

■ Tema 5: Programación de dispositivos móviles con Java (J2ME)

■ Parte I: Introducción



Tecnologías  Web

Bibliografía y enlaces

- Programación de Dispositivos Móviles con J2ME
 - Lozano Ortega, Miguel Ángel
 - Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2004
- Web oficial de Sun
 - www.java.sun.com
- Web para desarrolladores de Nokia
 - www.forum.nokia.com



Tecnologías  Web

1. Dispositivos móviles

Características de los dispositivos



Tecnológicas Web

Dispositivos conectados

Dispositivos con pequeños ordenadores embebidos

Tienen la capacidad de conectarse a la red

- Dispositivos móviles de información
 - MIDs: Mobile Information Devices
 - Teléfonos móviles, PDAs, etc
- Decodificadores de TV (*set top boxes*)
- Electrodomésticos
- Impresoras de red
- Routers
- etc

sin interfaz



Tecnológicas Web

Limitaciones de los dispositivos

- **Escasa memoria**
 - Normalmente 128-512Kb de RAM
- **CPU lenta**
 - 1-10 MIPS (Pentium 4 3.0GHz, ~10000 MIPS)
- **Pequeña pantalla**
 - 96x65 – 178x201 píxeles, monocromo – 65536 colores
- **Dispositivos de entrada restringidos**
 - Teclado 0-9, #, *
- **Fuentes de texto limitadas**
 - Normalmente sólo una fuente



Tecnológicas Web

Características de los MIDs



96x65
Monocromo
164kb



101x64
Monocromo
150kb



178x201
4096 colores
1,4mb



128x128
4096 colores
200kb



640x200
4096 colores
8mb



240x320
65536 colores
64mb



Tecnológicas Web

Redes de telefonía celular

1G: Red analógica

- Sólo voz

2G: Red digital

- Voz y datos
- GSM (*Global System for Mobile communications*) en toda Europa
- Red no IP
 - Protocolos WAP
 - Un gateway conecta la red móvil (WAP) a la red Internet (TCP/IP)
- Conmutación de circuitos (*Circuit Switched Data, CSD*)
 - 9'6kbps
 - Se ocupa un canal de comunicación de forma permanente
 - Se cobra por tiempo de conexión



Tecnológicas Web

Redes de telefonía celular (2)

2,5G: GPRS (*General Packet Radio Service*)

- Transmisión de paquetes
 - No ocupa un canal de forma permanente
 - Hasta 144kbps teóricamente (40kbps en la práctica)
 - Cobra por volumen de información transmitida
- Se implementa sobre la misma red GSM

3G: Banda ancha

- Red UMTS (*Universal Mobile Telephony System*)
- Entre 384kbps y 2Mbps
- Servicios multimedia
 - Videoconferencia, TV, música, etc
- Transmisión de paquetes
- Requiere nueva infraestructura



Tecnológicas Web

Conectividad de los MIDs

■ Los dispositivos deben conectarse para descargar las aplicaciones

- Over The Air (OTA)
 - Conexión a Internet usando la red móvil (GSM, GPRS, UMTS)
- Cable serie o USB
 - Conexión física
- Infrarrojos
 - Los dispositivos deben verse entre si
- Bluetooth
 - Ondas de radio (10 metros de alcance)
 - Alta velocidad (723kbit/s)



Tecnológicas  Web

WAP (*Wireless Application Protocol*)

■ Estándar para aplicaciones de Internet en móviles

- Define un conjunto de protocolos

■ Objetivo

- Permitir acceder a aplicaciones de Internet desde móviles
- Poder realizar aplicaciones independientes del fabricante, operador, y tipo de red de los dispositivos

■ Documentos en lenguaje WML

- Lenguaje basado en XML orientado a móviles

■ A partir de WAP 2.0

- Se adopta XHTML Mobile Profile como estándar
- Soporta WAP CSS



Tecnológicas  Web

Gateway WAP



■ Gateway WAP

- Conecta Internet y la red móvil
- La red móvil utiliza protocolos WAP
 - La información se codifica en binario
- Internet utiliza TCP/IP

■ A partir de WAP 2.0

- El gateway no es necesario
 - XHTML se envía como texto



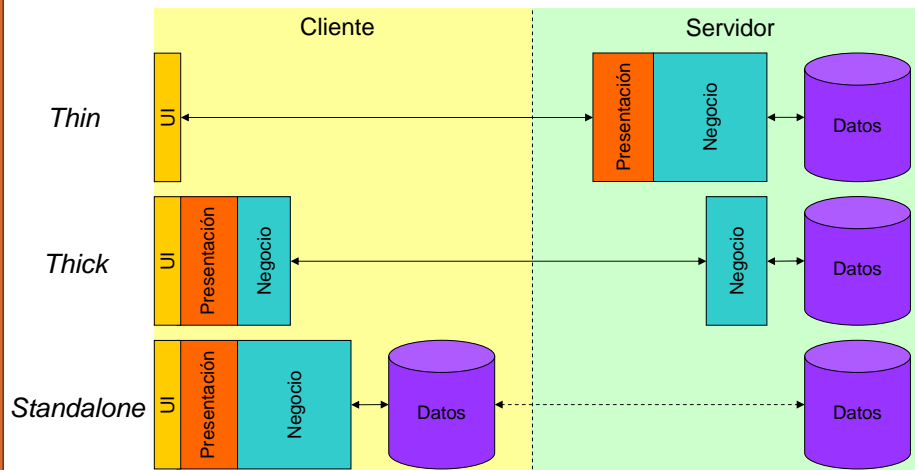
■ 2. Clientes para móviles

■ Tipos de clientes para móviles



Tipos de cliente

■ Según el reparto de la carga entre cliente/servidor



Tecnologías Web

Cientes *thin*

- Todo el procesamiento se realiza en el servidor
 - El cliente sólo se ocupa de la interfaz de usuario (UI)
- El cliente normalmente se compone de:
 - Navegador
 - Documento web (p.ej. HTML)
- Descarga documentos y los muestra en un navegador
- Los documentos HTML no son adecuados para móviles
 - Se definen nuevos tipos de documentos
 - WML, XHTML-MP, cHTML, ...
 - Se muestran en un navegador que los soporte
 - Microbrowser



Tecnologías Web

Cientes *thick*

- **La aplicación se descarga e instala en el cliente**
 - Se ejecuta de forma local
 - Trabaja de forma coordinada con el servidor
 - Realiza en el cliente todo el procesamiento posible
- **Aplicaciones dedicadas**
 - Para una tarea concreta
- **Sólo necesita intercambiar información, no presentación**
 - Los documentos web (p.e. HTML) no sirven
- **Se puede comunicar mediante diferentes protocolos**
 - Servicios Web
 - RPC
 - Otros protocolos



Tecnológicas  Web

Tecnologías para clientes *thick*

- **Sistema operativo**
 - Symbian OS, Palm OS, Windows Pocket PC, etc
 - Poco portable
 - Requiere aprender nuevas APIs
 - Problemas de seguridad
- **Runtime Environments**
 - BREW
 - Soportado por pocos dispositivos
 - Requiere aprender una nueva API
 - J2ME
 - Soportado por gran cantidad de dispositivos
 - Existe una gran comunidad de desarrolladores Java
 - .NET Compact Framework
 - Soportado en Pocket PC, Windows CE y Windows Mobile



Tecnológicas  Web

¿Thick o Thin?

■ Thin

- ☞ Requiere conectar a la red para descargar cada documento
 - Velocidad de descarga lenta en móviles
- ☞ Limitado a las posibilidades del navegador
- ☞ Fácil de mantener

■ Thick

- ☞ Mantenimiento costoso
- ☞ Interfaz de usuario (UI) más flexible
- ☞ Minimiza el tráfico en la red
 - Intercambia con el servidor sólo la información necesaria
 - Puede funcionar sin conexión
- ☞ Mayor rendimiento multimedia



Tecnológicas  Web

■ 3. Clientes thin

■ Tecnologías para clientes thin



Tecnológicas  Web

Lenguajes de marcado para clientes *thin*

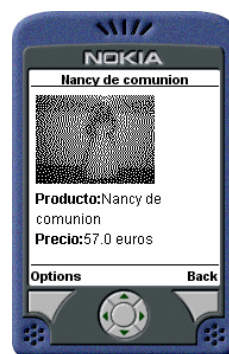
- No se suele usar todo el HTML o XHTML debido a las restricciones gráficas de los dispositivos
- Algunos lenguajes de marcado para clientes *thin*
 - WML (*Wireless Markup Language*)
 - cHTML (*Compact HTML*)
 - XHTML Basic y XHTML-MP (*Mobile Profile*)



Tecnológicas Web

WML (*Wireless Markup Language*)

- Forma parte de los protocolos WAP
- Lenguaje de marcado para móviles
 - Basado en XML
 - Diferente a HTML
 - Requiere aprender un nuevo lenguaje
 - Documentos pobres
- Imágenes WBMP
 - Monocromo
- Diseñado para bajo ancho de banda
 - Varias pantallas (*cards*) en un mismo documento (*deck*)



Tecnológicas Web

Ejemplo de WML

```
<?xml version='1.0'?>
<!DOCTYPE wml PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD WML 1.1//EN"
"http://www.wapforum.org/DTD/wml_1.1.xml">
<wml>
  <card id="Carrera" title="Carrera">
    <do type="accept" label="Nombre"><go href="#Nombre"/></do>
    <p>Carrera: <select name="carrera" title="Carrera:">
      <option value="II">II</option>
      <option value="ITIS">ITIS</option>
      <option value="ITIG">ITIG</option>
    </select></p>
  </card>
  <card id="Nombre" title="Nombre:">
    <do type="accept" label="Confirma"><go href="#Confirma"/></do>
    <p>Nombre: <input type="text" name="nombre"/></p>
  </card>
  <card id="Confirma" title="Confirma:">
    <p>Tus datos son:<br/>Nombre: ${nombre}<br/>Carrera: ${carrera}<br/></p>
  </card>
</wml>
```



Tecnológicas Web

WMLScript

■ Equivalente a JavaScript para móviles WAP

- Se usa junto a WML

■ No soporta la creación de objetos

■ Librerías predefinidas

- Lang, Float, String, URL, WMLBrowser, Dialogs

■ Definición de funciones

```
extern function validaDNI(DNI) {
  if (String.length(DNI) != 8) {
    WMLBrowser.setVar("DNI",
      "Error: El DNI debe tener 8 digitos.");
  }
  WMLBrowser.go("prueba.wml#Confirma");
};
```



Tecnológicas Web

cHTML (*Compact HTML*)

■ HTML Compacto

- Versión reducida de HTML
- No basado en XML
- Propietario de NTT DoCoMo

■ Permite imágenes GIF en color

- GIFs animados con hasta 5 frames
- No permite JPEG

■ Navegación sencilla

- Arriba, abajo, seleccionar y atrás

■ W3C

- <http://www.w3.org/Submission/1998/04/>



Tecnologías  Web

cHTML vs HTML

■ Excluye

- Frames
- Tablas
- Mapa de imagen
- Hojas de estilo
- Fuentes
- Imagen de fondo

■ Añade

- Atributo `accesskey` para asociar teclas a enlaces
`Productos`
- Enlaces a números de teléfono
`Servicio técnico`
- Emoji's



Tecnologías  Web

Ejemplo de cHTML

```
<!DOCTYPE "-//W3C//DTD Compact HTML 1.0 Draft//EN">
<html>
  <head>
    <META http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8">
    <META name="cHTML" content="yes">
    <META name="description" content="Documento cHTML">
    <title>Menu cHTML</title>
  </head>
  <body bgcolor="#ffffff" text="#000000">
    <center>Subatas</center>
    <hr>
    Menu<br>
    &#59106;<A HREF="lista.htm" accesskey="1">
      Ver subastas </A><BR>
    &#59107;<A HREF="personal.htm" accesskey="2">
      Datos personales </A><BR>
    <hr>
    &#63858;<A HREF="tel://555123456"> Incidencias </A><BR>
  </body>
</html>
```

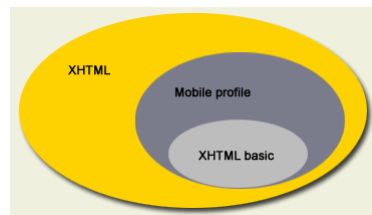


Tecnológicas Web

XHTML

XHTML Basic

- W3C: <http://www.w3.org/TR/xhtml-basic/>
- Versión reducida de XHTML para móviles
- Objetivo:
 - Proporcionar base mínima de XHTML que debe ser soportada
 - Las extensiones se realizarán sobre esta base
- A diferencia de cHTML, se desarrolla como estándar



XHTML Mobile Profile

- Basado en XHTML Basic
- Lo extiende con nuevas características: p.ej. Hojas de estilo internas



Tecnológicas Web

XHTML-MP vs XHTML

■ No soporta:

- Frames
- Tablas complejas
- Scripts
- Manejadores de eventos (sí a partir de 1.2)

■ Soporta

- Texto básico
- Vínculos
- Hojas de estilo
- Tablas sencillas
 - `table`, `td`, `th`, `tr`, `caption`
- Formularios básicos
 - `form`, `input`, `label`, `select`, `option`, `textarea`
- Imágenes



Tecnológicas Web

Ejemplo de XHTML-MP

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//WAPFORUM//DTD XHTML Mobile 1.0//EN"
    "http://www.wapforum.org/DTD/xhtml-mobile10.dtd" >

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <title>Subastas</title>
    <link rel="stylesheet"
      href="estilo.css" type="text/css"/>
  </head>
  <body>
    <h1> Subastas </h1>
    
    <hr/>
    <p>
      <a href="personal.xhtml">Ver datos personales</a><br/>
      <a href="lista.xhtml">Ver subastas</a>
    </p>
  </body>
</html>
```



Tecnológicas Web

Hojas de estilo

■ CSS Mobile Profile

- Estándar de W3C
 - <http://www.w3.org/TR/2001/WD-css-mobile-20010129/>
- Subconjunto de CSS2

■ WCSS (WAP CSS)

- Soportado por XHTML Basic y WML 2.0
- Definido en WAP
- Subconjunto de CSS2
 - Agentes de usuario WAP CSS aceptan CSS Mobile Profile
- Extensiones de WAP
 - Texto con scroll ([marquee](#))
 - Formato de entrada de texto en formulario
 - Asociar teclas del teléfono ([accesskey](#))



Tecnológicas Web

SMIL Basic

■ Lenguaje basado en XML

■ Crear presentaciones multimedia

- Controla tiempos
- Reproduce audio, video, animaciones
- Asocia vínculos con los medios
- Define la disposición de los elementos

■ Basic Profile

- Subconjunto para dispositivos móviles
- Escalable mediante extensiones
 - Aprovechar las características de los nuevos dispositivos
 - El agente de usuario debe implementar al menos el perfil Basic
 - Todas las características no soportadas serán ignoradas



Tecnológicas Web

Tecnologías en el servidor

■ ASP.NET Mobile

- Plataforma para desarrollo de aplicaciones móviles
- Desarrollo de aplicaciones para móviles y PDAs
- Controles en el lado del servidor
- Generan WML, XHTML o cHTML para distintos clientes

■ WURFL (*Wireless Universal Resource File*)

- Proyecto Open Source
- Desarrollo para WAP
- Objetivo:
 - Aplicaciones adaptables a diferentes dispositivos
- Fichero de configuración con datos de dispositivos
 - Podemos saber las características del cliente
 - Generar contenido en el servidor adaptado a cada cliente



Tecnológicas  Web

■ 4. Introducción a J2ME

■ Arquitectura de la plataforma J2ME



Tecnológicas  Web

Java 2 Micro Edition

- Edición de la plataforma Java 2 para dispositivos móviles
- Independiente de la plataforma
 - Adecuado para programar dispositivos heterogéneos
- Gran comunidad de desarrolladores Java
 - Los programadores Java podrán desarrollar aplicaciones para móviles de forma sencilla
 - No hace falta que aprendan un nuevo lenguaje
- Consiste en un conjunto de APIs
 - Una sola API es insuficiente para la variedad de tipos de dispositivos existente
 - Cada API se dedica a una distinta familia de dispositivos



Tecnológicas  Web

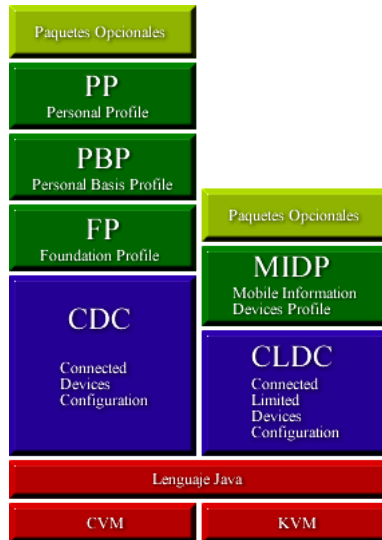
Capas de J2ME

- Configuraciones
 - API común para todo un gran conjunto de dispositivos
 - Elementos básicos del lenguaje
- Perfiles
 - API que cubre las características propias de una familia de dispositivos concreta
 - P.ej, para acceder a la pantalla de los teléfonos móviles
- Paquetes opcionales
 - APIs para características especiales de ciertos dispositivos
 - P.ej, para acceder a la cámara de algunos teléfonos móviles



Tecnológicas  Web

APIs de J2ME



Configuraciones

- CDC: Dispositivos conectados
 - Sobre JVM
- CLDC: Dispositivos conectados limitados
 - Sobre KVM (limitada)
 - Paquetes:
 - java.lang
 - java.io
 - java.util
 - javax.microedition.io



Tecnologías Web

CLDC

- Dispositivos con memoria del orden de los KB
 - Puede funcionar con sólo 128KB
 - Teléfonos móviles y PDAs de gama baja
- Se ejecuta sobre KVM (*Kilobyte Virtual Machine*)
- Muy limitada, para poder funcionar con escasos recursos
 - P.ej, no soporta reales (tipos float y double)
- Perfil MIDP
 - Dispositivos móviles de información (MIDs)
 - Paquetes:
 - javax.microedition.lcdui
 - javax.microedition.midlet
 - javax.microedition.rms
- Perfil DoJa (DoCoMo Java)
 - Dispositivos iMode



Tecnologías Web

Paquetes opcionales

- **Wireless Messaging API (WMA)**
 - Envío y recepción de mensajes cortos (SMS)
- **Mobile Media API (MMAPI)**
 - Multimedia, reproducción y captura de video y audio
- **Bluetooth API**
 - Permite establecer conexiones vía Bluetooth
- **J2ME Web Services**
 - Invocación de servicios web desde dispositivos móviles
- **Mobile 3D Graphics**
 - Permite incorporar gráficos 3D a las aplicaciones y juegos



Tecnologías  Web

■ 5. Aplicaciones J2ME

■ Desarrollo de aplicaciones J2ME



Tecnologías  Web

MIDlets

- Las aplicaciones para dispositivos MIDP se denominan *MIDlets*
- Estas aplicaciones se distribuyen como una *suite de MIDlets*, que se compone de:
 - Fichero JAD
 - Fichero ASCII
 - Descripción de la aplicación
 - Fichero JAR
 - Aplicación empaquetada (clases y recursos)
 - Contiene uno o más MIDlets
 - Contiene un fichero `MANIFEST.MF` con información sobre la aplicación (algunos datos son replicados del fichero JAD).



Fichero JAD

- Ejemplo de fichero JAD:

```
MIDlet-Name: SuiteEjemplos
MIDlet-Version: 1.0.0
MIDlet-Vendor: Universidad de Alicante
MIDlet-Description: Aplicaciones de ejemplo para moviles.
MIDlet-Jar-Size: 16342
MIDlet-Jar-URL: ejemplos.jar
```

- En un dispositivo real es importante que `MIDlet-Jar-Size` contenga el tamaño real del fichero JAR
- Si publicamos la aplicación en Internet, `MIDlet-Jar-URL` deberá apuntar a la URL de Internet donde se encuentra publicado el fichero JAR.



Fichero MANIFEST.MF

■ Ejemplo de fichero MANIFEST.MF:

```
MIDlet-Name: SuiteEjemplos
MIDlet-Version: 1.0.0
MIDlet-Vendor: Universidad de Alicante
MIDlet-Description: Aplicaciones de ejemplo para móviles.
MicroEdition-Configuration: CLDC-1.0
MicroEdition-Profile: MIDP-1.0
MIDlet-1: Snake, /icons/snake.png, es.ua.j2ee.serpiente.SerpMIDlet
MIDlet-2: TeleSketch, /icons/ts.png, es.ua.j2ee.ts.TeleSketchMIDlet
MIDlet-3: Panj, /icons/panj.png, es.ua.j2ee.panj.PanjMIDlet
```

- Si el dispositivo real no soporta la configuración o el perfil indicados, se producirá un error en la instalación.



Tecnologías  Web

Software gestor de aplicaciones

- Los dispositivos móviles con soporte para Java tienen instalado un software gestor de aplicaciones

– AMS: *Application Management Software*

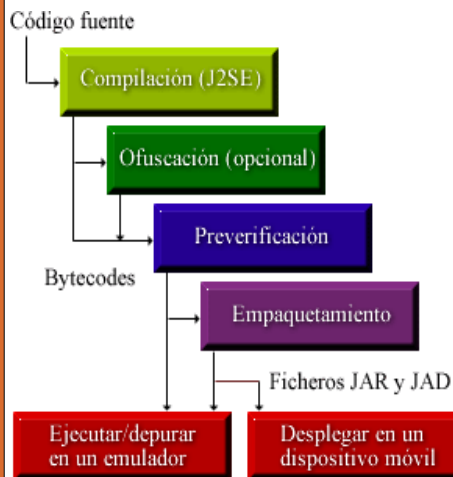
- Gestiona las aplicaciones Java:

- Descarga
 - Descarga primero el fichero JAD y muestra los datos de la aplicación
 - Si la aplicación es compatible y el usuario acepta, descarga el JAR
- Instalación
- Actualización
- Desinstalación
- Ejecución
 - Es el contenedor que da soporte a los MIDlets
 - Contiene la KVM sobre la que se ejecutarán las aplicaciones
 - Soporta la API de MIDP
 - Controla el ciclo de vida de los MIDlets que ejecuta



Tecnologías  Web

Pasos del proceso



- **Compilar**
 - Utilizar como clases del núcleo la API de MIDP
- **Ofuscar (optativo)**
 - Reducir tamaño de los ficheros
 - Evitar descompilación
- **Preverificar**
 - Reorganizar el código para facilitar la verificación a la KVM
 - Comprobar que no se usan características no soportadas por KVM
- **Empaquetar**
 - Crear ficheros JAR y JAD
- **Probar**
 - En emuladores o dispositivos reales



Tecnologías Web

Sun Wireless Toolkit (WTK)

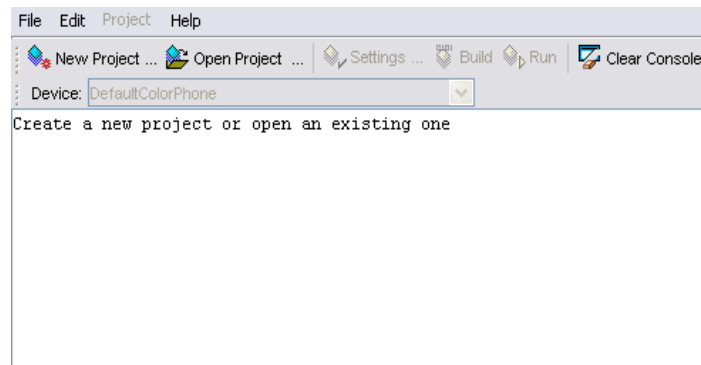
- **Incluye las APIs necesarias**
 - MIDP y APIs adicionales
- **Incluye herramientas que no están en Java 2 SDK**
 - Preverificador
- **Incluye emuladores para probar las aplicaciones**
 - Se puede integrar con emuladores proporcionados por terceros (Nokia, Ericsson, etc).
- **Facilita el proceso de construcción de aplicaciones**
 - Entorno de creación de aplicaciones
- **Es necesario contar con Java 2 SDK para compilar y empaquetar**



Tecnologías Web

Ktoolbar

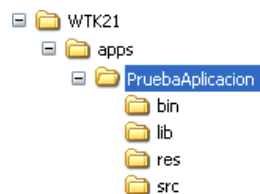
- WTK contiene la herramienta `ktoolbar` para automatizar la creación de aplicaciones



Tecnológicas Web

Aplicaciones de WTK

- Se almacenan en el directorio `${WTK_HOME}/apps`
- Existe un subdirectorio por aplicación
- Cada aplicación se organiza en los siguientes subdirectorios:



src: Código fuente

res: Recursos (ficheros de datos, imágenes, ...)

lib: Librerías (jar)

bin: Aquí se generan los ficheros JAD y JAR

classes: Clases intermedias generadas (temporal)



Tecnológicas Web

Crear una aplicación

■ Pulsar *New Project ...*

Project Name	PruebaAplicacion
MIDlet Class Name	es.ua.j2ee.prueba.MIDletPrueba
<input type="button" value="Create Project"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

■ Editar los datos para los ficheros JAD y JAR (MANIFEST.MF)

API Selection		Required	Optional	User Defined	MIDlets	Push Registry	Permissions
Key	Value						
MIDlet-Jar-Size	100						
MIDlet-Jar-URL	PruebaAplicacion.jar						
MIDlet-Name	PruebaAplicacion						
MIDlet-Vendor	Unknown						
MIDlet-Version	1.0						
MicroEdition-Configuration	CLDC-1.0						
MicroEdition-Profile	MIDP-1.0						
				OK	Cancel		

User Defined		MIDlets	Push Registry	Permissions	
Icon	Class				
PruebaAplicacion.png	es.ua.j2ee.prueba.MI...				
				OK	Cancel



Tecnologías Web

Prueba de la aplicación

■ Construir la aplicación

- Pulsar sobre *Project* → *Build*

■ Ejecutar en un emulador

- Seleccionar un emulador del cuadro desplegable
- Pulsar sobre *Project* → *Run*



■ Distribuir la aplicación

- Pulsar sobre *Project* → *Package* → *Create package*



Tecnologías Web

Provisionamiento OTA

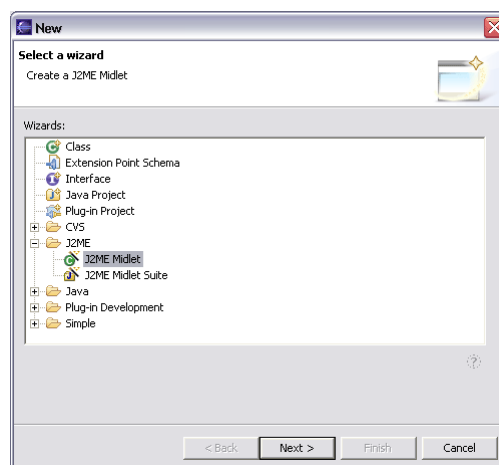
- Podemos simular la descarga real de la aplicación
- Provisionamiento OTA: *Project > Run via OTA*



Tecnologías Web

EclipseME

- Plug-in de Eclipse
- Nos permite crear aplicaciones J2ME con este entorno de forma integrada
 - No es necesario utilizar ninguna herramienta externa
- Podemos:
 - Crear una suite de MIDlets
 - Añadir MIDlets a la suite
 - Editar el fichero JAD mediante un editor de JAD incorporado
 - Ejecutar la aplicación directamente en un emulador



Tecnologías Web

6. MIDlets

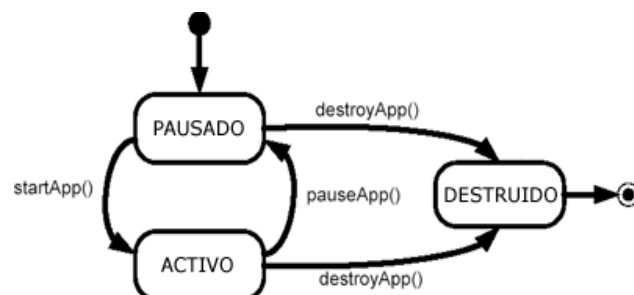
Ciclo de vida y propiedades



Tecnologías Web

Ciclo de vida

- La clase principal de la aplicación debe heredar de `MIDlet`
- Componente que se ejecuta en un contenedor
 - AMS = Software Gestor de Aplicaciones
- El AMS controla su ciclo de vida



Tecnologías Web

Esqueleto de un MIDlet

```
import javax.microedition.midlet.*;

public class MiMIDlet extends MIDlet {
    protected void startApp()
        throws MIDletStateChangeException {
        // Estado activo -> comenzar
    }

    protected void pauseApp() {
        // Estado pausa -> detener hilos
    }

    protected void destroyApp(boolean incondicional)
        throws MIDletStateChangeException {
        // Estado destruido -> liberar recursos
    }
}
```



Tecnológicas Web

Propiedades

■ Leer propiedades de configuración (JAD)

```
String valor = getAppProperty(String key);
```

■ Salir de la aplicación

```
public void salir() {
    try {
        destroyApp(false);
        notifyDestroyed();
    } catch (MIDletStateChangeException e) { }
}
```



Tecnológicas Web