

Practica 3 SCD | David Rodríguez Aparicio

En esta práctica hemos usado MPI en Ubuntu.

Veremos los distintos códigos y sus cambios acompañados de una explicación y una imagen de su ejecución

Apartado 1 | Prueba de prodcons.cpp

En este apartado lo único que hemos hecho es probar el código y ya.

```
Productor va a enviar valor 17
Buffer va a enviar valor 16
Buffer ha recibido valor 17
Consumidor ha consumido valor 15
Consumidor ha recibido valor 16
Buffer va a enviar valor 17
Consumidor ha consumido valor 16
Consumidor ha recibido valor 17
Productor ha producido valor 18
Productor va a enviar valor 18
Buffer ha recibido valor 18
Productor ha producido valor 19
Productor va a enviar valor 19
Buffer va a enviar valor 18
Buffer ha recibido valor 19
Consumidor ha consumido valor 17
Consumidor ha recibido valor 18
Productor ha producido valor 20
Productor va a enviar valor 20
Consumidor ha consumido valor 18
Buffer va a enviar valor 19
Buffer ha recibido valor 20
Consumidor ha recibido valor 19
Consumidor ha consumido valor 19
Buffer va a enviar valor 20
Consumidor ha recibido valor 20
Consumidor ha consumido valor 20
```

Apartado 2 | prodcons2-mu.cpp

Aquí ya si hemos tocado código, hemos modificado el código para que se hayan múltiples productores y consumidores.

Hemos añadido algunas variables necesarias, cambiado las funciones productora/consumidora y cada consumidor recibe un numero proporcional de items, añadiéndole a las funciones además parametros.

Y hemos adaptado el buffer para que acepte cualquier consumidor o productor con MPI_ANY_SOURCE y MPI_ANY_TAG

A continuación veremos la diferencia entre el original y el nuevo.

```
david@david-VirtualBox:~/Escritorio/Ingenieria-Informatica-2/SCD/Practica 3/Practica$ mpirun -np 3 ./prodcons2
Productor ha producido valor 1
Productor va a enviar valor 1
Buffer ha recibido valor 1
Buffer va a enviar valor 1
Consumidor ha recibido valor 1
Productor ha producido valor 2
Productor va a enviar valor 2
Buffer ha recibido valor 2
Productor ha producido valor 3
Productor va a enviar valor 3
Buffer ha recibido valor 3
Productor ha producido valor 4
Buffer ha recibido valor 4
Productor va a enviar valor 4
Consumidor ha consumido valor 1
Buffer va a enviar valor 2
Consumidor ha recibido valor 2
david@david-VirtualBox:~/Escritorio/Ingenieria-Informatica-2/SCD/Practica 3/Practica$ mpirun --oversubscribe -np 10 ./prodcons2-mu
Productor 1 ha producido valor 5
Productor 1 va a enviar valor 5
Buffer ha recibido valor 5 de productor 1
Buffer va a enviar valor 5 a consumidor 5
Productor 3 ha producido valor 15
Productor 0 ha producido valor 0
Consumidor 0 ha recibido valor 5
Productor 3 va a enviar valor 15
Productor 0 va a enviar valor 0
Buffer ha recibido valor 15 de productor 3
Buffer va a enviar valor 15 a consumidor 6
Consumidor 1 ha recibido valor 15
Buffer ha recibido valor 0 de productor 0
Buffer va a enviar valor 0 a consumidor 7
Consumidor 2 ha recibido valor 0
Productor 0 ha producido valor 1
Productor 0 va a enviar valor 1
Buffer ha recibido valor 1 de productor 0
Buffer va a enviar valor 1 a consumidor 8
Consumidor 3 ha recibido valor 1
Productor 2 ha producido valor 10
```

```
// -----
// 
// Sistemas concurrentes y Distribuidos.
// Práctica 3. Implementación de algoritmos distribuidos con MPI
//
// Archivo: prodcons2.cpp
// Implementación del problema del productor-consumidor con
// un proceso intermedio que gestiona un buffer finito y recibe peticiones
// en orden arbitrario
// (versión con un único productor y un único consumidor)
//
// Historial:
// Actualizado a C++11 en Septiembre de 2017
// -----


#include <iostream>
#include <thread> // this_thread::sleep_for
#include <random> // dispositivos, generadores y distribuciones aleatorias
#include <chrono> // duraciones (duration), unidades de tiempo
#include <mpi.h>

using namespace std;
using namespace std::this_thread ;
using namespace std::chrono ;
```

```
const int
    num_items = 20,           // nº total de ítems producidos/consumidos
    tam_vector = 10,          // tamaño del buffer

    np        = 4,            // nº de productores
    nc        = 5,            // nº de consumidores

    id_buffer = np,           // id del proceso buffer
    num_procesos_esperado = np+nc+1, // total de procesos

    etiq_prod = 0,            // etiqueta mensajes de productores
    etiq_cons = 1;            // etiqueta mensajes de consumidores

//*****
// plantilla de función para generar un entero aleatorio uniformemente
// distribuido entre dos valores enteros, ambos incluidos
// (ambos tienen que ser dos constantes, conocidas en tiempo de compilación)
// ----

template< int min, int max > int aleatorio()
{
    static default_random_engine generador( random_device()() );
    static uniform_int_distribution<int> distribucion_uniforme( min, max ) ;
    return distribucion_uniforme( generador );
}
// -----
// ptoducir produce los numeros en secuencia (1,2,3,...)
// y lleva espera aleatorio
int producir( int orden_prod )
{
    static int contadores[np] = {0};    // un contador por productor
    const int k = num_items / np;

    sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );

    int valor = orden_prod * k + contadores[orden_prod];
    contadores[orden_prod]++;
    cout << "Productor " << orden_prod
        << " ha producido valor " << valor << endl << flush;

    return valor;
}
// ----

void funcion_productor( int orden_prod )
{
    const int num_items_prod = num_items / np;

    for ( int i = 0 ; i < num_items_prod ; i++ )
    {
        int valor_prod = producir( orden_prod );
        cout << "Productor " << orden_prod
            << " va a enviar valor " << valor_prod << endl << flush;
```

```
    MPI_Ssend( &valor_prod, 1, MPI_INT,
                id_buffer, etiq_prod, MPI_COMM_WORLD );
}
}

// ----

void consumir(int valor_cons)
{
    sleep_for(milliseconds( aleatorio<110,200>() ));
    cout << "Consumidor ha consumido valor " << valor_cons << endl << flush;
}
}

// ----

void funcion_consumidor( int orden_cons )
{
    int peticion = 1 ;
    int valor_rec ;
    MPI_Status estado ;
    const int num_items_cons = num_items / nc;

    for( int i = 0 ; i < num_items_cons ; i++ )
    {
        // enviar petición al buffer
        MPI_Ssend( &peticion, 1, MPI_INT,
                   id_buffer, etiq_cons, MPI_COMM_WORLD );

        // recibir dato del buffer
        MPI_Recv( &valor_rec, 1, MPI_INT,
                  id_buffer, etiq_cons, MPI_COMM_WORLD, &estado );

        cout << "Consumidor " << orden_cons
            << " ha recibido valor " << valor_rec << endl << flush ;

        consumir( valor_rec );
    }
}
}

// ----

void funcion_buffer()
{
    int buffer[tam_vector];      // celdas del buffer
    int valor;
    int primera_libre      = 0;
    int primera_ocupada    = 0;
    int num_celdas_ocupadas = 0;
    MPI_Status estado;

    // en total llegarán num_items mensajes de productores
    // y num_items mensajes de consumidores (peticiones)
    for (int i = 0; i < num_items*2; i++)
    {
        int tag_aceptable;
```

```
// determinar qué tipo de emisor es aceptable según estado del buffer
if ( num_celdas_ocupadas == 0 )                                // buffer vacío
    tag_aceptable = etiq_prod;                                    // sólo productores
else if ( num_celdas_ocupadas == tam_vector) // buffer lleno
    tag_aceptable = etiq_cons;                                    // sólo consumidores
else
    tag_aceptable = MPI_ANY_TAG;                                // cualquiera

// recibir mensaje de algún productor o consumidor
MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT,
         MPI_ANY_SOURCE, tag_aceptable,
         MPI_COMM_WORLD, &estado);

switch (estado.MPI_TAG)
{
    // mensaje de productor: insertar en buffer
    case etiq_prod:
        buffer[primera_libre] = valor;
        primera_libre = (primera_libre + 1) % tam_vector;
        num_celdas_ocupadas++;
        cout << "Buffer ha recibido valor " << valor
            << " de productor " << estado.MPI_SOURCE << endl;
        break;

    // mensaje de consumidor: extraer de buffer y enviarle
    case etiq_cons:
        valor = buffer[primera_ocupada];
        primera_ocupada = (primera_ocupada + 1) % tam_vector;
        num_celdas_ocupadas--;
        cout << "Buffer va a enviar valor " << valor
            << " a consumidor " << estado.MPI_SOURCE << endl;

        MPI_Ssend(&valor, 1, MPI_INT,
                  estado.MPI_SOURCE, etiq_cons, MPI_COMM_WORLD);
        break;
}
}

// ----

int main( int argc, char *argv[] )
{
    int id_propio, num_procesos_actual;

    MPI_Init(&argc, &argv);
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &id_propio);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &num_procesos_actual);

    if (num_procesos_actual == num_procesos Esperado){
```

```
if (id_propio < np)                                // productores
{
    int orden_prod = id_propio;                      // 0..np-1
    funcion_productor(orden_prod);
}
else if (id_propio == id_buffer)                    // buffer
{
    funcion_buffer();
}
else                                                 // consumidores
{
    int orden_cons = id_propio - (np + 1);        // 0..nc-1
    funcion_consumidor(orden_cons);
}
else if (id_propio == 0){
    cerr << "Número de procesos actual (" << num_procesos_actual
          << ") distinto de " << num_procesos Esperado << endl;
}

MPI_Finalize();
return 0;
}
```

Apartado 3 | Filosofos

Aqui lo dividiremos en 3 partes

Filosofos-Interb.cpp

En este apartado hemos ido completando el código original con operaciones con MPI, usando MPI_Ssend y MPI_Recv para aceptar las peticiones y esperar el Send.

Como todos los filósofos piden primero el tenedor izquierdo y luego el derecho, el sistema puede quedarse bloqueado si todos los filósofos toman su tenedor izquierdo al mismo tiempo → esto provoca interbloqueo.

The screenshot shows a terminal window with several tabs at the top: 'filosofos-interb.cpp 2, U' (highlighted in blue), 'makefile' (highlighted in orange), and 'SCD > Practica 3 > Practica > makefile'. Below the tabs, the terminal output displays a sequence of messages from MPI processes. The messages indicate interactions between philosophers (labeled 0 through 9) and monitors (labeled 5 through 9). The messages include actions like 'ha sido liberado por filo.', 'ha sido cogido por filo.', 'suelta ten.', 'comienza a pensar', and 'solicita ten.'. The output is as follows:

```
7 pc: prodcons_mpi_exe
9
10 pca: prodcons-alt_mpi_exe
11 mpirun -oversubscribe -np 3 ./$<
PROBLEMAS 3 SALIDA CONSOLA DE DEPURACIÓN TERMINAL PUERTOS
Ten. 7 ha sido liberado por filo. 6
Ten. 7 ha sido cogido por filo. 8
Filósofo 6 suelta ten. der. 5
Filósofo 6 comienza a pensar
Filósofo 8 comienza a comer
Ten. 5 ha sido liberado por filo. 6
Filósofo 4 solicita ten. izq.5
Filósofo 6 solicita ten. izq.7
Ten. 5 ha sido cogido por filo. 4
Filósofo 4 solicita ten. der.3
Filósofo 8 suelta ten. izq. 9
Ten. 9 ha sido liberado por filo. 8
Ten. 9 ha sido cogido por filo. 0
Filósofo 8 suelta ten. der. 7
Filósofo 0 comienza a comer
Ten. 7 ha sido liberado por filo. 8
Ten. 7 ha sido cogido por filo. 6
Filósofo 8 comienza a pensar
Filósofo 6 solicita ten. der.5
Filósofo 8 solicita ten. izq.9
Filósofo 0 suelta ten. izq. 1
Ten. 1 ha sido liberado por filo. 0
Ten. 1 ha sido cogido por filo. 2
Filósofo 0 suelta ten. der. 9
Filósofo 2 comienza a comer
Ten. 9 ha sido liberado por filo. 0
Ten. 9 ha sido cogido por filo. 8
ible. losofo 0 comienza a pensar
Filósofo 8 solicita ten. der.7
```

```
// -----
// 
// Sistemas concurrentes y Distribuidos.
// Práctica 3. Implementación de algoritmos distribuidos con MPI
// 
// Archivo: filosofos-plantilla.cpp
```

```
// Implementación del problema de los filósofos (sin camarero).
// Plantilla para completar.
//
// Historial:
// Actualizado a C++11 en Septiembre de 2017
// ----

#include <mpi.h>
#include <thread> // this_thread::sleep_for
#include <random> // dispositivos, generadores y distribuciones aleatorias
#include <chrono> // duraciones (duration), unidades de tiempo
#include <iostream>

using namespace std;
using namespace std::this_thread ;
using namespace std::chrono ;

const int
    num_filosofos = 5 ,           // número de filósofos
    num_filo_ten = 2*num_filosofos, // número de filósofos y tenedores
    num_procesos = num_filo_ten ;   // número de procesos total (por ahora solo
hay filo y ten)

//*****
// plantilla de función para generar un entero aleatorio uniformemente
// distribuido entre dos valores enteros, ambos incluidos
// (ambos tienen que ser dos constantes, conocidas en tiempo de compilación)
// ----

template< int min, int max > int aleatorio()
{
    static default_random_engine generador( random_device()() );
    static uniform_int_distribution<int> distribucion_uniforme( min, max ) ;
    return distribucion_uniforme( generador );
}

// ----

void funcion_filosofos( int id )
{
    int id_ten_izq = (id+1) % num_filo_ten, //id. tenedor izq.
        id_ten_der = (id+num_filo_ten-1) % num_filo_ten; //id. tenedor der.

    int mensaje = 0;

    while ( true )
    {
        cout <<"Filósofo " <<id << " solicita ten. izq." <<id_ten_izq <<endl;
        MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_izq, 0, MPI_COMM_WORLD);

        cout <<"Filósofo " <<id <<" solicita ten. der." <<id_ten_der <<endl;
    }
}
```

```
MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_der, 0, MPI_COMM_WORLD);

cout << "Filósofo " << id << " comienza a comer" << endl ;
sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );

cout << "Filósofo " << id << " suelta ten. izq. " << id_ten_izq << endl;
MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_izq, 0, MPI_COMM_WORLD);

cout << "Filósofo " << id << " suelta ten. der. " << id_ten_der << endl;
MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_der, 0, MPI_COMM_WORLD);

cout << "Filosofo " << id << " comienza a pensar" << endl;
sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );
}

}

// ----

void funcion_tenedores( int id )
{
    int valor, id_filosofo ; // valor recibido, identificador del filósofo
    MPI_Status estado ;       // metadatos de las dos recepciones

    while ( true )
    {
        MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT, MPI_ANY_SOURCE, 0, MPI_COMM_WORLD, &estado);

        id_filosofo = estado.MPI_SOURCE;
        cout << "Ten. " << id << " ha sido cogido por filo. " << id_filosofo << endl;

        MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT, id_filosofo, 0, MPI_COMM_WORLD, &estado);
        cout << "Ten. " << id << " ha sido liberado por filo. " << id_filosofo << endl ;
    }
}

// ----

int main( int argc, char** argv )
{
    int id_propio, num_procesos_actual ;

    MPI_Init( &argc, &argv );
    MPI_Comm_rank( MPI_COMM_WORLD, &id_propio );
    MPI_Comm_size( MPI_COMM_WORLD, &num_procesos_actual );

    if ( num_procesos == num_procesos_actual )
    {
        // ejecutar la función correspondiente a 'id_propio'
        if ( id_propio % 2 == 0 )           // si es par
            funcion_filosofos( id_propio ); //   es un filósofo
        else                                // si es impar
            funcion_tenedores( id_propio ); //   es un tenedor
    }
    else
    {
```

```
if ( id_propio == 0 ) // solo el primero escribe error, indep. del rol
{ cout << "el número de procesos esperados es: " << num_procesos << endl
    << "el número de procesos en ejecución es: " << num_procesos_actual
<< endl
    << "(programa abortado)" << endl ;
}
}

MPI_Finalize( );
return 0;
}

// -----
```

Filosofos.cpp

Aquí el único cambio realizado es en función_filosofos(), en el que el filosofo 0 invierte el orden de petición entre derecha e izquierda, rompiendo así la espera circular.

filosofos.cpp 2, U X

SCD > Practica 3 > Practica > filosofos.cpp > main(int, char **)

```
88 void funcion_tenedores( int id )
92
93     while ( true )
94 {
95     MPT Recv(&valor, 1, MPT_TNT, MPT_ANY_SOURCE, 0, MP...
```

PROBLEMAS 3 SALIDA CONSOLA DE DEPURACIÓN TERMINAL PUERTOS

Filósofo 4 suelta ten. der. 3
Ten. 7 ha sido liberado por filo. 8
Ten. 7 ha sido cogido por filo. 6
Filósofo 8 suelta ten. izq. 9
Filósofo 8 suelta ten. der. 7
Filosofo 8 comienza a pensar
Ten. 9 ha sido liberado por filo. 8
Ten. 9 ha sido cogido por filo. 0
Ten. 3 ha sido liberado por filo. 4
Ten. 3 ha sido cogido por filo. 2
Ten. 1 ha sido cogido por filo. 0
Filósofo 0 solicita ten. izq. 1
Filósofo 0 comienza a comer
Filosofo 4 comienza a pensar
Filósofo 6 solicita ten. der. 5
Ten. 5 ha sido cogido por filo. 6
Filósofo 6 comienza a comer
Filósofo 2 solicita ten. der. 1
Ten. 9 ha sido liberado por filo. 0
Ten. 9 ha sido cogido por filo. 8
Ten. 1 ha sido liberado por filo. 0
Ten. 1 ha sido cogido por filo. 2
Filósofo 0 suelta ten. izq. 1
Filósofo 0 suelta ten. der. 9
Filosofo 0 comienza a pensar
Filósofo 8 solicita ten. izq. 9
Filósofo 8 solicita ten. der. 7
Filósofo 4 solicita ten. izq. 5
Filósofo 2 comienza a comer

```
void funcion_filosofos( int id )
{
    int id_ten_izq = (id+1) % num_filo_ten, //id. tenedor izq.
        id_ten_der = (id+num_filo_ten-1) % num_filo_ten; //id. tenedor der.
```

```

int mensaje = 0;

while ( true )
{
    if(id == 0){
        cout <<"Filósofo " <<id <<" solicita ten. der. " <<id_ten_der <<endl;
        MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_der, 0, MPI_COMM_WORLD);

        cout <<"Filósofo " <<id << " solicita ten. izq. " <<id_ten_izq <<endl;
        MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_izq, 0, MPI_COMM_WORLD);
    }else{
        cout <<"Filósofo " <<id << " solicita ten. izq. " <<id_ten_izq <<endl;
        MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_izq, 0, MPI_COMM_WORLD);

        cout <<"Filósofo " <<id <<" solicita ten. der. " <<id_ten_der <<endl;
        MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_der, 0, MPI_COMM_WORLD);
    }

    // ----- comer -----
    cout <<"Filósofo " <<id <<" comienza a comer" <<endl ;
    sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );

    // ----- soltar tenedores (mismo orden que antes) -----
    cout <<"Filósofo " <<id <<" suelta ten. izq. " <<id_ten_izq <<endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_izq, 0, MPI_COMM_WORLD);

    cout << "Filósofo " <<id <<" suelta ten. der. " <<id_ten_der <<endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT, id_ten_der, 0, MPI_COMM_WORLD);

    cout << "Filosofo " << id << " comienza a pensar" << endl;
    sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );
}
}

```

Filosofos-cam.cpp

Añadimos el proceso del camarero en este código (id_camarero) y su respectiva función, y en cada filósofo se añaden dos envíos con Ssend, antes de coger los tenedores y al dejarlos.

Los 5 filósofos nunca están sentados a la vez.



```

// -----
// 
// Sistemas concurrentes y Distribuidos.

```

```
// Práctica 3. Implementación de algoritmos distribuidos con MPI
//
// Archivo: filosofos-plantilla.cpp
// Implementación del problema de los filósofos (sin camarero).
// Plantilla para completar.
//
// Historial:
// Actualizado a C++11 en Septiembre de 2017
// ----

#include <mpi.h>
#include <thread> // this_thread::sleep_for
#include <random> // dispositivos, generadores y distribuciones aleatorias
#include <chrono> // duraciones (duration), unidades de tiempo
#include <iostream>

using namespace std;
using namespace std::this_thread ;
using namespace std::chrono ;

const int
    num_filosofos = 5,
    num_filo_ten = 2*num_filosofos, // 10 (filósofos + tenedores)
    id_camarero = num_filo_ten,      // 10
    num_procesos Esperado = num_filo_ten + 1, // 11 procesos en total

    etiq_coger      = 0,
    etiq_soltar     = 1,
    etiq_sentarse   = 2,
    etiq_levantarse = 3;

//*****
// plantilla de función para generar un entero aleatorio uniformemente
// distribuido entre dos valores enteros, ambos incluidos
// (ambos tienen que ser dos constantes, conocidas en tiempo de compilación)
// ----

template< int min, int max > int aleatorio()
{
    static default_random_engine generador( random_device()() );
    static uniform_int_distribution<int> distribucion_uniforme( min, max ) ;
    return distribucion_uniforme( generador );
}

// ----

void funcion_filosofos( int id )
{
    int id_ten_izq = (id+1) % num_filo_ten, //id. tenedor izq.
        id_ten_der = (id+num_filo_ten-1) % num_filo_ten; //id. tenedor der.
```

```
int mensaje = 0;

while ( true )
{
    // 1. SENTARSE
    cout << "Filósofo " << id << " pide SENTARSE" << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_camarero, etiq_sentarse, MPI_COMM_WORLD);

    // 2. TENEDORES
    cout << "Filósofo " << id << " solicita ten. izq. " << id_ten_izq << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_ten_izq, etiq_coger, MPI_COMM_WORLD);

    cout << "Filósofo " << id << " solicita ten. der. " << id_ten_der << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_ten_der, etiq_coger, MPI_COMM_WORLD);

    // 3. COMER
    cout << "Filósofo " << id << " comienza a comer" << endl ;
    sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );

    // 4. SOLTAR TENEDORES
    cout << "Filósofo " << id << " suelta ten. izq. " << id_ten_izq << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_ten_izq, etiq_soltar, MPI_COMM_WORLD);

    cout << "Filósofo " << id << " suelta ten. der. " << id_ten_der << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_ten_der, etiq_soltar, MPI_COMM_WORLD);

    // 5. LEVANTARSE
    cout << "Filósofo " << id << " se LEVANTA" << endl;
    MPI_Ssend(&mensaje, 1, MPI_INT,
              id_camarero, etiq_levantarse, MPI_COMM_WORLD);

    // 6. PENSAR
    cout << "Filosofo " << id << " comienza a pensar" << endl;
    sleep_for( milliseconds( aleatorio<10,100>() ) );
}

}

// -----
void funcion_tenedores( int id )
{
    int valor, id_filosofo ; // valor recibido, identificador del filósofo
    MPI_Status estado ; // metadatos de las dos recepciones

    while ( true )
    {
        MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT, MPI_ANY_SOURCE, etiq_coger, MPI_COMM_WORLD,
&estado);

        id_filosofo = estado.MPI_SOURCE;
```

```
cout << "Ten. " << id << " ha sido cogido por filo. " << id_filosofo << endl;

MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT, id_filosofo, etiq_soltar, MPI_COMM_WORLD,
&estado);

cout << "Ten. " << id << " ha sido liberado por filo. " << id_filosofo << endl ;
}

}

void funcion_camarero(){
    int sentados = 0;           // número de filósofos sentados
    int valor;
    MPI_Status estado;

    while ( true ){
        int etiq_aceptable;

        // si ya hay 4 sentados, solo aceptamos LEVANTARSE
        if ( sentados == 4 )
            etiq_aceptable = etiq_levantarse;
        else
            etiq_aceptable = MPI_ANY_TAG;

        // Peticion de filosofo
        MPI_Recv(&valor, 1, MPI_INT,
                  MPI_ANY_SOURCE, etiq_aceptable,
                  MPI_COMM_WORLD, &estado);

        if ( estado.MPI_TAG == etiq_sentarse ){
            sentados++;
            cout << "Camarero: se sienta el filosofo " << estado.MPI_SOURCE << ".
Sentados = " << sentados << endl;

        }else if ( estado.MPI_TAG == etiq_levantarse ){
            sentados--;
            cout << "Camarero: se levanta el filosofo " << estado.MPI_SOURCE << ".
Sentados = " << sentados << endl;
        }
    }
}

// ----

int main( int argc, char** argv )
{
    int id_propio, num_procesos_actual ;

    MPI_Init( &argc, &argv );
    MPI_Comm_rank( MPI_COMM_WORLD, &id_propio );
    MPI_Comm_size( MPI_COMM_WORLD, &num_procesos_actual );

    if ( num_procesos Esperado == num_procesos_Actual ){
        if ( id_propio == id_camarero )
```

```
    funcion_camarero();
else if ( id_propio % 2 == 0 )           // par y < num_filo_ten → filósofo
    funcion_filosofos( id_propio );
else                                     // impar → tenedor
    funcion_tenedores( id_propio );
}else{
    if ( id_propio == 0 )
    {
        cout << "el número de procesos esperados es:      " <<
num_procesos Esperado << endl
        << "el número de procesos en ejecución es: " << num_procesos_actual <<
endl << "(programa abortado)" << endl ;
    }
}

MPI_Finalize( );
return 0;
}

// -----
```