

Protocolo HTTP. Introducción a las aplicaciones web

Índice

1	Conceptos previos.....	2
1.1	Protocolos y servicios de Internet.....	2
1.2	Protocolo HTTP: peticiones del cliente.....	3
1.3	Protocolo HTTP: respuestas del servidor.....	5
1.4	Protocolo HTTP: cabeceras.....	6
1.5	Protocolo HTTP: códigos de estado.....	8
1.6	Cookies.....	9
1.7	Algunas definiciones.....	10
1.8	Autenticaciones.....	11
2	Introducción al servidor web Tomcat.....	13
2.1	Qué es Tomcat.....	13
2.2	Instalación de Tomcat.....	13
2.3	Ejecución de Tomcat.....	14
2.4	Estructura física y lógica de Tomcat.....	15
3	Introducción a las aplicaciones web.....	18
3.1	Qué es una aplicación web.....	18
3.2	Estructura de una aplicación web.....	19
3.3	Ficheros WAR.....	20

1. Conceptos previos

1.1. Protocolos y servicios de Internet

Protocolo TCP/IP

Internet se construye sobre el protocolo de transmisión **TCP** (*Transmission Control Protocol*), y sobre un sistema de identificación de computadores que la forman basado en el protocolo **IP**:

- **TCP** realiza el empaquetamiento de los datos a transmitir y el chequeo de errores de la transmisión y reenvío de paquetes erróneos. **UDP** (*User Datagram Protocol*) es un protocolo más simple que no realiza control de errores
- **IP** define una dirección IP para cada ordenador de la red. Esta es un número de 32 bits, que se suele representar en decimal, separando los 4 bytes por puntos (por ejemplo, "192.168.12.1". Normalmente se utilizan nombres simbólicos para referirse a estas direcciones numéricas (como por ejemplo "www.ua.es")

La comunicación con TCP/IP se realiza mediante *sockets*, conexiones entre un computador y otro a través de la que se envían datos. Puede haber más de un socket entre dos mismos ordenadores, con lo que para distinguirlos se emplea un identificador, llamado *puerto*.

Otros protocolos y servicios

Se han desarrollado una serie de servicios y protocolos basados en TCP/IP y en la arquitectura cliente/servidor, donde una máquina (cliente) solicita peticiones de servicio a otra en la que suelen estar los datos y programas de aplicación (servidor). Algunos de los servicios y protocolos desarrollados son:

- **FTP**: para transmisión de ficheros
- **TELNET**: para conexión remota
- **HTTP**: para servicios web
- **POP3**: consulta y descarga de mensajes de correo
- **SMTP**: envío de mensajes de correo

Para identificar los recursos de Internet se introdujeron las URL (*Uniform Resource Locator*), un esquema de nomenclatura de recursos basado en especificar el protocolo utilizado, el servidor y el recurso al que se accede:

```
Protocolo Servidor [:Puerto] Fichero
```

El protocolo depende del servicio al que se quiera acceder, y el fichero es la ruta del recurso, en el espacio de direcciones del servidor. Los protocolos de esta nomenclatura corresponden

con algunos de los servicios mencionados:

- **http**: protocolo HTTP para solicitar documentos
- **https**: petición segura (encriptada) de documentos mediante HTTP
- **ftp**: petición de ficheros utilizando FTP
- **file**: acceso a ficheros locales
- **news**: acceso a artículos de grupos de noticias
- **mailto**: acceso al envío de correo electrónico
- **telnet**: conexión con una máquina remota

Ejemplos de URL serían:

```
http://www.ua.es/index.htm  
ftp://ftp.dccia.ua.es/pub/winzip.exe  
mailto:pepe@yahoo.com
```

Los **navegadores** son clientes que permiten utilizar la mayoría de los protocolos anteriores. Traducen las URL en peticiones al servicio correspondiente.

El protocolo HTTP

El protocolo HTTP especifica el modo de comunicación entre una máquina cliente y una máquina servidor, de modo que el cliente solicita un documento del espacio de direcciones del servidor, y éste se lo sirve.

HTTP es un protocolo que no tiene estado: un cliente realiza una petición al servidor, que contesta y la transacción acaba, con lo que en la siguiente petición que pueda realizar el mismo cliente se deben proporcionar de nuevo todos los datos necesarios para que el servidor sirva correctamente la nueva petición, no habiendo ninguna relación entre las peticiones.

1.2. Protocolo HTTP: peticiones del cliente

En el protocolo HTTP el cliente realiza una **petición** que se descompone en:

- Un comando HTTP, seguido de una dirección de documento o URI (*Uniform Resource Identifier*), y un número de versión HTTP, de forma que se tiene una línea con el formato:

```
Comando    URI        Protocolo
```

Por ejemplo:

```
GET /index.html HTTP/1.1
```

- Tras la petición, el cliente puede enviar información adicional de **cabeceras** (*headers*) con las que se da al servidor más información sobre la petición (tipo de software que ejecuta el cliente, tipo de contenido (`content-type`) que entiende el cliente, etc). Esta información puede utilizarla el servidor para generar la respuesta apropiada. Las

cabeceras se envían una por línea, donde cada una tiene el formato:

```
Clave: Valor
```

Por ejemplo:

```
Accept-Encoding: gzip, deflate  
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible;MSIE5.0;Windows 98)
```

Tras las cabeceras, el cliente envía una línea en blanco (`\r\n\r\n`) para indicar el final de la sección de cabeceras.

- Finalmente, de forma opcional, se pueden enviar **datos adicionales** si el comando HTTP solicitado lo requiere (por ejemplo, el método POST que veremos a continuación).

METODO GET

El comando GET permitía al principio solicitar al servidor un documento estático, existente en su espacio de direcciones. Luego se vio que esto no era suficiente, y se introdujo la posibilidad de solicitar búsquedas al servidor, de forma que el documento no tuviera que ser necesariamente estático, sino que la búsqueda estuviera condicionada por unos determinados parámetros. Así, el comando GET tiene la forma:

```
GET direccion ? parametros version HTTP
```

Por ejemplo:

```
GET /cgi-bin/pagina.cgi?IDIOMA=C&MODELO=a+b HTTP/1.1
```

Los parámetros se indican con pares *nombre=valor*, separados por '&', y reciben el nombre de **datos de formulario**. El URI no puede contener espacios ni algunos caracteres, por lo que se utilizan códigos especiales, como el '+' para indicar espacio en blanco, u otros códigos %XX para representar otros caracteres. Uno de los trabajos más duros de los programas CGI es procesar esta cadena de parámetros para extraer la información necesaria.

OTROS METODOS

En la versión 1.1 de HTTP se definen otros métodos además de GET:

- OPTIONS: para consultar al servidor acerca de las funcionalidades que proporciona
- HEAD: el servidor responde de forma idéntica a un comando GET, pero no devuelve el cuerpo del documento respuesta, sólo las cabeceras. Suele emplearse para comprobar características del documento.
- POST: se emplea para enviar al servidor un bloque de datos en el cuerpo de la petición
- PUT: solicita que el cuerpo de la petición que envía se almacene en el espacio de direcciones del servidor, con el identificador URI solicitado (guarda un documento en el servidor)
- DELETE: solicita borrar un documento específico del servidor
- TRACE: se utiliza para seguir el camino de la petición por múltiples servidores y proxies (útil para depurar problemas de red).

GET Y POST

Los dos métodos más comúnmente usados son GET y POST. Veremos las diferencias entre uno y otro con un ejemplo:

- Un ejemplo de petición GET es:

```
GET /dir/cargaPagina.php?id=21&nombre=Pepe HTTP/1.1
<cabeceras>
```

- Este ejemplo, convertido a petición POST es:

```
POST /dir/cargaPagina.php HTTP/1.1
<cabeceras>
id=21&nombre=Pepe
```

Vemos que los parámetros se pasan en el cuerpo de la petición, fuera de la línea del comando.

Comúnmente existen 3 formas de enviar una petición GET:

- Teclear la petición directamente en la barra del navegador:

```
http://www.xx.com/pag.html?id=123&nombre=pepe
```

- Colocar la petición en un enlace y pinchar el enlace para realizarla:

```
<a href="http://www.xx.com/pag.html?id=123&nombre=pepe">Pulsa Aqui</a>
```

- Enviar la petición tras rellenar un formulario con METHOD=GET (o sin METHOD) con los dos parámetros a enviar:

```
<html>
<body>
    <form action="http://www.xx.com/pag.html">
        <input type="text" name="id" value="123">
        <input type="text" name="nombre" value="pepe">
        <input type="submit" value="Enviar">
    </form>
</body>
</html>
```

Para enviar una petición POST, normalmente se utiliza un formulario con METHOD=POST:

```
<html>
<body>
    <form action="http://www.xx.com/pag.html" METHOD=POST>
        <input type="text" name="id" value="123">
        <input type="text" name="nombre" value="pepe">
        <input type="submit" value="Enviar">
    </form>
</body>
</html>
```

1.3. Protocolo HTTP: respuestas del servidor

Las respuestas del servidor también tienen tres partes:

- Una **línea de estado** con la versión del protocolo HTTP utilizado en el servidor, un código de estado y una breve descripción del mismo:
`HTTP/1.0 200 OK`
- Información de **cabeceras**, donde se envía al cliente información sobre el servidor y sobre el documento solicitado. El formato de estas cabeceras es el mismo que el visto para las peticiones del cliente, terminando en una línea en blanco.
- Finalmente, se envía el **documento solicitado**. Para marcar el final del mismo se envía también otra línea en blanco.

1.4. Protocolo HTTP: cabeceras

Vamos a poder implementar programas que lean las cabeceras que envía un cliente (un navegador, por ejemplo) y que modifiquen el documento servido en función de dichas cabeceras (por ejemplo, enviar una página en función del idioma que se especifique). Por otra parte, podremos utilizar las cabeceras que envía el servidor como respuesta para obligar al navegador a hacer determinadas acciones, como saltar a otra URL.

Veremos a continuación las cabeceras más comunes tanto en las peticiones de los clientes como en las respuestas de los servidores. La RFC donde se especifican estas cabeceras es la 2616.

CABECERAS DE PETICION (HTTP/1.1)

- **Accept:** Tipos MIME que puede manejar el cliente
- **Accept-Charset:** Conjunto de caracteres que el cliente puede manejar
- **Accept-Encoding:** Define si el navegador puede aceptar datos codificados
- **Accept-Language:** Idiomas aceptados
- **Authorization:** Para identificarse cuando se accede a páginas protegidas
- **Cache-Control:** Opciones relacionadas con el servidor proxy. Esta cabecera se llamaba *Pragma* en HTTP 1.0
- **Connection:** Define si el cliente es capaz de realizar conexiones persistentes (*keep-alive*, valor por defecto), o no (*close*). Nueva en HTTP 1.1
- **Content-Length:** Longitud de los datos enviados. Aplicable a peticiones POST
- **Content-Type:** Tipo MIME de los datos enviados. Aplicable a peticiones POST
- **Cookie:** Para las cookies que se manejen
- **From:** Dirección de correo electrónico responsable de la petición
- **Host:** Unica cabecera requerida por HTTP 1.1. Indica el host y el puerto tal y como se especifica en la URL original.
- **If-Modified-Since:** El cliente sólo desea el documento si ha sido modificado después de la fecha indicada en esta cabecera.

- **Referer:** URL origen de la petición. Si estamos en la página 1 y pinchamos en un enlace a la página 2, la URL de la página 1 se incluye en esta cabecera cuando se realiza la petición de la página 2.
- **User-Agent:** Cliente que está realizando la petición (normalmente muestra datos del navegador, como nombre, etc).

CABECERAS DE RESPUESTA

- **Allow:** Métodos disponibles (GET, POST, etc) a los que puede responder el recurso que se está solicitando
- **Cache-Control:** Dice al cliente en qué circunstancias puede hacer una caché del documento que está sirviendo:
 - **public:** el documento puede almacenarse en una caché
 - **private:** el documento es para un solo usuario y sólo puede almacenarse en una caché privada (no compartida)
 - **no-cache:** el documento nunca debe ser almacenado en caché
 - **no-store:** el documento no debe almacenarse en caché ni almacenarse localmente de forma temporal en el disco duro
 - **must-revalidate:** el cliente debe revalidar la copia del documento con el servidor original, no con servidores proxy intermedios, cada vez que se use
 - **max-age=xxx:** el documento debe considerarse caducado después de xxx segundos.

Esta cabecera se llamaba Pragma en HTTP 1.0

- **Content-Encoding:** Tipo de compresión (*gzip*, etc) en que se devuelve el documento solicitado
- **Content-Language:** Idioma en que está escrito el documento. En la RFC 1766 están los idiomas disponibles
- **Content-Length:** Número de bytes de la respuesta
- **Content-MD5:** Una forma de fijar el *checksum* (verificación de integridad) del documento enviado
- **Content-Type:** Tipo MIME de la respuesta
- **Date:** Hora y fecha, en formato GMT, en que la respuesta ha sido generada
- **Expires:** Hora y fecha, en formato GMT, en que la respuesta debe considerarse caducada
- **Last-Modified:** Fecha en que el documento servido se modificó por última vez. Con esto, el documento se sirve sólo si su *Last-Modified* es mayor que la fecha indicada en el *If-Modified-Since* de la cabecera del cliente.
- **Location:** Indica la nueva URL donde encontrar el documento. Debe usarse con un código de estado de tipo 300. El navegador se redirigirá automáticamente a la dirección indicada en esta cabecera.
- **Refresh:** Indica al cliente que debe recargar la página después de los segundos especificados. También puede indicarse la dirección de la página a cargar después de los

segundos indicados:

```
Refresh: 5; URL=http://www.unapagina.com
```

- **Set-Cookie:** Especifica una cookie asociada a la página
- **WWW-Authenticate:** Tipo de autorización y dominio que debería indicar el cliente en su cabecera `Authorization`.

Para colocar estas cabeceras en un documento se tienen varios métodos, dependiendo de cómo estemos tratando las páginas (mediante servlets, HTML, etc). Por ejemplo, con HTML podemos enviar cabeceras mediante etiquetas META en la cabecera (<HEAD>) de la página HTML:

```
<META HTTP-EQUIV="Cabecera" CONTENT="Valor">
```

Por ejemplo:

```
<META HTTP-EQUIV="Location" CONTENT="http://www.unapagina.com">
```

1.5. Protocolo HTTP: códigos de estado

El código de estado que un servidor devuelve a un cliente en una petición indica el resultado de dicha petición. Se tiene una descripción completa de los mismos en el RFC 2616. Están agrupados en 5 categorías:

- **100 - 199:** códigos de información, indicando que el cliente debe responder con alguna otra acción.
- **200 - 299:** códigos de aceptación de petición. Por ejemplo:

200	OK	Todo está bien
204	No Content	No hay documento nuevo

- **300 - 399:** códigos de redirección. Indican que el documento solicitado ha sido movido a otra URL. Por ejemplo:

301	Moved Permanently	El documento está en otro lugar, indicado en la cabecera <i>Location</i>
302	Found	Como el anterior, pero la nueva URL es temporal, no permanente.
304	Not Modified	El documento pedido no ha sufrido cambios con respecto al actual (para cabeceras <i>If-Modified-Since</i>)

- **400 - 499:** códigos de error del cliente. Por ejemplo:

400	Bad Request	Mala sintaxis en la petición
401	Unauthorized	El cliente no tiene permiso para acceder a la página. Se debería devolver una cabecera WWW-Authenticate para que el usuario introduzca login y password
403	Forbidden	El recurso no está disponible
404	Not Found	No se pudo encontrar el recurso
408	Request Timeout	El cliente tarda demasiado en enviar la petición

- **500 - 599:** códigos de error del servidor. Por ejemplo:

500	Internal Server Error	Error en el servidor
501	Not Implemented	El servidor no soporta la petición realizada
504	Gateway Timeout	Usado por servidores que actúan como proxies o gateways, indica que el servidor no obtuvo una respuesta a tiempo de un servidor remoto

1.6. Cookies

Las **cookies** son un mecanismo general mediante el que los programas de un servidor web pueden almacenar información en la parte del cliente de la conexión. Es una forma de añadir estado a las conexiones HTTP, aunque el manejo de cookies no es parte del protocolo HTTP, pero es soportado por la mayoría de los clientes.

Las cookies son objetos de tipo: *nombre = valor*, donde se asigna un *valor* determinado (una cadena de texto) a una variable del *nombre* indicado. Dicho objeto es almacenado y recordado por el servidor web y el navegador durante un período de tiempo (indicado como un parámetro interno de la propia *cookie*). Así, se puede tener una lista de *cookies* con distintas variables y distintos valores, para almacenar información relevante para cada

usuario (se tienen listas de cookies independientes para cada usuario).

El funcionamiento es: el servidor, con la cabecera `Set-Cookie`, envía al cliente información de estado que éste almacenará. Entre la información se encuentra la descripción de los rangos de URLs para los que este estado es válido, de forma que para cualquier petición HTTP a alguna de esas URLs el cliente incluirá esa información de estado, utilizando la cabecera `Cookie`.

La sintaxis de la cabecera `Set-Cookie` es:

```
Set-Cookie: CLAVE1=VALOR1;...;CLAVEN=VALORN [OPCIONES]
```

donde OPCIONES es una lista opcional con cualquiera de estos atributos:

```
expires=FECHA;path=PATH;domain=DOMINIO;secure
```

- Las parejas de *CLAVE* y *VALOR* representan la información almacenada en la cookie
- Los atributos `domain` y `path` definen las URL en las que el navegador mostrará la cookie. `domain` es por defecto el *hostname* del servidor. El navegador mostrará la cookie cuando acceda a una URL que se empareje correctamente con ambos atributos. Por ejemplo, un atributo `domain="eps.ua.es"` hará que el navegador muestre la cookie cuando acceda a cualquier URL terminada en `"eps.ua.es"`. `path` funciona de forma similar, pero con la parte del `path` de la URL. Por ejemplo, el `path "/foo"` hará que el navegador muestre la cookie en todas las URLs que comiencen por `" /foo"`.
- `expires` define la fecha a partir de la cual la cookie caduca. La fecha se indica en formato GMT, separando los elementos de la fecha por guiones. Por ejemplo:

```
expires=Wed, 09-Nov-1999 23:12:40 GMT
```
- `secure` hará que la cookie sólo se transmita si el canal de comunicación es seguro (tipo de conexión HTTPS).

Por otra parte, cuando el cliente solicita una URL que empareja con el dominio y `path` de alguna cookie, envía la cabecera:

```
Cookie: CLAVE1=VALOR1;CLAVE2=VALOR2;...;CLAVEN=VALORN
```

El número máximo de cookies que está garantizado que acepte cualquier navegador es de 300, con un máximo de 20 por cada servidor o dominio. El tamaño máximo de una cookie es de 4096 bytes.

1.7. Algunas definiciones

RFC: los documentos RFC (*Request For Comment*) forman un conjunto de notas acerca de Internet. Tratan sobre diferentes aspectos de la comunicación entre computadores. Podemos encontrar información sobre todos los RFC en <http://www.rfc-editor.org>. Si conocemos el número de RFC, normalmente podemos encontrar el documento en `http://www.rfc-editor.org/rfc/rfcXXXX.txt` (siendo XXXX el número de

RFC).

MIME: MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) es un estándar oficial de Internet que indica cómo se deben formatear los mensajes para que puedan intercambiarse entre diferentes sistemas de correo electrónico. Permite incluir cualquier tipo de dato (texto, audio, video, imágenes, etc). Las RFC que definen los tipos MIME son la 2045, 2046, 2047, 2048 y 2049. Algunos tipos comunes son:

- `application/msword`: documento de Microsoft Word
- `application/pdf`: documento PDF
- `application/postscript`: fichero postscript
- `application/x-gzip`: fichero comprimido gzip
- `application/x-java-archive`: fichero JAR
- `audio/midi`: fichero de sonido MIDI
- `text/html`: documento HTML
- `text/plain`: fichero de texto plano
- `image/gif`: imagen GIF
- `image/jpeg`: imagen JPEG
- `image/png`: imagen PNG
- `video/mpeg`: película MPEG

GMT: el formato de fecha y hora GMT tiene la siguiente estructura:

```
Wdy, DD Mon YYYY HH:MM:SS GMT
```

donde:

- Wdy es el identificador de 3 caracteres del día de la semana (Sun, Sat, etc)
- DD son los dos dígitos del día del mes (01, 23, 12, etc)
- Mon es el identificador de 3 caracteres del mes (Feb, Mar, etc)
- YYYY: son los 4 dígitos del año
- HH:MM:SS indica la hora, minuto y segundo, en formato de 24 horas (01:02:33, 21:15:58, etc)

Esta representación está basada en las RFC 822, 1036 y 1123

1.8. Autenticaciones

Veremos ahora algunos mecanismos que pueden emplearse con HTTP para autenticar (validar) al usuario que intenta acceder a un determinado recurso.

Autenticaciones elementales

El protocolo HTTP incorpora un mecanismo de autenticación básico (**basic**) basado en cabeceras de autenticación para solicitar datos del usuario (el servidor) y para enviar los

datos del usuario (el cliente), de forma que comprobando la exactitud de los datos se permitirá o no al usuario acceder a los recursos. Esta autenticación no proporciona confidencialidad ni integridad, sólo se emplea una codificación Base64.

Una variante de esto es la autenticación **digest**, donde, en lugar de transmitir el password por la red, se emplea un password codificado. Dicha codificación se realiza tomando el login, password, URI, método HTTP y un valor generado aleatoriamente, y todo ello se combina utilizando el método de encriptado MD5, muy seguro. De este modo, ambas partes de la comunicación conocen el password, y a partir de él pueden comprobar si los datos enviados son correctos. Sin embargo, algunos servidores no soportan este tipo de autenticación.

Certificados digitales y SSL

Las aplicaciones reales pueden requerir un nivel de seguridad mayor que el proporcionado por las autenticaciones *basic* o *digest*. También pueden requerir confidencialidad e integridad aseguradas. Todo esto se consigue mediante los **certificados digitales**.

- **Criptografía de clave pública:** La clave de los certificados digitales reside en la **criptografía de clave pública**, mediante la cual cada participante en el proceso tiene dos claves, que le permiten encriptar y desencriptar la información. Una es la clave pública, que se distribuye libremente. La otra es la clave privada, que se mantiene secreta. Este par de claves es asimétrico, es decir, una clave sirve para desencriptar algo codificado con la otra. Por ejemplo, supongamos que A quiere enviar datos encriptados a B. Para ello, hay dos posibilidades:
 - A toma la clave pública de B, codifica con ella los datos y se los envía. Luego B utiliza su clave privada (que sólo él conoce) para desencriptar los datos.
 - A toma su clave privada, codifica los datos y se los envía a B, que toma la clave pública de A para descodificarlos. Con esto, B sabe que A es el remitente de los datos.

El encriptado con clave pública se basa normalmente en el algoritmo RSA, que emplea números primos grandes para obtener un par de claves asimétricas. Las claves pueden darse con varias longitudes; así, son comunes claves de 1024 o 2048 bits.

- **Certificados digitales:** Lógicamente, no es práctico teclear las claves del sistema de clave pública, pues son muy largas. Lo que se hace en su lugar es almacenar estas claves en disco en forma de **certificados digitales**. Estos certificados pueden cargarse por muchas aplicaciones (servidores web, navegadores, gestores de correo, etc).

Notar que con este sistema se garantiza la **confidencialidad** (porque los datos van encriptados), y la **integridad** (porque si los datos se desencriptan bien, indica que son correctos). Sin embargo, no proporciona **autenticación** (B no sabe que los datos se los ha enviado A), a menos que A utilice su clave privada para encriptar los datos, y luego B

utilice la clave pública de A para descifrarlos. Así, B descodifica primero el mensaje con su clave privada, y luego con la pública de A. Si el proceso tiene éxito, los datos se sabe que han sido enviados por A, porque sólo A conoce su clave privada.

- **SSL:** SSL (*Secure Socket Layer*) es una capa situada entre el protocolo a nivel de aplicación (HTTP, en este caso) y el protocolo a nivel de transporte (TCP/IP). Se encarga de gestionar la seguridad mediante criptografía de clave pública que encripta la comunicación entre cliente y servidor. La versión 2.0 de SSL (la primera mundialmente aceptada), proporciona autenticación en la parte del servidor, confidencialidad e integridad. Funciona como sigue:
 - Un cliente se conecta a un lugar seguro utilizando el protocolo HTTPS (HTTP + SSL). Podemos detectar estos sitios porque las URLs comienzan con `https://`
 - El servidor envía su clave pública al cliente.
 - El navegador comprueba si la clave está firmada por un certificado de confianza. Si no es así, pregunta al cliente si quiere confiar en la clave proporcionada.

SSL 3.0 proporciona también soporte para certificados y autenticación del cliente. Funcionan de la misma forma que los explicados para el servidor, pero residiendo en el cliente.

2. Introducción al servidor web Tomcat

2.1. Qué es Tomcat

Tomcat es un servidor HTTP especializado en servlets y JSP. Realizado por el equipo de desarrollo del servidor Apache, es un servidor *open source* y de libre distribución. Se puede encontrar información detallada sobre Tomcat, Apache, y todo el llamado "proyecto Jakarta" en <http://jakarta.apache.org>

La versión actual de Tomcat en el momento de imprimir estos apuntes es la 5.5.x. Tomcat 5 implementa la especificación de servlets versión 2.4 y de JSP versión 2.0. En concreto, Tomcat 5.5 se apoya en Java 1.5 también para funcionar.

2.2. Instalación de Tomcat

Para poder instalar Tomcat tenemos que tener instalada previamente la versión 1.5.x de JDK. Una vez hecho esto, deberemos tener una variable de entorno `JAVA_HOME` que apunte al directorio donde se ha instalado JDK (algunas versiones de Tomcat ya la establecen automáticamente).

Una vez tengamos JDK instalado, ya podemos instalar Tomcat:

- Para **Windows**, se tiene un programa autoinstalable, que al ejecutarlo pide dónde queremos instalar Tomcat.
- Para **Unix**, si se dispone de una distribución binaria, se debe descomprimir en el directorio donde queramos que esté Tomcat.

Tomcat necesita además otra variable de entorno, llamada `CATALINA_HOME`, que apunte al directorio donde está instalado Tomcat. Si no se autoestablece deberemos asignarla nosotros.

2.3. Ejecución de Tomcat

Una vez tenemos instalado Tomcat, la ejecución del mismo difiere si estamos en Windows o en Linux.

Para **Windows**, en el botón de *Inicio*, en *Programas*, tendremos creada una carpeta *Apache Tomcat 5.5*, y dentro de ella una opción *Monitor Tomcat*. Al ejecutarla, nos aparecerá un icono en la barra inferior, junto al reloj, mediante el que podremos parar y arrancar el servidor, con el botón derecho. También tenemos una opción en ese menú que es *Configure Tomcat*, que nos servirá para configurar alguna de las opciones de Tomcat que veremos más adelante.

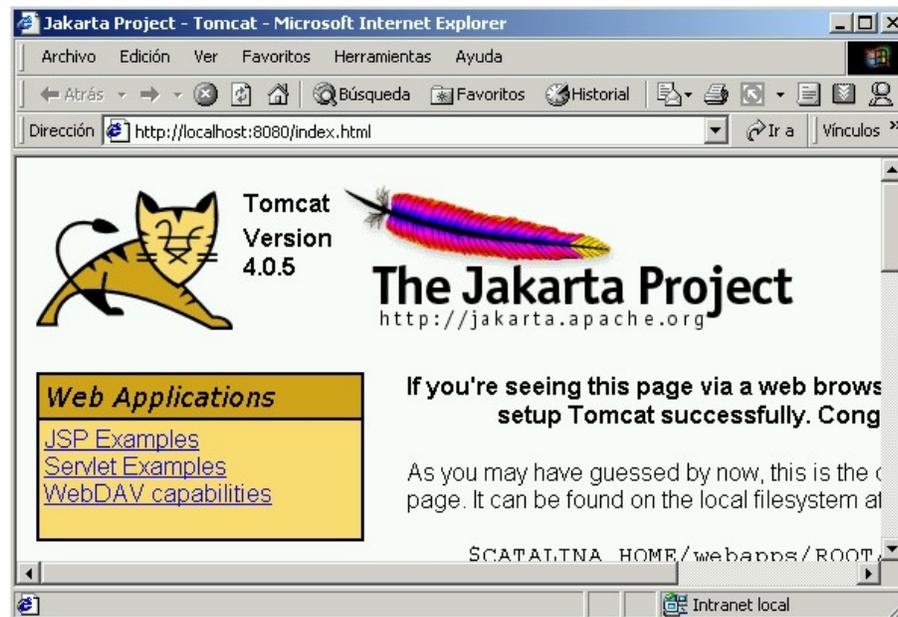
Para **Linux**, dentro del subdirectorio `bin` donde hayamos instalado Tomcat tenemos, entre otros, dos ejecutables (ficheros `.sh`):

- **startup**: al ejecutar este comando se **arranca el servidor**.
- **shutdown**: al ejecutar este comando se **detiene el servidor**.

Una vez tengamos el servidor arrancado podemos probarlo con la dirección raíz:

```
http://localhost:8080/
```

Que debería mostrar una página como:



Página de inicio de Tomcat

NOTA: las pruebas que hagamos, generalmente las haremos sobre nuestra propia máquina, con lo que las direcciones que tecleemos tendrán la forma:

`http://localhost:8080/...`

donde luego la dirección `localhost` y el puerto `8080` se sustituyen en la realidad por la dirección donde coloquemos el servidor y el puerto por el que establezcamos que atienda peticiones.

2.4. Estructura física y lógica de Tomcat

Estructura física

La distribución de Tomcat está dividida en los siguientes directorios:

- `bin`: ejecutables y scripts para arrancar y parar Tomcat.
- `common`: clases y librerías compartidas entre Tomcat y las aplicaciones web. Las clases se deben colocar en `common/classes`, mientras que las librerías en formato JAR se deben poner en `common/lib`.
- `conf`: ficheros de configuración.
- `logs`: directorio donde se guardan por defecto los logs.
- `server`: las clases que componen Tomcat.
- `shared`: clases compartidas por todas las aplicaciones web.

- `webapps`: directorio usado por defecto como raíz donde se colocan todas las aplicaciones web.
- `work` y `temp`: directorios para almacenar información temporal

Los logs del servidor

Además del *log* de accesos, en Tomcat podemos tener otros ficheros de *log* cuya finalidad primordial es registrar eventos del servidor y de las aplicaciones para poder realizar una depuración en caso de que se produzca algún error.

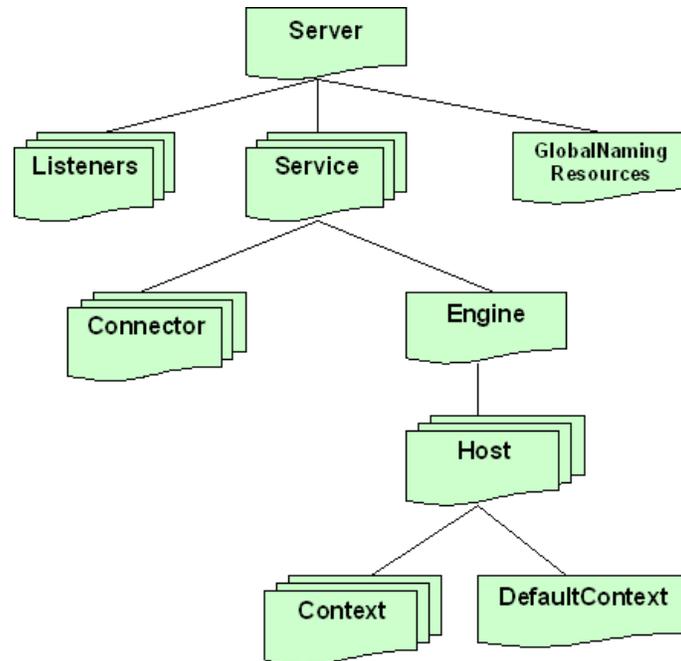
Estos ficheros se encuentran dentro de la carpeta `logs`. Algunos ya vienen por defecto. Dependiendo de la versión de Tomcat, podemos encontrarnos uno o varios de los siguientes:

- `catalina.aaaa-mm-dd.log`: *logger* global definido al nivel del engine.
- `localhost.aaaa-mm-dd.log`: *logger* global a todas las aplicaciones del host `localhost`.
- `manager.aaaa-mm-dd.log`: *logger* que utiliza el manager de Tomcat.
- `admin.aaaa-mm-dd.log`: *logger* que utiliza la aplicación de administración.

En estos ficheros podremos encontrar mensajes sobre el funcionamiento general y errores generales del servidor Tomcat.

Estructura lógica: módulos

Tomcat está compuesto por una serie de módulos cuyo comportamiento es altamente configurable. Incluso se pueden cambiar las clases que utiliza Tomcat por clases propias modificando el fichero `server.xml`. La estructura general de dichos módulos se muestra en la siguiente figura.



Cada módulo viene representado por su correspondiente etiqueta en el fichero `server.xml`.

- **Server:** es el propio Tomcat. Solo existe una instancia de este componente, que a su vez contiene a todos los demás elementos y subelementos.
- **Listener:** monitoriza la creación y eliminación de contenedores web
- **GlobalNamingResources:** sirve para definir mapeados de JNDI globales a todas las aplicaciones. Por ejemplo, para definir métodos de conexión a bases de datos.
- **Service:** un objeto de este tipo representa el sistema formado por un conjunto de conectores (`connector`) que reciben las peticiones de los clientes y las pasan a un `engine`, que las procesa. Por defecto viene definido el servicio llamado `Tomcat-Standalone`.
- **Connector:** acepta ciertos tipos de peticiones para pasarlas al `engine`. Por defecto, Tomcat incorpora un conector HTTP/1.1 (sin SSL) por el puerto 8080, y otro para comunicación con otros servidores (como Apache). Para cambiar el puerto por el que Tomcat acepta las peticiones HTTP basta con cambiar el atributo `port` de dicho `connector`.
- **Engine:** representa al contenedor web.
- **Host:** representa un host (o un host virtual). Mediante `appBase` se especifica el directorio de donde "colgarán" las aplicaciones web (por defecto `webapps`)
- **Context:** representa una aplicación web. Veremos de manera más detallada su

configuración.

- **DefaultContext:** se aplica por defecto a aquellas aplicaciones que no tienen `context` propio.

Hay una serie de elementos que se pueden definir a varios niveles, de modo que por ejemplo pueden afectar a todo el servidor o solo a una aplicación web:

- **Valve:** es un componente que puede "filtrar" las peticiones.
- **Logger:** define el funcionamiento de los *logs* para depuración de errores (no los *logs* de acceso, que se definen mediante un `valve`).
- **Realm:** define un conjunto de usuarios con permisos de acceso a un determinado contexto.
- **Manager:** implementa el manejo de sesiones HTTP. Se puede configurar para que las sesiones se almacenen de manera permanente cuando se apaga el servidor.
- **Loader:** cargador de clases para una aplicación web. Es raro usar uno distinto al que viene por defecto.

3. Introducción a las aplicaciones web

3.1. Qué es una aplicación web

Una aplicación web es una aplicación a la que accedemos mediante protocolo HTTP utilizando un navegador web. Hemos visto el protocolo HTTP, pero no cómo utilizarlo para implementar una aplicación.

Aplicaciones en el lado del servidor

En el lado del servidor, tenemos que conseguir que nuestro servidor HTTP sea capaz de ejecutar programas de aplicación que recojan los parámetros de peticiones del cliente, los procesen y devuelvan al servidor un documento que éste pasará a su vez al cliente.

Así, para el cliente el servidor no habrá hecho nada distinto a lo estipulado en el protocolo HTTP, pero el servidor podrá valerse de herramientas externas para procesar y servir la petición solicitada, pudiendo así no limitarse a servir páginas estáticas, sino utilizar otras aplicaciones (servlets, JSP, PHP, etc) para servir documentos con contenido dinámico.

Los programas de aplicación son típicamente programas que realizan consultas a bases de datos, procesan la información resultante y devuelven la salida al servidor, entre otras tareas.

Vamos a centrarnos en las aplicaciones web J2EE, en las que los componentes dinámicos que recibirán las peticiones HTTP en el servidor serán los servlets y JSPs. Estos componentes podrán analizar esta petición y utilizar otros componentes Java para realizar las acciones

necesarias (beans, EJBs, etc).

Aplicaciones en el lado del cliente

Se tienen muchas tecnologías relacionadas con extensiones del lado del cliente (entendiendo cliente como un navegador que interpreta código HTML). El código HTML es un código estático que sólo permite formatear la apariencia de una página y definir enlaces a otras páginas o URLs. Esto no es suficiente si queremos que el navegador realice funciones más complicadas: validar entradas de formularios, mostrar la evolución del precio de unas acciones, etc.

Para ampliar las funcionalidades del navegador (respetando el protocolo HTTP), se utilizan tecnologías como JavaScript, Applets, Flash, etc. Estas se basan en hacer que el navegador ejecute código que le pasa el servidor, bien embebido en documentos HTML (como es el caso de JavaScript), o bien mediante ficheros compilados multiplataforma (como es el caso de los Applets Java o los ficheros Flash).

3.2. Estructura de una aplicación web

Una aplicación web J2EE que utilice servlets o páginas JSP debe tener una estructura de ficheros y directorios determinada:

- En el directorio raíz de la aplicación se colocan las páginas HTML o JSP (podemos dividirlos también en directorios si queremos)
- Colgando del directorio inicial de la aplicación, se tiene un directorio **WEB-INF**, que contiene la información Web relevante para la aplicación. Esta información se divide en:
 - Fichero **descriptor de despliegue** de la aplicación: es el fichero descriptor de la aplicación web. Es un fichero XML (llamado `web.xml`) que contiene información genérica sobre la aplicación. Lo veremos con más detalle más adelante
 - Subdirectorio **classes**: en él irán todas las clases Java utilizadas en la aplicación (ficheros `.class`), es decir, clases externas a la API de Java que se utilicen en las páginas JSP, servlets, etc. Las clases deberán mantener la estructura de paquetes, es decir, si queremos colocar la clase `paquete1.subpaquete1.MiClase` dentro de `classes`, se quedará almacenada en el directorio `classes/paquete1/subpaquete1/MiClase`.
 - Subdirectorio **lib**: aquí colocaremos las clases Java que estén empaquetadas en ficheros JAR (es decir, colocaremos los ficheros JAR de nuestra aplicación Web, y las librerías ajenas a la API de JDK o de servlets y JSP que se necesiten)
- El resto de elementos de la aplicación (imágenes, etc), podemos estructurarlos como nos convenga.

Notar que se separan los ficheros `.class` de los ficheros JAR, colocando los primeros en el directorio `classes` y los segundos en `lib`.

Esta estructura estará contenida dentro de algún directorio, que será el directorio correspondiente a la aplicación Web, y que podremos, si lo hacemos convenientemente, copiar en el servidor que nos convenga. Es decir, cualquier servidor Web J2EE soporta esta estructura en una aplicación Web, sólo tendremos que copiarla en el directorio adecuado de cada servidor.

Cada aplicación web J2EE es un contexto, una unidad que comprende un conjunto de recursos, clases Java y su configuración. Cuando hablemos de contexto, nos estaremos refiriendo a la aplicación web en conjunto. Por ello utilizaremos indistintamente los términos aplicación web y contexto.

Rutas relativas al contexto

Cada contexto (aplicación web) instalado en el servidor tendrá asociado una ruta para acceder a él desde la web. Por ejemplo, podemos asociar nuestro contexto la ruta `/aplic`, de forma que accediendo a la siguiente URL:

```
http://localhost:8080/aplic/index.htm
```

Estaremos leyendo el recurso `/index.htm` de nuestro contexto.

Supongamos que tenemos alguna imagen o recurso al que queremos acceder desde otro, en nuestra aplicación Web. Por ejemplo, supongamos que colgando del directorio raíz de la aplicación tenemos la imagen `miImagen.jpg` dentro de la carpeta `imagenes` (es decir, `imagenes/miImagen.jpg`).

Podemos acceder a esta imagen de varias formas, aunque a veces podemos tener problemas con alguna, porque luego el contenedor Web tome la ruta relativa al lugar desde donde queremos cargar la imagen (o recurso, en general). Este problema lo podemos tener accediendo a elementos desde servlets, sobre todo.

Una solución para evitar esto es acceder a todos los elementos de la aplicación a partir de la ruta del contexto. Por ejemplo, si nuestro contexto tiene la ruta `/aplic` asociada, para acceder a la imagen desde una página HTML, pondríamos:

```

```

3.3. Ficheros WAR

Una forma de distribuir aplicaciones Web es empaquetar toda la aplicación (a partir de su directorio inicial) dentro de un fichero WAR (de forma parecida a como se hace con un TAR o un JAR), y distribuir dicho fichero. Podemos crear un fichero WAR de la misma forma que

creamos un JAR, utilizando la herramienta JAR.

Estos ficheros WAR son un estándar de J2EE, por lo que podremos utilizarlos en los diferentes servidores de aplicaciones J2EE existentes.

Por ejemplo, si tenemos en el directorio `C:/web/ejemplo` los siguientes ficheros:

```
C:/web/ejemplo/
    index.html
    WEB-INF/
        web.xml
        classes/
            ClaseServlet.class
```

Para crear la aplicación WAR se siguen los pasos:

- Crear el WAR colocándonos en dicho directorio `C:/web/ejemplo` y escribiendo:

```
jar cMvf ejemplo.war *
```

Las opciones `c`, `v` y `f` son para crear el WAR como un JAR comprimido normal. La opción `M` (mayúscula) es para que no se añada el fichero `MANIFEST`.

También es **IMPORTANTE** destacar que no debe haber subdirectorios desde la raíz de la aplicación, es decir, la estructura del fichero WAR debe ser:

```
index.html
WEB-INF/
    web.xml
    classes/
        ClaseServlet.class
```

sin ningún subdirectorio previo (ni `ejemplo/` ni `web/ejemplo/` ni nada por el estilo).

- Copiar el fichero WAR al servidor web para poner en marcha la aplicación.

