

Aplicaciones cliente-servidor.



Caso práctico

María esta terminado de realizar una aplicación.

María: Hola **Juan**. Ya he visto que estás terminado la aplicación para la empresa. He visto en el código que tan sólo se puede conectar un cliente de forma simultánea. Es necesario permitir concurrencia para que muchos clientes puedan acceder de forma simultánea a la aplicación. Además, tenemos que asegurar su funcionamiento.



Juan: ¡¡¡¡Qué interesante!!!! Me está gustando mucho la programación de sockets. Pero necesito que me ayudes.

María: No te preocupes. Pero antes de empezar con la parte de programación vamos a ver los conceptos más importantes de las aplicaciones cliente/servidor para que veas todas sus posibilidades.



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Paradigma Cliente/Servidor.



Caso práctico

María: Mira **Juan**. Ahora vamos a ver todas las características del modelo cliente/servidor. Pero no todo son ventajas. También hay desventajas que tenemos que tener en cuenta a la hora de programar las aplicaciones.

Juan: De acuerdo, estupendo. Estoy deseando empezar...



En el mundo de las comunicaciones entre equipos el modelo de comunicación más utilizado es el modelo Cliente/servidor ya que ofrece una gran flexibilidad, interoperabilidad y estabilidad para acceder a recursos de forma centralizada.

El término modelo Cliente/Servidor se acuñó por primera vez en los años 80 para explicar un sencillo paradigma: un equipo cliente requiere un servicio de un equipo servidor.

Desde el punto de vista funcional, se puede definir el modelo Cliente/Servidor como una arquitectura distribuida que permite a los usuarios finales obtener acceso a recursos de forma transparente en entornos multiplataforma. Normalmente, los recursos que suele ofrecer el servidor son datos, pero también puede permitir acceso a dispositivos hardware, tiempo de procesamiento, etc.



Los elementos que componen el modelo son:

- ✓ **Cliente.** Es el proceso que permite interactuar con el usuario, realizar las peticiones, enviarlas al servidor y mostrar los datos al cliente. En definitiva, se comporta como la interfaz (front-end) que utiliza el usuario para interactuar con el servidor. Las funciones que lleva a cabo el proceso cliente se resumen en los siguientes puntos:
 - ✦ Interactuar con el usuario.
 - ✦ Procesar las peticiones para ver si son válidas y evitar peticiones maliciosas al servidor.
 - ✦ Recibir los resultados del servidor.
 - ✦ Formatear y mostrar los resultados.
- ✓ **Servidor.** Es el proceso encargado de recibir y procesar las peticiones de los clientes para permitir el acceso a algún recurso (back-end). Las funciones del servidor son:
 - ✦ Aceptar las peticiones de los clientes.
 - ✦ Procesar las peticiones.
 - ✦ Formatear y enviar el resultado a los clientes.
 - ✦ Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones de datos.
 - ✦ Asegurar la consistencia de la información.
 - ✦ Evitar que las peticiones de los clientes interfieran entre sí.
 - ✦ Mantener la seguridad del sistema.

La idea es tratar el servidor como una entidad que realiza un determinado conjunto de tareas y que las ofrece como servicio a los clientes.

La forma más habitual de utilizar el modelo cliente/servidor es mediante la utilización de equipos a través de interfaces gráficas; mientras que la administración de datos y su seguridad e integridad se deja a cargo del servidor. Normalmente, el trabajo pesado lo realiza el servidor y los procesos clientes sólo se encargan de interactuar con el usuario. En otras palabras, el modelo Cliente/Servidor es una extensión de programación modular en la que se divide la funcionalidad del software en dos módulos con el fin de hacer más fácil el desarrollo y mejorar su mantenimiento.



Autoevaluación

Indica qué operación no realiza un servidor:

☐ Recibir la petición del cliente.

☐ Procesar la petición del cliente.

☐ Mostrar el resultado al usuario.

☐ Asegurar el sistema.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto

3. Incorrecto

4. Incorrecto

1.1.- Características básicas.

Las características básicas de una arquitectura Cliente/Servidor son:

- ✓ Combinación de un cliente que interactúa con el usuario, y un servidor que interactúa con los recursos compartidos. El proceso del cliente proporciona la interfaz de usuario y el proceso del servidor permite el acceso al recurso compartido.
- ✓ Las tareas del cliente y del servidor tienen diferentes requerimientos en cuanto al procesamiento; todo el trabajo de procesamiento lo realiza el servidor y mientras que el cliente interactúa con el usuario.
- ✓ Se establece una relación entre distintos procesos, las cuales se pueden ejecutar en uno o varios equipos distribuidos a lo largo de la red.
- ✓ Existe una clara distinción de funciones basada en el concepto de "servicio", que se establece entre clientes y servidores.
- ✓ La relación establecida puede ser de muchos a uno, en la que un servidor puede dar servicio a muchos clientes, regulando el acceso a los recursos compartidos.
- ✓ Los clientes corresponden a procesos activos ya que realizan las peticiones de servicios a los servidores. Estos últimos tienen un carácter pasivo ya que esperan las peticiones de los clientes.
- ✓ Las comunicaciones se realizan estrictamente a través del intercambio de mensajes.
- ✓ Los clientes pueden utilizar sistemas heterogéneos ya que permite conectar clientes y servidores independientemente de sus plataformas.



Autoevaluación

¿Qué proceso necesita más recursos?

☐ Verdadero ☒ Falso

Falso

Las respuesta Servidor es la correcta ya que el servidor debe atender y procesar las peticiones de los clientes.

1.2.- Ventajas y desventajas.

¿Te has preguntado alguna vez qué ventajas y desventajas el esquema Cliente/Servidor? ¡Veámoslas!

Entre las principales ventajas del esquema Cliente/Servidor destacan:

- ✓ Utilización de clientes ligeros (con pocos requisitos hardware) ya que el servidor es quien realmente realiza todo el procesamiento de la información.
- ✓ Facilita la integración entre sistemas diferentes y comparte información permitiendo interfaces amigables al usuario.
- ✓ Se favorece la utilización de interfaces gráficas interactivas para los clientes para interactuar con el servidor. El uso de interfaces gráficas en el modelo Cliente/Servidor presenta la ventaja, con respecto a un sistema centralizado, de que normalmente sólo transmite los datos por lo que se aprovecha mejor el ancho de banda de la red.
- ✓ El mantenimiento y desarrollo de aplicaciones resulta rápido utilizando las herramientas existentes.
- ✓ La estructura inherentemente modular facilita además la integración de nuevas tecnologías y el crecimiento de la infraestructura computacional, favoreciendo así la escalabilidad de las soluciones.
- ✓ Contribuye a proporcionar a los diferentes departamentos de una organización, soluciones locales, pero permitiendo la integración de la información relevante a nivel global.
- ✓ El acceso a los recursos se encuentra centralizado.
- ✓ Los clientes acceden de forma simultánea a los datos compartiendo información entre sí.



Entre las principales desventajas del esquema Cliente/Servidor destacan:

- ✓ El mantenimiento de los sistemas es más difícil pues implica la interacción de diferentes partes de hardware y de software lo cual dificulta el diagnóstico de errores.
- ✓ Hay que tener estrategias para el manejo de errores del sistema.
- ✓ Es importante mantener la seguridad del sistema.
- ✓ Hay que garantizar la consistencia de la información. Como es posible que varios clientes operen con los mismos datos de forma simultánea, es necesario utilizar mecanismos de sincronización para evitar que un cliente modifique datos sin que lo sepan los demás clientes.



Autoevaluación

¿Qué proceso es el encargado de poder atender las peticiones de varios usuarios de forma concurrente?

☐ El cliente.

☐ El servidor.

☐ El cliente y el servidor.

[Mostrar retroalimentación](#)

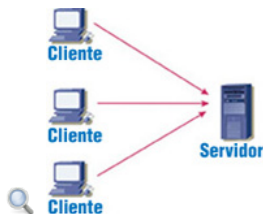
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto

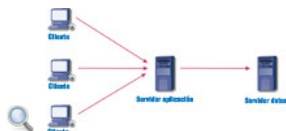
1.3.- Modelos.

La principal forma de clasificar los modelos Cliente/Servidor es a partir del número de capas (tiers) que tiene la infraestructura del sistema. De ésta forma podemos tener los siguientes modelos:

- ✓ **1 capa (1-tier).** El proceso cliente/servidor se encuentra en el mismo equipo y realmente no se considera un modelo cliente/servidor ya que no se realizan comunicaciones por la red.
- ✓ **2 capas (2-tiers).** Es el modelo tradicional en el que existe un servidor y unos clientes bien diferenciados. El principal problema de éste modelo es que no permite escalabilidad del sistema y puede sobrecargarse con un número alto de peticiones por parte de los clientes.



- ✓ **3 capas (3-tiers).** Para mejorar el rendimiento del sistema en el modelo de dos capas se añade una nueva capa de servidores. En este caso se dispone de:
 - **Servidor de aplicación.** Es el encargado de interactuar con los diferentes clientes y enviar las peticiones de procesamiento al servidor de datos.
 - **Servidor de datos.** Recibe las peticiones del servidor de aplicación, las procesa y le devuelve su resultado al servidor de aplicación para que éste los envíe al cliente. Para mejorar el rendimiento del sistema, es posible añadir los servidores de datos que sean necesarios.



- ✓ **n capas (n-tiers).** A partir del modelo anterior, se pueden añadir capas adicionales de servidores con el objetivo de separar la funcionalidad de cada servidor y de mejorar el rendimiento del sistema.



Autoevaluación

¿Es realmente el modelo de 1-capa (1-tiers) un modelo cliente/servidor?

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Realmente no es un modelo cliente/servidor porque los dos procesos están en el mismo equipo y no existen comunicaciones externas.

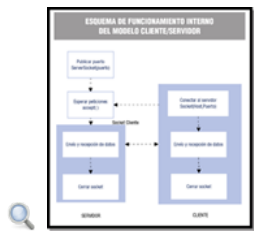
1.4.- Programación.

De forma interna, los pasos que realiza el servidor para realizar una comunicación son:

- ✓ **Publicar puerto.** Publica el puerto por donde se van a recibir las conexiones.
- ✓ **Esperar peticiones.** En este momento el servidor queda a la espera a que se conecte un cliente. Una vez que se conecte un cliente se crea el socket del cliente por donde se envían y reciben los datos.
- ✓ **Envío y recepción de datos.** Para poder recibir/enviar datos es necesario crear un flujo (stream) de entrada y otro de salida. Cuando el servidor recibe una petición, éste la procesa y le envía el resultado al cliente.
- ✓ Una vez finalizada la comunicación **se cierra el socket del cliente.**

Los pasos que realiza el cliente para realizar una comunicación son:

- ✓ **Conectarse con el servidor.** El cliente se conecta con un determinado servidor a un puerto específico. Una vez realizada la conexión se crea el socket por donde se realizará la comunicación.
- ✓ **Envío y recepción de datos.** Para poder recibir/enviar datos es necesario crear un flujo (stream) de entrada y otro de salida.
- ✓ Una vez finalizada la comunicación se **cierra el socket.**



Esquema de funcionamiento interno del modelo cliente/servidor.



Autoevaluación

¿Qué función es la que permite espera la conexión de un cliente?

☐ ServerSocket.

☐ Socket.

☐ Accept.

☐ Stream.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Incorrecto

1.5.- Ejemplo I.

A modo de ejemplo, vamos a ver un ejemplo sencillo en el que el servidor va a aceptar tres clientes (de forma secuencial no concurrente) y le va a indicar el número de cliente que es.

servidor.java

```
import java.io.* ;
import java.net.* ;
class Servidor {
    static final int Puerto=2000;
    public Servidor() {
        try {
            ServerSocket sServidor = new ServerSocket(Puerto);
            System.out.println("Escucho el puerto " + Puerto );
            for ( int nCli = 0; nCli < 3; nCli++) {
                Socket sCliente = sServidor.accept();
                System.out.println("Sirvo al cliente " + nCli);
                DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(sCliente.getOutputStream());
                flujo_salida.writeUTF( "Hola cliente " + nCli );
                sCliente.close();
            }
            System.out.println("Se han atendido los clientes");
        } catch( Exception e ) {
            System.out.println( e.getMessage() );
        }
    }
    public static void main( String[] arg ) {
        new Servidor();
    }
}
```

Para compilar el programa ejecute:

```
javac Servidor.java
```

y para ejecutarlo ejecute

```
java Servidor
```

En la siguiente figura se muestra al servidor como ha procesado las solicitudes de tres clientes.



1.5.1.- Ejemplo I (II).

A modo de ejemplo, vamos a ver un ejemplo sencillo en el que el servidor va a aceptar tres clientes (de forma secuencial no concurrente) y le va a indicar el número de cliente que es.

Servidor.java

```
import java.io.* ;
import java.net.* ;
class Servidor {
    static final int Puerto=2000;
    public Servidor() {
        try {
            ServerSocket sServidor = new ServerSocket(Puerto);
            System.out.println("Escucho el puerto " + Puerto );
            for ( int nCli = 0; nCli < 3; nCli++) {
                Socket sCliente = sServidor.accept();
                System.out.println("Sirvo al cliente " + nCli);
                DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(sCliente.getOutputStream());
                flujo_salida.writeUTF( "Hola cliente " + nCli );
                sCliente.close();
            }
            System.out.println("Se han atendido los clientes");
        } catch( Exception e ) {
            System.out.println( e.getMessage() );
        }
    }
    public static void main( String[] arg ) {
        new Servidor();
    }
}
```

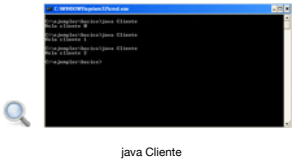
Para compilar el programa ejecute:

```
javac Servidor.java
```

y para ejecutarlo ejecute

```
java Servidor
```

En la siguiente figura se muestra al servidor como ha procesado las solicitudes de tres clientes.



2.- Optimización de sockets.



Caso práctico

María y Juan están revisando la aplicación que están desarrollando.

María: Juan, la aplicación va muy bien pero ahora vamos a optimizar su comportamiento. Lo primero que vamos a hacer es hacer que la aplicación permita atender múltiples peticiones de forma concurrente y para ello vamos a utilizar las hebras de ejecución (**threads**).

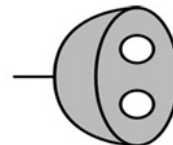
Antonio: Yo he utilizado antes las hebras cuando quería que un programa hiciera varias cosas a la vez. Pero no sé muy bien como utilizarlas con **sockets**.

María: Es muy fácil. Vamos a hacer que cada vez que se recibe un cliente se cree una hebra para atender dicho cliente. Vamos a verlo.



A la hora de utilizar los sockets es muy importante optimizar su funcionamiento y garantizar la seguridad del sistema. Como la información reside en el servidor y existen múltiples clientes que realizan peticiones es totalmente indispensable permitir que la aplicación cliente/servidor cuente con las siguientes características que veremos más adelante:

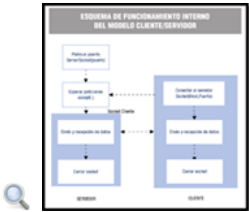
- ✔ **Atender múltiples peticiones simultáneamente.** El servidor debe permitir el acceso de forma simultánea al servidor para acceder a los recursos o servicios que éste ofrece.
- ✔ **Seguridad.** Para asegurar el sistema, como mínimo, el servidor debe ser capaz de evitar la pérdida de información, filtrar las peticiones de los clientes para asegurar que éstas están bien formadas y llevar un control sobre las diferentes transacciones de los clientes.
- ✔ Por último, es necesario dotar a nuestro sistema de mecanismos para **monitorizar los tiempos de respuesta** de los clientes para ver el comportamiento del sistema.



2.1.- Atender múltiples peticiones simultáneas.

Si observamos la siguiente figura, cuando un servidor recibe la conexión del cliente (`accept`) se crea el socket del cliente, se realiza el envío y recepción de datos y se cierra el socket del cliente finalizando la ejecución del servidor.

Como el objetivo es permitir que múltiples clientes utilicen el servidor de forma simultánea es necesario que la parte que atiende al cliente (zona coloreada de azul) se atienda de forma independiente para cada uno de los clientes.



Para ello, en vez de ejecutar todo el código del servidor de forma secuencial, vamos a tener un bucle `while` para que cada vez que se realice la conexión de un cliente se cree una hebra de ejecución (thread) que será la encargada de atender al cliente. De ésta forma, tendremos tantas hebras de ejecución como clientes se conecten a nuestro servidor de forma simultánea.

De forma resumida, el código necesario es:

```
while(true){  
    // Se conecta un cliente  
    Socket skCliente = skServidor.accept();  
    System.out.println("Cliente conectado");  
    // Atiendo al cliente mediante un thread  
    new Servidor(skCliente).start();  
}
```

Y a continuación puede ver su representación de forma gráfica:



Autoevaluación

¿Qué operaciones realiza el thread?

- ☐ ServerSocket, Socket y accept.
- ☐ ServerSocket y accept.
- ☐ Accept y procesado de la información.
- ☐ Procesado de la información.

Mostrar retroalimentación

Solución

- 1. Incorrecto
- 2. Incorrecto
- 3. Incorrecto
- 4. Correcto



Para saber más

Si deseas más información sobre el uso de threads y sockets en java puedes consultar la siguiente presentación:

[Sockets y Threads en Java.](#)

2.2.- Threads.

Para crear una hay que definir la clase que extienda de Threads:

```
class Servidor extends Thread{  
  
    public Servidor() {  
        // Inicialización de la hebra  
    }  
  
    public static void main( String[] arg ) {  
        new Servidor().start();  
    }  
  
    public void run(){  
        //tareas que realiza la hebra  
    }  
}
```

donde:

- ✓ La función `public Servidor` permite inicializar los valores iniciales que recibe la hebra.
- ✓ La función `run()` es la encargada de realizar las tareas de la hebra.
- ✓ Para iniciar la hebra se crea el objeto `Servidor` y se inicia:

```
new Servidor().start ();
```



Para saber más

Si deseas más información sobre la clase threads pueden consultar la documentación oficial de java

[Clase Threads](#)

2.3.- Ejemplo II.

Si añade al código anterior la utilización de sockets, tal y como se ha visto anteriormente, por parte del servidor obtiene un servidor que permite atender múltiples peticiones de forma concurrente:



Servidor.java

```
import java.io.* ;
import java.net.* ;

class Servidor extends Thread{
    Socket skCliente;
    static final int Puerto=2000;

    public Servidor(Socket sCliente) {
        skCliente=sCliente;
    }

    public static void main( String[] arg ) {
        try{
            // Inicio el servidor en el puerto
            ServerSocket skServidor = new ServerSocket(Puerto);
            System.out.println("Escucho el puerto " + Puerto);

            while(true){
                // Se conecta un cliente
                Socket skCliente = skServidor.accept();
                System.out.println("Cliente conectado");
                // Atiendo al cliente mediante un thread
                new Servidor(skCliente).start();
            }
        } catch (Exception e) {}
    }

    public void run(){
        try {
            // Creo los flujos de entrada y salida
            DataInputStream flujo_entrada = new DataInputStream(skCliente.getInputStream());
            DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(skCliente.getOutputStream());

            // ATENDER PETICIÓN DEL CLIENTE
            flujo_salida.writeUTF("Se ha conectado el cliente de forma correcta");

            // Se cierra la conexión
            skCliente.close();
            System.out.println("Cliente desconectado");

        } catch( Exception e ) {
            System.out.println( e.getMessage() );
        }
    }
}
```

Lógicamente, el funcionamiento del cliente no cambia ya que la concurrencia la realiza el servidor. A continuación puede ver un ejemplo básico de un cliente.

2.3.1.- Ejemplo II (II).



Ciente.java

```
import java.io.*;
import java.net.*;

class Cliente {
    static final String HOST = "localhost";
    static final int Puerto=2000;

    public Cliente( ) {
        try{
            Socket sCliente = new Socket( HOST , Puerto );
            // Creo los flujos de entrada y salida
            DataInputStream flujo_entrada = new DataInputStream(skCliente.getInputStream());
            DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(skCliente.getOutputStream());

            // TAREAS QUE REALIZA EL CLIENTE
            String datos=flujo_entrada.readUTF();
            System.out.println(datos);

            sCliente.close();
        } catch( Exception e ) {
            System.out.println( e.getMessage() );
        }
    }

    public static void main( String[] arg ) {
        new Cliente();
    }
}
```



Autoevaluación

En la clase **Servidor**, ¿dónde se ubica el código que atiende al cliente?

☐ **public Servidor.**

☐ **run().**

☐ **public static void main.**

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Incorrecto

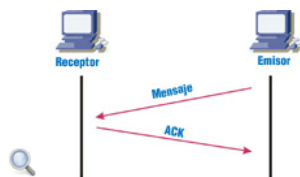
2. Correcto

3. Incorrecto

2.4.- Pérdida de información.

La pérdida de paquetes en las comunicaciones de red es un factor muy importante que hay que tener en cuenta ya que, por ejemplo, si se envía un fichero la pérdida de un único paquete produce que el fichero no se reciba correctamente.

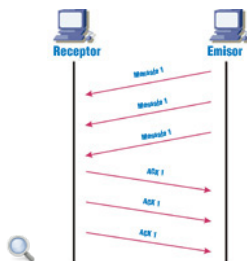
Para evitar la pérdida de paquetes en las comunicaciones, cada vez que se envía un paquete el receptor envía al emisor un paquete de confirmación ACK (acknowledgement).



En el caso que el mensaje no llegue correctamente al receptor el paquete de confirmación no se envía nunca. El emisor cuando transcurre un determinado tiempo considera que el paquete se ha producido un error y vuelve a enviar el paquete.

Este método, aunque efectivo, resulta bastante lento ya que para enviar un nuevo paquete debe esperar el ACK del paquete anterior por lo que se produce un retardo en las comunicaciones.

Una mejora importante del método anterior consiste en permitir al emisor que envíe múltiples paquetes de forma sin necesidad de esperar los paquetes de confirmación. De esta forma el emisor puede enviar N paquetes de forma simultánea y así mejorar las comunicaciones.



Como una de las características de las redes es que es posible que los paquetes no lleguen ordenados, ni los paquetes ACK lleguen ordenados o, simplemente que se pierda algún mensaje en el camino, es necesario llevar un control sobre los paquetes enviados y los confirmados.

Para llevar un control de los paquetes enviados se utiliza un vector en el que se indica si un determinado paquete se ha enviado correctamente o no. Lógicamente, como los paquetes pueden llegar de forma desordenada, perderse paquetes,... es posible encontrar en el vector de configuración múltiples combinaciones como la siguiente:

Vector de ACK (estado inicial)

Mensaje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACK	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0

Como puede ver en el ejemplo anterior, los mensajes 0, 1, 4, y 5 han llegado correctamente. Por lo tanto para poder retransmitir más mensajes se desplaza el vector de derecha a izquierda con los mensajes enviados correctamente hasta llegar al primer mensaje no enviado correctamente (en el ejemplo el 2). De esta forma siguiendo el ejemplo propuesto el vector queda de la siguiente forma:

Vector de ACK (desplazado)

Mensaje	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ACK	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Ahora el sistema ya puede enviar los mensajes 10 y 11 mientras que espera la confirmación de los demás mensajes.

Como ha podido observar, el tamaño del vector influye muy estrechamente en el rendimiento del sistema ya que cuando mayor sea el vector más mensajes se pueden enviar de forma concurrente. Lógicamente, existe la limitación de la memoria RAM que ocupa el vector.



Para saber más

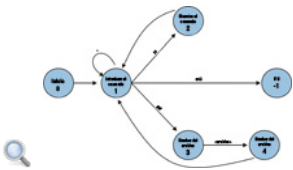
Si deseas más información sobre los mensajes ACK puedes consultar la siguiente página:

[Mensajes ACK](#)

2.5.- Transacciones.

Uno de los principales fallos de seguridad que se producen en la programas clientes/servidor es que el cliente pueda realizar:

- ✔ **Operaciones no autorizadas.** El servidor no puede procesar una orden a la que el cliente no tiene acceso. Por ejemplo, que el cliente realice una solicitud de información a la que no tiene acceso.
- ✔ **Mensajes mal formados.** Es posible que el cliente envíe al servidor mensajes mal formados o con información incompleta que produzca un error de procesamiento del sistema llegando incluso a dejar "colgado" el servidor.



Para evitar cualquier problema de seguridad es muy importante modelar el flujo de información y el comportamiento del servidor con un diagrama de estados o autómata. Por ejemplo, en la siguiente figura puede ver que el servidor se inicia en el estado 0 y directamente envía al cliente el mensaje *Introduce el comando*. El cliente puede enviar los comandos:

- ✔ *ls* que va al estado 2 mostrando el contenido del directorio y vuelve automáticamente al estado 1.
- ✔ *get* que le lleva al estado 3 donde le solicita al cliente el nombre del archivo a mostrar. Al introducir el nombre del archivo se desplaza al estado 4 donde muestra el contenido del archivo y vuelve automáticamente al estado 1.
- ✔ *exit* que le lleva directamente al estado donde finaliza la conexión del cliente (estado -1).
- ✔ Cualquier otro comando hace que vuelva al estado 1 solicitándole al cliente que introduzca un comando válido.

Para poder seguir el comportamiento del autómata el servidor tiene que definir dos variables *estado* y *comando*. La variable *estado* almacena la posición en la que se encuentra y la variable *comando* es el comando que recibe el servidor y el que permite la transición de un estado a otro. Cuando se utilizan autómatas muy sencillos como es el caso del ejemplo, es posible modelar el comportamiento del autómata utilizando estructuras *case* e *if*. En el caso de utilizar autómatas grandes la mejor forma de modelar su comportamiento es mediante una tabla cuyas filas son los diferentes estados del autómata y la columna las diferentes entradas del sistema.



Para saber más

Si deseas más información sobre los autómatas finitos puedes consultar el siguiente enlace:

[Autómata Finito.](#)



Autoevaluación

¿Qué permite el diagrama de transacciones del sistema?

- ☐ Asegurar el sistema.
- ☐ Implementar los diferentes estados en los que se encuentra el servidor.
- ☐ Evitar que un cliente pueda realizar una operación no autorizada.
- ☐ Todas son correctas.

Mostrar retroalimentación

Solución

- 1. Incorrecto
- 2. Incorrecto

3. Incorrecto

4. Correcto

2.6.- Ejemplo III.

A continuación, a modo de ejemplo se muestra la estructura general para implementar el diagrama de transiciones del ejemplo anterior.

```
int estado=1;
do{
    switch(estado){
        case 1:
            flujo_salida.writeUTF("Introduce comando (ls/get/exit)");
            comando=flujo_entrada.readUTF();
            if(comando.equals("ls")){
                System.out.println("\tEl cliente quiere ver el contenido del directorio");
                // Muestro el directorio

                estado=1;
                break;
            }else
                if(comando.equals("get")){
                    // Voy al estado 3 para mostrar el fichero
                    estado=3;
                    break;
                }else
                    estado=1;
                    break;

            case 3://voy a mostrar el archivo
                flujo_salida.writeUTF("Introduce el nombre del archivo");
                String fichero =flujo_entrada.readUTF();
                // Muestro el fichero
                estado=1;
                break;
            }
            if(comando.equals("exit")) estado=-1;
    }while(estado!=-1);
```

2.7.- Monitorizar tiempos de respuesta.

Un aspecto muy importante para ver el comportamiento de nuestra aplicación Cliente/Servidor son los tiempos de respuesta del servidor. Desde que el cliente realiza una petición hasta que recibe su resultado intervienen dos tiempos:

- ✓ **Tiempo de procesamiento.** Es el tiempo que el servidor necesita para procesar la petición del cliente y enviar los datos.
- ✓ **Tiempo de transmisión.** Es el tiempo que transcurre para que los mensajes viajen a través de los diferentes dispositivos de la red hasta llegar a su destino.

Para medir el tiempo de procesamiento tan sólo se necesita medir el tiempo que transcurre en que el servidor procese la solicitud del cliente. Para medir el tiempo en milisegundos necesario para procesar la petición de un cliente puede utilizar el siguiente código:

```
import java.util.Date;
long tiempo1=(new Date()).getTime();
// Procesar la petición del cliente
long tiempo2=(new Date()).getTime();
System.out.println("\t Tiempo = "+(tiempo2-tiempo1)+" ms");
```

Para medir el tiempo de transmisión es necesario enviar a través de un mensaje el tiempo del sistema y el receptor comparar su tiempo de respuesta con el que hay dentro del mensaje. Lógicamente, para poder comparar los tiempos de respuesta de dos equipos es totalmente necesario que los relojes del sistema estén sincronizados a través de cualquier servicio de tiempo (NTP). En equipos Windows la sincronización de los relojes se realiza automáticamente y en equipos GNU/Linux se realiza ejecutando el siguiente comando:

```
/usr/sbin/ntpdate -u 0.centos.pool.ntp.org
```

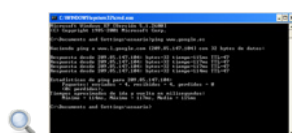


Para saber más

Para sincronizar el reloj de dos equipos es necesario utilizar el servicio NTP (Network Time Protocol).

[Servicio NTP](#)

Otra forma de calcular el tiempo de transmisión es utilizar el comando ping. Como puede ver en la siguiente figura el tiempo para que el cliente origen acceda al servidor www.google.es es de unos 115 milisegundos de media.



Autoevaluación

¿Qué tiempos del sistema afectan en el modelo cliente/servidor?

☐ Tiempo de procesamiento.

☐ Tiempo de transmisión.

☐ Todas son correctas.

[Mostrar retroalimentación](#)

Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto

3. Correcto

2.8.- Ejemplo IV.

A continuación vamos a ver un ejemplo en el que se calcula el tiempo de transmisión de datos entre una aplicación Cliente y Servidor. Para ello, el servidor le va a enviar al cliente un mensaje con el tiempo del sistema en milisegundos y el cliente cuando reciba el mensaje calculará la diferencia entre el tiempo de su sistema y el del mensaje.



Servidor.java

```
import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.Date;

class Servidor {
    static final int Puerto=2000;

    public Servidor() {

        try {
            // Inicio el servidor en el puerto
            ServerSocket sServidor = new ServerSocket(Puerto);
            System.out.println("Escucho el puerto " + Puerto );

            // Se conecta un cliente
            Socket sCliente = sServidor.accept(); // Crea objeto
            System.out.println("Cliente conectado");

            // Creo los flujos de entrada y salida
            DataInputStream flujo_entrada = new DataInputStream( sCliente.getInputStream());
            DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(sCliente.getOutputStream());

            // CUERPO DEL ALGORITMO
            long tiempo1=(new Date()).getTime();
            flujo_salida.writeUTF(Long.toString(tiempo1));

            // Se cierra la conexión
            sCliente.close();
            System.out.println("Cliente desconectado");

        } catch( Exception e ) {
            System.out.println( e.getMessage() );
        }
    }

    public static void main( String[] arg ) {
        new Servidor();
    }
}
```

Cliente.java

```
import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.Date;

class Cliente {
    static final String HOST = "localhost";
    static final int Puerto=2000;

    public Cliente() {
        String datos=new String();
        String num_cliente=new String();

        // para leer del teclado
```



```
BufferedReader reader=new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));

try{
    // Me conecto al puerto
    Socket sCliente = new Socket( HOST , Puerto );

    // Creo los flujos de entrada y salida
    DataInputStream flujo_entrada = new DataInputStream(sCliente.getInputStream());
    DataOutputStream flujo_salida= new DataOutputStream(sCliente.getOutputStream());

    // CUERPO DEL ALGORITMO
    datos=flujo_entrada.readUTF();
    long tiempo1=Long.valueOf(datos);
    long tiempo2=(new Date()).getTime();
    System.out.println("\n El tiempo es:"+(tiempo2-tiempo1));







    // Se cierra la conexión
    sCliente.close();
} catch( Exception e ) {
    System.out.println( e.getMessage() );
}

}

public static void main( String[] arg ) {
    new Cliente();
}
}
```

Anexo.- Licencias de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	Datos del recurso (2)
	Autoría: AJ. Licencia: Dominio público. Procedencia: www.openclipart.org/detail/17924 .		Autoría: Anonymous. Licencia: Dominio público. Procedencia: www.openclipart.org/detail/108955/button_ok .
	Autoría: caboulot. Licencia: Dominio público. Procedencia: http://www.openclipart.org/detail/socket-by-caboulot		Autoría: Alexey Zharov / verses. Licencia: Dominio público. Procedencia: http://www.openclipart.org/detail/20214/verses_Computer
	Autoría: Andrew Fitzsimon / Anonymous. Licencia: Dominio público. Procedencia: http://openclipart.org/detail/25561/terminal-by-anonymous-25561		Autoría: johnny_automatic. Licencia: Dominio público. Procedencia: www.openclipart.org/detail/5055/old-pocketwatch-by-johnny_automatic .