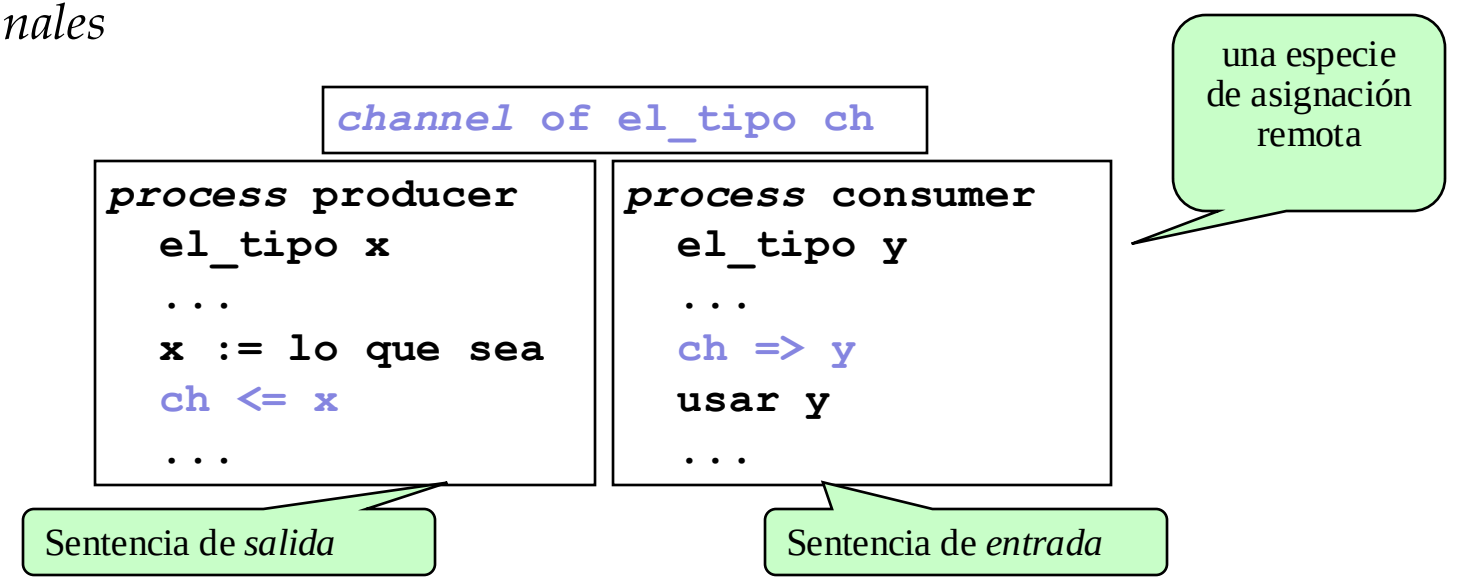
Lección 9: Programación mediante paso síncrono de mensajes

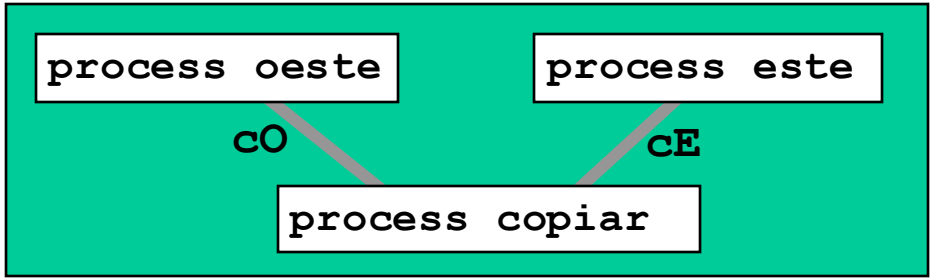
- Paso síncrono de mensajes:
  - notación simplificada
  - ejemplo: proceso filtro “copiar”
  - notación general
  - ejemplo: proceso servidor “mcd”
- Entrada selectiva
  - o cómo esperar en varios canales a la vez
- Ejercicios
- Citas y RPC

Paso síncrono de mensajes

- Concepto y notación usados por Hoare (1978)
  - Communicating Sequential Processes (CSP)
- La comunicación entre procesos se va a llevar a cabo mediante *canales*



Paso síncrono de mensajes



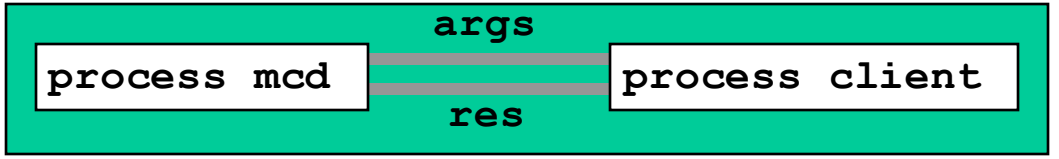

```
channel of character cE,cO
```

```
process oeste
  character c
  while true
     cO => c
     ...
```

```
process copiar
  character c
  while true
     cE => c
     cO <= c
```

```
process este
  character c
  while true
     produce nuevo c
     cE <= c
```

Paso síncrono de mensajes

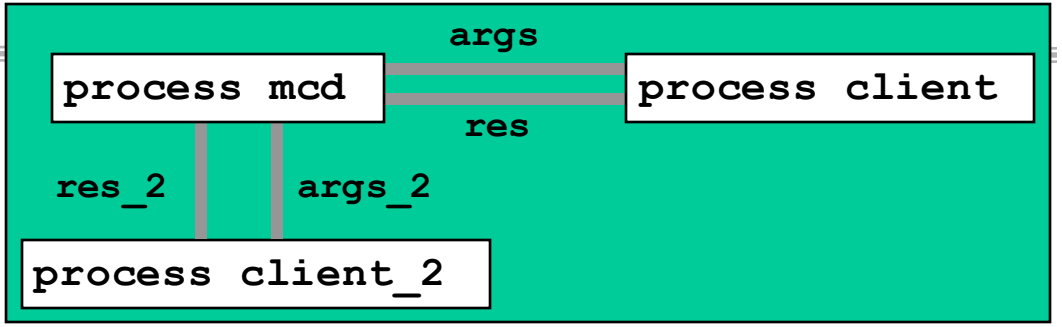



```
channel of (integer,integer) args
channel of integer res
```

```
process mcd
  integer x,y,m
  integer r := 1
  while true
    args => (x,y)
    ... --calcula mcd en m
    res <= m
```

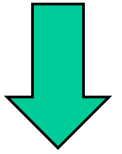
```
process client
  integer a,b,m
  while true
     obtener a,b
     args <= (a,b)
     res => m
```

Entrada selectiva



- ¿Qué pasa cuando hay más de un cliente?
  - Solución 1: ¿directa?
  - Solución 2: escuchar selectivamente en varios canales
  - Solución 3: esquema cliente-servidor

```
either   ch1 => var1
         ...
or       ch2 => var2
         ...
or       ch3 => var3
         ...
```



```
either  i:1..n
  ch[i] => var
           ...
```

Entrada selectiva

```
channel of (integer,integer) args,args_2
channel of integer res,res_2
```

```
process mcd
  integer x,y,m,cl
  integer r := 1
  while true
    either args => (x,y)
           cl := 1
    or     args_2 => (x,y)
           cl := 2
    ... --calcula mcd en m
    if cl=1
       res <= m
    else --cl=2
       res_2 <= m
```

```
process client
  integer a,b,m
  while true
     obtener a,b
     args <= (a,b)
     res => m
```

```
process client_2
  integer a,b,m
  while true
     obtener a,b
     args_2 <= (a,b)
     res_2 => m
```

Entrada selectiva

```
channel of (integer,integer) args,args_2
channel of integer res,res_2
```

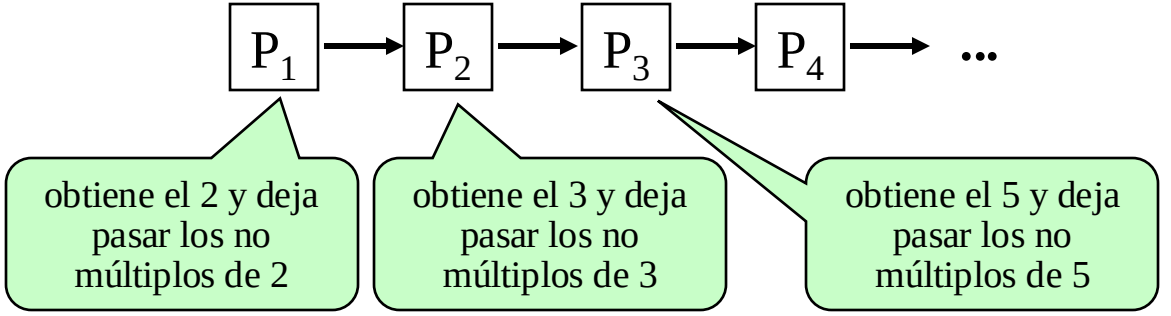
```
process mcd
  integer x,y,m,cl
  integer r := 1
  while true
    either args => (x,y)
           ... --calcula mcd en m
           res <= m
    or     args_2 => (x,y)
           ...  --calcula mcd en m
           res_2 <= m
```

```
process client
  integer a,b,m
  while true
     obtener a,b
     args <= (a,b)
     res => m
```

```
process client_2
  integer a,b,m
  while true
     obtener a,b
     args_2 <= (a,b)
     res_2 => m
```

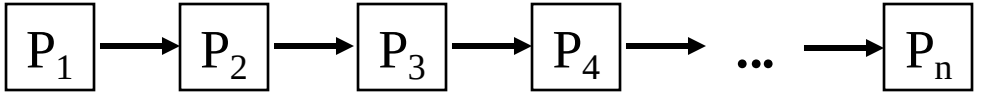
Ejemplo: la criba de Eratóstenes

- **La criba de Eratóstenes**: encuentra los primos menores o iguales que un *n* dado
- Secuencial sencillo:
  - el 2 es primo; "tachar" su múltiplos.
  - el primero no "tachado" (el 3) es primo; tachar sus múltiplos
  - el primero no "tachado" (el 5) es primo; tachar sus múltiplos. etc.
- Una versión en "pipe-line":



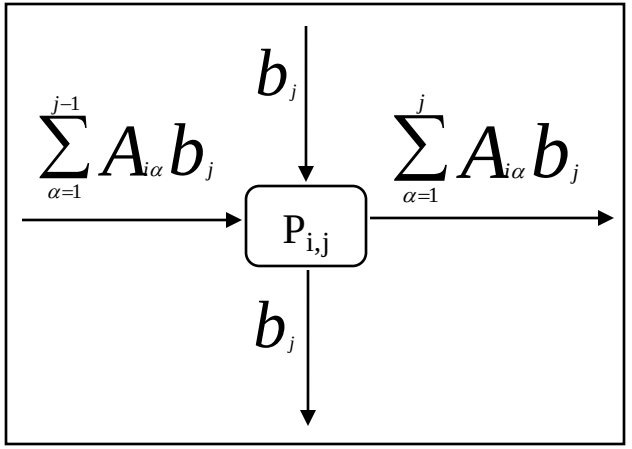
Ejemplo: "Pipeline sort"

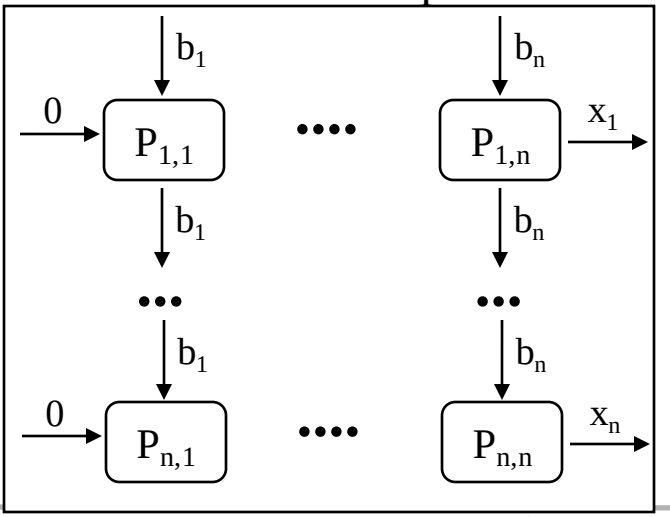
- **"Pipeline sort"**: utilizando **n** procesos y con un flujo de datos como el que se esquematiza en la figura, proponer un algoritmo de ordenación para **n** datos, de manera que al terminar cada proceso tiene el valor que le corresponde de la secuencia de datos, según el orden ascendente



Ejemplo: producto matriz por vector

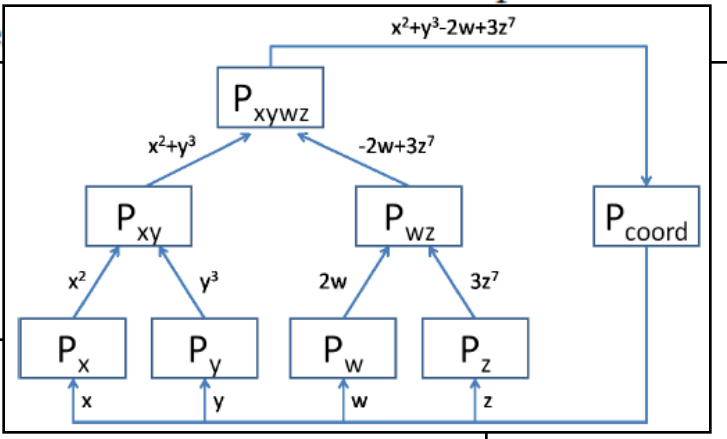
- **Problema**: calcular "**x=Ab**" siendo "**A**" una matriz nxn y "**x**" y "**b**" vectores nx1
- Una solución síncrona, usando nxn procesadores:
  - V1: cada P(i,j) tiene almacenado A[i,j]
  - V2: el valor A[i,j] se tiene que suministrar en una fase previa





Ejemplo: Árbol de evaluación

La figura 1 muestra la organización de un sistema en el que mediante siete procesos $P_x, P_y, P_w, P_z, P_{xy}, P_{wz}, P_{xywz}$, más un proceso coordinador P_{coord}, se evalúa la expresión $x^2 + y^3 - 2w + 3z^7$, donde los parámetros x, y, w y z son números reales. Para ello, en un bucle infinito, el proceso coordinador lee de la entrada estándar los valores de los parámetros, los suministra a los procesos P_x, P_y, P_w, P_z y espera el resultado que le suministrará el proceso P_{xywz} para mostrarlo por la salida estándar. Cada proceso realiza un cálculo parcial, que suministra a otro proce



El ejercicio pide:

- Definir la red de canales síncronos para resolver el problema
- Escribir del código de los ocho procesos, de acuerdo a la especificación dada

Ejercicio: los filósofos

```
channel of integer[1..n] canFil
channel of (integer,integer) entrada
```

```
process filosofo(i:1..n)
  integer kk

  loop forever
    --piensa
    entrada <= (i,COGER)
    canFil[i] => kk
    --come
    entrada <= (i,DEJAR)
```

```
process servidor
  integer who,what
  set of integer tenLibres := {1..n}
  set of integer filEsperan := {}
  loop forever
     entrada => (who, what)
     switch
        what=DEJAR: ...
        what=COGER: ...
     end switch
  end loop
```

Ejercicio: los filósofos

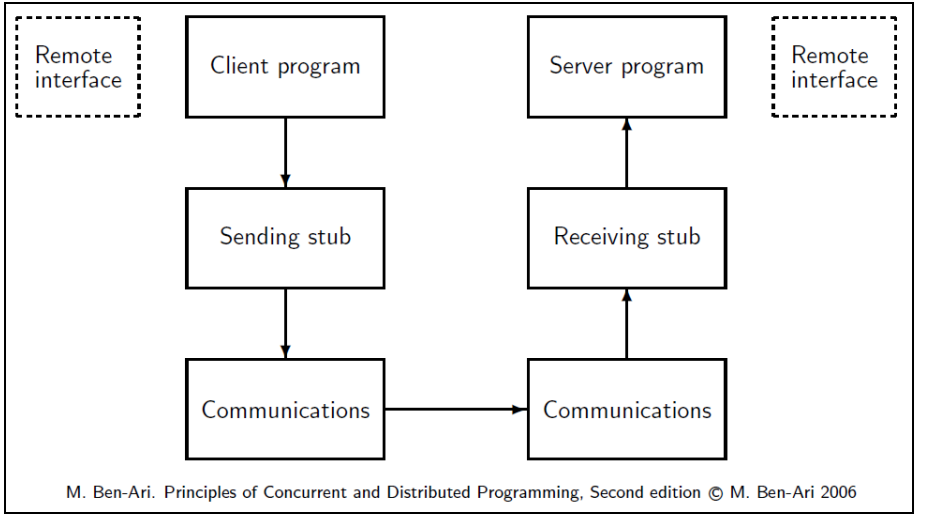
```
switch     --operaciones MOD n
   what=COGER:
      if who IN libres AND who+1 IN libres
          canFil[who] <= 1
          libres := libres \ {who,who+1}
      else
          esperan := esperan UNION {who}
      end if
```

Ejercicio: los filósofos

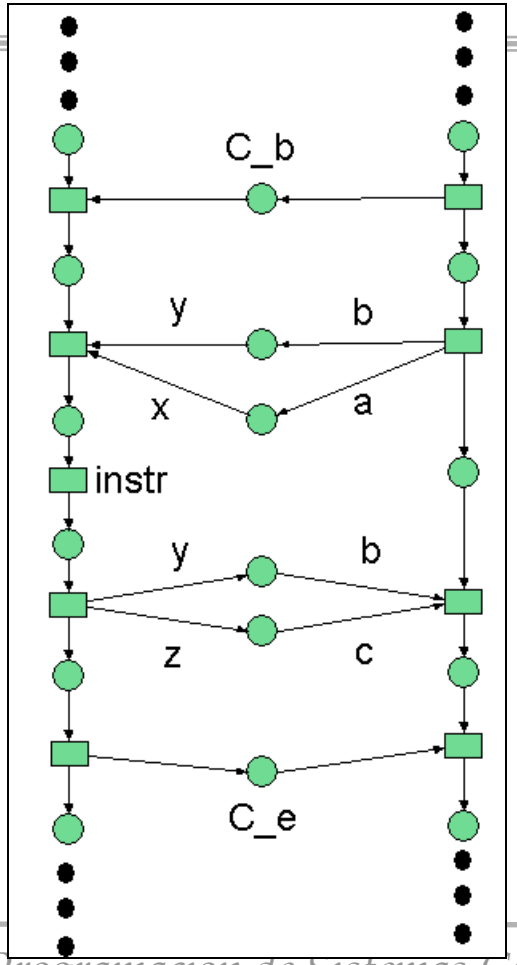
```
switch    --operaciones MOD n
   what=COGER: . . .
   what=DEJAR:
      if (who-1 IN libres) AND (who-1 IN filEsperan)
         canFil[who-1] <= 1
         libres := libres \ {who-1}
         filEsperan := filEsperan \ {who-1}
      else
         libres := libres UNION {who}
      end if

      if (who+1 IN filEsperan) AND (who+2 IN libres)
         canFil[who+1] <= 1
         libres := libres \ {who+2}
         filEsperan := filEsperan \ {who+1}
      else
         libres := libres UNION {who+1}
      end if
```

RPC

- **Remote Procedure Call**: un cliente invoca servicios de un servidor que puede estar en otro procesador
  - cliente invoca como una operación normal
  - el servidor pone en marcha un proceso para atenderlo
- Servidor y cliente se deben compilar con un interfaz común
  - para parámetros y operaciones
- **RMI** para Java
  - Remote Method Invocation



Citas




```
   entry C(x: in ...;
           y: in out ...;
           z: out ...);
    ...
task body T1 is
begin
    ...
    accept C(x,y,z) do
       instr
    end C2;
    ...
end T1;
```

asimetría

```
task body T2 is
begin
    ...
    T1.C(a,b,c);
    ...
end T1;
```

Canales síncronos en C++

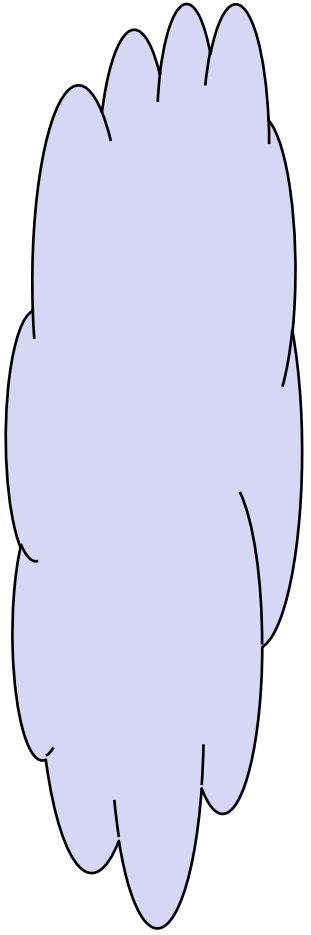
```
channel of T canal
```

```
process P1
  T d1

  ...
  canal => d1
  ...
  canal <= exp
  ...
```

```
process P2
  T d2

  ...
  canal => d2
  ...
  canal <= exp2
  ...
```

```
process P3
  T d3

  ...
  canal => d3
  ...
  canal <= exp3
  ...
```

channel of T canal



P1

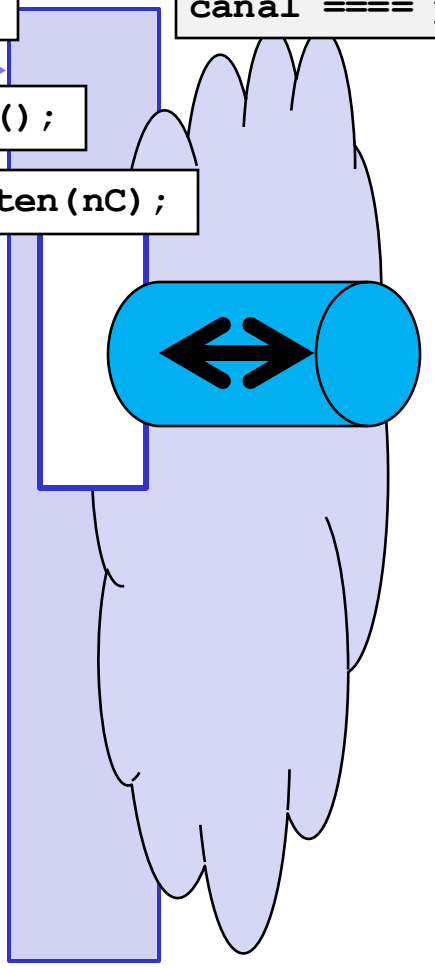
P2

```
Socket cS(SERVER_PORT);
```

```
int socket_fd = cS.Bind();
```

```
int error_code = cS.Listen(nC);
```

canal ==== port (no tipado)



P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***

P2
CLIENTE

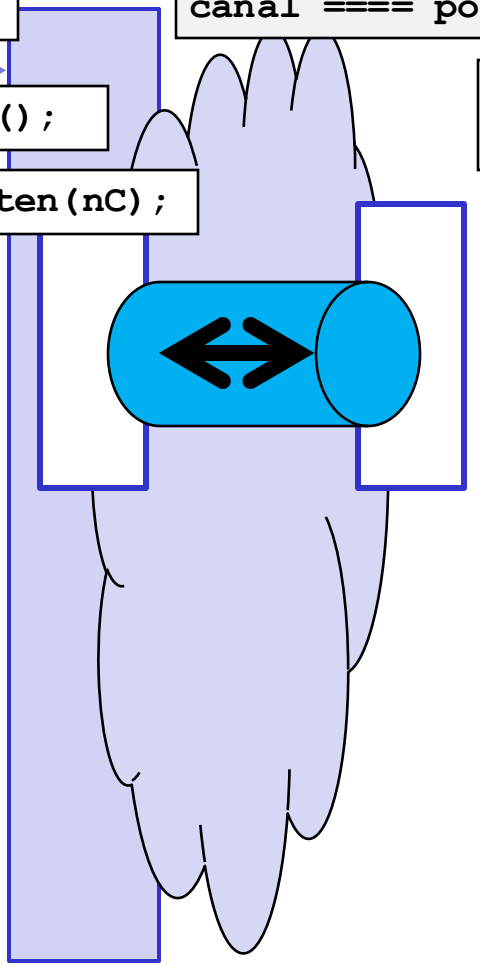
```
Socket cS(SERVER_PORT);
```

```
int socket_fd = cS.Bind();
```

```
int error_code = cS.Listen(nC);
```

```
canal ==== port (no tipado)
```

```
Socket cC(SERVER_ADDRESS,
                  SERVER_PORT);
```

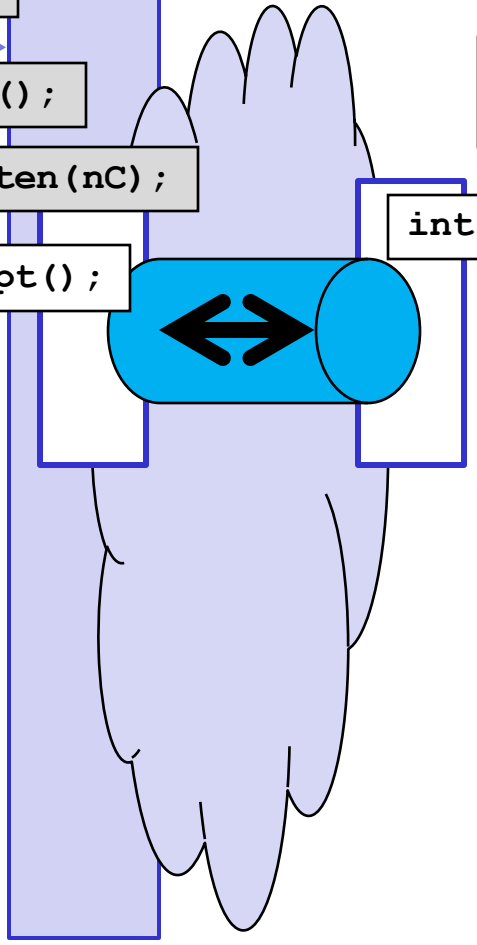


P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***

P2
CLIENTE

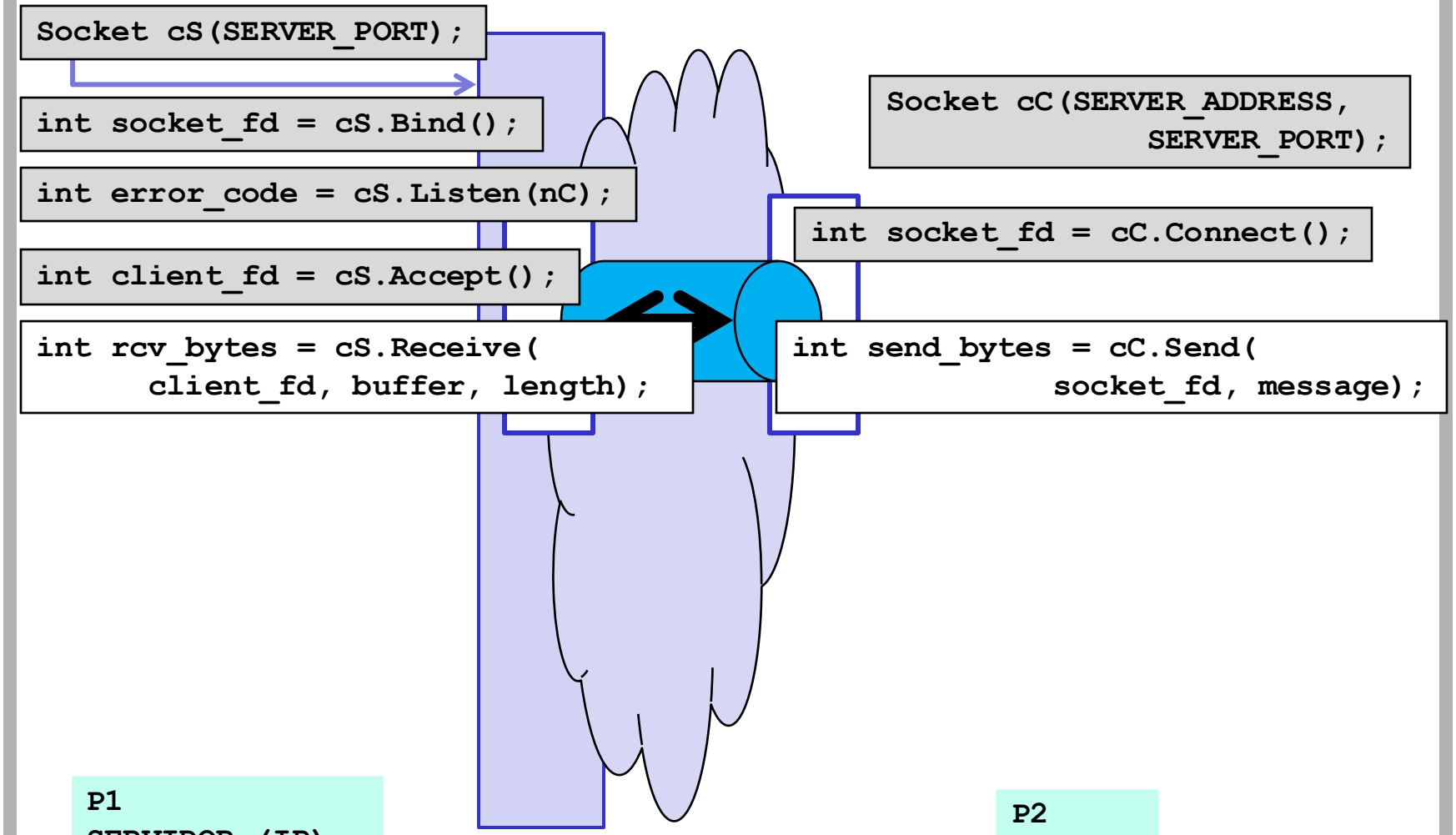
```
Socket cS(SERVER_PORT);
int socket_fd = cS.Bind();
int error_code = cS.Listen(nC);
int client_fd = cS.Accept();
```

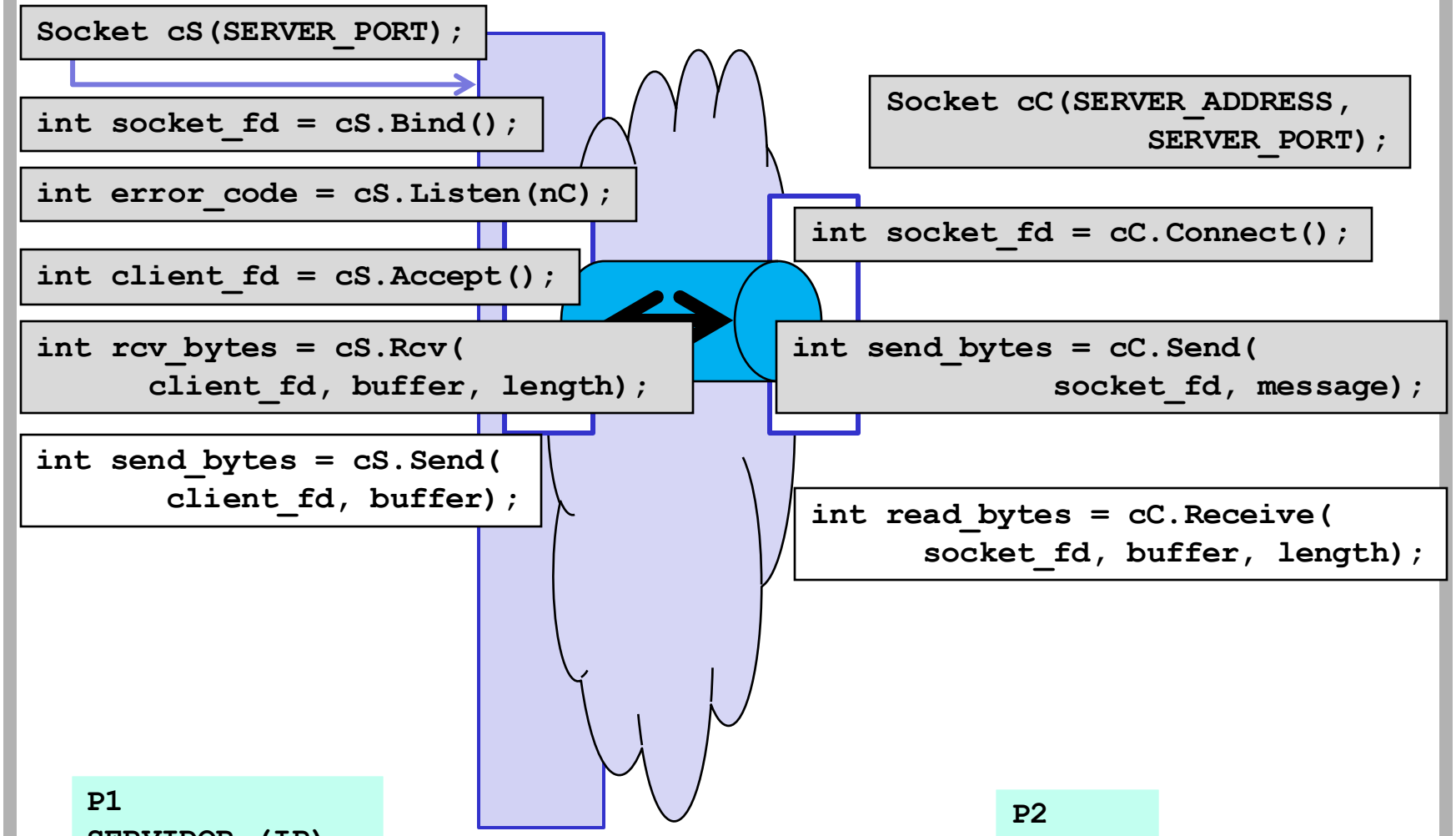
```
Socket cC(SERVER_ADDRESS,
                    SERVER_PORT);
int socket_fd = cC.Connect();
```

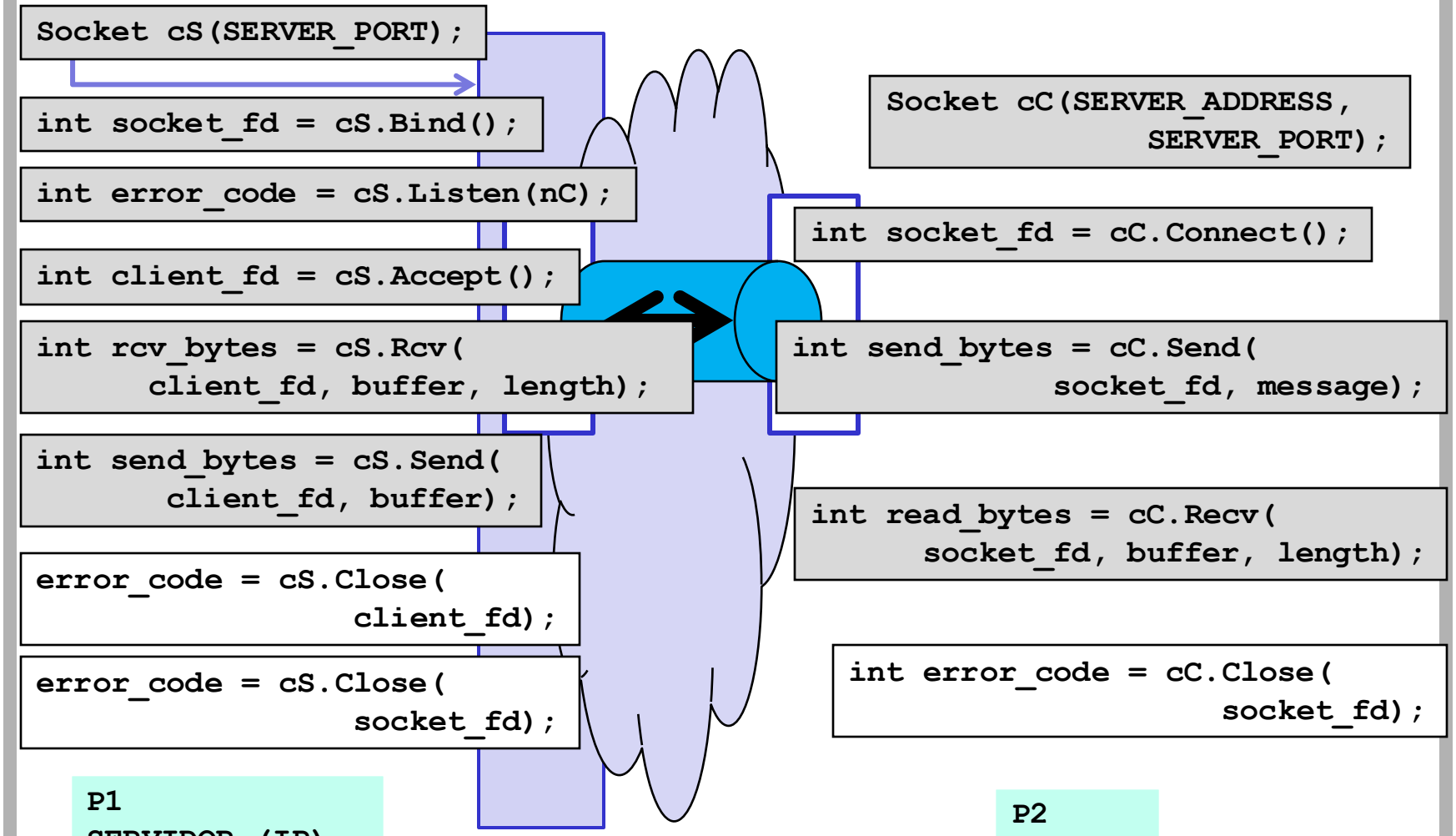


P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***

P2
CLIENTE


Socket cS(SERVER_PORT);
int socket_fd = cS.Bind();
int error_code = cS.Listen(nC);
int client_fd = cS.Accept();
int rcv_bytes = cS.Receive(
client_fd, buffer, length);
Socket cC(SERVER_ADDRESS,
SERVER_PORT);
int socket_fd = cC.Connect();
int send_bytes = cC.Send(
socket_fd, message);
P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***
P2
CLIENTE


Socket cS(SERVER_PORT);
int socket_fd = cS.Bind();
int error_code = cS.Listen(nC);
int client_fd = cS.Accept();
int rcv_bytes = cS.Rcv(
client_fd, buffer, length);
int send_bytes = cS.Send(
client_fd, buffer);
Socket cC(SERVER_ADDRESS,
SERVER_PORT);
int socket_fd = cC.Connect();
int send_bytes = cC.Send(
socket_fd, message);
int read_bytes = cC.Receive(
socket_fd, buffer, length);
P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***
P2
CLIENTE


Socket cS(SERVER_PORT);
int socket_fd = cS.Bind();
int error_code = cS.Listen(nC);
int client_fd = cS.Accept();
int rcv_bytes = cS.Rcv(
client_fd, buffer, length);
int send_bytes = cS.Send(
client_fd, buffer);
error_code = cS.Close(
client_fd);
error_code = cS.Close(
socket_fd);
Socket cC(SERVER_ADDRESS,
SERVER_PORT);
int socket_fd = cC.Connect();
int send_bytes = cC.Send(
socket_fd, message);
int read_bytes = cC.Recv(
socket_fd, buffer, length);
int error_code = cC.Close(
socket_fd);
P1
SERVIDOR (IP)
155.210.***.***
P2
CLIENTE