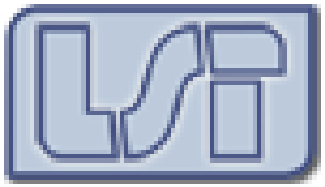


Desarrollo de Sistemas Distribuidos

Tema 2
Comunicación y Sincronización de Procesos

Contenidos

1. Paso de mensajes
2. Comunicación Cliente/Servidor
3. Llamada remota a procedimiento (RPC)
4. Invocaciones remotas o citas (“*rendez-vous*”)

Paso de mensajes

- Conceptos:
  - **Formar** ("*marshalling*"): pone una colección de datos en un formato adecuado para transmitirlos en un mensaje. Consiste en:
    - **Poner en plano** ("*to flat*") las estructuras de datos en secuencias básicas
    - Traducir los elementos básicos a una **representación de datos estándar** (Ej.: "*eXternal Data Representation*" o XDR de SUN)
    - Las operaciones para formar mensajes se pueden generar **automáticamente**
  - **Canal:** abstracción de una red de comunicación física que proporciona un camino de **comunicación** entre procesos y **sincronización** mediante 2 primitivas: *send* y *receive*

Paso de mensajes

- Las notaciones difieren en:
  - **Ámbito y denominación** de los canales (p.ej., globales a procesos o asociados a subconjunto de ellos)
  - **Uso** (p.ej., flujos de información bidireccionales o no)
  - Cómo se **sincroniza** la comunicación (p.ej., síncrona/bloqueante, asíncrona/no bloqueante con buffer ilimitado o asíncrona con buffer limitado)
  - Operación de comunicación **no bloqueante** → su ejecución nunca retrasa al proceso que la invoca
    - Normalmente no bloquea *send*, aunque también existe *receive* no bloqueante
- La mayoría de las propuestas de notaciones son **equivalentes**, ya que un programa en una notación se puede escribir en otra, pero cada propuesta es más adecuada dependiendo del tipo de problema

Paso de mensajes

- Notación aceptada, aunque existen variantes (“*timeouts*”, etc.):
  - *send <puerto **[o canal]**>(<mensaje>)*
  - *receive <puerto>(<mensaje>)*
  - *empty <puerto>* #para ver si la cola de un canal está vacía
- Tipo de comunicación:
  - **Síncrona**: ambas primitivas (*send* y *receive*) son bloqueantes
  - **Asíncrona**: normalmente sólo es bloqueante *receive*.
  - **Asíncrona con Buffer finito**: *receive* bloqueante y *send* cuando el buffer está lleno
    - Las implementaciones de *receive* no bloqueantes son complejas → requieren sondeos o interrupciones

Paso de mensajes

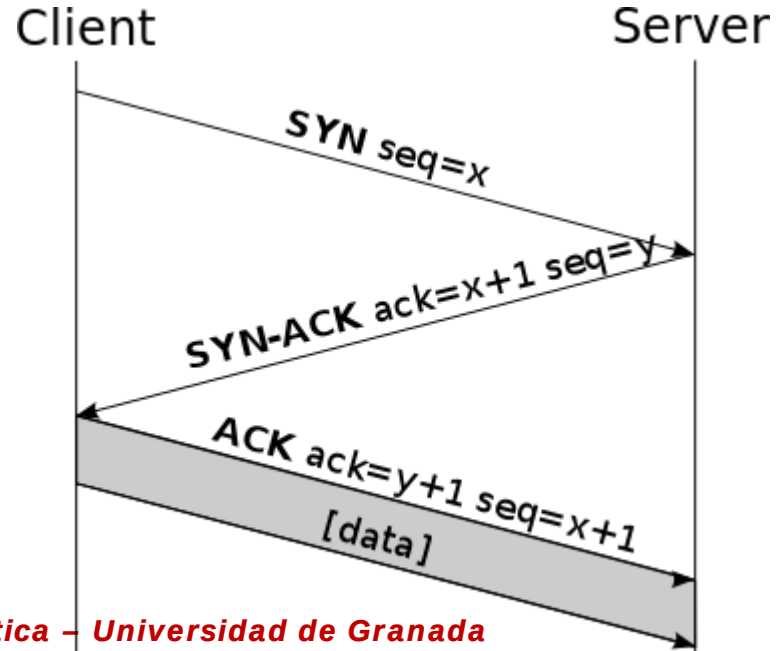
- **Destino** de los mensajes:
  - Debe ser **conocido** por el emisor e independiente de la localización (transparencia), como p.ej. en DNS
  - Tipos de **destinos**:
    - **Proceso** (“referencia directa”): comunicación punto a punto
    - **Enlace** (“*link*”): punto a punto con indirección
    - **Puerto** (“*port*”): muchos a uno con indirección
    - **Buzón** (“*mailbox*”): muchos a muchos con indirección
    - **Difusión** (“*broadcast*”): muchos a muchos con indirección
    - **Selección** (“*multicast*”): muchos a muchos con indirección

Paso de mensajes

- **Protocolos de comunicación de grupos**:
  - Uso:
    - **Tolerancia a fallos** en servicios replicados
    - **Localización** de objetos en servicios distribuidos
    - **Mejor rendimiento** con servicios replicados
    - **Actualización múltiple** notificando eventos a varios procesos a la vez
  - Propiedades:
    - **Atomicidad**: el mensaje es recibido por todos o por ninguno
    - **Ordenación**: ejecución de operaciones en el mismo orden

Paso de mensajes

- **Fiabilidad**
  - **Fiable:** Los datos que emite el cliente serán recibidos por el servidor sin errores y en el mismo orden en que fueron emitidos
  - Paso de mensajes fiable se puede construir partiendo de uno no fiable (p.ej.: mediante acuses de recibo)
  - Ej.: TCP/IP



Comunicación Cliente/Servidor

- **Protocolo petición/respuesta**
  - Comunicación típicamente **síncrona y segura/fiable** (la respuesta del servidor sirve como acuse de recibo)
  - **Alternativas de implementación**:
    - **Primitivas de comunicación** (*send* y *receive*). Inconvenientes:
      - Sobrecarga (más canales utilizados explícitamente)
      - Correspondencia entre *send* y *receive*
      - Garantía de reparto de mensajes si los servicios de red no la proporcionan
      - Ejemplo

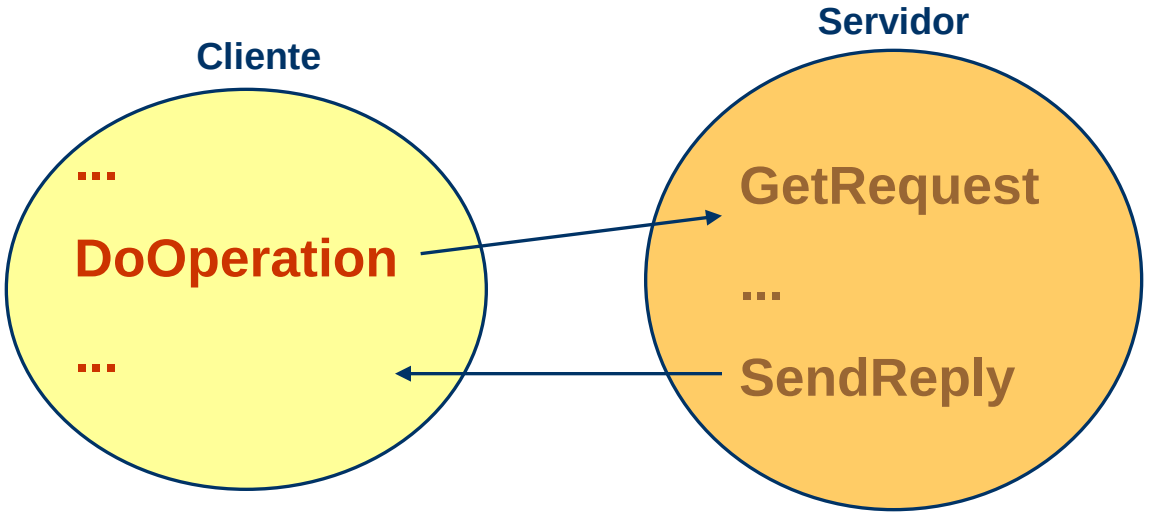
Comunicación Cliente/Servidor

- **Ejemplo: Asignador de recursos**
  - Diseñar un asignador de recursos utilizando primitivas de paso de mensajes utilizando distintos canales de comunicación

```
//Algunas estructuras de datos y variables a utilizar por el asignador
var unidades: set of int; pendientes: queue of int;
   disponibles: int:= MAX_UNIDADES;
   type clase_op = enum (ADQUIRIR,LIBERAR); port peticion;
   chan respuesta [1..n](int);

Cliente[i:1..n]::var unidad:int
   …
    send peticion (i, ADQUIRIR, -1)…
    receive respuesta[i](unidad);
    //usar recurso…
    send peticion (i, LIBERAR, unidad);
```

Comunicación Cliente/Servidor

- **Protocolo petición/respuesta (request/response)**
  - **Alternativas de implementación**:
    - **Operaciones de comunicación**:
      - Combinan aspectos de monitores (exportación de operaciones) y paso de mensajes síncrono (las peticiones bloquean a los clientes)
      - Tres primitivas de comunicación: DoOperation, GetRequest y SendReply

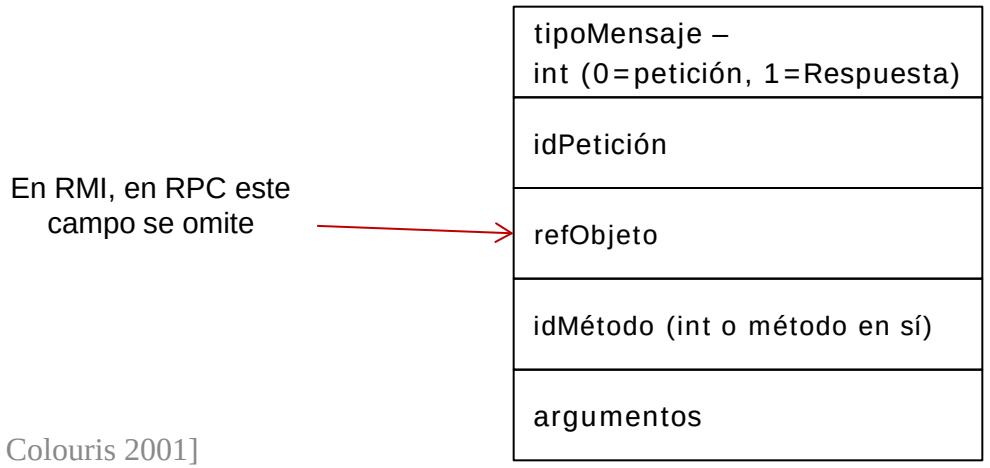


Ejemplo de operaciones para el protocolo petición-respuesta

public byte[] doOperation (RemoteObjectRef o, int methodId, byte[] arguments)

public byte[] getRequest ();

public void sendReply (byte[] reply, InetAddress clientHost, int clientPort);



[Fuente: Colouris 2001]

Ejemplo de serialización de objetos en Java

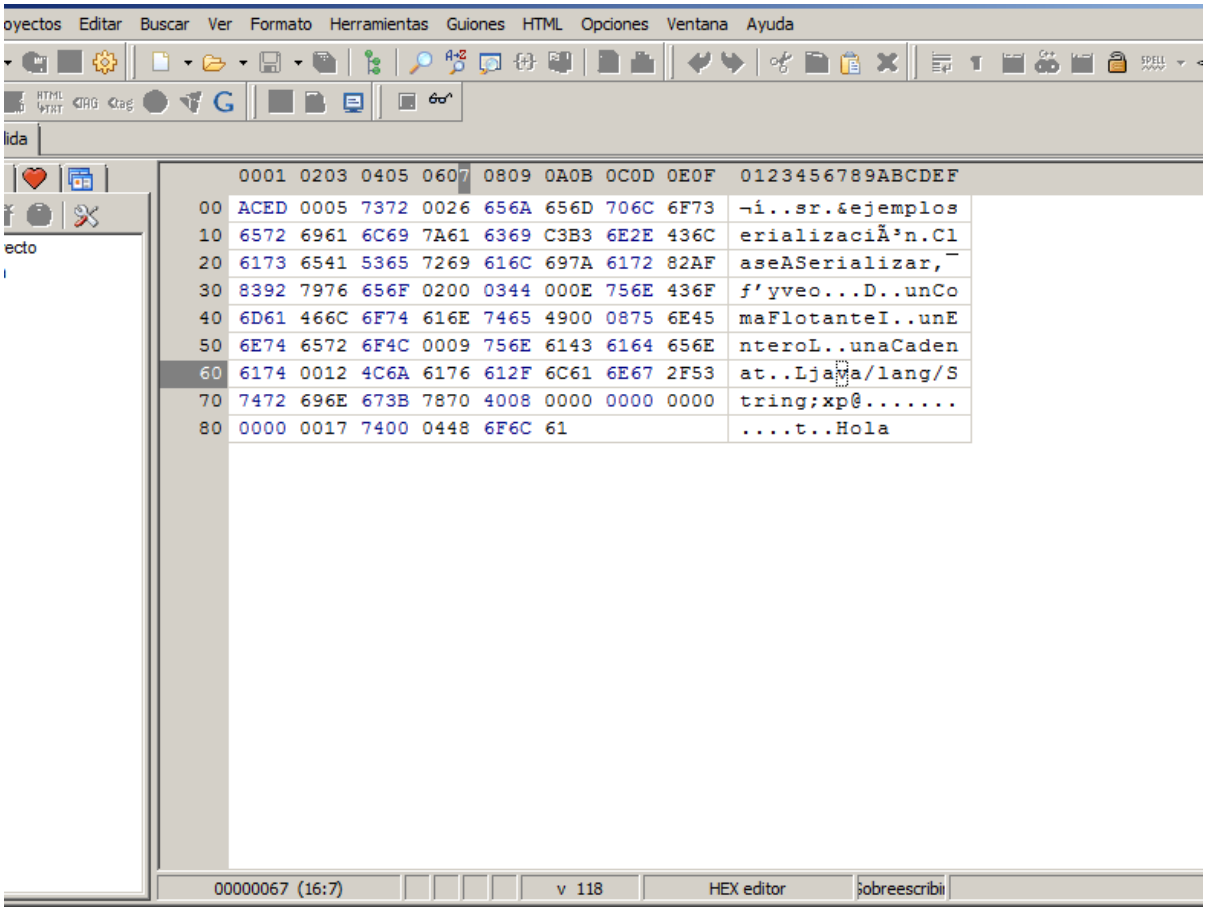
```
class ClaseASerializar implements java.io.Serializable {
    String unaCadena="Hola";
    int unEntero=23;
    double unComaFlotante=3.0;

    public void muestraCampos(){

        System.out.println("unaCadena: "+this.unaCadena);
        System.out.println("unaEntero: "+this.unEntero);
        System.out.println("unComaFlotante: "+this.unComaFlotante);
    }

}
```

Ejemplo de serialización de objetos en Java

```
import java.io.*;

public class EjemploSerialización {

    public static void main(String[] args) {

        ClaseASerializar ejemploClase = new ClaseASerializar();

        try{
            FileOutputStream flujoSalida = new FileOutputStream("fichero.salida");
            ObjectOutputStream salida = new ObjectOutputStream(flujoSalida);
            salida.writeObject(ejemploClase);
            salida.close();
            flujoSalida.close();
            System.out.printf("Objeto serializado almacenado en 'fichero.salida'");
        }catch (EOFException e)
             {System.out.println("EOF:"+e.getMessage());
        }catch (IOException e)
             {System.out.println("readline:"+e.getMessage());
        }
    }
}
```

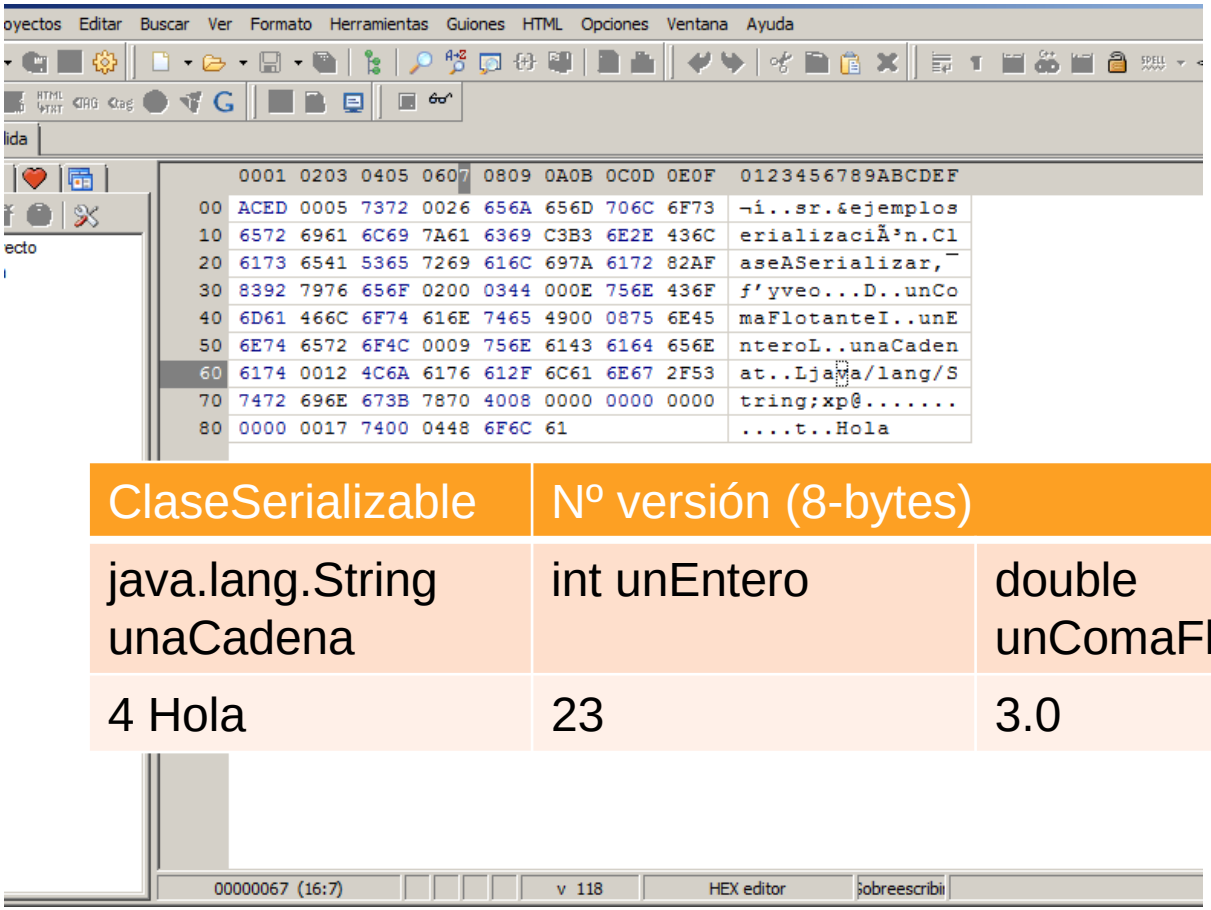
Ejemplo de serialización de objetos en Java

```
ACED0005737200266656A656D706C6F7365726961 6C697A616369C3B36E2E
436C617365415365726961 6C697A617282AF83927976656F02000344000E
756E436F6D61466C6F74616E7465490008756E456E7465726F4C0009756E
6143616465 6E617400124C6A6176612F6C616E672F537472696E673B7870
4008000000000000000000017740004486F6C61
```



Ejemplo de serialización de objetos en Java

```
ACED0005737200266656A656D706C6F7365726961 6C697A616369C3B36E2E
436C617365415365726961 6C697A617282AF83927976656F02000344000E
756E436F6D61466C6F74616E7465490008756E456E7465726F4C0009756E
6143616465 6E617400124C6A6176612F6C616E672F537472696E673B7870
4008000000000000000000017740004486F6C61
```



ClaseSerializable	Nº versión (8-bytes)	
java.lang.String unaCadena	int unEntero	double unComaFlotante
4 Hola	23	3.0

Ejemplo de serialización de objetos en Java

```
public class EjemploDeserialización {

    public static void main(String[] args) {

        try{
            FileInputStream flujoEntrada = new FileInputStream("fichero.salida");
            ObjectInputStream entrada = new ObjectInputStream(flujoEntrada);
            ClaseASerializar claseLeída= (ClaseASerializar) entrada.readObject();
            claseLeída.muestraCampos();
            entrada.close();
            flujoEntrada.close();
        } catch (ClassNotFoundException ex) {

   Logger.getLogger(EjemploDeserialización.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
   ex);
        }catch (IOException e){System.out.println(“Error:"+e.getMessage());
        }
    }

}
```

Ejemplo de serialización de objetos en Java

```
public class EjemploDeserialización2 {

    public static void main(String[] args) {

        try{
            FileInputStream flujoEntrada = new FileInputStream("fichero.salida");
            ObjectInputStream entrada = new ObjectInputStream(flujoEntrada);
            Object claseLeída = entrada.readObject();
            System.out.println("Nombre de la clase:"
   +claseLeída.getClass().getName());
            for (Method método : claseLeída.getClass().getMethods()){
                System.out.println("\tMétodos:" +método.toGenericString());
            }
            entrada.close();
            flujoEntrada.close();
        } catch (ClassNotFoundException ex) {

   Logger.getLogger(EjemploDeserialización.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
   ex);
        }catch (IOException e){System.out.println("Error:"+e.getMessage());
        }
    }

}
```

Comunicación Cliente/Servidor

- **Implementación del protocolo petición/respuesta (modelo de [gestión] de fallos)** → depende de las garantías de envío/entrega que se ofrezcan
  - **Plazo de tiempo** ("*time-out*"). [Tras *DoOperation*] Alternativas cuando se cumple:
    - Devolver fallo
    - Repetir petición y, eventualmente, devolver fallo si es el caso (si es lo + probable)
  - **Filtrar mensajes** de petición duplicados. Formato mensaje:
    - Tipo: petición o respuesta
    - Identificador petición: número petición
    - Referencia objeto remoto: estará serializada
    - Identificador procedimiento: pueden estar numerados o empaquetarse/serializarse
    - Argumentos

tipoMensaje – int (0=petición, 1=Respuesta)
idPetición
refObjeto
idMétodo (int o método en sí)
argumentos

Comunicación Cliente/Servidor

- **Implementación del protocolo petición/respuesta (modelo de [gestión] de fallos)**
  - **Mensajes de respuesta perdidos**
    - **Operaciones idempotentes** en servidores permiten reejecución proporcionando los mismos resultados
  - **Gestión de históricos**
    - Retransmisión de respuestas sin reejecución de operaciones
    - Manejo eficiente de la estructura de historia:
      - Nueva petición como reconocimiento de la respuesta previa
      - Reconocimientos del cliente (*acknowledgments*) ayudan a descartar entradas en la historia
      - También pueden descartarse transcurrido un periodo de tiempo

Comunicación Cliente/Servidor

- Modelo de fallos protocolo petición/respuesta: garantías de envío/informar sobre errores con *doOperation*

Garantías de envío			***Semántica de invocación***
Reintentar petición	***Filtrar duplicados***	***Reejecutar procedimiento "o" Retransmitir repuesta***	
No	No aplicable	No aplicable	**Quizás**
Sí	No	Reejecutar procedimiento	**Al menos una vez**
Sí	Sí	Retransmitir Respuesta	**Exactamente una vez**

Comunicación Cliente/Servidor

- Modelo de fallos protocolo petición/respuesta: garantías de envío/informar sobre errores con *doOperation*

Garantías de envío			***Semántica de invocación***
Reintentar petición	***Filtrar duplicados***	***Reejecutar procedimiento "o" Retransmitir repuesta***	
No	No aplicable	No aplicable	**Quizás**
Sí	No	Reejecutar procedimiento	**Al menos una vez**
Sí	Sí	Retransmitir Respuesta	**Exactamente una vez**

Sun RPC (idempotente)

RPC, RMI, CORBA

RPC

- Introducción:
  - En el modelo C/S los servicios **proporcionan varias operaciones**
  - La comunicación C/S se basa en un protocolo **petición/respuesta**
  - Los mecanismos de RPC integran esta organización con lenguajes de programación procedurales convencionales
  - Se modela y diseña como una llamada a procedimiento local, pero esta se ejecuta remotamente
  - El servidor es visto como un módulo con **una interfaz que exporta operaciones** y con un tiempo de vida distinto
  - **Biblioteca de soporte a servicios para aislar cuestiones como**: diferencias entre procedimientos locales y remotos, localización del servidor, mejora de rendimiento por medio de cachés

RPC

- Semántica:
  - Parámetros de entrada/salida (comunicación bidireccional)
  - Sólo uso de variables locales (no hay variables globales para servidor y cliente)
  - No tienen sentido punteros, por tanto, se hacen **clonaciones** (estructura interna oculta por modularidad)
  - Los servidores pueden devolver **referencias opacas** que no pueden ser interpretadas en el entorno del cliente (p.ej.: cookies, datos de autenticación para seguridad y eficiencia)

RPC

- Cuestiones de diseño:
  - **Clases de sistemas o middlewares RPC**: mecanismo integrado en el lenguaje de programación (permite que algunos requisitos, p. ej. excepciones, puedan tratarse con construcciones del lenguaje → Argus) **"o"** de propósito general (no dependen de un entorno particular → Sun RPC)
  - **Características** del lenguaje de definición de interfaces (**IDL**). Deben permitir especificar: nombres procedimientos, tipo de parámetros y dirección (E,S, E/S)
  - **Manejo de excepciones**: Notificar errores debidos a distribución, plazos de tiempo para comunicaciones, errores de ejecución del procedimiento

RPC

- **Protocolo petición/respuesta**
  - *(Normalmente)* Tres protocolos diferentes para informar sobre errores en RPC
  - Diferentes semánticas en presencia de fallos

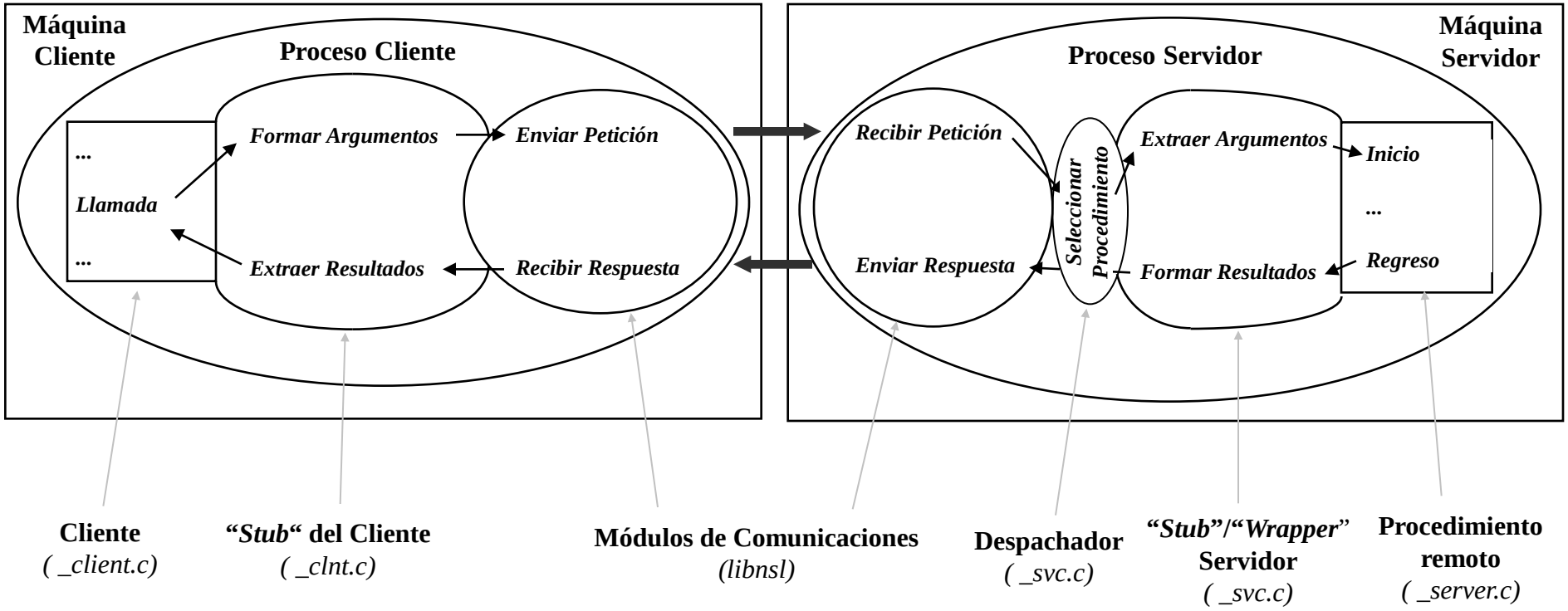
Nombre	***Mensaje enviado por***		
	Cliente	***Servidor***	***Cliente***
R	Petición		
RR	Petición	Respuesta	
RRA	Petición	Respuesta	Reconocimiento

RPC

- Cuestiones de diseño:
  - **Transparencia:**
    - **Manejar errores** debido a que RPC:
      - **Más vulnerable** (red, otra computadora, otro proceso)
      - Toma **más tiempo** que una local
    - Por tanto, **no debería ser transparente,** sino explícita al programador
    - Aunque debería **ocultar detalles de bajo nivel** de paso de mensajes, pero no retardos o fallos

RPC

- Implementación:



RPC

1. Procesamiento Interfaz

- **Integra** el mecanismo RPC con programas cliente y servidor formando y extrayendo argumentos y resultados
- Se **compila una especificación** escrita en un lenguaje de definición de interfaces (IDL) y genera cabeceras, plantillas y *stubs*:
  - En el cliente convierte llamada local a remota
  - En el servidor selecciona y llama al procedimiento adecuado

2. Módulo comunicaciones

- Implementa protocolo petición-respuesta

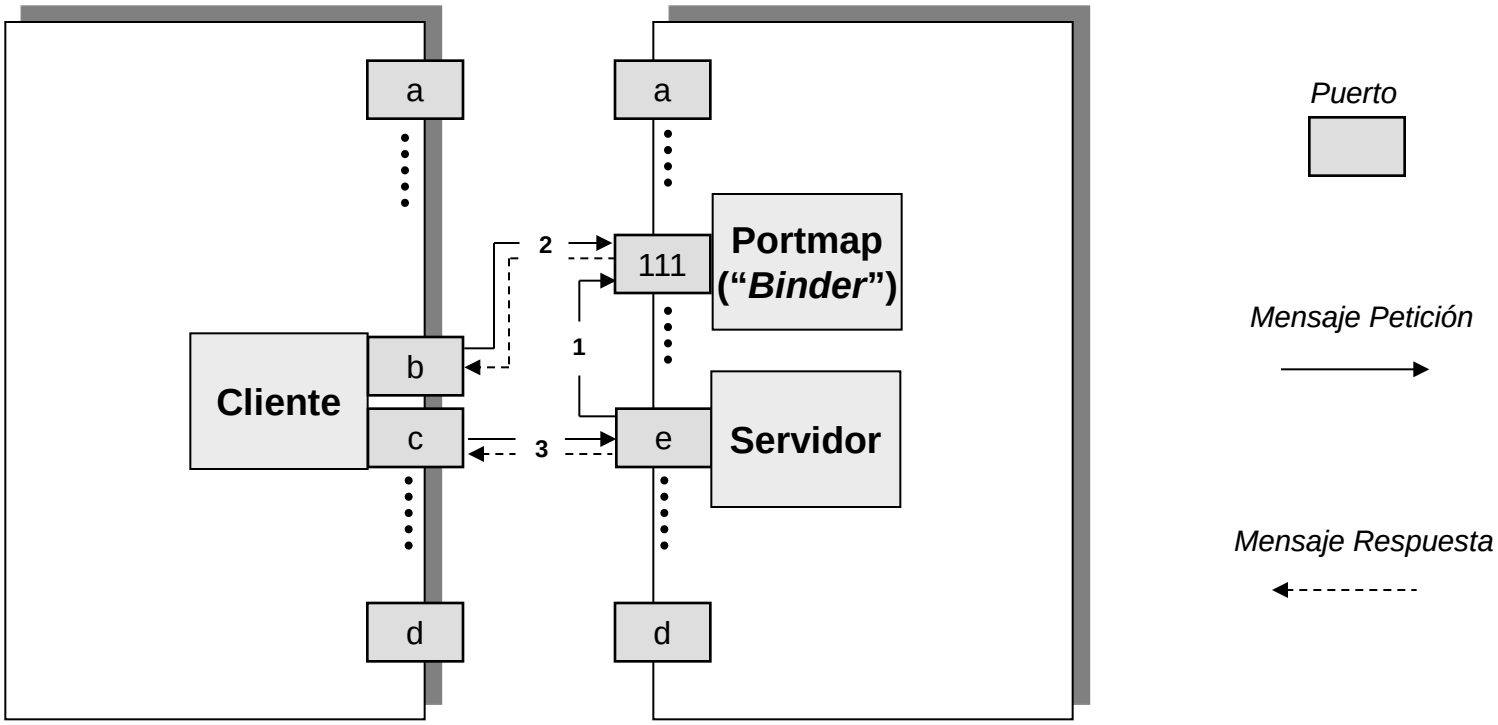
RPC

3. Servicio de ligadura ("*binding*")

- Mecanismo para localización del servidor
- **Asociación** de un nombre a un identificador de comunicación
- Mensaje de petición se dirige a un puerto concreto
- Se evalúa cada vez que el cliente lo requiera, ya que el servidor puede ser **relocalizado**
- Servicio del cual dependen otros, por tanto, debe ser **tolerante a fallos**
- Los servidores exportan (**registran**) sus servicios y los clientes los importan (**buscan**)

RPC

3. Servicio de ligadura ("*binding*")



Operaciones

- **Registro** (<*nombre_servicio*>,<*puerto_servicio*>,<*versión*>);
- **Retirar** (<*nombre_servicio*>,<*puerto_servicio*>,<*versión*>);
- **Buscar** (<*nombre_servicio*>,<*versión*>) : <*puerto*>;

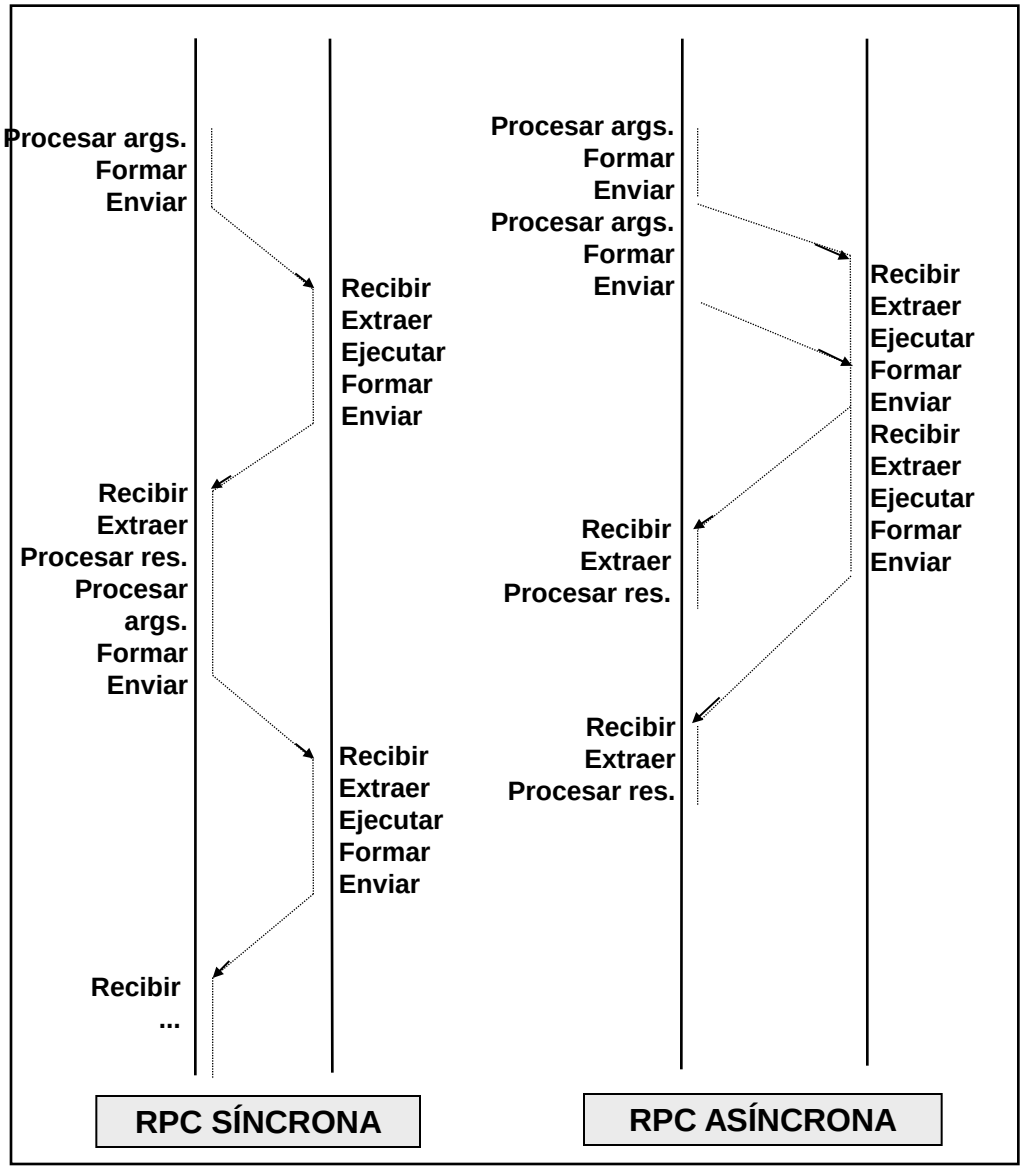
3. Servicio de ligadura ("*binding*")

- Alternativas para localizar el ligador:
  1. **Dirección conocida**: El cliente/servidor han de ser recompilados cuando el ligador ser relocaliza
  2. El **sistema operativo** proporciona la información en tiempo de ejecución (p.ej. mediante variables de entorno)
  3. Cuando cliente/servidor se lanzan, envían **mensajes de difusión (*broadcast*)** para que así el ligador **(*binder*)** responda con la dirección

RPC Asíncrona

- Requisitos comunes:
  - El cliente envía muchas peticiones al servidor
  - No se necesita una respuesta a cada petición
- Ventajas:
  - El servidor puede **planificar operaciones** más eficientemente
  - El cliente **trabaja en paralelo**
  - Se facilita el **cálculo de peticiones paralelas** en el caso de varios servidores

RPC Asíncrona



RPC Asíncrona

- Optimizaciones:
  - Varias peticiones en una sola comunicación: Se almacenan mensajes hasta que:
    a) Se cumple un **plazo de tiempo**
    b) Se realiza una petición que **requiere respuesta**
  - El cliente puede proceder si no espera una respuesta que puede obtener más tarde

Citas

- A veces nombradas como citas ***extendidas*** en entornos distribuidos
- Las invocaciones remotas se sirven mediante una **instrucción de aceptación** (par de instrucciones *call – in, se ve más adelante*)
- **RPC** es una **comunicación intermódulo**
- Las instrucciones de comunicación están **limitadas**:
  - *A menudo un proceso desea comunicarse con más de un proceso, quizás en puertos diferentes, y no se sabe el orden en el que los otros procesos desean comunicarse con él*

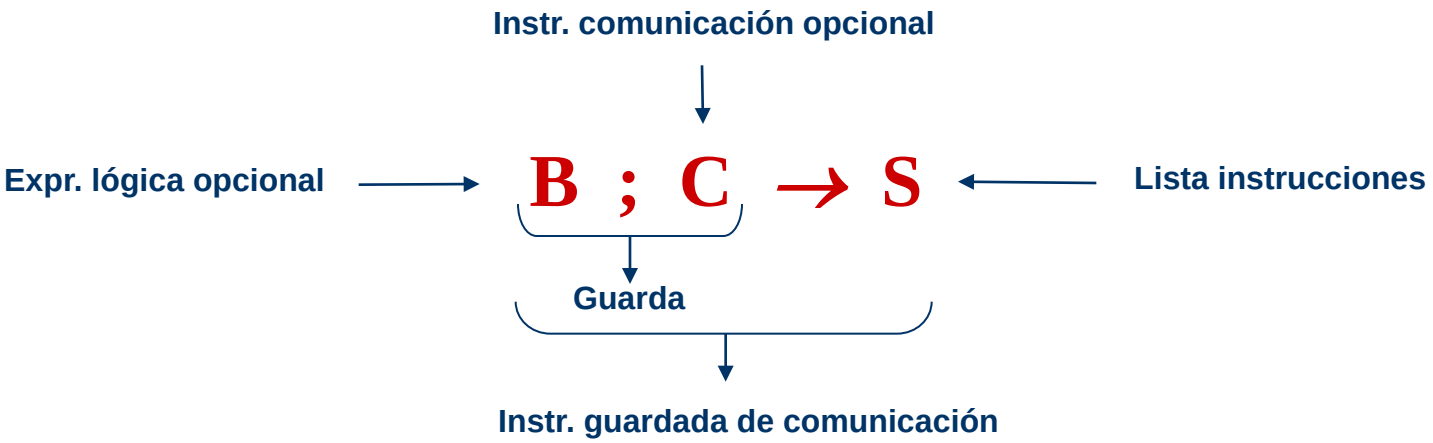
Citas

- **No determinismo** mediante **instrucciones guardadas**:

```
Var  a, b, c;
a, b, c := A, B, C;
do
        a > b  →  a, b :=  b, a;
□       b > c  →  b, c :=  c, b;
od
```

Citas

- **Comunicación no determinista** = instrucciones guardadas + instrucciones de comunicación



Citas

- **Semántica** de la guarda: $B ; C \rightarrow S$

  1. Tiene **éxito** si ***B*** es verdad y la ejecución de ***C*** no produce retardo
  2. **Falla** si ***B*** es falso
  3. **Bloquea** si ***B*** es verdad, pero ***C*** no se puede ejecutar sin producir retardo

- ***B*** no puede cambiar hasta ejecutar otras instrucciones de asignación, ya que no hay **variables globales**
- La guardas pueden incluir instrucciones de comunicación de entrada o salida

Citas

$$B \; ; \; C \rightarrow S$$

- Las **instrucciones guardadas de comunicación** pueden combinarse en construcciones:
  - **Alternativas** (***IF***):
    - Si al menos una guarda tiene éxito, una de ellas se escoge de forma no determinista ejecutando ***C*** y ***S***
    - **Si todas las guardas fallan**, entonces ***IF*** falla o termina
    - Si no hay guardas con éxito y algunas están bloqueadas, la ejecución se retrasa hasta que la primera tenga éxito
  - **Repetitivas** (***DO***) igual que ***IF*** con ejecución iterativa hasta que todas las guardas fallen

Citas

- **Ejemplo anterior**

```
Var  a, b, c;
a, b, c := A, B, C;
do
      a > b  →  a, b :=  b, a;
□     b > c  →  b, c :=  c, b;
od
```

Citas

- **Ejemplo:** Servidor de ficheros
  - Hasta ***n*** ficheros abiertos a la vez por ***m*** clientes
  - El acceso a cada fichero se proporciona por un proceso servidor de fichero distinto
  - Paso de mensajes síncrono
- Operaciones sobre archivos: **abrir, leer, escribir, cerrar**
- Canales de comunicación:
  - `mailbox abrir (string nombre_fichero, int n_cliente);`
  - `chan respuesta_abrir [1..m](int n_serv_fichero);`
  - `//tantos como clientes`
  - `chan leer [1:n](…);`
  - `chan escribir [1:n](…);`
  - `chan cerrar [1:n](…);`
  - `chan respuesta [1..m](…);`
- Modelar **un** proceso servidor de fichero

Citas

- **Ejemplo:** Servidor de servicios de fichero. Hasta ***n*** ficheros abiertos a la vez. El acceso a cada fichero se proporciona por un proceso servidor de fichero distinto
- Operaciones sobre archivos: abrir, leer, escribir, cerrar

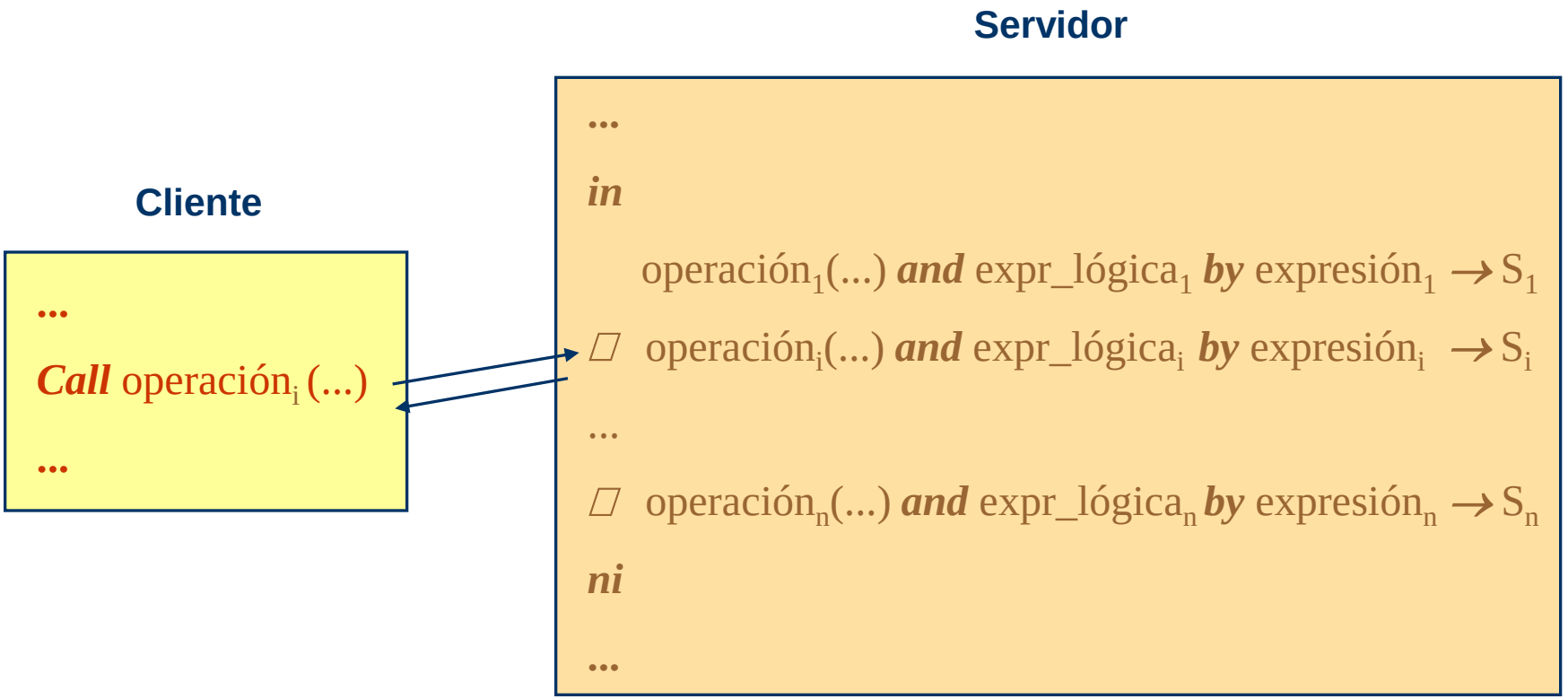
```
Ficheros [i:1..n]::
var nombref:string; args: otros tipos;
  índice_cliente:int; resultados:int;
  fichero_abierto: bool;
  buffer_local, caché, dirección_de_disco, …;

do receive abrir (…
```

Citas *(Citas extendidas)*

- **Órdenes guardadas de comunicación**:
  - Un proceso **exporta operaciones** de forma similar a RPC
  - Otro proceso invoca operaciones exportadas
    - **call <nombre_proceso>.<nombre_operación>(<argumentos>);**
  - El proceso servidor atiende invocaciones en su contexto de ejecución mediante **instrucciones de aceptación** (**in <nombre_operación> (<parámetros_formales>) → S ni**)
  - El **ámbito** de los parámetros formales es el de la operación guardada
  - Una guarda de una operación **tiene éxito** cuando:
    a) Se ha **invocado la operación**
    b) La expresión lógica **se evalúa a verdad**
  - La ejecución **se retrasa** hasta que una guarda tiene éxito → no determinismo cuando hay varias

Citas extendidas

- **Construcción alternativa con órdenes guardadas de comunicación:**



Citas extendidas

- **Características**:
  - Operaciones en el **contexto del proceso** que especifican puntos de comunicación de muchos a uno
  - Sin parámetros hay **sincronización** y no comunicación
  - El servidor puede definir distintas guardas par la invocación de una misma operación exportada, y por tanto, producir **efectos diferentes** ante la invocación de un mismo servicio
  - Las invocaciones se sirven en los **instantes que desee el servidor**
  - A diferencia de RPC, el **servidor** es un **proceso activo** que se está ejecutando antes y después de servir una invocación remota

Citas extendidas. Ejemplo buffer acotado en el Problema del Productor-Consumidor

```
Bufferacotado::
  op poner (dato:T);
     tomar (var resultado:T);
  var buffer[1:n]:T
      cabecera:int:=1; cola:int:=1; contador:int:=0;
  do true ->
     in poner (dato) and (contador < n) ->
        buffer[cola]:=dato;
        cola:=(cola mod n)+1;
        contador:=contador+1;
     □ tomar (resultado) and (contador > 0) ->
        resultado:=buffer[cabecera];
        cabecera:=(cabecera mod n)+1;
        contador:=contador-1;
     ni;
  od;
```

Citas extendidas. Ejemplo Ada (1 elemento)

```
task Buffer1 is
  entry Escribir (Elem: TElemento);
  entry Leer (Elem: out TElemento);
end Buffer1;
task body Buffer1 is
  ElemLocal: TElemento;
  tamBuffer : constant := 1;
begin
  loop
      select when (nElementos < tamBuffer)
        accept Escribir (Elem: TElemento) do
          ElemLocal:= Elem;  -- Guarda el elemento.
          nElementos:=nElementos+1; Ada.Text_IO.Put_Line("Elemento escrito");
        end Escribir;
      or when (nElementos > 0)
        accept Leer (Elem: out TElemento) do
          Elem := ElemLocal;  -- Devuelve el elemento.
          nElementos:=nElementos-1;Ada.Text_IO.Put_Line("Elemento leído");
        end Escribir;
      end select;
  end loop;
end Buffer1;
…
-- Ejemplos de llamadas
Buffer1.Escribir(elemento), Buffer1.Leer(elemento)…
```

Fuente: [wikibooks]

Citas extendidas. Definición arrays en Ada

```
Tam_máx : constant := 100;
subtype T_Rango is Positive range 1 .. Tam_máx;
cabecera, cola : T_Rango := 1;
Buffer : array (T_Rango) of TElemento;

-- Alternativamente
Buffer : array (0 .. Tam_máx) of TElemento;
Buffer : array (0 .. 100) of TElemento;…

-- Otros ejemplos de declaraciones para variables (no necesario)
nElementos : Natural range 0 .. Tam_máx := 0;
```

-- Ejemplos de acceso a elementos en posiciones de un array

```
Buffer(3) := otroElemento;
for i in Buffer'Range loop
   Buffer(i) := unElemento;
end loop;
```

Trabajo Tema 2

- Se propone un pequeño reto tecnológico consistente en **averiguar**, mediante los mecanismos de **reflexión** y **serialización** del lenguaje Java, los atributos y métodos de las instancias pertenecientes una clase que, en adelante, referiremos como "**clase a descubrir**" y cuyo bytecode está disponible en alguna **dirección de Internet**
- Dicha dirección de Internet puede obtenerse invocando el método `public String obtenerRutaCompleta()` de una instancia serializada de la clase `ClaseASerializar` almacenada en el fichero "**fichero.salida**" disponible en la zona de descargas de **Tutor**. Allí mismo también se encuentra disponible el fichero "**ClaseASerializar.class**" con el bytecode de la mencionada clase, necesario para deserializar el objeto de "**fichero.salida**"
- Se debe proporcionar una **implementación** que, tomando como **entrada** el **DNI/NIE** sin letras del **alumno** y la **ruta** hasta "**fichero.salida**" desde el directorio de trabajo actual, muestre el resultado de la ejecución del método `public int computa (String dni)` sobre una instancia de la "**clase a descubrir**"
- El trabajo tiene carácter individual. Se valorará la cantidad de información proporcionada acerca de la "**clase a descubrir**"
- Debe entregarse un fichero .java, así como una captura de pantalla con el resultado de la ejecución del programa implementado
- **El plazo de entrega finaliza el 7-jun-2016 a las 12h**

Trabajo Tema 2

- A continuación se proporcionan algunas funciones que pueden resultar útiles para la realización de este trabajo:

  En ClaseASerializar

  - `public String obtenerNombreClase()` //Devuelve el nombre de la **clase a descubrir**
  - `public String obtenerDirecciónClase()` //Devuelve el directorio donde se encuentra el bytecode de la **clase a descubir**
  - `public String obtenerRutaCompleta()` //Devuelve `obtenerDirecciónClase()+obtenerNombreClase()+".class";`

  En general:

  - Clase URLClassLoader
  - `Thread.currentThread().setContextClassLoader(ClassLoader)`
  - `unaCadena.split(".class")[0]` // Para obtener el nombre de una clase sin ".class"

  java.lang.Class

  - `public Method getMethod(String name, Class<?>... parameterTypes)`

  java.lang.reflect.Method

  - `public Object invoke(Object obj, Object... args)`