimitado
  op depositar (typeT), retirar (OUT typeT);
body
  process Buffer
  { queue buf;
    int cantidad = 0;

    while (true)
      { in depositar (item) and cantidad < n → push (buf, item);
                                             cantidad = cantidad + 1;
        □ retirar (OUT item) and cantidad > 0 → pop (buf, item);
                                             cantidad = cantidad - 1;

        ni
      }
  }
end BufferLimitado
```

Ejemplo

Mailbox para N mensajes (Buffer Limitado) – con una cola

♦ Solución en ADA

TASK Mailbox IS

ENTRY Depositar (msg: IN mensaje);

ENTRY Retirar (msg: OUT mensaje);

END Mailbox;

TASK BODY Mailbox IS

buf: queue;

cantidad integer := 0;

BEGIN

LOOP

SELECT

WHEN cantidad < N => ACCEPT Depositar (msg: IN mensaje) DO

push (buf, msg);

cantidad := cantidad + 1;

END Depositar;

OR

WHEN cantidad > 0 => ACCEPT Retirar (msg: OUT mensaje) DO

pop (buf, msg);

cantidad = cantidad - 1;

END Retirar;

END SELECT;

END LOOP;

END Mailbox;

Ejemplo

Mailbox para N mensajes (Buffer Limitado) – con un arreglo

TASK Mailbox IS

ENTRY Depositar (msg: IN mensaje);

ENTRY Retirar (msg: OUT mensaje);

END Mailbox;

TASK BODY Mailbox IS

datos: array (0..N-1) of mensaje;

cant, pri, ult integer := 0;

BEGIN

LOOP

SELECT

WHEN cant < N => ACCEPT Depositar (msg: IN mensaje) DO

ult := (ult+1) MOD N; datos[ult] := msg; cant := cant + 1;

END Depositar;

OR

WHEN cant > 0 => ACCEPT Retirar (msg: OUT mensaje) DO

msg := datos[pri]; pri := (pri+1) MOD N; cant := cant - 1;

END Retirar;

END SELECT;

END LOOP;

END Mailbox;

Ejemplo

Filósofos Centralizado

♦ Solución vista para Rendezvous general

```
module Mesa
```

```
  op tomar(int), dejar(int);
```

```
body
```

```
  process Mozo
```

```
    { bool comiendo[5] = ([5] false);
```

```
      while (true)
```

```
        in tomar(i) and not (comiendo[izq(i)] or comiendo[der(i)]) → comiendo[i] = true;
```

```
        □ dejar(i) → comiendo[i] = false;
```

```
        ni
```

```
      }
```

```
end Mesa
```

```
module Persona [i = 0 to 4]
```

```
Body
```

```
  process Filosofo
```

```
    { while (true)
```

```
      { call Mesa.tomar(i);
```

```
        come;
```

```
        call Mesa.dejar(i);
```

```
        piensa;
```

```
      }
```

```
    }
```

Ejemplo

Filósofos Centralizado

♦ Solución en ADA – Múltiples entry

TASK Mesa IS

```
ENTRY Tomar0; ENTRY Tomar1; ENTRY Tomar2; ENTRY Tomar3; ENTRY Tomar4;  
ENTRY Dejar (id: IN integer);
```

END Mesa;

TASK BODY Mesa IS

```
Comiendo: array (0..4) of bool := (0..4=> false);
```

BEGIN

```
For i in 0..4 loop
```

```
    Filósofos(i).identificacion(i);
```

```
end loop;
```

LOOP

SELECT

```
    when (not (comiendo(4) or comiendo(1)) => ACCEPT Tomar0; comiendo(0) := true;
```

```
OR when (not (comiendo(0) or comiendo(2)) => ACCEPT Tomar1; comiendo(1) := true;
```

```
OR when (not (comiendo(1) or comiendo(3)) => ACCEPT Tomar2; comiendo(2) := true;
```

```
OR when (not (comiendo(2) or comiendo(4)) => ACCEPT Tomar3; comiendo(3) := true;
```

```
OR when (not (comiendo(3) or comiendo(0)) => ACCEPT Tomar4; comiendo(4) := true;
```

```
OR ACCEPT Dejar(id: IN integer) do
```

```
    comiendo(id) := false;
```

```
    end Dejar;
```

```
END SELECT;
```

```
END LOOP;
```

END Mesa;

Ejemplo

Filósofos Centralizado

♦ Solución en ADA – Múltiples entry

TASK TYPE Filosofo IS

ENTRY Identificacion (ident: IN integer);

END Filosofo;

Filosophos: array (0..4) of Filosofo;

TASK BODY Filosofo IS

id: integer;

BEGIN

ACCEPT Identificacion (ident : IN integer) do

id := ident;

End Identificacion;

LOOP

if (id = 0) then Mesa.Tomar0;

else if (id = 1) then Mesa.Tomar1;

else if (id = 2) then Mesa.Tomar2;

else if (id = 3) then Mesa.Tomar3;

else if (id = 4) then Mesa.Tomar4;

//Come

Mesa.Dejar(id);

//Piensa

END LOOP;

END Mesa;

Ejemplo

Filósofos Centralizado

♦ Solución en ADA – Encolar pedidos

TASK TYPE Filosofo IS

ENTRY Identificacion (ident: IN integer);

ENTRY Comer;

END Filosofo;**TASK Mesa IS**

ENTRY Tomar (id: IN integer);

ENTRY Dejar (id: IN integer);

END Mesa;

Filosofos: array (0..4) of Filosofo;

TASK BODY Filosofo IS

id: integer;

BEGIN

ACCEPT Identificacion (ident : IN integer) do id := ident; End Identificacion;

LOOP

Mesa.Tomar(id);

Accept Comer;

//Come

Mesa.Dejar(id);

//Piensa

END LOOP;

END Mesa;

Ejemplo

Filósofos Centralizado

♦ Solución en ADA – Encolar pedidos

TASK BODY Mesa IS

Comiendo: array (0..4) of bool := (0..4=> false);

QuiereC: array (0..4) of bool := (0..4=> false);

aux: integer;

BEGIN

For i in 0..4 loop Filósofos(i).identificacion(i); end loop;

LOOP

SELECT

ACCEPT Tomar(id: IN integer) do aux := id; END Tomar;

if (not (comiendo((aux+1) mod 5) or comiendo((aux-1) mod 5))) then

comiendo(aux) = true;

Filósofos(aux).Comer;

else QuiereC (aux) := true; end if;

OR ACCEPT Dejar(id: IN integer) do aux := id; end Dejar;

comiendo(aux) := false;

for i in 0..4 loop

if (QuiereC(i) and not (comiendo((i+1) mod 5) or comiendo((i-1) mod 5))) then

comiendo(i) = true;

QuiereC(i) := false;

Filósofos(i).Comer;

end if;

end loop;

END SELECT;

END LOOP;

END Mesa;

Ejemplo

Time Server

- ◆ Solución vista para Rendezvous general

```
module TimeServer
  op get_time (OUT int);
  op delay (int);
  op tick ();

body TimeServer
  process Timer
    { int tod = 0;
      while (true)
        in get_time (OUT time) → time = tod;
        □ delay (waketime) and waketime <= tod by waketime → skip;
        □ tick () → tod = tod + 1; reiniciar timer;
        ni
      }
  }
end TimeServer
```

Ejemplo

Time Server

- ◆ Solución en ADA

PROCEDURE DESPERTADORES IS

Task TimeServer is

entry get_time (hora: OUT int); entry delay (hd, id: IN int); entry tick;

End TimeServer;

Task Reloj;

Task Type Cliente Is

entry Identificar (identificacion: IN integer); entry seguir;

End Cliente;

ArrClientes: array (1..C) of Cliente;

Task Body Cliente Is

id: integer; hora: integer;

BEGIN

ACCEPT Identificar (identificacion : IN integer) do id := identificación; End Identificar;

TimeServer.get_time(hora);

TimeServer.delay(hora+....., id);

ACCEPT seguir;

End Cliente;

Task Body Reloj is

BEGIN

loop delay(1); TimeServer.tick; end loop;

End Reloj;

Ejemplo

Time Server

♦ Solución en ADA

Task Body TimeServer is

```
    actual: integer := 0;
    dormidos: colaOrdenada;
    auxId, auxHora: integer;
BEGIN
    LOOP
        SELECT
            when (tick'count = 0) => ACCEPT get_time (hora: OUT integer) do  hora := actual; END get_time;
        OR when (tick'count = 0) => ACCEPT delay(hd, id: IN integer) do agregar(dormidos, (id,hd)); END delay;
        OR ACCEPT tick;
            actual := actual + 1;
            while (not empty (dormidos)) and then (VerHoraPrimero(dormidos) <= actual)) loop
                sacar(dormidos, (auxId, auxHora);
                ArrClientes(auxId).seguir;
            end loop;
        END SELECT;
    END LOOP;
End TimeServer;

BEGIN
    for i in 1..C loop
        ArrClientes(i).identificacion(i);
    end loop;
END DESPERTADORES;
```

Ejemplo

Alocador SJN

- ♦ Solución vista para Rendezvous general

```
module Alocador_SJN
  op pedir(int), liberar();

body
  process SJN
    { bool libre = true;
      while (true)
        in pedir (tiempo) and libre by tiempo → libre = false;
        □ liberar ( ) → libre = true;
      ni
    }
end SJN_Allocator
```

Ejemplo

Alocador SJN

♦ Solución en ADA

```
PROCEDURE SchedulerSJN IS  
  Task Alocador_SJN is  
    entry pedir (tiempo, id: IN integer);  
    entry liberar;  
  End Alocador_SJN ;  
  
  Task Type Cliente Is  
    entry Identificar (identificacion: IN integer);  
    entry usar;  
  End Cliente;  
  ArrClientes: array (1..C) of Cliente;  
  
  Task Body Cliente Is  
    id: integer; tiempo: integer;  
  BEGIN  
    ACCEPT Identificar (identificacion : IN integer) do  
      id := identificación;  
    End Identificar;  
    loop  
      //trabaja y determna el valor de tiempo  
      Alocador_SJN.pedir(id, tiempo);  
      Accept usar;  
      //Usa el recurso  
      Alocador_SJN.liberar;  
    end loop;  
  End Cliente;
```

Ejemplo

Alocador SJN

♦ Solución en ADA

Task Body Alocador_SJN is

```
libre: boolean := true;  
espera: colaOrdenada;  
tiempo, aux: integer;
```

Begin

```
loop  
  aux := -1;  
  select  
    accept Pedir (tiempo, id: IN integer) do  
      if (libre) then libre:= false; aux := id;  
      else agregar(espera, (id, tiempo)); end if;  
    end Pedir;  
  or accept liberar;  
    if (empty (espera)) then libre := true;  
    else sacar(espera, (aux, tiempo)); end if;  
  end select;  
  if (aux <> -1) then ArrClientes(aux).usar; end if;  
end loop;
```

End Alocador_SJN ;

BEGIN

```
for i in 1..C loop  
  ArrClientes(i).identificacion(i);  
end loop;
```

END SchedulerSJN;