

Introducción a los Servicios Web.

Invocación de servicios web SOAP.

Índice

1 ¿Qué es un Servicio Web?	2
2 Características de los Servicios Web	3
3 Tipos de servicios Web	3
4 Arquitectura de los Servicios Web	4
5 Servicios Web SOAP y Java EE	5
6 Tecnologías básicas para Servicios Web	7
6.1 SOAP	7
6.2 WSDL	9
6.3 UDDI	13
7 Interoperabilidad de los WS: Metro y JAX-WS	14
8 Los servicios Web desde la vista del Cliente	15
9 Ficheros WSDL y de esquema con Netbeans	16
10 Tipos de acceso para invocar servicios Web JAX-WS	23
11 Invocación de servicios web JAX-WS con JDK 1.6	24
12 Invocación de servicios web JAX-WS desde una clase Java con Maven	25
13 Invocación de servicios web JAX-WS desde una aplicación Web con Maven	31
14 Invocación de servicios web con Netbeans	37
15 Gestor de servicios web de Netbeans	41
16 Interfaz de invocación dinámica (DII)	43
16.1 A partir de un documento WSDL	44
16.2 Sin un documento WSDL	45

El diseño del software tiende a ser cada vez más modular. Las aplicaciones se componen de una serie de componentes (servicios) reutilizables, que pueden encontrarse distribuidos a lo largo de una serie de máquinas conectadas en red.

Los Servicios Web nos permitirán distribuir nuestra aplicación a través de Internet, pudiendo una aplicación utilizar los servicios ofrecidos por cualquier servidor conectado a Internet. La cuestión clave cuando hablamos de servicios Web es la interoperabilidad entre las aplicaciones.

1. ¿Qué es un Servicio Web?

Un Servicio Web es un componente al que podemos acceder mediante protocolos Web estándar, utilizando XML para el intercambio de información.

Normalmente nos referimos con Servicio Web a una colección de procedimientos (métodos) a los que podemos llamar desde cualquier lugar de Internet o de nuestra intranet, siendo este mecanismo de invocación totalmente independiente de la plataforma que utilicemos y del lenguaje de programación en el que se haya implementado internamente el servicio.

Cuando conectamos con un servidor web desde nuestro navegador, el servidor nos devuelve la página web solicitada, que es un documento que se mostrará en el navegador para que lo visualice el usuario, pero es difícilmente entendible por una máquina. Podemos ver esto como web para humanos. En contraposición, los Servicios Web ofrecen información con un formato estándar que puede ser entendido fácilmente por una aplicación. En este caso estaríamos ante una web para máquinas.

Los servicios Web son componentes de aplicaciones distribuidas que están disponibles de forma externa. Se pueden utilizar para integrar aplicaciones escritas en diferentes lenguajes y que se ejecutan en plataformas diferentes. Los servicios Web son independientes de lenguaje y de la plataforma gracias a que los vendedores han admitido estándares comunes de Servicios Web.

El WC3 (*World Wide Web Consortium*) define un servicio Web como un sistema software diseñado para soportar interacciones máquina a máquina a través de la red. Dicho de otro modo, los servicios Web proporcionan una forma estandar de interoperar entre aplicaciones software que se ejecutan en diferentes plataformas. Por lo tanto, su principal característica su gran **interoperabilidad** y extensibilidad así como por proporcionar información fácilmente procesable por las máquinas gracias al uso de XML. Los servicios Web pueden combinarse con muy bajo acoplamiento para conseguir la realización de operaciones complejas. De esta forma, las aplicaciones que proporcionan servicios simples pueden interactuar con otras para "entregar" servicios sofisticados añadidos.

Historia de los servicios Web

Los servicios Web fueron "inventados" para solucionar el problema de la **interoperabilidad** entre las aplicaciones. Al principio de los 90, con el desarrollo de Internet/LAN/WAN, apareció el gran problema de integrar aplicaciones diferentes. Una aplicación podía haber sido desarrollada en C++ o Java, y ejecutarse bajo Unix, un PC, o un computador *mainframe*. No había una forma fácil de intercomunicar dichas aplicaciones. Fué el desarrollo de XML el que hizo posible compartir datos entre aplicaciones con diferentes plataformas hardware a través de la red, o incluso a través de Internet. La razón de que se llamasen servicios Web es que fueron diseñados para residir en un servidor Web, y ser llamados a través de Internet, típicamente via protocolos HTTP, o HTTPS. De esta forma se asegura que un servicio puede ser llamado por cualquier aplicación, usando cualquier lenguaje de programación, y bajo cualquier sistema operativo, siempre y cuándo, por supuesto, la conexión a Internet esté activa, y tenga un puerto abierto HTTP/HTTPS, lo cual es cierto para casi cualquier computador que disponga de acceso a Internet.

2. Características de los Servicios Web

Las características deseables de un Servicio Web son:

- Un servicio debe poder ser **accesible a través de la Web**. Para ello debe utilizar protocolos de transporte estándares como HTTP, y codificar los mensajes en un lenguaje estándar que pueda conocer cualquier cliente que quiera utilizar el servicio.
- Un servicio debe contener una **descripción de sí mismo**. De esta forma, una aplicación podrá saber cuál es la función de un determinado Servicio Web, y cuál es su interfaz, de manera que pueda ser utilizado de forma automática por cualquier aplicación, sin la intervención del usuario.
- Debe poder **ser localizado**. Deberemos tener algún mecanismo que nos permita encontrar un Servicio Web que realice una determinada función. De esta forma tendremos la posibilidad de que una aplicación localice el servicio que necesite de forma automática, sin tener que conocerlo previamente el usuario.

3. Tipos de servicios Web

A nivel conceptual, un servicio es un componente software proporcionado a través de un *endpoint* accesible a través de la red. Los servicios productores y consumidores utilizan mensajes para intercambiar información de invocaciones de petición y respuesta en forma de documentos auto-contenidos que hacen muy pocas asunciones sobre las capacidades tecnológicas de cada uno de los receptores.

Definición de endpoint

Los servicios pueden interconectarse a través de la red. En una arquitectura orientada a servicios, cualquier interacción punto a punto implica dos *endpoints*: uno que proporciona un servicio, y otro de lo consume. Es decir, que un *endpoint* es cada uno de los "elementos", en nuestro caso nos referimos a servicios, que se sitúan en ambos "extremos" de la red que sirve de canal de comunicación entre ellos. Cuando hablamos de servicios Web, un *endpoint* se especifica mediante una URI.

A nivel técnico, los servicios pueden implementarse de varias formas. En este sentido, podemos distinguir dos tipos de servicios Web: los denominados servicios Web "grandes" ("*big*" *Web Services*), los llamaremos servicios Web SOAP, y servicios Web RESTful.

Servicios Web SOAP

Los servicios Web SOAP, o servicios Web "*big*", utilizan mensajes XML para comunicarse que siguen el estándar SOAP (*Simple Object Access Protocol*), un lenguaje XML que define la arquitectura y formato de los mensajes. Dichos sistemas normalmente contienen una descripción legible por la máquina de la descripción de las operaciones ofrecidas por el servicio, escrita en WSDL (*Web Services Description Language*), que es un lenguaje basado en XML para definir las interfaces sintácticamente.

El formato de mensaje SOAP y el lenguaje de definición de interfaces WSDL se ha extendido bastante, y muchas herramientas de desarrollo, por ejemplo Netbeans, pueden reducir la complejidad de desarrollar aplicaciones de servicios Web.

El diseño de un servicio basado en SOAP debe establecer un contrato formal para describir la interfaz que ofrece el servicio Web. WSDL puede utilizarse para describir los detalles del contrato, que pueden incluir mensajes, operaciones, *bindings*, y la localización del servicio Web. También deben tenerse en cuenta los requerimientos no funcionales, como por ejemplo las transacciones, necesidad de mantener el estado (*addressing*), seguridad y coordinación

En este módulo vamos a hablar únicamente en los Servicios Web SOAP.

Servicios Web RESTful

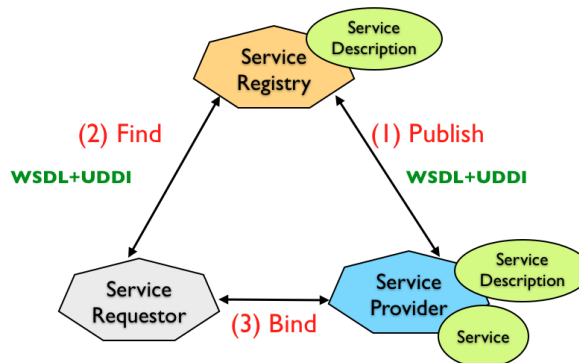
Los servicios Web RESTful (*Representational State Transfer Web Services*) son adecuados para escenarios de integración básicos *ad-hoc*. Dichos servicios Web se suelen integrar mejor con HTTP que los servicios basado en SOAP, ya que no requieren mensajes XML o definiciones del servicio en forma de fichero WSDL

Los servicios Web REST utilizan estándares muy conocidos como HTTP, SML, URI, MIME, y tienen una infraestructura "ligera" que permite que los servicios se construyan utilizando herramientas de forma mínima. Gracias a ello, el desarrollo de servicios RESTful es barato y tiene muy pocas "barreras" para su adopción.

4. Arquitectura de los Servicios Web

Los servicios Web presentan una arquitectura orientada a servicios que permite crear una definición abstracta de un servicio, proporcionar una implementación concreta de dicho servicio, publicar y localizar un servicio, seleccionar un instancia de un servicio, y utilizar dicho servicio con una elevada interoperabilidad. Es posible desacoplar la implementación del servicio Web y su uso por parte de un cliente. También es posible desacoplar la implementación del servicio y de cliente. Las implementaciones concretas

del servicio pueden desacoplarse a nivel de lógica y transporte. La siguiente figura muestra el diagrama de una arquitectura orientada a servicios.



Arquitectura orientada a Servicios

El proveedor del servicio define la descripción abstracta de dicho servicio utilizando un lenguaje de descripción de Servicios Web (WSDL: *Web Services Description Language*). A continuación se crea un Servicio concreto a partir de la descripción abstracta del servicio, produciendo así una descripción concreta del servicio en WSDL. Dicha descripción concreta puede entonces publicarse en un servicio de registro como por ejemplo UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*). Un cliente de un servicio puede utilizar un servicio de registro para localizar una descripción de un servicio, a partir de la cual podrá seleccionar y utilizar una implementación concreta de dicho servicio.

La descripción abstracta se define en un documento WSDL como un **PortType**. Una instancia concreta de un Servicio se define mediante un elemento **port** de un WSDL (consistente a su vez en una combinación de un PortType, un *binding* de codificación y transporte, más una dirección). Un conjunto de **ports** definen un elemento **service** de un WSDL.

5. Servicios Web SOAP y Java EE

Como ya se ha dicho, en este módulo vamos a centrarnos en los servicios Web SOAP. Aunque no existe una definición comúnmente aceptada para este tipo de servicios, utilizaremos la siguiente extraída de la especificación JSR-109 (*Implementing Web Services*), que define el modelo de programación y arquitectura del soporte de ejecución (*run-time*) para implementar servicios Web en Java.

Definición de Servicio Web:

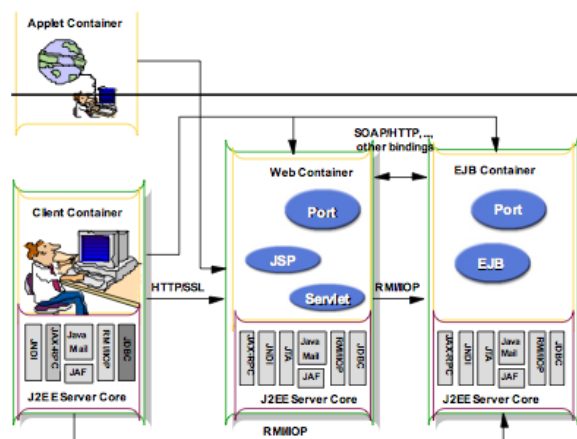
Un servicio Web es un componente con las siguientes características:

- Implementa los métodos de una interfaz descrita mediante un WSDL. Dichos métodos se implementan utilizando un EJB de sesión de tipo *Stateless/Singleton* o bien un

componente web JAX-WS

- Un servicio Web puede tener publicada su interfaz en uno o más "registros" durante su despliegue
- La implementación de un Servicio Web, la cual utiliza solamente la funcionalidad descrita por su especificación, puede desplegarse en cualquier servidor de aplicaciones que cumple con las especificaciones Java EE
- Los servicios requeridos en tiempo de ejecución (*run-time*), tales como atributos de seguridad, se separan de la implementación del servicio. Se utilizarán herramientas adicionales que pueden definir dichos requerimientos durante el ensamblado o despliegue
- Un contenedor actúa como mediador para acceder al servicio

La especificación de Java EE para servicios Web define una serie de relaciones arquitectónicas requeridas para dichos servicios, que mostramos en la siguiente figura. Se trata de **relaciones lógicas** que no imponen requerimiento alguno para el proveedor del contenedor sobre cómo estructurar los contenedores y los procesos. Como añadido para la plataforma Java EE se incluye un componente **port** que depende de la funcionalidad de contenedor proporcionada por los contenedores web y EJB, y del transporte SOAP/HTTP.



Arquitectura Java EE

Los servicios Web para Java EE requieren que un componente **Port** pueda ser referenciado desde un cliente, así como desde los contenedores web y EJB. No se requiere que haya un *Port* accesible desde un contenedor de *applets*.

Los servicios Web para Java EE pueden implementarse de dos formas: como una clase Java que se ejecuta en un contenedor Web (según el modelo de programación definido en JAX-WS, y que veremos más adelante), o como un EJB de sesión *stateless* o *singleton* en un contenedor EJB.

El contenedor del servicio Web debe proporcionar la gestión del ciclo de vida de la implementación del servicio, además de proporcionar soporte adicional para la gestión de

conurrencia de la invocación de los métodos del servicio, y soporte para la seguridad.

6. Tecnologías básicas para Servicios Web

Tenemos una serie de tecnologías, todas ellas basadas en XML, que son fundamentales para el desarrollo de Servicios Web. Estas tecnologías son independientes tanto del SO como del lenguaje de programación utilizado para implementar dichos servicios. Por lo tanto, serán utilizadas para cualquier Servicio Web, independientemente de la plataforma sobre la que construyamos dichos servicios (como puede ser J2EE o .NET).

Los protocolos utilizados en los Servicios Web se organizan en una serie de capas:

Capa	Descripción
<i>Transporte de servicios</i>	Es la capa que se encarga de transportar los mensajes entre aplicaciones. Normalmente se utiliza el protocolo HTTP para este transporte, aunque los servicios web pueden viajar mediante otros protocolos de transferencia de hipertexto como SMTP, FTP o BEEP.
<i>Mensajería XML</i>	Es la capa responsable de codificar los mensajes en XML de forma que puedan ser entendidos por cualquier aplicación. Puede implementar los protocolos XML-RPC o SOAP .
<i>Descripción de servicios</i>	Se encarga de definir la interfaz pública de un determinado servicio. Esta definición se realiza mediante WSDL .
<i>Localización de servicios</i>	Se encarga del registro centralizado de servicios, permitiendo que estos sean anunciados y localizados. Para ello se utiliza el protocolo UDDI .

A continuación vamos a hablar con un poco más de detalle sobre las tecnologías de mensajería, descripción de servicios y localización. Más concretamente nos referimos a SOAP, WSDL y UDDI.

6.1. SOAP

Se trata de un protocolo derivado de XML que nos sirve para intercambiar información entre aplicaciones.

Normalmente utilizaremos SOAP para conectarnos a un servicio e invocar métodos remotos, aunque puede ser utilizado de forma más genérica para enviar cualquier tipo de contenido. Podemos distinguir dos tipos de mensajes según su contenido:

- **Mensajes orientados al documento:** Contienen cualquier tipo de contenido que queramos enviar entre aplicaciones.
- **Mensajes orientados a RPC:** Este tipo de mensajes servirá para invocar procedimientos de forma remota (*Remote Procedure Calls*). Podemos verlo como un

tipo más concreto dentro del tipo anterior, ya que en este caso como contenido del mensaje especificaremos el método que queremos invocar junto a los parámetros que le pasamos, y el servidor nos deberá devolver como respuesta un mensaje SOAP con el resultado de invocar el método.

Puede ser utilizado sobre varios protocolos de transporte, aunque está especialmente diseñado para trabajar sobre HTTP.

Dentro del mensaje SOAP podemos distinguir los siguientes elementos:



Elementos de un mensaje SOAP

- Un sobre (*Envelope*), que describe el mensaje, a quien va dirigido, y cómo debe ser procesado. El sobre incluye las definiciones de tipos que se usarán en el documento. Contiene una cabecera de forma opcional, y el cuerpo del mensaje.
- Una cabecera (*Header*) opcional, donde podemos incluir información sobre el mensaje. Por ejemplo, podemos especificar si el mensaje es obligatorio (debe ser entendido de forma obligatoria por el destinatario), e indicar los actores (lugares por donde ha pasado el mensaje).
- El cuerpo del mensaje (*Body*), que contiene el mensaje en sí. En el caso de los mensajes RPC se define una convención sobre como debe ser este contenido, en el que se especificará el método al que se invoca y los valores que se pasan como parámetros. Puede contener un error de forma opcional.
- Un error (*Fault*) en el cuerpo del mensaje de forma opcional. Nos servirá para indicar en una respuesta SOAP que ha habido un error en el procesamiento del mensaje de petición que mandamos.

Hemos visto como los mensajes SOAP nos sirven para intercambiar cualquier documento XML entre aplicaciones. Pero puede ocurrir que necesitemos enviar en el mensaje datos que no son XML, como puede ser una imagen. En ese caso tendremos que recurrir a la especificación de mensajes SOAP con anexos.

Los mensajes SOAP con anexos añaden un elemento más al mensaje:



Elementos de un mensaje SOAP con Anexos

- El anexo (Attachment), puede contener cualquier tipo de contenido (incluido el XML). De esta forma podremos enviar cualquier tipo de contenido junto a un mensaje SOAP.

Nuestro mensaje podrá contener tantos anexos como queramos.

Un ejemplo de mensaje SOAP es el siguiente:

```
<SOAP-ENV:Envelope
  xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
  SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
  <SOAP-ENV:Body>
    <ns:getTemperatura xmlns:ns="http://j2ee.ua.es/ns">
      <area>Alicante</area>
    </ns:getTemperatura>
  </SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

En él estamos llamando a nuestro método `getTemperatura` para obtener información meteorológica, proporcionando como parámetro el área de la que queremos obtener la temperatura.

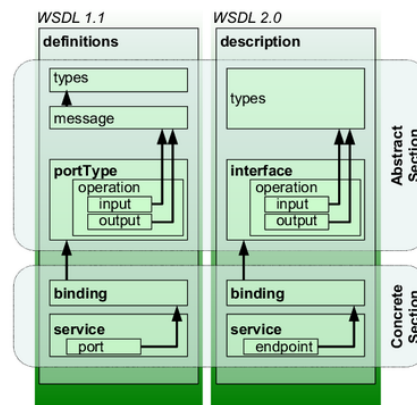
Podemos encontrar la especificación de SOAP y SOAP con anexos publicada en la página del W3C, en las direcciones <http://www.w3.org/TR/SOAP/> y <http://www.w3.org/TR/SOAP-attachments> respectivamente.

6.2. WSDL

WSDL (Web Services Description Language) es un lenguaje basado en XML utilizado para describir la funcionalidad que proporciona un servicio Web. Una descripción WSDL (fichero WSDL) de un servicio web proporciona una descripción entendible por la máquina (*machine readable*) de la interfaz del servicio Web, indicando cómo se debe llamar al servicio, qué parámetros espera, y qué estructuras de datos devuelve.

La versión actual de WSDL es la 2.0, en la que se ha cambiado el significado de la **D** por

Definition. La nueva versión plantea cambios de nomenclatura y estructura del fichero xml que contiene la descripción del servicio. En este módulo vamos a utilizar la versión anterior, la 1.1, puesto que es la que está soportada actualmente por Netbeans, así como por BPEL, que estudiaremos más adelante. En la figura siguiente mostramos la estructura que siguen los ficheros WSDL en ambas versiones, en donde podemos observar el cambio de nomenclatura en la versión 2.0.



Estructura de un documento WSDL

WSDL describe un servicio utilizando varios elementos (etiquetas xml). Dichos elementos podemos clasificarlos como abstractos o concretos. La **parte WSDL abstracta** describe las operaciones y mensajes con detalle. En otras palabras, la parte abstracta de un WSDL especifica **QUÉ** hace el servicio:

- Qué operaciones están disponibles
- Qué entradas, salidas, y mensajes de error tienen las operaciones
- Cuáles son las definiciones de los tipos para los mensajes de entrada, salida y error

En el mundo Java, podemos pensar en la parte abstracta de un WSDL como en la definición de una interfaz o una clase abstracta, con la definición de sus métodos, pero no sus implementaciones. La parte abstracta de un WSDL contiene dos componentes principales:

- Las operaciones que forman la definición de la interfaz
- Los tipos de datos para los parámetros de entrada, salida y error, de las operaciones

La parte WSDL concreta describe el cómo y dónde del servicio:

- Cómo tiene que llamar un cliente al servicio
- Qué protocolo debería usar
- Dónde está disponible el servicio

En el mundo Java podemos pensar en la parte concreta de un WSDL como en la implementación de la parte abstracta, aunque en términos de servicios Web, solamente describe dónde se encuentra dicha implementación para utilizarse. La parte concreta de un WSDL contiene dos componentes principales:

- Información de *enlazado* (*binding*) sobre el protocolo a utilizar
- La dirección en donde localizar el servicio

Vamos a ver con un poco más de detalle los elementos WSDL (tanto la parte abstracta como la concreta):

- **definitions:** Es el elemento raíz y permite especificar el espacio de nombres del documento *target namespace*, el nombre, y otros prefijos utilizados en el documento WSDL. Un ejemplo de definición de prefijo es:
xmlns:wSDL="http://schemas.xmlsoap.org/wSDL/". Este prefijo especifica que todos los elementos dentro del documento de esquemas con el *target namespace* *"http://schemas.xmlsoap.org/wSDL/"* tendrán el prefijo *wSDL*.
- **types:** Se utiliza para definir los tipos de datos que se intercambiarán en el mensaje. Podemos definir dichos tipos directamente dentro de este elemento, o importar la definición de un fichero de esquema (fichero *xsd*). La definición de tipos puede verse como las definiciones Java de clase, con variables que pueden ser tipos primitivos o referencias a otras clases u objetos. Los tipos primitivos se definen en los espacios de nombres del *Schema* y normalmente nos referimos a ellos como *built-in types*. Éstos incluyen tipos simples tales como *string*, *int*, *double*,...
- **message:** Define los distintos mensajes que se intercambiarán durante el proceso de invocación del servicio. Se deberán definir los mensajes de entrada y salida para cada operación que ofrezca el servicio. Los mensajes muestran descripciones abstractas de los datos que se van a intercambiar.
- **portType:** Contiene una colección de una o más operaciones. Para cada operación indica cuáles son los mensajes de entrada y salida, utilizando para ello los mensajes definidos en el apartado anterior. Los *portTypes* son, por lo tanto, colecciones abstractas de operaciones soportadas por un servicio
- **binding:** Indica el protocolo de red y el formato de los datos para las operaciones de un *portType*. Los *bindings* son definiciones concretas de los *portTypes*. Un *portType* puede tener múltiples *bindings* asociados. El formato de datos utilizado para los mensajes de las operaciones del *portType* puede ser orientado al documento u orientado a RPC. Si es orientado al documento tanto el mensaje de entrada como el de salida contendrán un documento XML. Si es orientado a RPC el mensaje de entrada contendrá el método invocado y sus parámetros, y el de salida el resultado de invocar dicho método, siguiendo una estructura más restrictiva.
- **service:** Define el servicio como una colección de elementos *port* a los que se puede acceder. Un *port* se define asociando una dirección de red con un *binding*, de los definidos en el documento. Dicha dirección de red es la dirección (URL) donde el servicio actúa, y por lo tanto, será la dirección a la que las aplicaciones deberán conectarse para acceder al servicio.

Un documento WSDL de ejemplo es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<definitions targetNamespace="http://jaxwsHelloServer/"
name="HelloService">
  <types>
```

```

<xsd:schema>
<xsd:import namespace="http://jaxwsHelloServer/"
  schemaLocation=
    "http://localhost:8080/JAXWSHelloAppServer/jaxwsHello?xsd=1"/>
</xsd:schema>
</types>

<message name="sayHello">
  <part name="parameters" element="tns:sayHello"/>
</message>

<message name="sayHelloResponse">
  <part name="parameters" element="tns:sayHelloResponse"/>
</message>

<portType name="Hello">
  <operation name="sayHello">
    <input wsam:Action="http://jaxwsHelloServer/Hello/sayHelloRequest"
      message="tns:sayHello"/>
    <output wsam:Action=
      "http://jaxwsHelloServer/Hello/sayHelloResponse"
      message="tns:sayHelloResponse"/>
  </operation>
</portType>

<binding name="HelloPortBinding" type="tns:Hello">
  <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
    style="document"/>
  <operation name="sayHello">
    <soap:operation soapAction=""/>
    <input>
      <soap:body use="literal"/>
    </input>
    <output>
      <soap:body use="literal"/>
    </output>
  </operation>
</binding>

<service name="HelloService">
  <port name="HelloPort" binding="tns:HelloPortBinding">
    <soap:address location=
      "http://localhost:8080/JAXWSHelloAppServer/jaxwsHello"/>
  </port>
</service>
</definitions>

```

En este ejemplo se define un **servicio**, denominado `HelloService`. Dicho servicio está formado por el **port** `HelloPort`, al cual se accede con protocolo *http* (binding `transport=http`) y con mensajería *soap* con estilo *document* (binding `style=document`). Dicho **port** proporciona la operación (funcionalidad) `sayHello` (operation name= "sayHello"). Dicha operación utiliza la codificación *literal* en los mensajes de entrada y salida (body use= "literal"). Esto es lo que se conoce como operación de tipo **document/literal**.

El elemento `portType` define la operación `sayHello` a partir de los mensajes de entrada y salida que la componen.

En los elementos `message` vemos la descripción de los mensajes de entrada y salida de la operación `sayHello`. El mensaje de entrada contiene un dato de tipo `tns:sayHello`, y

el de salida es de tipo "tns:sayHelloResponse" (la cadena de saludo devuelta por el servicio). La definición de los tipos se encuentra en el fichero de esquema referenciado por la propiedad *schemaLocation* en una sub-etiqueta de <types>

Podemos encontrar la especificación de WSDL 1.1 publicada en la página del W3C, en la dirección <http://www.w3.org/TR/wsdl>.

6.3. UDDI

UDDI nos permite localizar Servicios Web. Para ello define la especificación para construir un directorio distribuido de Servicios Web, donde los datos se almacenan en XML. En este registro no sólo se almacena información sobre servicios, sino también sobre las organizaciones que los proporcionan, la categoría en la que se encuentran, y sus instrucciones de uso (normalmente WSDL). Tenemos por lo tanto 3 tipos de información relacionados entre sí:

- *Páginas blancas*: Datos de las organizaciones (dirección, información de contacto, etc).
- *Páginas amarillas*: Clasificación de las organizaciones (según tipo de industria, zona geográfica, etc).
- *Páginas verdes*: Información técnica sobre los servicios que se ofrecen. Aquí se dan las instrucciones para utilizar los servicios. Es recomendable que estas instrucciones se especifiquen de forma estándar mediante un documento WSDL.

Además, UDDI define una API para trabajar con dicho registro, que nos permitirá buscar datos almacenados en él, y publicar datos nuevos.

De esta forma, una aplicación podrá anunciar sus servicios en un registro UDDI, o bien localizar servicios que necesitemos mediante este registro.

Esta capacidad de localizar servicios en tiempo de ejecución, y de que una aplicación pueda saber cómo utilizarlo inmediatamente gracias a la descripción del servicio, nos permitirá realizar una integración débilmente acoplada de nuestra aplicación.

La interfaz de UDDI está basada en SOAP. Para acceder al registro se utilizarán mensajes SOAP, que son transportados mediante protocolo HTTP.

Podemos encontrar la especificación de UDDI, documentación, y más información en la dirección <http://uddi.xml.org/>.

Estos registros se utilizan normalmente de forma interna en organizaciones para tener un directorio organizado de servicios. Podemos encontrar varios registros proporcionados por diferentes proveedores. Destacamos **jUDDI**, un registro *open-source* de Apache. Este registro consiste en una aplicación web Java que puede instalarse en cualquier servidor con soporte para este tipo de aplicaciones, como puede ser Tomcat, y una base de datos, que podrá ser instalada en diferentes SGBD (MySQL, Postgres, Oracle, etc).

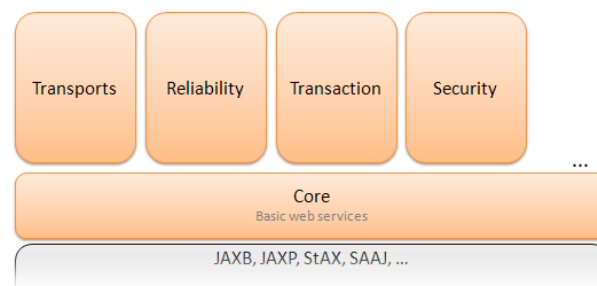
7. Interoperabilidad de los WS: Metro y JAX-WS

La interoperabilidad de los servicios Web constituye una iniciativa de Sun y Microsoft. El principal objetivo es proporcionar productos que sean capaces de interoperar a través de diferentes plataformas.

Metro (<http://metro.java.net>) es el producto resultante de la iniciativa de Sun para la interoperabilidad de los servicios Web utilizando la plataforma Java. De igual forma WCF (*Windows Communication Foundation*) es la aportación de Microsoft para la plataforma .NET.

Metro, por lo tanto, constituye la implementación por parte de Sun, de la pila (colección de tecnologías) de servicios Web (*web service stack*). La versión actual es la 2.1.1 y está formada por tres componentes principales, que podemos ver en la figura que se adjunta:

- Metro/WSIT 2.1.1: WSIT es un conjunto de tecnologías (Web Services Interoperable Technologies) que permiten la interoperabilidad con .NET. A nivel de transporte, Metro permite utilizar HTTP, MTOM, SOAP/TCP. También proporciona fiabilidad en el envío de mensajes (*Reliability*), implementando las especificaciones WS-ReliableMessaging. Asimismo Metro permite habilitar el uso de transacciones atómicas, para lo cual proporciona una implementación de las especificaciones WS-Coordination y WS-Atomic Transaction. La seguridad también está contemplada en Metro mediante la implementación de las especificaciones WS-Security y WS-Trust. Bootstrapping: WSDL; WS-Policy; WS-MetadataExchange
- JAX-WS RI 2.2.5: Es la implementación de referencia del estándar JAX-WS (especificación JSR 224: *Java API for XML-Based Web Services*). Proporciona las características básicas para la interoperabilidad de los servicios Web (*WS-I Basic Profile*: mensajería SOAP, WSDL, publicación de servicios en UDDI; *WS-I Attachment Profile*: utilización de SOAP con anexos; *WS-I Addressing*: utilización de espacios de nombres y ficheros de esquema)
- JAXB RI 2.2.4-1: Implementación de referencia del API para la capa de enlazado de datos (**JAXB**: *Java Architecture for XML binding*)



Componentes de Metro

Con JAX-WS, una invocación de una operación a un servicio web se representa con un

protocolo basado en XML, como por ejemplo SOAP. La especificación SOAP define la estructura del "envoltorio" (*envelope*) del mensaje, reglas de codificación, y convenciones para representar invocaciones y respuestas del servicio web. Estas llamadas y respuestas son transmitidas como mensajes SOAP (ficheros XML) a través de HTTP.

Si bien los mensajes SOAP son complejos, la API JAX-WS oculta esta complejidad al desarrollador de la aplicación. En la parte del servidor, el desarrollador especifica las operaciones del servicio web definiendo métodos en una interfaz escrita en lenguaje Java. El desarrollador también codifica una o más clases que implementan dichos métodos. Los programas cliente también son fáciles de codificar. Un cliente crea un *proxy* (un objeto local que representa el servicio) y a continuación simplemente invoca los métodos sobre el *proxy*. Con JAX-WS, el desarrollador no necesita generar o "parsear" mensajes SOAP. El *runtime* de JAX-WS convierte las llamadas y respuestas del API en y desde los mensajes SOAP.

La siguiente figura muestra la interacción entre un cliente y un servicio web a través de JAX-WS.



Comunicación entre un servicio Web y un cliente a través de JAX-WS

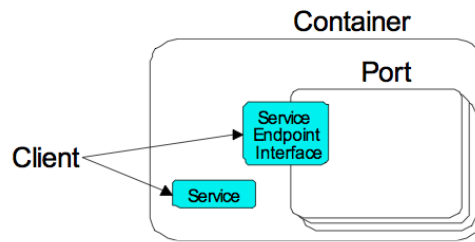
Metro (y consecuentemente, JAX-WS) está incluido en Glassfish 3.x por defecto, por lo que haremos uso de él para implementar nuestros Servicios Web y clientes correspondientes.

8. Los servicios Web desde la vista del Cliente

La vista del cliente de un servicio Web es bastante similar a la de un *Enterprise JavaBean*. Un cliente de un servicio Web puede ser otro servicio Web, un componente Java EE (componente web, componente EJB), incluyendo una aplicación cliente Java EE, o una aplicación Java arbitraria. Una aplicación no Java o un servicio Web para una aplicación no Java EE también podrían ser clientes de un Servicio Web, pero vamos a ceñirnos a la plataforma Java EE.

El cliente de un servicio Web puede ser remoto (no se requiere que resida en la misma máquina que el servicio Web) y se proporciona una total transparencia al respecto (el cliente no puede distinguir si está accediendo a un servidor local o remoto).

La siguiente figura ilustra la vista del cliente de un servicio Web, proporcionada por el proveedor del componente *Port* y el contenedor en el que éste reside. Además se incluye la clase/interfaz **Service** (**SI**: Service Interface), y la interfaz del *Endpoint* del servicio (**SEI**: Service Endpoint Interface).



Vista de un cliente de un servicio Web

La clase/interfaz **Service** (SI) define los métodos que un cliente puede utilizar para acceder a un **Port** de un servicio Web. Un cliente NO crea o destruye un Port. Utiliza la clase/interfaz Service para obtener el acceso a un Port. La clase/interfaz Service se define en la especificación JAX-WS, pero su comportamiento viene definido en el documento WSDL proporcionado por el proveedor del servicio Web. Las herramientas de despliegue del contenedor proporcionan una implementación de los métodos de la clase/interfaz Service generada por JAX-WS.

El cliente accede a una implementación de un servicio Web utilizando el SEI. Dicho SEI es especificado por el proveedor del servicio. Las herramientas del despliegue y el *run-time* del contenedor proporciona las clases en la parte del servidor que van a atender las peticiones SOAP sobre la implementación de dicho servicio de los métodos especificados en el SEI.

Un Port no tiene identidad para el cliente, que lo debe considerar como un objeto sin estado.

JAX-WS define un modelo de programación en el que se realiza un mapeado de un documento WSDL a Java. Dicho mapeado proporciona una factoría (*Service*) para seleccionar qué *Port* (agregado en el servicio) desea usar el cliente. Como veremos más adelante, la herramienta JAX-WS que proporciona las clases necesarias en la parte del cliente para poder acceder a un servicio web se denomina **wsimport**. En general, el transporte, codificación, y dirección del *Port* son transparentes para el cliente. El cliente solamente necesita realizar llamadas sobre la interfaz del *endpoint* del servicio (*Service Endpoint Interface*), utilizando el *PortType* correspondiente para acceder a dicho servicio.

En esta sesión vamos a explicar el modelo de programación del cliente de un servicio Web utilizando JAX-WS, pero antes vamos a ver cómo trabajar con ficheros wsdl y ficheros de esquema con Netbeans.

9. Ficheros WSDL y de esquema con Netbeans

Saber "leer" y/o crear un fichero WSDL es importante para trabajar con servicios Web SOAP. Por ello vamos a ver cómo, de forma sencilla, se puede trabajar con ficheros WSDL y de esquema utilizando Netbeans

Importante

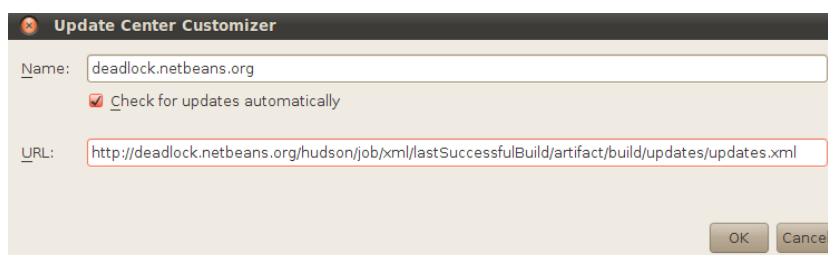
Para poder editar ficheros WSDL y de esquema aprovechando las ventajas de edición que nos proporciona NetBeans, tenemos que instalar el plugin correspondiente.

Cómo instalar el plugin en Netbeans para editar ficheros WSDL y xsd

Para instalar el plugin, lo haremos desde el menú de NetBeans. Para ello iremos a *Tools->Plugins->Settings->Add*. A continuación tenemos que proporcionar un nombre (para identificar el sitio que contiene los plugins, y añadirlo a la lista de sitios en donde NetBeans buscará actualizaciones de los plugins), y la URL del sitio desde el cual nos podemos descargar e instalar el plugin.

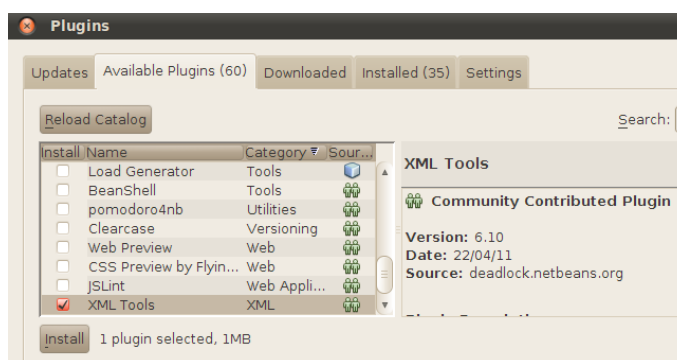
- Name: Deadlock.Netbeans.org
- URL: <http://deadlock.netbeans.org/hudson/job/xml/lastSuccessfulBuild/artifact/build/updates/updates.xml>

A continuación pulsamos OK.



URL de descarga del plugin XML

En la pestaña "Available Plugins", marcaremos "XML Tools", y procedemos a su instalación:



Instalación del plugin XML

FICHEROS DE ESQUEMA

XML Schema es una recomendación del W3C, que proporciona mecanismos para definir la estructura, contenido y semántica de un documento XML. Un fichero WSDL utiliza el

"lenguaje de esquemas" (*XML Schema*) para definir los tipos de datos y/o elementos utilizados por las operaciones de un servicio Web.

El bloque de construcción principal de un documento XML es **element**. La definición de un elemento *element* debe contener una propiedad `name`, que representa su nombre, y una propiedad `type` para indicar el tipo de elemento. Podemos utilizar alguno de los tipos predefinidos (*built-in types*), por ejemplo *xs:string*, *xs:integer*, o bien podemos definir nuevos tipos utilizando etiquetas *simpleType* o *complexType*.

Por ejemplo, podemos crear la siguiente definición del elemento *Customer_Addres* que representa la dirección de un cliente:

```
<xs:element name="CustomerAddress" type="xs:string"/>
```

Ahora podemos utilizar la definición anterior para expresar la estructura del siguiente mensaje de respuesta de nuestro servicio Web

```
<message name="msgResponse">
  <part name="parameters" element="tns:CustomerAddress"/>
</message>
```

Según esto, un ejemplo de mensaje de respuesta por parte de nuestro servicio Web podría ser éste:

```
<Customer_address>Calle de los Pinos, 37</Customer_address>
```

En lugar de utilizar tipos primitivos, podemos definir nuevos tipos utilizando la etiqueta *ComplexType* (es un contenedor de elementos). Por ejemplo vamos a definir los tipos *CustomerType* y *AddressType* y el elemento *Customer*, la siguiente forma:

```
<xsd:element name="Customer" type="tns:CustomerType"/>
<xsd:complexType name="CustomerType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="Phone" type="xsd:integer"/>
    <xsd:element name="Addresses" type="tns:AddressType"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="AddressType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="Address1" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="Address2" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

Ahora podemos crear un segundo mensaje de respuesta en nuestro WSDL que haga uso del nuevo tipo *CustomerInfo*:

```
<message name="msgResponse2">
```

```
<part name="parameters" element="tns:Customer" />
</message>
```

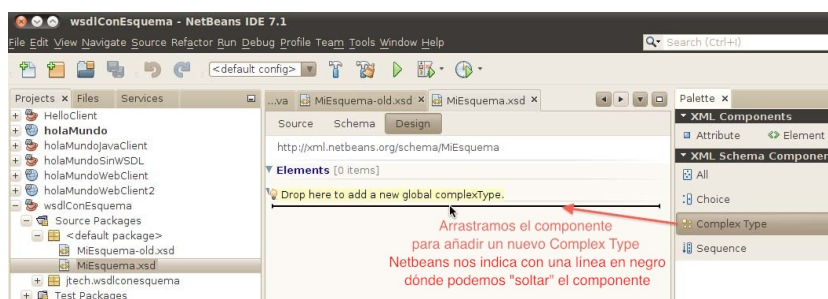
Un ejemplo de mensaje de respuesta con esta definición podría ser:

```
<Customer>
  <Phone>12345678</Phone>
  <Address1>Calle de los Pinos, 37</Address1>
  <Address2>Calle de los Manzanos, 25</Address2>
</Customer>
```

Para crear ficheros de esquema desde Netbeans, tenemos que crear un nuevo fichero con extensión xsd. Con botón derecho, seleccionamos *New->Other->XML->XML Schema*. Debemos proporcionar un nombre para nuestro fichero .xsd, por ejemplo *MiEsquema*. Vamos explicar como crear, de forma visual, el esquema anterior.

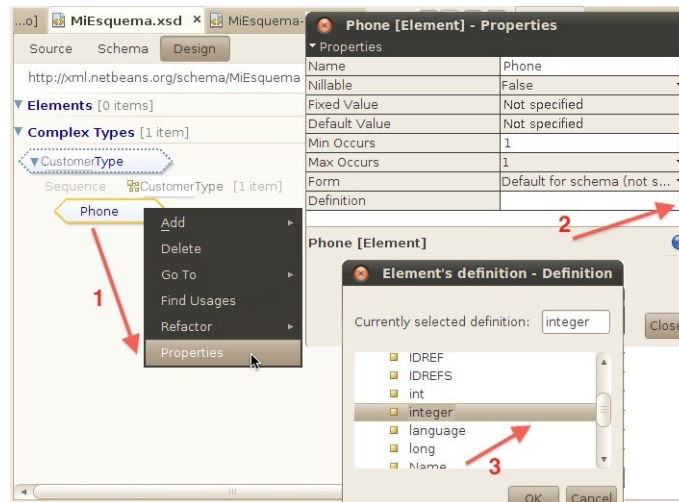
El editor de ficheros de esquemas de Netbeans nos permite trabajar con tres vistas: la vista de fuentes (*Source*), en la que podemos trabajar directamente con xml, la vista de esquema (*Schema*): que nos muestra el contenido del fichero en forma de árbol, o en forma de "columnas", y la vista de diseño (*Design*). Esta última vista nos permite editar un fichero de esquema de forma visual, arrastrando componentes desde una paleta y editando sus propiedades, de forma que con unos cuantos "clicks" de ratón Netbeans genera el correspondiente código xml, que podemos ver en la vista de fuentes. Las tres vistas están sincronizadas en todo momento, de forma que los cambios en cualquiera de ellas, se reflejarán automáticamente en las otras dos.

Vamos a crear el tipo *CustomerType*. Para ello tendremos que "arrastrar" con el botón izquierdo del ratón el componente *ComplexType* desde la paleta de componentes de la derecha, y situarlo justo debajo de *Complex Types*, en el editor de diseño. Cuando nos situemos con el ratón en el lugar correcto, nos aparecerá una línea en negro y sólo entonces podremos "soltar" el dedo del ratón, y nos creará un nuevo elemento *ComplexType* en la vista de diseño. Vamos a ponerle el nombre *CustomerType*. Si seleccionamos el componente, haciendo doble "click" sobre el mismo podemos cambiar el nombre del componente. Si seleccionamos el componente y pulsamos botón derecho, nos aparece un menú, con la opción "Properties" con el que podemos borrar, añadir elementos,..., y editar las propiedades del componente en cualquier momento.



Arrastramos el componente ComplexType a la vista de diseño

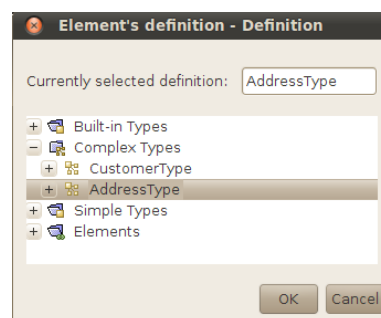
A continuación añadiremos un componente *element* a *CustomerType*, arrastrando dicho componente desde la paleta hasta situarnos sobre *CustomerType* antes de soltar el dedo del ratón. Llamaremos al nuevo elemento "Phone". Seguidamente, con el botón derecho, elegimos la opción "Properties" del menú contextual, y pinchamos sobre el botón con tres puntos correspondiente al ítem "Definition", y seleccionamos el tipo predefinido integer (dentro del grupo *Built-In Types*)



Añadimos el elemento Phone a AddressType

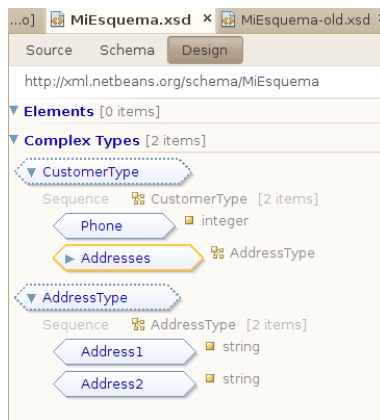
Repetimos los pasos anteriores para añadir un nuevo componente *ComplexType* al que llamaremos "AddressType", con los sub-elementos "Address1", y "Address2", ambas de tipo "string".

Para finalizar, crearemos un nuevo sub-elemento de "CustomerType", al que llamaremos "Addresses". En este caso, el tipo que asociaremos a dicho elemento será el tipo "AddressType", dentro del grupo "Complex Types"



Seleccionamos el tipo AddressType

El resultado final en la vista de diseño debe ser éste:



Vista de diseño del esquema MiEsquema.xsd

Si cambiamos a la vista de fuentes (*Source*) veremos lo siguiente:

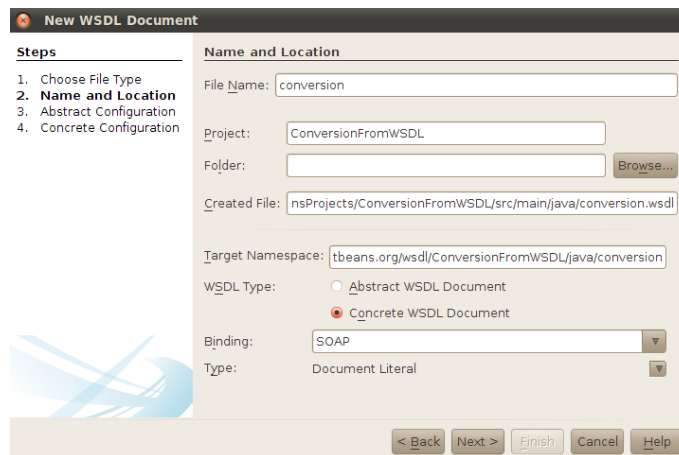
```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2
3 <xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
4   targetNamespace="http://xml.netbeans.org/schema/MiEsquema"
5   xmlns:tns="http://xml.netbeans.org/schema/MiEsquema"
6   elementFormDefault="qualified">
7   <xsd:complexType name="CustomerType">
8     <xsd:sequence>
9       <xsd:element name="Phone" type="xsd:integer"/>
10      <xsd:element name="Addresses" type="tns:AddressType"/>
11    </xsd:sequence>
12  </xsd:complexType>
13  <xsd:complexType name="AddressType">
14    <xsd:sequence>
15      <xsd:element name="Address1" type="xsd:string"/>
16      <xsd:element name="Address2" type="xsd:string"/>
17    </xsd:sequence>
18  </xsd:complexType>
19 </xsd:schema>
20
```

Vista de fuentes del esquema MiEsquema.xsd

FICHEROS WSDL

Ya hemos explicado el contenido de un fichero WSDL. Netbeans nos permite crear ficheros WSDL de forma "visual", simplificando de forma significativa el proceso de edición de la especificación WSDL de nuestro servicio web.

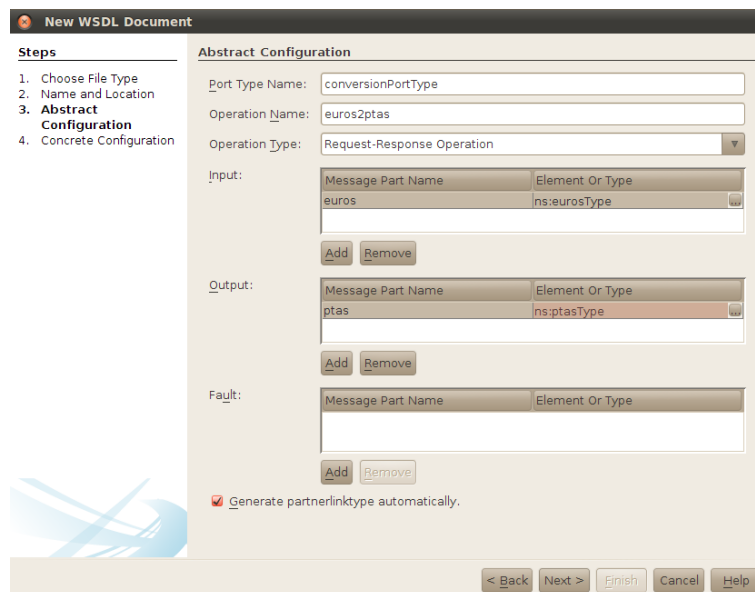
Para crear un fichero wsdl con NetBeans, activamos el menú contextual con el con botón derecho y seleccionamos *New->Other->XML->WSDL Document*. Podemos elegir entre crear un documento WSDL abstracto o concreto. En el primer caso solamente proporcionamos el *portType* y las operaciones que ofrece nuestro servicio. En el segundo caso, además, proporcionaremos la información de *binding* y tipo de codificación del servicio. La siguiente figura muestra la creación de un fichero wsdl concreto con nombre "conversion", y con un enlazado "SOAP", con codificación "Document/Literal".



The screenshot shows the 'New WSDL Document' dialog box with the 'Name and Location' step selected. The 'Steps' list on the left includes: 1. Choose File Type, 2. Name and Location (highlighted), 3. Abstract Configuration, and 4. Concrete Configuration. The 'Name and Location' section contains the following fields: 'File Name' (conversion), 'Project' (ConversionFromWSDL), 'Folder' (empty), 'Created File' (nsProjects/ConversionFromWSDL/src/main/java/conversion.wsdl), 'Target Namespace' (tbeans.org/wsdl/ConversionFromWSDL/java/conversion), 'WSDL Type' (Concrete WSDL Document selected), 'Binding' (SOAP), and 'Type' (Document Literal). Navigation buttons at the bottom include '< Back', 'Next >', 'Finish', 'Cancel', and 'Help'.

Documento WSDL concreto con codificación Document/Literal

El siguiente paso es determinar la **configuración abstracta** de nuestro WSDL. Tal y como se aprecia en la siguiente figura, se trata de indicar el nombre del *portType*, la operación que proporciona, así como el tipo de operación (elegiremos una operación síncrona, es decir, de tipo petición-respuesta (*Request-Response*)), y los mensajes de entrada, salida y situaciones excepcionales (*Fault*).

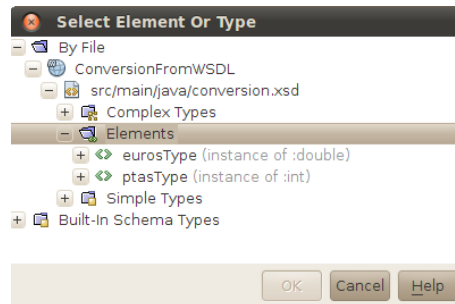


The screenshot shows the 'New WSDL Document' dialog box with the 'Abstract Configuration' step selected. The 'Steps' list on the left includes: 1. Choose File Type, 2. Name and Location, 3. Abstract Configuration (highlighted), and 4. Concrete Configuration. The 'Abstract Configuration' section contains the following fields: 'Port Type Name' (conversionPortType), 'Operation Name' (euros2ptas), 'Operation Type' (Request-Response Operation), 'Input' (Message Part Name: euros, Element Or Type: ns:euroType), 'Output' (Message Part Name: ptas, Element Or Type: ns:ptasType), and 'Fault' (empty). There are 'Add' and 'Remove' buttons for each section. A checkbox 'Generate partnerlinktype automatically.' is checked. Navigation buttons at the bottom include '< Back', 'Next >', 'Finish', 'Cancel', and 'Help'.

Configuración abstracta del documento WSDL

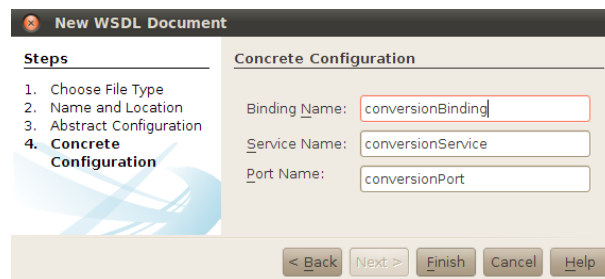
En un documento WSDL de tipo *document/literal*, utilizaremos un tipo XML predefinido, o bien de tipo `<element>` para las diferentes "partes" de los mensajes de entrada/salida/excepciones. En este último caso, tendremos que disponer de la definición del tipo en el fichero de esquema (fichero *xsd*) que asociaremos al documento WSDL. La siguiente figura muestra que los tipos "euroType" y "ptasType" se encuentran definidos

en el fichero "conversion.xsd"



Selección del tipo de las partes de los mensajes

Finalmente especificaremos la **configuración concreta** del WSDL, indicando el nombre de *binding*, así como el nombre del servicio y del *port* asociado.



Configuración concreta del documento WSDL

En la siguiente sesión veremos que, a partir de un wsdl, podemos generar un servicio web.

10. Tipos de acceso para invocar servicios Web JAX-WS

Tenemos dos formas diferentes de invocar un Servicio Web utilizando JAX-WS (llamaremos servicios web JAX-WS a aquellos servicios que utilizan la librería JAX-WS):

- **Creación de un stub estático:** Consiste en generar una capa de *stub* por debajo del cliente de forma automática. Dicho *stub* implementará la misma interfaz que el servicio, lo cuál nos permitirá desde nuestro cliente acceder al Servicio Web a través del *stub* tal y como si estuviéramos accediendo directamente al servicio.

Para utilizar este mecanismo es recomendable contar con alguna herramienta dentro de nuestra plataforma que nos permita generar dicho *stub*, para no tener que encargarnos nosotros de realizar esta tarea manualmente.

- **Utilización de la Interfaz de Invocación Dinámica (DII):** Esta forma de acceso nos permitirá hacer llamadas a procedimientos de nuestro Servicio Web de forma dinámica, sin crear un *stub* para ello. Utilizaremos este tipo de invocación cuando no conozcamos la interfaz del servicio *a priori*, en cuyo caso para invocar a dicho

servicio deberemos proporcionar únicamente los nombres de los métodos a utilizar mediante una cadena de texto.

Podremos utilizar esta interfaz dinámica aunque no contemos con un documento WSDL que nos indique la interfaz y datos de nuestro servicio. En este caso, deberemos proporcionar manualmente esta información, para así poder acceder al servicio correctamente.

Vamos a ver cómo invocar servicios web JAX-WS (crear un cliente web) utilizando un *stub* estático con jdk 1.6, con Maven, y con Netbeans. Y después comentaremos cómo utilizar la Interfaz de Invocación Dinámica.

Cuando utilizamos un *stub* estático, los pasos generales para crear un cliente son:

1. Codificar la clase cliente, implementando el acceso al servicio Web utilizando las interfaces de los stubs que se generarán con *wsimport*
2. Generar los artefactos necesarios del servicio web para poder conectar con dicho servicio Web desde el cliente (mediante la utilidad *wsimport*)
3. Compilar la clase cliente (empaquetar y desplegar si es necesario)
4. Ejecutar el cliente

11. Invocación de servicios web JAX-WS con JDK 1.6

A partir de JDK 1.6 se incluye en Java SE la librería JAX-WS y las herramientas necesarias para crear e invocar servicios. Podemos encontrar las clases de la API de JAX-WS dentro del paquete `javax.xml.ws` y en subpaquetes de éste.

Para crear un cliente en JDK 1.6 (o con JAX-WS en versiones anteriores de JDK) utilizaremos la herramienta *wsimport*, que tomará como entrada el documento WSDL del servicio al que queremos acceder y producirá un conjunto de clases Java que nos permitirán acceder al servicio. Esta herramienta se puede invocar desde línea de comando:

```
wsimport -s <src.dir> -d <dest.dir> -p <pkg> <wsdl.uri>
```

El documento WSDL (`<wsdl.url>`) se especificará mediante su ruta en el disco o mediante su URL. Podemos proporcionar otros parámetros para indicar la forma en la que se debe generar el *stub*, como el directorio donde queremos que guarde los fuentes de las clases generadas (`<src.dir>`), el directorio donde guardará estas clases compiladas (`<dest.dir>`), y el paquete en el que se generará este conjunto de clases (`<pkg>`).

Por ejemplo podríamos utilizar el siguiente comando para crear el cliente de un servicio HolaMundo que se encuentra definido en `http://jtech.ua.es/HolaMundo/wsdl/HolaMundoSW.wsdl`, separando los fuentes en el directorio `src` y las clases compiladas en `bin`, y generando todas estas clases dentro de un paquete `es.ua.jtech.servcweb.hola.stub`:

```
wsimport -s src -d bin -p es.ua.jtech.servcweb.hola.stub
```



```
http://jtech.ua.es/HolaMundo/wsdl/HolaMundoSW.wsdl
```

Con esto se generarán una serie de clases que nos permitirán acceder al servicio web e invocar sus operaciones desde nuestro cliente. Dentro de estas clases tendremos una que recibirá el mismo nombre que el servicio, y que heredará de la clase `Service`. Debemos instanciar esta clase, y a partir de ella obtendremos el *stub* para acceder a un puerto del servicio. Este *stub* tendrá la misma interfaz que el servicio web, y a partir de él podremos invocar sus operaciones. En el ejemplo del servicio `HolaMundo` accederíamos al servicio de la siguiente forma:

```
HolaMundoSWService service = new HolaMundoSWService();
HolaMundoSW port = service.getHolaMundoSW();

System.out.println("Resultado: " + port.saluda("Miguel"));
```

El servicio ofrece una operación `saluda` que recibe un nombre, y genera un saludo incluyendo dicho nombre. En este ejemplo vemos como podemos invocar la operación `saluda` del servicio a partir del *stub* (`port`) como si se tratase de un método de un objeto local.

12. Invocación de servicios web JAX-WS desde una clase Java con Maven

Ahora vamos a ver paso a paso cómo crear nuestro cliente de un servicio web JAX-WS utilizando Maven. Para ello necesitamos conocer la dirección del WSDL del servicio web al que vamos a acceder. Para este ejemplo, supongamos que dicha dirección es: `http://localhost:8080/holaMundo/hola?WSDL`

El contenido del fichero `wsdl` es el siguiente:

```
<definitions
  xmlns:wsu=
    "http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/
      oasis-200401-wss-wssecurity-utility-1.0.xsd"
    xmlns:wsp="http://www.w3.org/ns/ws-policy"
    xmlns:wsp1_2="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/09/policy"
    xmlns:wsam="http://www.w3.org/2007/05/addressing/metadata"
    xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
    xmlns:tns="http://sw/"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
    targetNamespace="http://sw/"
    name="hola">
  <types>
    <xsd:schema>
      <xsd:import namespace="http://sw/"
        schemaLocation="http://localhost:8080/HolaMundo/hola?xsd=1"/>
    </xsd:schema>
  </types>

  <message name="hello">
    <part name="parameters" element="tns:hello"/>
  </message>
```

```

<message name="helloResponse">
  <part name="parameters" element="tns:helloResponse"/>
</message>

<portType name="Hola">
  <operation name="hello">
    <input wsam:Action="http://sw/hola/helloRequest"
      message="tns:hello"/>
    <output wsam:Action="http://sw/hola/helloResponse"
      message="tns:helloResponse"/>
  </operation>
</portType>

<binding name="HolaPortBinding" type="tns:Hola">
  <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
style="document"/>
  <operation name="hello">
    <soap:operation soapAction=""/>
    <input>
      <soap:body use="literal"/>
    </input>
    <output>
      <soap:body use="literal"/>
    </output>
  </operation>
</binding>

<service name="hola">
  <port name="HolaPort" binding="tns:HolaPortBinding">
    <soap:address location="http://localhost:8080/HolaMundo/hola"/>
  </port>
</service>
</definitions>

```

Analizando la definición **ABSTRACTA** del servicio Web en el wsdl anterior, podemos ver que en la etiqueta `<portType>` (interfaz del servicio) se indica que el servicio ofrece la operación con nombre *hello*, que tiene asociado un mensaje de entrada de tipo *hello* y un mensaje de salida de tipo *helloResponse*. Los tipos de los mensajes de entrada y salida están definidos en un fichero de esquema importado en `<types>`, en el atributo *schemaLocation*, y cuyo valor podemos observar que es `http://localhost:8080/HolaMundo/hola?xsd=1` (en muchas ocasiones, y por comodidad, en lugar de importar el fichero de esquema, podemos incluir la definición de dicho esquema en el propio fichero wsdl). Si accedemos a dicha dirección podemos ver que el fichero de esquema contiene lo siguiente:

```

<xs:schema xmlns:tns="http://sw/"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  version="1.0" targetNamespace="http://sw/">
  <xs:element name="hello" type="tns:hello"/>
  <xs:element name="helloResponse" type="tns:helloResponse"/>

  <xs:complexType name="hello">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="name" type="xs:string" minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>

```

```
<xs:complexType name="helloResponse">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="return" type="xs:string" minOccurs="0"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:schema>
```

En el fichero de esquema (con extensión .xsd), podemos observar que los mensajes *hello* y *helloResponse* contienen cadenas de caracteres. Por lo tanto, nuestro servicio acepta un mensaje con una cadena de caracteres como entrada y como resultado también nos devuelve otra cadena de caracteres.

Analizando la definición **CONCRETA** del servicio Web en el wsdl anterior, podemos ver en la etiqueta `<port>` se indica que la dirección para acceder al componente *Port* de nuestro servicio Web es: `http://localhost:8080/HolaMundo/hola`. El nombre del componente es **HolaPort**, y se deberá acceder al componente *HolaPort* a través de una instancia de la clase **Hola**.

Ahora vamos a comenzar a desarrollar nuestro cliente para el servicio web anterior. En primer lugar crearemos un proyecto java con maven, por ejemplo utilizando el arquetipo por defecto *maven-archetype-quickstart* mediante:

```
mvn archetype:generate -DgroupId=expertoJava
-DartifactId=HolaMundoJavaClient
-Dversion=1.0-SNAPSHOT
-DarchetypeArtifactId=maven-archetype-quickstart
-DinteractiveMode=false
```

En el *pom.xml* generado tenemos que incluir, dentro de la etiqueta `<build>` (y subetiqueta `<plugins>`), los siguientes *plugins*

- **jaxws-maven-plugin**: para ejecutar la utilidad **wsimport** de JAX-WS y generar los stubs del servicio web. Vamos a configurar la ejecución de la *goal wsimport* de forma que, a partir del wsdl situado en: `http://localhost:8080/HolaMundo/hola?WSDL`, genere los stubs necesarios, que por defecto se almacenan en el directorio `target/jaxws/wsimport/java`. Por defecto está asociado a la fase `generate-sources` del ciclo de vida de Maven. *Wsimport* se ejecutará, por tanto, antes de compilar los fuentes del proyecto.
- **exec-maven-plugin**: para ejecutar la aplicación java desde maven

El código para el plugin *jaxws-maven-plugin* quedaría como:

```
<plugin>
  <groupId>org.jvnet.jax-ws-commons</groupId>
  <artifactId>jaxws-maven-plugin</artifactId>
  <version>2.2</version>
  <executions>
    <execution>
      <goals>
        <goal>wsimport</goal>
      </goals>
    </execution>
  </executions>
```

```
</executions>
<configuration>
  <!-- opcionalmente podríamos indicar el paquete en el que
        queremos que se generen los ficheros
  -->
  <packageName>wsClient</packageName>
  <wsdlUrls>
    <wsdlUrl>
      http://localhost:8080/HolaMundo/hola?WSDL
    </wsdlUrl>
  </wsdlUrls>
  <verbose>true</verbose>
</configuration>

<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>javax.xml</groupId>
    <artifactId>webservicex-api</artifactId>
    <version>1.4</version>
  </dependency>
</dependencies>
</plugin>
```

El código para el plugin *exec-maven-plugin* sería el siguiente:

```
<plugin>
  <groupId>org.codehaus.mojo</groupId>
  <artifactId>exec-maven-plugin</artifactId>
  <version>1.2.1</version>
  <executions>
    <execution>
      <goals>
        <goal>java</goal>
      </goals>
    </execution>
  </executions>
  <configuration>
    <mainClass>expertoJava.App</mainClass>
  </configuration>
</plugin>
```

Adicionalmente necesitamos incluir en nuestro *pom.xml* la dependencia con la librería *webservicex-rt*

```
<dependency>
  <groupId>com.sun.xml.ws</groupId>
  <artifactId>webservicex-rt</artifactId>
  <version>1.4</version>
  <scope>compile</scope>
</dependency>
```

También nos aseguraremos de incluir la codificación del código fuente como una propiedad en nuestro fichero pom:

```
<properties>
  <project.build.sourceEncoding>UTF-8</project.build.sourceEncoding>
</properties>
```

A continuación, compilaremos nuestro proyecto para generar los *stubs* necesarios con *wsimport*, y poder realizar llamadas al servicio web.

```
mvn compile
```

Podemos ver en pantalla que, al compilar, se ejecuta *wsimport*, se parsea el WSDL, y a continuación se genera el código (stubs). También se muestran los nombres de los ficheros generados (ya que hemos incluido la etiqueta `<verbose>true</true>` en la configuración de *wsimport* en nuestro *pom*).

```
[INFO] Scanning for projects...
[INFO]
[INFO]
-----
[INFO] Building HolaMundoJavaClient 1.0-SNAPSHOT
[INFO]
-----
[INFO]
[INFO] --- jaxws-maven-plugin:1.10:wsimport (default) @
HolaMundoJavaClient ---
[INFO] Processing: http://localhost:8080/HolaMundo/hola?WSDL
[INFO] jaxws:wsimport args: [-s, ..., -d, ..., -verbose, -catalog,
(omitimos los detalles de la ejecución de wsimport)
parsing WSDL...

generating code...

sw/Hello.java
sw/HelloResponse.java
sw/Hola.java
sw/Hola_Service.java
sw/ObjectFactory.java
sw/package-info.java

compiling code...

javac -d ... (omitimos el comando de compilación)
[INFO]
[INFO] --- maven-resources-plugin:2.5:resources (default-resources) @
HolaMundoJavaClient ---
...
[INFO] Using 'UTF-8' encoding to copy filtered resources.
[INFO] skip non existing resourceDirectory
/home/especialista/MavenProjects/
HolaMundoJavaClient/src/main/resources
[INFO]
[INFO] --- maven-compiler-plugin:2.3.2:compile (default-compile) @
HolaMundoJavaClient ---
[INFO] Compiling 1 source files to
/home/especialista/MavenProjects/HolaMundoJavaClient/target/classes
[INFO]
-----
[INFO] BUILD SUCCESS
[INFO]
-----
...
```

Podemos ver que *wsimport* genera en **target/generated-sources/sw** los siguientes

ficheros:

- **Hola.java**: contiene la Interfaz del servicio (SEI del servicio)
- **Hola_Service.java**: contiene la Clase heredada de Service, que utilizaremos para acceder al componente Port de nuestro servicio web a través del SEI. Para ello debemos utilizar el método "Hola getHolaPort()" de la clase Hola_Service
- **ObjectFactory.java**: Contiene una factoria de métodos para recuperar representaciones java a partir de definiciones XML
- **Hello.java**, **HelloResponse.java**: son las clases que representan mensajes de nuestro WSDL
- **package-info.java**: fichero con información sobre las clases generadas

Ahora vamos a codificar la llamada al servicio web desde nuestra clase Java App:

```
package jtech;

public class App
{
    public static void main( String[] args )
    {
        try {
            //Primero accedemos a un objeto Service
            sw.Hola_Service service = new sw.Hola_Service();
            //a través de él accedemos al Port
            sw.Hola port = service.getHolaPort();
            java.lang.String name = "amigos de los Servicios Web";
            //utilizamos el Port para llamar al WS a través del SEI
            java.lang.String result = port.hello(name);
            System.out.println("Result = "+result);
        } catch (Exception ex) {
            // TODO handle custom exceptions here
        }
    }
}
```

Podemos comprobar en el código que nuestro cliente no es incapaz de distinguir si los métodos a los que está llamando se están ejecutando en local o en remoto, ni tampoco puede saber cómo está implementado el servicio (si es una clase java, un servlet, ejb, ...).

De igual forma, en el código anterior se aprecia que el cliente **NO TIENE CONTROL** sobre el ciclo de vida del servicio Web, de forma que **no puede crear o destruir instancias** de un servicio Web (componentes *Port*). El cliente **SÓLO ACCEDE** a un componente *Port*. El ciclo de vida de los *Ports* o instancias de la implementación de un Servicio web, son generadas por el *run-time* en el que reside dicho servicio Web (típicamente en un servidor de aplicaciones).

Una vez creada nuestra clase cliente, vamos a empaquetar:

```
mvn package
```

... y finalmente ejecutar nuestra aplicación java

```
mvn exec:java
```

El resultado debe ser:

```
Hola amigos de los Servicios Web !
```

Lógicamente, siempre y cuando el servicio esté desplegado en un servidor de aplicaciones que esté en marcha! :)

13. Invocación de servicios web JAX-WS desde una aplicación Web con Maven

Vamos a ver a cómo podemos invocar un servicio web JAX-WS desde un Servlet y/o JSP con Maven. Utilizaremos el mismo wsdl del ejemplo del apartado anterior.

En este caso comenzaremos por generar un proyecto Web java EE 6 con Maven:

```
mvn archetype:generate -DgroupId=jtech
                        -DartifactId=HolaMundoWebClient
                        -Dversion=1.0-SNAPSHOT
                        -DarchetypeArtifactId=webapp-javaee6
                        -DarchetypeGroupId=org.codehaus.mojo.archetypes
                        -DinteractiveMode=false
```

Importante

No olvides incluir el parámetro `-DarchetypeGroupId=org.codehaus.mojo.archetypes`, si no lo haces así, Maven no encontrará el arquetipo `webapp-javaee6` en el catálogo de arquetipos.

Vamos a comentar brevemente el contenido del fichero ***pom.xml*** que hemos generado. Tenemos las siguientes dependencias y *plugins*.

- librería **javaee-web-api (versión 6.0)**: necesaria para utilizar *servlets* con anotaciones
- plugin **maven-compiler (version 2.3.2)**: necesitamos configurar la versión de los fuentes y ejecutables java (1.6), y para compilar las librerías del directorio "endorsed". Dicho directorio se contendrá versiones actualizadas de librerías de anotaciones de servicios Web.
- plugin **maven-war (version 2.1.1)**: utilizado para empquetar nuestro proyecto ignorando el fichero *web.xml* a la hora de hacer el *build* de nuestro proyecto
- plugin **maven-dependency (version 2.1)**: lo utilizaremos para copiar en el directorio "endorsed" (target/endorsed) la librería *javaee-endorsed-api-6.0.jar*. Esta librería permite utilizar anotaciones de servicios Web y se utilizará en la librería correspondiente de *jax-ws* que viene incluida por defecto en *jdk 6*

Para poder compilar y desplegar nuestro cliente de servicio Web en glassfish, vamos a añadir dos *plugins* más:

- plugin **jaxws-maven-plugin (version 2.2)**: con el que ejecutaremos la *goal wsimport*, igual que hicimos para el cliente Java del ejemplo anterior.
- plugin **glassfish (version 2.1)**: para desplegar el war generado en el servidor de

aplicaciones, utilizando la goal *glassfish:deploy*. Para configurar el *plugin*, vamos a indicar la contraseña utilizando el fichero *master-password*, que contiene la contraseña codificada del administrador del dominio, y que está situado en el directorio raíz de dicho dominio (en nuestro caso *glassfish/domains/domain1*). Por defecto, la contraseña del administrador del dominio es *changeit*, y esta contraseña NO se guarda (es decir, no se crea el *master-password*). Para crear dicho fichero tendremos que utilizar los siguientes comandos:

```
/opt/glassfish-3.2.2/bin/asadmin stop-domain

/opt/glassfish-3.2.2/bin/asadmin change-master-password
--savemasterpassword=true domain1
```

Este comando nos solicitará la contraseña actual y la nueva. Introducimos en ambos casos *changeit*. Como resultado se habrá creado el fichero *glassfish/domains/domain1/master-password*, que referenciaremos en nuestro *pom*

La configuración del **plugin de glassfish** quedaría como sigue:

```
<plugin>
  <groupId>org.glassfish.maven.plugin</groupId>
  <artifactId>maven-glassfish-plugin</artifactId>
  <version>2.1</version>
  <configuration>
    <user>admin</user>
    <passwordFile>
      /opt/glassfish-3.2.2/glassfish/domains/domain1/master-password
    </passwordFile>
  </configuration>
</plugin>
<glassfishDirectory>/opt/glassfish-3.2.2/glassfish</glassfishDirectory>
<domain>
  <name>domain1</name>
  <adminPort>4848</adminPort>
  <httpPort>8080</httpPort>
</domain>
<components>
  <component>
    <name>HolaMundoWebClient</name>
  </component>
</components>
<artifact>target/HolaMundoWebClient-1.0-SNAPSHOT.war</artifact>
</artifact>
</components>
</configuration>
</plugin>
```

Hemos configurado el despliegue de forma que el nombre del componente desplegado en Glassfish es *HolaMundoWebClient*. Dicho componente tendrá asociado el *war* de nuestra aplicación Web. Si después de desplegar la aplicación en Glassfish, ejecutamos el comando *asadmin list-applications*, veremos que uno de las aplicaciones desplegadas es *HolaMundoWebClient*.

Importante

Antes de realizar el despliegue de nuestra aplicación tenemos que asegurarnos de que en nuestro directorio HOME no tengamos el fichero *.asadminpass*. Si es así, procederemos a renombrarlo (por ejemplo lo podemos sustituir por *.asadminpass-old*).

Ahora vamos a implementar el servlet (por ejemplo lo podemos llamar *NewServlet.java*). Para ello utilizaremos la anotación `@WebServlet`. Especificaremos los atributos *name*, con el nombre del servlet, y el atributo *urlPatterns*, en el que indicaremos la url con la que se accede a dicho servlet.

Una posible implementación puede ser la siguiente:

```
package expertoJava;

import java.io.IOException;
import java.io.PrintWriter;
import javax.servlet.ServletException;
import javax.servlet.annotation.WebServlet;
import javax.servlet.http.HttpServlet;
import javax.servlet.http.HttpServletRequest;
import javax.servlet.http.HttpServletResponse;
import javax.xml.ws.WebServiceRef;
import sw.Hola_Service;

@WebServlet(name = "Hola", urlPatterns = {"/Hola"})
public class NewServlet extends HttpServlet {
    @WebServiceRef
    private Hola_Service service;

    protected void processRequest(HttpServletRequest request,
                                  HttpServletResponse response)
        throws ServletException, IOException {
        response.setContentType("text/html;charset=UTF-8");
        PrintWriter out = response.getWriter();
        try {
            out.println("<html>");
            out.println("<head>");
            out.println("<title>Servlet HolaMundo</title>");
            out.println("</head>");
            out.println("<body>");
            out.println("<h1>Servlet HolaMundo desde " +
request.getContextPath() + "</h1>");

            try { // Obtenemos el Port
                sw.Hola port = service.getHolaPort();
                java.lang.String name = "amigos de los Servicios Web";
                // Llamamos a la operación correspondiente del SEI
                java.lang.String result = port.hello(name);
                out.println("Result = "+result);
            } catch (Exception ex) {
                // Manejo de excepciones
            }

            out.println("</body>");
            out.println("</html>");
        } finally {
            out.close();
        }
    }

    @Override
    protected void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
response)
        throws ServletException, IOException {
        processRequest(request, response);
    }
}
```

```

    @Override
    protected void doPost(HttpServletRequest request, HttpServletResponse
response)
        throws ServletException, IOException {
        processRequest(request, response);
    }

    @Override
    public String getServletInfo() {
        return "Short description";
    }
}

```

Maven nos generará como raíz del contexto por defecto de nuestro servlet el nombre del artefacto generado, es decir, *HolaMundoWebClient-1.0-SNAPSHOT*. Si quisiéramos utilizar otro nombre, como por ejemplo *HolaMundoWebClient*, tendremos que añadir el fichero *glassfish-web.xml* (en el directorio *src/main/webapp/WEB-INF/*) con el siguiente contenido:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE glassfish-web-app PUBLIC
    "-//GlassFish.org//DTD GlassFish Application Server 3.1 Servlet
    3.0//EN"
    "http://glassfish.org/dtds/glassfish-web-app_3_0-1.dtd">
<glassfish-web-app>
  <context-root>HolaMundoWebClient</context-root>
</glassfish-web-app>

```

Ahora ya estamos en disposición de compilar, empaquetar, desplegar y ejecutar nuestro cliente. Los stubs necesarios para realizar la llamada al servicio Web se generarán durante la compilación. A continuación empaquetaremos la aplicación, lo cual generará el war *target/HolaMundoWebClient-1.0-SNAPSHOT.war*.

```
mvn compile
```

```
mvn package
```

Antes de desplegar la aplicación nos aseguraremos de que el servidor de aplicaciones esté en marcha. Podemos arrancarlo desde línea de comandos con:

```
/opt/glassfish-3.1.2.2/bin/asadmin start-domain
```

Utilizando el comando *asadmin list-domains*, podemos ver qué dominios se están ejecutando. A continuación desplegamos nuestra aplicación.

El siguiente paso es desplegar dicho war en el servidor de aplicaciones Glassfish. Recordemos que el componente desplegado se llamará: *HolaMundoWebClient*.

```
mvn glassfish:deploy
```

Para comprobar que nuestra aplicación web se ha desplegado, podemos usar el comando *asadmin list-applications*.

Con el *plugin* de glassfish podemos también eliminar el componente desplegado de

glassfish:

```
mvn glassfish:undeploy
```

O redespregar dicho componente (sería equivalente a hacer un *undeploy*, seguido de un *deploy*):

```
mvn glassfish:redploy
```

Finalmente, podemos ver la ejecución de nuestro servlet, accediendo a la siguiente dirección, y suponiendo que hemos configurado la raíz del contexto como *HolaMundoWebClient* en el fichero *glassfish-web.xml*:

```
http://localhost:8080/HolaMundoWebClient/Hola
```

Podríamos querer pasar el parámetro de entrada directamente en la llamada desde el navegador, para lo que tendremos que incluir en nuestro código del *servlet* las siguientes líneas:

```
String cadena = request.getParameter("x");  
...  
out.println("<p>" + port.hello(cadena) + "%lt;/p>");
```

Ahora podemos pasar los parámetros de entrada al servlet de la siguiente forma:

```
http://localhost:8080/HolaMundoWebClient/Hola?x=pepe%20de%20Alicante
```

Los %20 son espacios en blanco. *x* es el nombre del parámetro de entrada.

Si en vez de un parámetro, nuestra aplicación requiere más de uno, se deben pasar las parejas "variable=valor" separadas por el carácter &.

Ficheros de despliegue: web.xml

El uso de servlets con anotaciones hace que **NO** sea necesario proporcionar el fichero con la configuración del despliegue (fichero web.xml). A continuación mostramos el código de dicha configuración (**web.xml**), que puede incluirse en el directorio **src/main/webapp/WEB-INF**:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>  
<web-app version="3.0" xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/javaee"  
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"  
  xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/javaee  
    http://java.sun.com/xml/ns/javaee/web-app_3_0.xsd">  
  <servlet>  
    <servlet-name>Hola</servlet-name>  
    <servlet-class>expertoJava.NewServlet</servlet-class>  
  </servlet>  
  <servlet-mapping>  
    <servlet-name>Hola</servlet-name>  
    <url-pattern>/Hola</url-pattern>  
  </servlet-mapping>  
  <session-config>  
    <session-timeout>  
      30  
    </session-timeout>  
  </session-config>  
</web-app>
```

```

        </session-timeout>
    </session-config>
</web-app>

```

Uso de la anotación @WebServiceRef

Java EE 6 permite "inyectar" una referencia a un servicio Web remoto, a través del uso de la anotación **@WebServiceRef**. Utilizando esta anotación, el contenedor inyectará una instancia del WS (un objeto **service**) en tiempo de ejecución. Ya hemos visto que, a partir del WSDL, es posible escribir un *proxy (stub)* java para invocar a un servicio Web (WS). La herramienta *wsimport* genera, a partir del WSDL, las clases e interfaces java que hacen posible la ejecución de una llamada a un WS por un cliente. Las interfaces generadas representan el SEI (*Service Endpoint Interface*), a través del cual podemos realizar llamadas locales al WS remoto vía HTTP.

El cliente puede obtener una instancia del *proxy* del WS utilizando la anotación **@WebServiceRef** de la siguiente forma:

```

...
@WebServiceRef
private MiServicio myService;
...
MiPuerto myPort=myService.getMiPuertoPort();
...

```

MyServicio es una clase que hereda de **javax.xml.ws.Service**, y es generada por la herramienta *wsimport*.

Si nuestro cliente NO reside en un contenedor (NO es gestionado por el contenedor), entonces NO soporta el uso de dicha anotación. Es decir, podemos hacer uso de **@WebServiceRef** cuando nuestro cliente sea, por ejemplo, un *servlet* o un *EJB*, pero no cuando sea una clase java plana. En este último caso tendremos que crear la instancia nosotros mismos (tendremos que hacer un **new**) del servicio directamente en nuestro código):

```

private MiServicio myService = new MiServicio();
...
MiPuerto myPort=myService.getMiPuertoPort();
...

```

La anotación **@WebServiceRef** puede soportar, entre otros, los siguientes parámetros:

- **name**: identifica la referencia al servicio Web. El valor de *name* es un nombre local a la aplicación que utiliza dicho recurso (WS). El nombre puede ser un nombre JNDI absoluto o relativo al espacio de nombres JNDI de java: *java:comp/env*. El valor por defecto es la cadena vacía
- **wsdlLocation**: identifica la URL del documento WSDL del servicio web referenciado. Por defecto contiene la cadena vacía. Si dicho valor está presente, "sobreescribe" (*overrides*) la localización del documento WSDL que se haya

especificado en la anotación *WebService* de la clase del servicio referenciado que ha sido generada en el cliente (en nuestro caso la clase *Hola_Service* generada por *wsimport*)

- **type:** identifica el tipo del recurso como un objeto de una clase Java. Por defecto su valor es *Object.class*
- **value:** identifica el tipo del recurso como un objeto de una clase Java. Por defecto su valor es *Service.class*

Invocación del servicio Web desde una página JSP

Para ilustrar un ejemplo de una invocación al servicio Web desde una página jsp, simplemente tendremos que incluir la llamada a dicho WS desde `src/main/webapp/index.jsp`, por ejemplo, así:

```
<%@page contentType="text/html" pageEncoding="UTF-8"%>
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
    "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
    <title>JSP Page</title>
  </head>
  <body>
    <h1>Hola Mundo!</h1>
  <%
    try {
      sw.Hola_Service service = new sw.Hola_Service();
      sw.Hola port = service.getHolaPort();
      String name = "amigos de los Servicios Web";
      String result = port.hello(name);
      out.println("Result = "+result);
    } catch (Exception ex) {
      // TODO handle custom exceptions here
    }
  %>
  </body>
</html>
```

Una vez compilado y re-desplegado nuestro cliente Web, para comprobar que se ejecuta la invocación al servicio Web desde la página **jsp**, accederemos a la dirección:

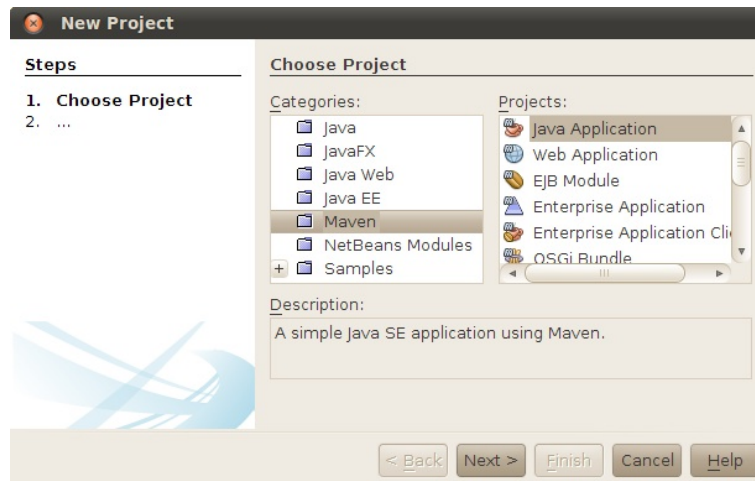
```
http://localhost:8080/HolaMundoWebClient/
```

14. Invocación de servicios web con Netbeans

Vamos a ver ahora cómo crear un cliente de servicios web de forma visual mediante Netbeans. Este entorno utilizará internamente las librerías y herramientas estándar de Sun para crear *stub* del cliente.

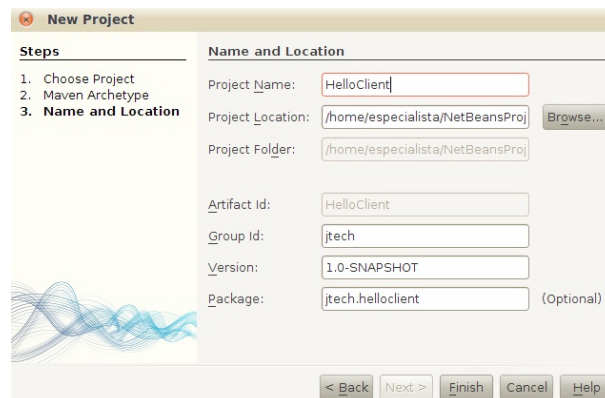
En primer lugar, deberemos crear un proyecto, o utilizar uno ya existente. Este proyecto

podrá ser de cualquier tipo (aplicación Java, aplicación Web, etc). Para nuestro ejemplo crearemos un proyecto Maven Java.



Creación de un cliente desde Netbeans

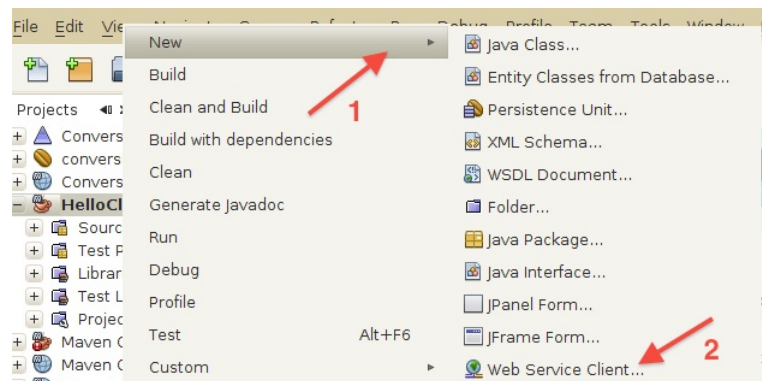
El proyecto se llamará `HelloClient` y tendrá una clase principal `App` en el paquete `jtech.helloclient`.



Datos de la creación del proyecto

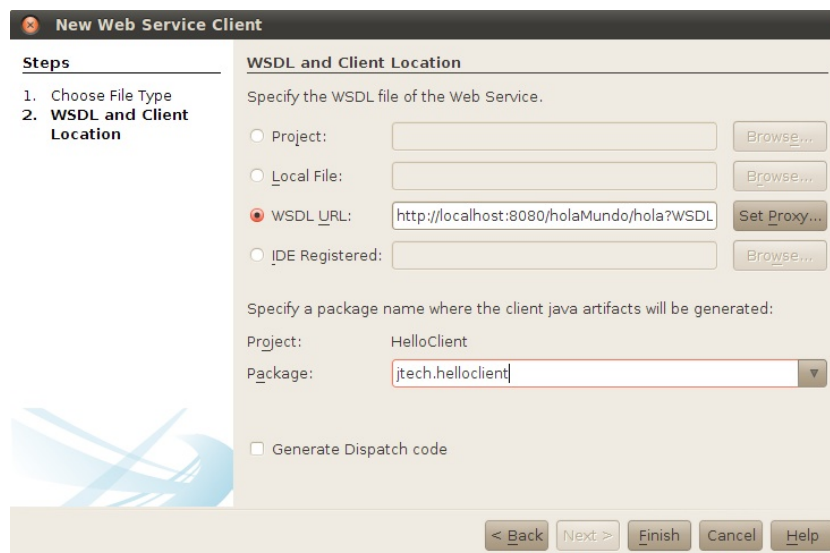
Por defecto, la versión del código fuente es la 1.5. Podríamos cambiar a otra versión más actual (por ejemplo la 1.6) pulsando con botón derecho **Properties->Sources** y editando el campo **Source/Binary format**.

Una vez tengamos el proyecto java creado, podremos añadir el *stub* para acceder a un servicio web pulsando con el botón derecho sobre el proyecto y seleccionando la opción **New->Web Service Client ...**.



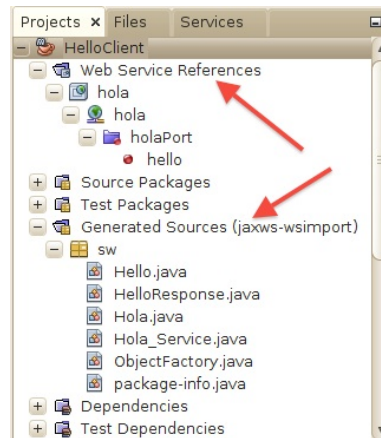
Creación de un cliente de servicio Web

Se abrirá un asistente para crear el *stub* del cliente. Aquí deberemos especificar en primer lugar el documento WSDL que define el servicio al que vamos a acceder, por ejemplo indicando la URL en la que se encuentra. En segundo lugar especificaremos el paquete en el que queremos que se generen las clases del *stub*.



Datos para la creación del stub en el cliente

Finalmente, una vez introducidos estos datos pulsaremos el botón *Finish*, tras lo cual se invocará a *wsimport* para generar el *stub* del servicio. Una vez generado el *stub* del cliente, podremos ver en la carpeta *Generated Sources (jaxws-wsimport)* del proyecto las clases generadas. En la carpeta *Web Service References* veremos la referencia al puerto y operaciones que proporciona el servicio Web referenciado.



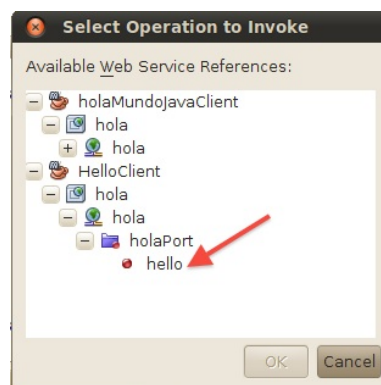
Ficheros generados por wsimport y referencias al WS

Una vez creado el *stub* del cliente, deberemos utilizarlo en nuestra aplicación para acceder al servicio. Vamos a suponer que lo queremos invocar desde la clase principal de nuestra aplicación (App), aunque lo mismo podría hacerse para invocar desde cualquier otra clase, o incluso desde un JSP. Para crear el código que llame al servicio pulsaremos con el botón derecho del ratón en el lugar del fuente de nuestra clase en el que queramos insertar la llamada (en nuestro ejemplo, en el fichero App.java dentro del método main), y con el botón derecho seleccionaremos la opción **Insert Code...**, y a continuación **Call Web Service Operation**.

Nota

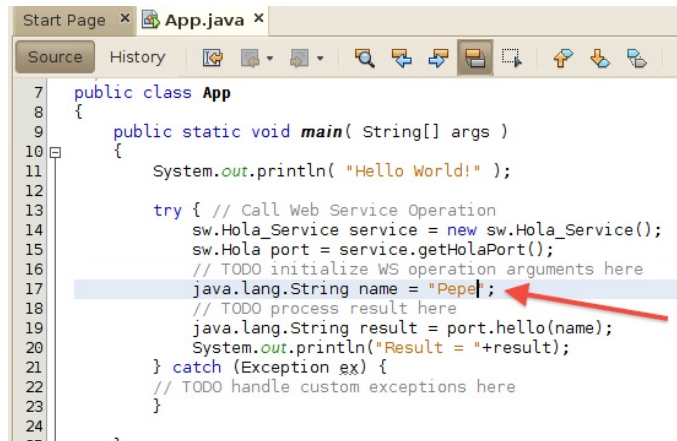
De forma alternativa podríamos añadir el código que invoca el servicio arrastrando el la operación *hola* de la carpeta *Web Service References*, hasta el lugar del código donde queremos realizar la llamada.

Se abrirá una ventana en la que deberemos seleccionar la operación que queramos invocar. En nuestro caso seleccionaremos la operación *hello* del servicio *hola* y pulsamos el botón **OK**



Selección de la operación del WS a invocar en el cliente

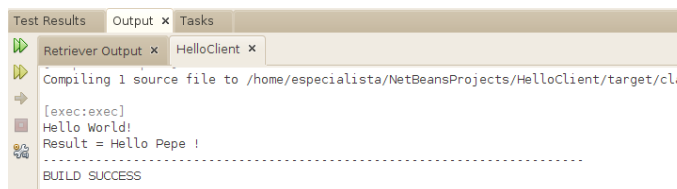
Una vez hecho esto, Netbeans generará en nuestra clase el código que hace la llamada al servicio. Debemos editar este código para especificar los parámetros que vamos a proporcionar en la llamada.



```
7 public class App
8 {
9     public static void main( String[] args )
10    {
11        System.out.println( "Hello World!" );
12
13        try { // Call Web Service Operation
14            sw.Hola_Service service = new sw.Hola_Service();
15            sw.Hola port = service.getHolaPort();
16            // TODO initialize WS operation arguments here
17            java.lang.String name = "Pepe";
18            // TODO process result here
19            java.lang.String result = port.hello(name);
20            System.out.println("Result = "+result);
21        } catch (Exception ex) {
22            // TODO handle custom exceptions here
23        }
24    }
25 }
```

Edición de la llamada al servicio web

Con esto ya podremos ejecutar nuestra aplicación cliente (con el botón derecho sobre nuestro proyecto, pulsando *Run*), que se conectará al servicio web hola. El resultado se mostrará en el panel de salida de Netbeans.



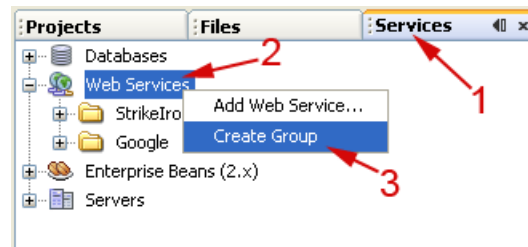
```
Test Results Output x Tasks
Retriever Output x HelloClient x
Compiling 1 source file to /home/especialista/NetBeansProjects/HelloClient/target/classes
[exec:exec]
Hello World!
Result = Hello Pepe !
BUILD SUCCESS
```

Ejecución del cliente java del servicio Web hola

15. Gestor de servicios web de Netbeans

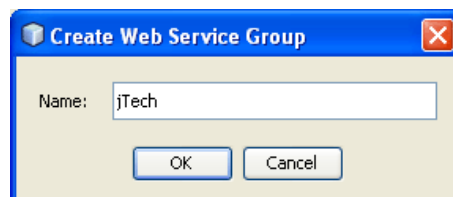
En Netbeans también encontramos un gestor de servicios web, en el que tenemos disponibles algunos servicios web externos proporcionados por terceros (Google, StrikeIron), y al que podemos añadir otros servicios, propios o ajenos. De esta forma podemos tener un catálogo de servicios que podremos incorporar de forma rápida a nuestras aplicaciones, e incluso probarlos desde el propio entorno.

Podemos acceder a este gestor de servicios a través de la sección *Web Services* de la ventana *Services* de Netbeans. Aquí veremos una lista de servicios que ya vienen incluidos en Netbeans y que podremos probar o incorporar en nuestras aplicaciones. Vamos a añadir un nuevo servicio. Para ello antes creamos un grupo en el que incluirlo. Pulsamos con el botón derecho sobre *Web Services* y seleccionamos *Create Group* para crear el nuevo grupo.



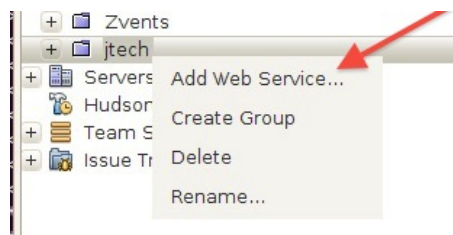
Gestor de servicios web de Netbeans

Vamos a añadir un servicio *HelloService*. Vamos a crear un grupo de nombre *jTech* en el que incluiremos los servicios proporcionados por dicha entidad.



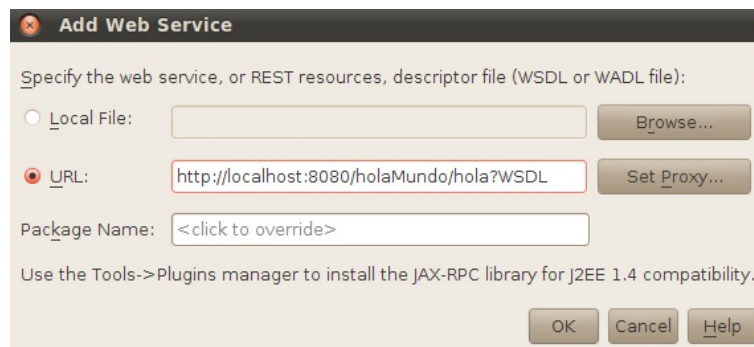
Creación de un nuevo grupo de servicios

Pulsamos sobre el grupo con el botón derecho y seleccionamos *Add Web Service ...* para añadir el nuevo servicio.



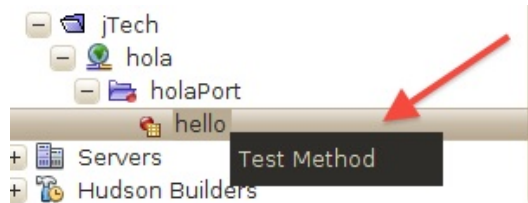
Añadimos un nuevo servicio en el grupo creado

Como datos del servicio proporcionamos la dirección del documento WSDL que lo define. Además podemos también especificar el paquete en el cual generará la librería con el *stub* necesario para acceder al servicio. Cuando terminemos de introducir los datos pulsamos *Add* para añadir el nuevo servicio.



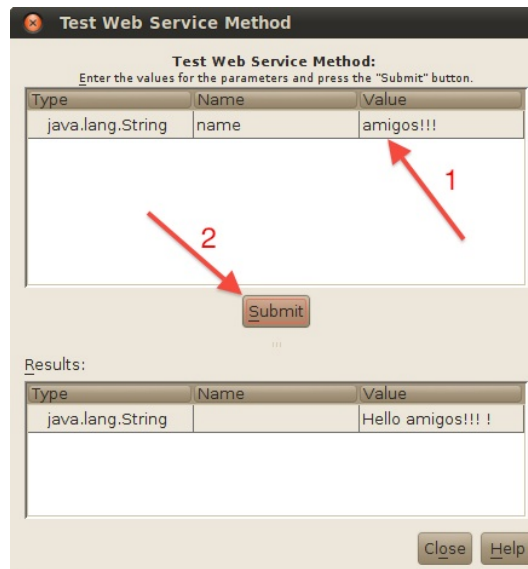
Datos del servicio web para el gestor de servicios

Una vez tenemos el servicio añadido, podemos desplegarlo para ver las operaciones que ofrece y probarlas pulsando sobre ellas con el botón derecho y seleccionando *Test Method*



Prueba de un servicio desde el gestor de servicios

Nos aparecerá una ventana en la que deberemos introducir los parámetros necesarios para invocar el servicio, y tras ello pulsar sobre el botón *Submit* para invocarlo y ver el resultado obtenido.



Datos para la prueba del servicio y resultado obtenido

También podemos utilizar los servicios del gestor en nuestras aplicaciones de forma sencilla. Simplemente tendremos que arrastrar la operación que queramos invocar sobre el lugar del código fuente en el que queramos hacer la llamada. Al hacer esto se añadirá a nuestro proyecto una librería (JAR) con el *stub* necesario para acceder al servicio.

16. Interfaz de invocación dinámica (DII)

Mediante esta interfaz ya no utilizaremos un *stub* para invocar los métodos del servicio, sino que nos permitirá invocar los métodos de forma dinámica, indicando simplemente el nombre del método que queremos invocar como una cadena de texto, y sus parámetros

como un *array* de objetos.

Esto nos permitirá utilizar servicios que no conocemos previamente. De esta forma podremos implementar por ejemplo un *broker* de servicios. Un *broker* es un servicio intermediario, al que podemos solicitar alguna tarea que necesitemos. Entonces el *broker* intentará localizar el servicio más apropiado para dicha tarea en un registro de servicios, y lo invocará por nosotros. Una vez haya conseguido la información que requerimos, nos la devolverá. De esta forma la localización de servicios se hace totalmente transparente para nosotros.

Podremos acceder con esta interfaz tanto si contamos con un documento WSDL como si no contamos con él, pero en el caso de que no tengamos el WSDL deberemos especificar en el código todos los datos incluidos en estos documentos que necesitemos y de los que en este caso no disponemos (*endpoint*, parámetros y tipos, etc).

16.1. A partir de un documento WSDL

Vamos a ver el caso en el que contamos con el documento WSDL que describe el servicio. El primer paso será conseguir el objeto `Service` igual que hicimos en el caso anterior. La clase `javax.xml.ws.Service` es una abstracción que representa un servicio WSDL (etiqueta *service*).

La clase **Service** actúa como una factoría que proporciona tanto *proxies* para el *endpoint* de un servicio (de forma estática utilizando los stubs generados), como instancias para llamadas a operaciones remotas de forma dinámica.

Un ejemplo de uso dinámico de **Service** es el siguiente:

```
ServiceFactory sf = ServiceFactory.newInstance();
Service serv = sf.createService(
    new URL("http://localhost:8080/HolaMundo/hola?WSDL"),
    new QName("http://localhost:8080/HolaMundo", "hello"));
```

Utilizaremos el objeto `Call` para hacer las llamadas dinámicas a los métodos del servicio. Deberemos crear un objeto `Call` correspondiente a un determinado puerto y operación de nuestro servicio:

```
Call call = serv.createCall(
    new QName("http://localhost:8080/HolaMundo", "holaPort"),
    new QName("http://localhost:8080/HolaMundo", "hello"));
```

El último paso será invocar la llamada que hemos creado:

```
String result = (String) call.invoke(
    new Object[] { "Miguel" });
```

A este método le debemos proporcionar un *array* de objetos como parámetro, ya que debe poder utilizarse para cualquier operación, con diferente número y tipo de parámetros.

Como tampoco se conoce *a priori* el valor devuelto por la llamada, deberemos hacer una conversión *cast* al tipo que corresponda, ya que nos devuelve un `Object` genérico.

16.2. Sin un documento WSDL

Si no contamos con el WSDL del servicio, crearemos un objeto `Service` proporcionando únicamente el nombre del servicio:

```
ServiceFactory sf = ServiceFactory.newInstance();
Service serv = sf.createService(
    new QName("http://jtech.ua.es", "hola"));
```

A partir de este objeto podremos obtener un objeto `Call` para realizar una llamada al servicio de la misma forma que vimos en el caso anterior:

```
Call call = serv.createCall(
    new QName("http://localhost:8080/HolaMundo", "holaPort"),
    new QName("http://localhost:8080/HolaMundo", "hello"));
```

En este caso el objeto `Call` no tendrá ninguna información sobre las características del servicio, ya que no tiene acceso al documento WSDL que lo describe, por lo que deberemos proporcionárselas nosotros explícitamente.

En primer lugar, deberemos especificar el *endpoint* del servicio, para que sepa a qué dirección debe conectarse para acceder a dicho servicio:

```
call.setTargetEndpointAddress(endpoint);
```

Una vez especificada esta información, deberemos indicar el tipo de datos que nos devuelve la llamada a la operación que vamos a invocar (en nuestro ejemplo *saluda*):

```
QName t_string =
    new QName("http://www.w3.org/2001/XMLSchema", "string");
call.setReturnType(t_string);
```

Por último, indicaremos los parámetros de entrada que toma la operación y sus tipos:

```
QName t_string =
    new QName("http://www.w3.org/2001/XMLSchema", "string");
call.addParameter("string_1", t_string, ParameterMode.IN);
```

Una vez hecho esto, podremos invocar dicha operación igual que en el caso anterior:

```
String result = (String) call.invoke(
    new Object[] { "Miguel" });
```

