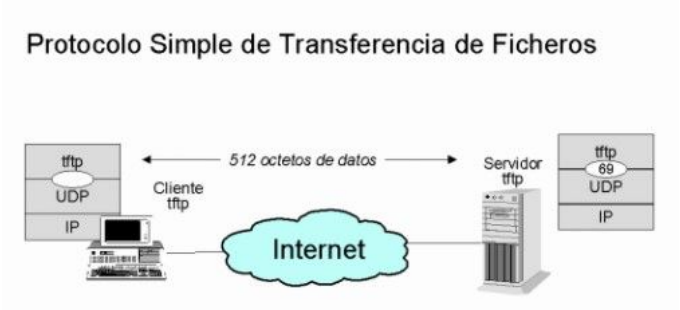
PROTOCOLO TFTP

Por Pablo Luis Andérica Torrado y Alejandro Julián Matías Gutiérrez

El protocolo TFTP

- Se utiliza para la transferencia de archivos
- Más rápido que el FTP, pero con menos funcionalidades
- Utiliza el protocolo UDP en el puerto 69.



El protocolo TFTP vs FTP

- Menos seguro, sin log in ni verificación de errores
- Prioriza la velocidad a la seguridad
- No permite el transporte de ficheros pesados ni en binario.

Servidor TFTP

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

public class TFTPServer {

	public static void main(String args[]) {
		try {
			// Usar puerto 6973
			DatagramSocket socket = new DatagramSocket(6973);
			System.out.println("Servidor listo. Puerto: " + socket.getLocalPort());

			// Escuchar solicitudes
			while (true) {
				TFTPpacket entrada = TFTPpacket.receive(socket);
				// Recibir solicitud de lectura
				if (entrada instanceof TFTPread) {
					System.out.println("Solicitud de lectura desde " + entrada.getAddress());
					TFTPserverRRQ r = new TFTPserverRRQ((TFTPread)entrada);
				}
				// Recibir solicitud de escritura
				else if (entrada instanceof TFTPwrite) {
					System.out.println("Solicitud de escritura desde " + entrada.getAddress());
					TFTPserverWRQ w = new TFTPserverWRQ((TFTPwrite) entrada);
				}
			}
		} catch (SocketException e) {
			System.out.println("Servidor terminado (SocketException): " + e.getMessage());
		} catch (TftpException e) {
			System.out.println("Servidor terminado (TftpException): " + e.getMessage());
		} catch (IOException e) {
			System.out.println("Servidor terminado (IOException): " + e.getMessage());
		}
	}
}
```

Servidor TFTP-Clase packet

```java
public class TFTPpacket {

    // Constantes TFTP
    public static int Puerto = 69;
    public static int LongitudMaximaDePaquete = 516;
    public static int DatosMaximosTFTP = 512;

    // Códigos de operación TFTP
    protected static final short tftpRRQ = 1;
    protected static final short tftpWRQ = 2;
    protected static final short tftpDATA = 3;
    protected static final short tftpACK = 4;
    protected static final short tftpERROR = 5;

    // Desplazamientos en el paquete
    protected static final int opOffset = 0;
    protected static final int fileOffset = 2;
    protected static final int blkOffset = 2;
    protected static final int dataOffset = 4;
    protected static final int numOffset = 2;
    protected static final int msgOffset = 4;

    // El paquete real para la transferencia UDP
    protected byte[] message;
    protected int length;

    // Información de dirección (necesaria para respuestas)
    protected InetAddress host;
    protected int port;

    // Constructor
    public TFTPpacket() {
        message = new byte[LongitudMaximaDePaquete];
        length = LongitudMaximaDePaquete;
    }
```

```java
// Métodos para recibir el paquete y convertirlo al tipo correcto (datos/ACK/lectura/...)
public static TFTPpacket receive(DatagramSocket Socket) throws IOException {
    TFTPpacket Entrada = new TFTPpacket(), PaqueteDevuelto = new TFTPpacket();
    // Recibir datos y ponerlos en in.message
    DatagramPacket PaqueteEntrada = new DatagramPacket(Entrada.message, Entrada.length);
    Socket.receive(PaqueteEntrada);


    switch (Entrada.get(0)) {
        case tftpRRQ:
            PaqueteDevuelto = new TFTPread();
            break;
        case tftpWRQ:
            PaqueteDevuelto = new TFTPwrite();
            break;
        case tftpDATA:
            PaqueteDevuelto = new TFTPdata();
            break;
        case tftpACK:
            PaqueteDevuelto = new TFTPack();
            break;
        case tftpERROR:
            PaqueteDevuelto = new TFTPerror();
            break;
    }
    PaqueteDevuelto.message = Entrada.message;
    PaqueteDevuelto.length = PaqueteEntrada.getLength();
    PaqueteDevuelto.host = PaqueteEntrada.getAddress();
    PaqueteDevuelto.port = PaqueteEntrada.getPort();

    return PaqueteDevuelto;
}
```

Servidor TFTP-Clase packet

```java
final class TFTPdata extends TFTPpacket {

    protected TFTPdata() {}

    public TFTPdata(int numeroBloque, FileInputStream in) throws IOException {
        this.message = new byte[LongitudMaximaDePaquete];
        this.put(opOffset, tftpDATA);
        this.put(blkOffset, (short) numeroBloque);

        length = in.read(message, dataOffset, DatosMaximosTFTP) + 4;
    }


    public int numeroBloque() {
        return this.get(blkOffset);
    }


    public int write(FileOutputStream out) throws IOException {
        out.write(message, dataOffset, length - 4);
        return (length - 4);
    }
}
```

```java
final class TFTPread extends TFTPpacket {

    protected TFTPread() {}

    public TFTPread(String nombreArchivo, String modoDatos) {
        length = 2 + nombreArchivo.length() + 1 + modoDatos.length() + 1;
        message = new byte[length];
        put(opOffset, tftpRRQ);
        put(fileOffset, nombreArchivo, (byte) 0);
        put(fileOffset + nombreArchivo.length() + 1, modoDatos, (byte) 0);
    }

    public String nombreArchivo() {
        return this.get(fileOffset, (byte) 0);
    }

    public String tipoSolicitud() {
        String nombre = nombreArchivo();
        return this.get(fileOffset + nombre.length() + 1, (byte) 0);
    }
}

final class TFTPwrite extends TFTPpacket {
    // Constructores
    protected TFTPwrite() {}

    public TFTPwrite(String nombreArchivo, String modoDatos) {
        length = 2 + nombreArchivo.length() + 1 + modoDatos.length() + 1;
        message = new byte[length];
        put(opOffset, tftpWRQ);
        put(fileOffset, nombreArchivo, (byte) 0);
        put(fileOffset + nombreArchivo.length() + 1, modoDatos, (byte) 0);
    }


    public String nombreArchivo() {
        return this.get(fileOffset, (byte) 0);
    }

    public String tipoSolicitud() {
        String nombre = nombreArchivo();
        return this.get(fileOffset + nombre.length() + 1, (byte) 0);
    }
}
```

Servidor TFTP-Clase RRQ y WRQ

```java
public TFTPserverRRQ(TFTPread solicitud) throws TftpException {
    try {
        req = solicitud;
        // Abrir nuevo socket con número de puerto aleatorio para transferencia
        Socket = new DatagramSocket();
        Socket.setSoTimeout(1000);
        nombreArchivo = solicitud.nombreArchivo();

        host = solicitud.getAddress();
        port = solicitud.getPort();


        File archivoFuente = new File("../" + nombreArchivo);


        if (archivoFuente.exists() && archivoFuente.isFile() && archivoFuente.canRead()) {
            source = new FileInputStream(archivoFuente);
            this.start();
        } else
            throw new TftpException("violación de acceso");

    } catch (Exception e) {
        TFTPerror ePak = new TFTPerror(1, e.getMessage());
        try {
            ePak.send(host, port, Socket);
        } catch (Exception f) {
        }

        System.out.println("Fallo de inicio del cliente: " + e.getMessage());
    }
}
```

```java
public TFTPserverWRQ(TFTPwrite solicitud) throws TftpException {
    try {
        req = solicitud;
        Socket = new DatagramSocket();
        Socket.setSoTimeout(1000);

        host = solicitud.getAddress();
        puerto = solicitud.getPort();
        fileName = solicitud.nombreArchivo();

        saveFile = new File("../" + fileName);

        if (!saveFile.exists()) {
            outFile = new FileOutputStream(saveFile);
            TFTPack a = new TFTPack(0);
            a.send(host, puerto, Socket);
            this.start();
        } else
            throw new TftpException("El archivo ya existe");

    } catch (Exception e) {
        TFTPerror ePak = new TFTPerror(1, e.getMessage());
        try {
            ePak.send(host, puerto, Socket);
        } catch (Exception f) {
        }

        System.out.println("Inicio fallido del cliente: " + e.getMessage());
    }
}
```

Servidor TFTP-Clase RRQ y WRQ

```
public void run() {
    int bytesRead = TFTPpacket.LongitudMaximaDePaquete;

    if (req instanceof TFTPread) {
        try {
            for (int numBloque = 1; bytesRead == TFTPpacket.LongitudMaximaDePaquete; numBloque++) {
                TFTPdata outPak = new TFTPdata(numBloque, source);
                bytesRead = outPak.getLength();
                outPak.send(host, port, Socket);


                while (timeoutLimit != 0) {
                    try {
                                                TFTPpacket ack = TFTPpacket.receive(Socket);
                        if (!(ack instanceof TFTPack)) {
                            throw new Exception("Fallo del cliente");
                        }
                        TFTPack a = (TFTPack) ack;

                        if (a.numeroBloque() != numBloque) {
                            throw new SocketTimeoutException("Paquete perdido, reenviar");
                        }
                        break;
                    } catch (SocketTimeoutException t) {
                        System.out.println("Reenviar bloque " + numBloque);
                        timeoutLimit--;
                        outPak.send(host, port, Socket);
                    }
                }
                if (timeoutLimit == 0) {
                    throw new Exception("falla de conexión");
                }
            }
            System.out.println("Transferencia completada. (Cliente " + host + ")");
        } catch (Exception e) {
            TFTPerror ePak = new TFTPerror(1, e.getMessage());

            try {
                ePak.send(host, port, Socket);
            } catch (Exception f) {
            }

            System.out.println("Fallo del cliente: " + e.getMessage());
        }
    }
}
```

```
public void run() {

    if (req instanceof TFTPwrite) {
        try {
            for (int numBloque = 1, bytesOut = 512; bytesOut == 512; numBloque++) {
                while (timeoutLimit != 0) {
                    try {
                        TFTPpacket inPak = TFTPpacket.receive(Socket);

                        if (inPak instanceof TFTPerror) {
                            TFTPerror p = (TFTPerror) inPak;
                            throw new TftpException(p.mensaje());
                        } else if (inPak instanceof TFTPdata) {
                            TFTPdata p = (TFTPdata) inPak;

                            if (p.numeroBloque() != numBloque) {
                                throw new SocketTimeoutException();
                            }
                            bytesOut = p.write(outFile);
                            TFTPack a = new TFTPack(numBloque);
                            a.send(host, puerto, Socket);
                            break;
                        }
                    } catch (SocketTimeoutException t2) {
                        System.out.println("Tiempo de espera agotado, reenviar ACK");
                        TFTPack a = new TFTPack(numBloque - 1);
                        a.send(host, puerto, Socket);
                        timeoutLimit--;
                    }
                }
                if (timeoutLimit == 0) {
                    throw new Exception("Fallo de conexión");
                }
            }
            System.out.println("Transferencia completada. (Cliente " + host + ")");
        } catch (Exception e) {
            TFTPerror ePak = new TFTPerror(1, e.getMessage());
            try {
                ePak.send(host, puerto, Socket);
            } catch (Exception f) {
            }

            System.out.println("Fallo del cliente:  " + e.getMessage());
            saveFile.delete();
        }
```

Cliente TFTP

```java
import java.net.InetAddress;
import java.net.UnknownHostException;


public class ClienteTFTP {
        public static void main(String[] args){
                String host = "";
                String nombreArchivo = "";
                String modo = "octeto"; //8 bits = 1 byte
                String tipo = "";
                try {

                        if (args.length == 0)
                                System.err.println("Uso:  ClienteTFTP [host] [Tipo(L/E?)] [nombreArchivo]");

                        if (args.length == 3) {
                                host = args[0];
                                tipo = args[args.length - 2];
                                nombreArchivo = args[args.length - 1];
                        }

                        else if (args.length == 4) {
                                host = args[0];
                                modo = args[args.length - 1];
                                tipo = args[args.length - 3];
                                nombreArchivo = args[args.length - 2];
                        } else
                                System.err.println("comando incorrecto.Uso modo:  ClienteTFTP [host] [Tipo(L/E?)] [nombreArchivo]");

                        InetAddress servidor = InetAddress.getByName(host);


                        if (tipo.matches("L")) {
                                TFTPClienteRRQ r = new TFTPClienteRRQ(servidor, nombreArchivo, modo);
                        }

                        else if (tipo.matches("E")) {
                                TFTPClienteWRQ w = new TFTPClienteWRQ(servidor, nombreArchivo, modo);
                        } else {
                                System.err.println("comando incorrecto. Uso:  ClienteTFTP [host] Tipo(L/E?) [nombreArchivo]");
                        }

                } catch (UnknownHostException e) {
                        System.out.println("Host desconocido " + host);
                } catch (Exception e) {
                        System.out.println(e.getMessage());
                }
        }
}
```

Cliente TFTP-Clase Packet

```java
public class PaqueteTFTP {

    // Constantes TFTP
    public static int puertoTftp = 69;
    public static int longitudMaximaPaqueteTftp = 516;
    public static int datosMaximosTftp = 512;

    // Códigos de operación TFTP
    protected static final short tftpRRQ = 1;
    protected static final short tftpWRQ = 2;
    protected static final short tftpDATA = 3;
    protected static final short tftpACK = 4;
    protected static final short tftpERROR = 5;

    // Desplazamientos en el paquete
    protected static final int desplazamientoOperacion = 0;
    protected static final int desplazamientoNumero = 2;
    protected static final int desplazamientoDatos = 4;
    protected static final int desplazamientoMensaje = 4;
    protected static final int desplazamientoArchivo = 2;
    protected static final int desplazamientoBloque = 2;

    protected byte[] mensaje;
    protected int longitud;

    protected InetAddress host;
    protected int puerto;

    public PaqueteTFTP() {
        mensaje = new byte[longitudMaximaPaqueteTftp];
        longitud = longitudMaximaPaqueteTftp;
    }
```

```java
// Métodos para recibir el paquete y convertirlo datos,ack,lectura
Pablo *
public static PaqueteTFTP recibir(DatagramSocket sock) throws IOException {
    // Se crean instancias de PaqueteTFTP para almacenar la información de entrada y salida
    PaqueteTFTP in = new PaqueteTFTP(), retPak = new PaqueteTFTP();

    // Se crea un DatagramPacket para recibir el paquete de entrada
    DatagramPacket inPak = new DatagramPacket(in.mensaje, in.longitud);

    // Se bloquea la ejecución
    sock.receive(inPak);

    // Se determina el tipo de operación según el primer byte del paquete recibido
    switch (in.get(0)) {
        case tftpRRQ:
            retPak = new LecturaTFTP();
            break;
        case tftpWRQ:
            retPak = new EscrituraTFTP();
            break;
        case tftpDATA:
            retPak = new DatosTFTP();
            break;
        case tftpACK:
            retPak = new ACKTFTP();
            break;
        case tftpERROR:
            retPak = new ErrorTFTP();
            break;
    }
    // Se copian los datos de entrada a la salida
    retPak.mensaje = in.mensaje;
    retPak.longitud = inPak.getLength();
    retPak.host = inPak.getAddress();
    retPak.puerto = inPak.getPort();
    return retPak;
```

Cliente TFTP-Clase Packet

```java
Pablo *
final class DatosTFTP extends PaqueteTFTP {
    Pablo
    protected DatosTFTP() {
    }
    Pablo *
    public DatosTFTP(int numeroBloque, FileInputStream in) throws IOException {
        // Se inicializa el array de bytes con la longitud máxima de un paquete TFTP = 516
        this.mensaje = new byte[longitudMaximaPaqueteTftp];

        // Se coloca el código de operación data
        this.colocar(desplazamientoOperacion, tftpDATA);

        // Se coloca el número de bloque en el paquete
        this.colocar(desplazamientoBloque, (short) numeroBloque);

        // Se lee desde el FileInputStream y se guarda en el array de bytes 'mensaje'              2                  2
                                                                                //se suma 4 (código de operación y número de bloque)
        longitud = in.read(mensaje, desplazamientoDatos, datosMaximosTftp) + 4;
    }
    // Método que devuelve el número de bloque
    Pablo
    public int numeroBloque() {
        return this.get(desplazamientoBloque);
    }
    // Método para escribir los datos en un FileOutputStream
    Pablo *
    public int escribir(FileOutputStream out) throws IOException {
        // Se escribe en el FileOutputStream los datos del paquete
        out.write(mensaje, desplazamientoDatos, longitud - 4);
        return (longitud - 4);
    }
}
```

```java
// Paquete ACK: coloca el código de operación correcto
final class ACKTFTP extends PaqueteTFTP {

    protected ACKTFTP() {
    }
    public ACKTFTP(int numeroBloque) {
        longitud = 4;
        this.mensaje = new byte[longitud];
        colocar(desplazamientoOperacion, tftpACK);
        colocar(desplazamientoBloque, (short) numeroBloque);
    }

    public int numeroBloque() {
        return this.get(desplazamientoBloque);
    }
}
```

```java
// Paquete LECTURA: coloca el código de operación y el nombre de archivo
Pablo *
final class LecturaTFTP extends PaqueteTFTP {
    Pablo
    protected LecturaTFTP() {
    }
    Pablo *
    public LecturaTFTP(String nombreArchivo, String modoDatos) {
        // Calcula la longitud del paquete
        longitud = 2 + nombreArchivo.length() + 1 + modoDatos.length() + 1;

        mensaje = new byte[longitud];

        // Coloca el código de operación RRQ en el paquete
        colocar(desplazamientoOperacion, tftpRRQ);

        // Coloca el nombre del archivo en el paquete
        colocar(desplazamientoArchivo, nombreArchivo, (byte) 0);

        // Coloca el modo de datos en el paquete
        colocar(desplazamientoArchivo + nombreArchivo.length() + 1, modoDatos, (byte) 0);
    }
    Pablo
    public String nombreArchivo() {
        return this.get(desplazamientoArchivo, (byte) 0);
    }
    Pablo *
    public String tipoSolicitud() {
        // Obtiene el nombre del archivo
        String nombreArchivo = nombreArchivo();

        // Devuelve el modo de datos almacenado
        return this.get(desplazamientoArchivo + nombreArchivo.length() + 1, (byte) 0);
    }
}
```

Cliente TFTP-Clase RRQ

```
try {
        DatagramSocket socket = new DatagramSocket();
        socket.setSoTimeout(2000);

        FileOutputStream archivoSalida = new FileOutputStream("../" + nombreArchivo);

        LecturaTFTP paqueteSolicitud = new LecturaTFTP(nombreArchivo, modoDatos);
        paqueteSolicitud.enviar(servidor, 6973, socket);

        ACKTFTP ack = null;
        InetAddress nuevaIP = servidor;
        int nuevoPuerto = 0;
        int limiteTiempo = 5;
        int pruebaPerdida = 1;
```

```
                catch (SocketTimeoutException t) {

                        if (numBloque == 1) {
                                System.out.println("No se pudo llegar al servidor");
                                paqueteSolicitud.enviar(servidor, 6973, socket);
                                limiteTiempo--;
                        }

                        else {
                                System.out.println("Tiempo de conexión agotado, reenviar último ack. límite de tiempo restante=" + limiteTiempo);
                                ack = new ACKTFTP(numBloque - 1);
                                ack.enviar(nuevaIP, nuevoPuerto, socket);
                                limiteTiempo--;
                        }
                }
        }
        if (limiteTiempo == 0) {
                System.err.println("ERROR de conexion");
                System.exit(1);
        }
}
System.out.println("\nDescarga finalizada.\nNombre de archivo: " + nombreArchivo);
```

```
//bucle para recibir y procesar los paquetes de datos del servidor
for (int numBloque = 1, bytesSalida = 512; bytesSalida == 512; numBloque++) {
    while (limiteTiempo != 0) {
        try {
            PaqueteTFTP paqueteEntrada = PaqueteTFTP.recibir(socket);
            //se verifica el tipo de paquete recibido
            if (paqueteEntrada instanceof ErrorTFTP) {
                ErrorTFTP p = (ErrorTFTP) paqueteEntrada;
                System.err.println("ERROR");
                System.exit(1);
            } else if (paqueteEntrada instanceof DatosTFTP) {
                DatosTFTP p = (DatosTFTP) paqueteEntrada;

                //se muestra el progreso
                if (numBloque % 500 == 0) {
                    System.out.print("\b.>");
                }
                if (numBloque % 15000 == 0) {
                    System.out.println("\b.");
                }

                nuevaIP = p.obtenerDireccion();

                if (nuevoPuerto != 0 && nuevoPuerto != p.obtenerPuerto()) {
                    continue;
                }
                nuevoPuerto = p.obtenerPuerto();
                        //verifica

                if (numBloque != p.numeroBloque()) {
                    throw new SocketTimeoutException();
                }

                bytesSalida = p.escribir(archivoSalida);

                ack = new ACKTFTP(numBloque);
```

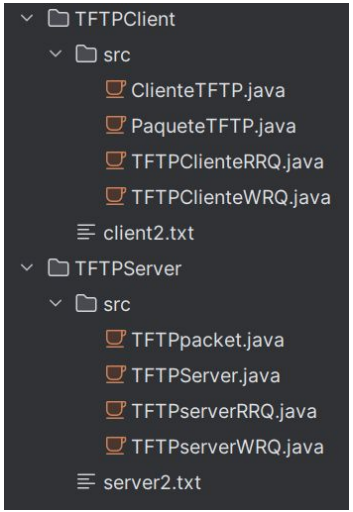
Cliente TFTP-Clase WRQ

```
public TFTPClienteWRQ(InetAddress ip, String nombre, String modo) {
        servidor = ip;
        nombreArchivo = nombre;
        modoDatos = modo;

        try {

                DatagramSocket socket = new DatagramSocket();
                socket.setSoTimeout(2000);
                int limiteTiempo = 5;

                FileInputStream fuente = new FileInputStream("../" + nombreArchivo);


                EscrituraTFTP paqueteSolicitud = new EscrituraTFTP(nombreArchivo, modoDatos);
                paqueteSolicitud.enviar(servidor, 6973, socket);

                PaqueteTFTP respuestaEnvio = PaqueteTFTP.recibir(socket);

                int puerto = respuestaEnvio.obtenerPuerto();


                if (respuestaEnvio instanceof PaqueteTFTP) {
                        PaqueteTFTP respuesta = (PaqueteTFTP) respuestaEnvio;
                        System.out.println("--Servidor listo--\nSubiendo");
                } else if (respuestaEnvio instanceof ErrorTFTP) {
                        ErrorTFTP respuesta = (ErrorTFTP) respuestaEnvio;
                        fuente.close();
                        System.err.println("ERROR");
                        System.exit(1);
                }

                int bytesLeidos = PaqueteTFTP.longitudMaximaPaqueteTftp;



                for (int numBloque = 1; bytesLeidos == PaqueteTFTP.longitudMaximaPaqueteTftp; numBloque++) {
                        DatosTFTP paqueteSalida = new DatosTFTP(numBloque, fuente);
                        bytesLeidos = paqueteSalida.obtenerLongitud();
                        paqueteSalida.enviar(servidor, puerto, socket);


                        if (numBloque % 500 == 0) {
                                System.out.print("\b.>");
                        }
                        if (numBloque % 15000 == 0) {
                                System.out.println("\b.");
                        }
```

```
                while (limiteTiempo != 0) {
                        try {
                                PaqueteTFTP ack = PaqueteTFTP.recibir(socket);
                                if (!(ack instanceof PaqueteTFTP)) {
                                        break;
                                }

                                PaqueteTFTP a = (PaqueteTFTP) ack;


                                if (puerto != a.obtenerPuerto()) {
                                        continue;
                                }

                                break;
                        } catch (SocketTimeoutException t0) {
                                System.out.println("Reenviar blk " + numBloque);
                                paqueteSalida.enviar(servidor, puerto, socket);
                                limiteTiempo--;
                        }
                }

                if (limiteTiempo == 0) {
                        System.err.println("ERROR de conexion");
                        System.exit(1);
                }
        }

        fuente.close();
        socket.close();

        System.out.println("\n¡Subida finalizada!\nNombre de archivo: " + nombreArchivo);
```

Prueba de ejecución

```
pablo@MSIdePablo:/mnt/c/users/pablo/IdeaProjects/TFTP/TFTPServer/src$ java TFTPServer
Server Ready.  Port:  6973
```



← Vemos que archivos txt hay

```
pablo@MSIdePablo:/mnt/c/users/pablo/IdeaProjects/TFTP/TFTPClient/src$ java ClienteTFTP localhost L server2.txt
```

Prueba de ejecución

```
Descargando

Descarga finalizada.
Nombre de archivo: server2.txt
```

```
pablo@MSIdePablo:/mnt/c/users/pablo/IdeaProjects/UT4-TFTPserver/UT4/TRABAJO/TFTPClient/src$ java Clien
teTFTP localhost E client2.txt
--Servidor listo--
Subiendo

¡Subida finalizada!
Nombre de archivo: client2.txt
```

```
pablo@MSIdePablo:/mnt/c/users/pablo/IdeaProjects/UT4-TFTPserver/UT4/TRABAJO/TFTPServer/src$ java TFTPServer
Servidor listo. Puerto: 6973
Solicitud de lectura desde /127.0.0.1
Transferencia completada. (Cliente /127.0.0.1)
Solicitud de escritura desde /127.0.0.1
Transferencia completada. (Cliente /127.0.0.1)
```

Resultado Ejecución