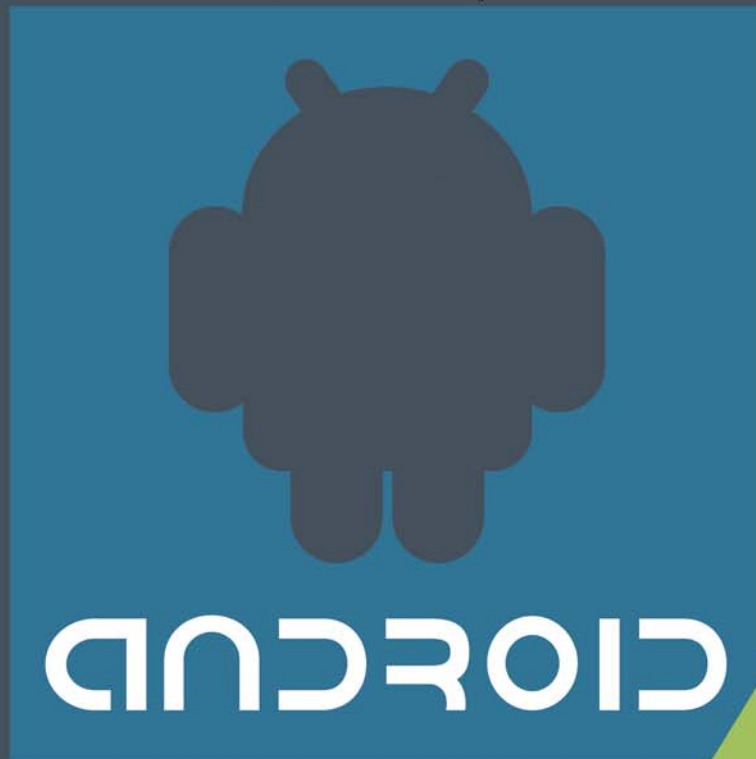


Android

Óscar Ávila Mejía*



*UAM-I. Departamento. de Ingeniería Eléctrica. websp-minds@yahoo.es

Recibido: 11 de julio de 2011.

Aceptado: 29 de julio de 2011.

Abstract

Android is an operating system based on Linux originally developed for mobile devices and later to other instruments. It is developed by the conglomerate: Open Handset Alliance, which is led by Google. In this paper will review its history, development, applications and other features that distinguish this open source OS.

Keywords: Android, operating system, open source.

Resumen

Android es un sistema operativo basado en Linux desarrollado inicialmente para dispositivos móviles y posteriormente hacia otros instrumentos. Es desarrollado por el conglomerado de empresas: Open Handset Alliance, el cual encabeza Google. En este artículo se hará una revisión de su historia, desarrollo, aplicaciones y otras características que distinguen a este SO de código abierto.

Palabras clave: Android, sistema operativo, código abierto.

Antecedentes

En 2003 en Palo Alto, California fue fundada la compañía Android Inc., la cual centraba sus funciones en desarrollo de software para teléfonos móviles. En 2005 la compañía Google al adquirir Android Inc., contrató a parte del equipo de cofundadores de esta entre los que se incluían Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears y Chris White. El equipo que encabezó Rubin desarrolló una plataforma para dispositivos móviles que fue anunciada a fabricantes de dispositivos y operadores bajo la promesa de dotar de un sistema actualizable y flexible. Este sistema estaba basado en el kernel de Linux.

En 2006 ya existían rumores acerca de que Google tenía intención de entrar en el mercado de la telefonía móvil ya que la empresa se empeñaba en que sus servicios de búsqueda y aplicaciones estuvieran disponibles para estos medios. Para el 2007 se difundió la noticia de que la empresa estaba solicitando patentes en telefonía móvil.

El 5 de noviembre de 2007 se creó con el fin de desarrollar estándares abiertos para dispositivos móvi-

les la *Open Handset Alliance (OHA)*¹, un consorcio de varias compañías dedicadas a la telefonía, software, comercialización, semiconductores y fabricantes de electrónicos. Junto con la formación de la OHA, el 12 de noviembre se estrenó su primer producto, el *Android Software Development Kit (SDK)*², una plataforma para dispositivos móviles construida sobre la versión 2.6 del kernel de Linux.

Es hasta el 22 de octubre de 2008 cuando sale al mercado el primer teléfono que ejecuta Android.

Características del sistema

Android está formado por alrededor de 12 millones de líneas de código, de estas, 2.8 millones de líneas son de lenguaje C, 2,1 millones de líneas de Java y 1,75 millones de líneas de C++ y 3 millones de líneas son de XML,

La estructura de este sistema operativo se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework³ Java de aplicaciones orientadas a objetos, todas ellas soportadas por la máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución.

Incluye Navegador integrado, *SQLite*: base de datos para almacenamiento estructurado que se integra directamente con las aplicaciones. En Multimedia: Soporte para medios con formatos comunes de audio, video e imágenes planas (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF), soporte para Pantalla multitáctil y dependiente del terminal: telefonía GSM, Bluetooth, EDGE, 3G y Wifi, Cámara, GPS, brújula y acelerómetro.

El SO es soportado por distintas plataformas como ARM, x86, MIPS e IBM POWER.

Arquitectura de Android

La arquitectura del SO está compuesta por cuatro capas (Fig. 1), la primera de ellas es un kernel basado en Linux, le siguen las bibliotecas entre las que se

¹La *Open Handset Alliance (OHA)* es una alianza comercial de 83 compañías (a la fecha) para desarrollar estándares abiertos para dispositivos móviles. Algunos miembros son Google, HTC, Dell, Intel, Motorola, Qualcomm, Texas Instruments, Samsung, LG, T-Mobile, Nvidia y Wind River Systems.

²*Software Development Kit* - Kit de desarrollo de software o devkit. Un SDK es un conjunto de herramientas y programas de desarrollo que permite al programador crear aplicaciones para un determinado paquete de software, estructura de software, plataforma de hardware, sistema de computadora, consulta de videojuego, sistema operativo o similar

³Desde el punto de vista del desarrollo de software, un framework es una estructura de soporte definida, en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

encuentran las básicas correspondientes a la máquina virtual, a continuación está el marco de aplicaciones o framework y finalmente la aplicaciones. La descripción se da a continuación:

1. **Núcleo Linux:** Android se basa en Linux para los servicios base del sistema como gestión de memoria y de procesos, pila de red, modelo de controladores y seguridad. El núcleo también actúa como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de la pila de software. Esto permite que se pueda acceder a los componentes sin necesidad de conocer el modelo o características precisas que están instalados en cada dispositivo.
2. **Bibliotecas:** esta capa incluye un conjunto de bibliotecas de C/C++ usadas por varios componentes del sistema. Estas bibliotecas se ofrecen a los desarrolladores a través del marco de trabajo de aplicaciones de Android; algunas son: *System C library* (implementación biblioteca C estándar), bibliotecas de medios, bibliotecas de gráficos, 3D y *SQLite*, entre otras.

Estas son algunas de las bibliotecas que se incluyen habitualmente:

- **Gestor de superficies (Surface Manager):** se encarga de componer las imágenes que se muestran en la pantalla a partir de capas gráficas 2D y 3D. Cada vez que la aplicación pretende “dibujar” algo en la pantalla, la biblioteca no lo hace directamente sobre ella. En vez de eso, realiza los cambios en imágenes (mapas de bits) que almacena en memoria y que después combina para formar la imagen final que se envía a pantalla. Esto permite realizar con facilidad diversos efectos: superposición de elementos, transparencias, transiciones, animaciones, etc.
- **SGL (*Scalable Graphics Library*):** desarrollada por Skia (empresa adquirida por Google en 2005) y utilizada tanto en Android como en Chrome (navegador web de Google), se encarga de representar elementos en dos dimensiones. Es el motor gráfico 2D de Android.
- **OpenGL ES (*OpenGL for Embedded Systems*):** motor gráfico 3D basado en las APIs (*Application Program Interface*)⁴ de OpenGL

⁴(*Application Programming Interface* - Interfaz de Programación de Aplicaciones). Es un grupo de rutinas (que conforman una interfaz) que provee un sistema operativo, una

ES 1.0, 1.1 (desde la versión 1.6 de Android) y 2.0 (desde la versión 2.2 de Android). Utiliza aceleración hardware (si el teléfono la proporciona) o un motor software altamente optimizado (según Google) cuando no la hay.

- **Bibliotecas multimedia:** basadas en OpenCORE, permiten visualizar, reproducir e incluso grabar numerosos formatos de imagen, vídeo y audio como JPG, GIF, PNG, MPEG4, AVC (H.264), MP3, AAC o AMR.
- **WebKit:** motor web utilizado por el navegador (tanto como aplicación independiente como embebido en otras aplicaciones). Es el mismo motor que utilizan Google Chrome y Safari (el navegador de Apple, tanto en Mac como en el iPhone).
- **SSL (*Secure Sockets Layer*):** proporciona seguridad al acceder a Internet por medio de criptografía.
- **FreeType:** permite mostrar fuentes tipográficas, tanto basadas en mapas de bits como vectoriales.
- **SQLite:** motor de bases de datos relacionales, disponible para todas las aplicaciones.
- **Biblioteca C de sistema (libc):** está basada en la implementación de *Berkeley Software Distribution* (BSD), pero optimizada para sistemas Linux embebidos. Proporciona funcionalidad básica para la ejecución de las aplicaciones.

Runtime de Android: en el mismo nivel están las bibliotecas de entorno de ejecución (no se considera una capa en sí mismo, dado que también está formado por bibliotecas), Android incluye un set de bibliotecas base que proporcionan la mayor parte de las funciones disponibles en las bibliotecas habituales del lenguaje Java. Cada aplicación del sistema corre su propio proceso, con su propia instancia de la máquina virtual *Dalvik*. Esta ha sido escrita de forma que un dispositivo puede correr múltiples máquinas virtuales eficientemente. La máquina virtual ejecuta archivos en el formato *Dalvik Executable* (.dex), el cual está optimizado para un uso de memoria mínimo. Dalvik está basada en registros y corre clases que han

aplicación o una biblioteca, que definen cómo invocar desde un programa un servicio que éstos prestan. En otras palabras, una API representa un interfaz de comunicación entre componentes de software.

sido transformadas al formato .dex por la herramienta incluida “dx” y compiladas por el compilador de Java.

3. **Marco de trabajo de aplicaciones:** La arquitectura está diseñada para simplificar la reutilización de componentes; una aplicación puede publicar sus capacidades y después otra aplicación puede hacer uso de las mismas siempre que atienda a las reglas de seguridad del framework. Los desarrolladores tienen acceso total a los mismos APIs del framework usados por las aplicaciones base.

La mayoría de los componentes de esta capa son bibliotecas Java que acceden a los recursos a través de la máquina virtual *Dalvik*. Entre las más importantes se encuentran las siguientes:

- **Administrador de actividades (*Activity Manager*):** se encarga de controlar el ciclo de vida de las actividades y la propia pila de las mismas.
- **Administrador de ventanas (*Windows Manager*):** se encarga de organizar lo que se muestra en pantalla, creando superficies que pueden ser “rellenadas” por las actividades.
- **Proveedor de contenidos (*Content Provider*):** permite encapsular un conjunto de datos que se compartirá entre aplicaciones creando una capa de abstracción que hace accesible dichos datos sin perder el control sobre cómo se accede a la información. Por ejemplo, uno de los proveedores de contenido existentes permite a las aplicaciones acceder a los contactos almacenados en el teléfono.
- **Vistas (*Views*):** si antes se equiparaban las actividades con las ventanas de un sistema operativo de PC, las vistas se pueden comparar con los controles que se suelen incluir dentro de esas ventanas. Android proporciona numerosas vistas con las que construir las interfaces de usuario: botones, cuadros de texto, listas, etc. También proporciona otras más sofisticadas, como un navegador web o un visor de Google Maps.
- **Administrador de notificaciones (*Notification Manager*):** proporciona servicios para notificar al usuario cuando algo requiera su atención. Normalmente las notificaciones se realizan mostrando alerta en la barra de estado, pero esta biblioteca también permite emitir sonidos, activar el vibrador o hacer parpadear los LEDs del teléfono (si los tiene).
- **Administrador de paquetes (*Package Manager*):** las aplicaciones Android se distribuyen en paquetes (archivos .apk) que contienen tanto los archivos .dex como todos los recursos y archivos adicionales que necesite la aplicación, para facilitar su descarga e instalación. Esta biblioteca permite obtener información sobre los paquetes actualmente instalados en el dispositivo Android, además de gestionar la instalación de nuevos paquetes.
- **Administrador de telefonía (*Telephony Manager*):** proporciona acceso a la pila hardware de telefonía del dispositivo Android, si la tiene. Permite realizar llamadas o enviar y recibir SMS/MMS, aunque no permite reemplazar o eliminar la actividad que se muestra cuando una llamada está en curso (por motivos de seguridad).
- **Administrador de recursos (*Resource Manager*):** proporciona acceso a todos los elementos propios de una aplicación que se incluyen directamente en el código: cadenas de texto traducidas a diferentes idiomas, imágenes, sonidos e incluso disposiciones de las vistas dentro de una actividad (*layouts*). Permite gestionar esos elementos fuera del código de la aplicación y proporcionar diferentes versiones por ejemplo en función del idioma del dispositivo o la resolución de pantalla que tenga.
- **Administrador de ubicaciones (*Location Manager*):** permite determinar la posición geográfica del dispositivo Android (usando el GPS o las redes disponibles) y trabajar con mapas.
- **Administrador de sensores (*Sensor Manager*):** permite gestionar todos los sensores hardware disponibles en el dispositivo Android: acelerómetro, giroscopio, sensor de luminosidad, sensor de campo magnético, brújula, sensor de presión, sensor de proximidad, sensor de temperatura, etc.
- **Cámara:** proporciona acceso a las cámaras del dispositivo Android, tanto para tomar fotografías como para grabar vídeo.
- **Multimedia:** conjunto de bibliotecas que permiten reproducir y visualizar audio, vídeo e imágenes en el dispositivo.

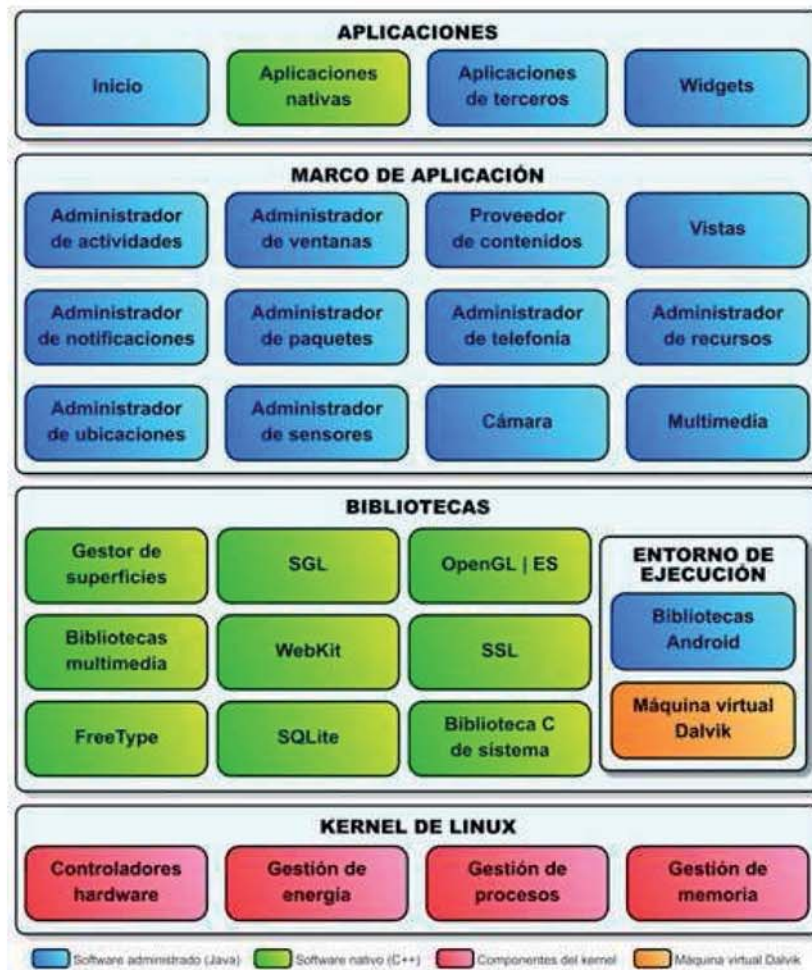


Figura 1. La pila de la arquitectura Android.

4. **Aplicaciones:** las aplicaciones base incluyen un navegador, cliente de correo electrónico, programa de mensajería, calendario, mapas, contactos, juegos y el inicio (*launcher*) que es donde se muestran las aplicaciones instaladas permitiendo lanzarlas así como mostrar widgets (pequeñas aplicaciones). Las aplicaciones están escritas en lenguaje Java o C/C++.

Las versiones de Android

A cada versión de Android se le asocia en inglés un nombre de postre, esto a partir de la versión 1.5. El postre elegido empieza por una letra distinta siguiendo un orden alfabético. Las características de cada versión son las siguientes:

Android 1.5 (cupcake)

Debido a las grandes mejoras introducidas en la tercera *release* de Android, de Abril de 2009, el número de versión saltó directamente a la 1.5. Basado en el kernel Linux 2.6.27, las novedades más interesantes eran las siguientes:

- rediseño completo de todos los elementos de la interfaz
- transiciones animadas entre ventanas
- mejoras en la velocidad de la cámara
- menor tiempo de búsqueda de los satélites GPS, gracias a la posibilidad de utilizar A-GPS

- mejoras en la velocidad del navegador web gracias a la inclusión de la última versión de Webkit, el *engine*⁵ de renderizado, y *SquirrelFish*, el intérprete JavaScript
- se añade la posibilidad de copiar y pegar texto y buscar texto dentro de una página web
- posibilidad de personalizar los *widgets* mostrados en la pantalla de inicio
- inclusión de teclado en pantalla, con soporte para orientación vertical y apaisada, funcionalidades de auto corrección y soporte de diccionarios del usuario
- se agrega la posibilidad de grabar y reproducir vídeos
- soporte de bluetooth stereo.

Android 1.6 (Donut)

Lanzada en Septiembre de 2009, está basada en el kernel 2.6.29 de Linux. Se considera una actualización menor, pero aun así se introdujeron algunas novedades bastante interesantes:

- *Quick Search Box*, una caja de búsqueda en la pantalla de inicio que permite buscar entre distintas fuentes (los contactos, el historial del navegador, Google, ...). Con autocompletado y capacidad de aprendizaje
- mejorada la velocidad de la cámara
- posibilidad de conectarse a redes VPN, 802.1x
- nueva pantalla para controlar la batería, que permite comprobar qué aplicaciones y servicios son los que más consumen. Desde esta pantalla se puede también parar o desinstalar estas aplicaciones
- las aplicaciones de Android Market aparecen ahora ordenadas por categorías (Aplicaciones, Juegos y Descargas). Para cada categoría podemos consultar las últimas actualizaciones y las aplicaciones más populares. Además para cada aplicación se muestra ahora capturas de pantalla y revisiones de otros usuarios
- nuevo motor de texto a voz.

⁵Motor. Parte de un programa que trata datos de un determinado tipo, procesador.



Figura 2. Interfaz de Android 1.1 (izquierda) y Android 1.5 (derecha), vía Android Developers.

Android 2.x (Éclair)

Android 2.0, lanzado en Noviembre de 2009, Basado en el kernel de Linux 2.6.29. Las novedades que incluye son:

- se rediseñó la interfaz del navegador, contando ahora con soporte para distintas características de HTML5 (entre ellas la etiqueta video), la posibilidad de hacer zoom con una doble pulsación y miniaturas (*thumbnails*) de los marcadores
- soporte nativo de flash para la cámara (aparentemente los fabricantes de teléfonos que contaban con flash previamente tuvieron que desarrollar sus propios drivers para superar esta limitación)
- zoom digital, modo escena, balance de blanco, efectos de color y modo macro
- mejoras en el teclado virtual
- soporte para nuevos tamaños y resoluciones de pantalla
- contactos rápidos
- Bluetooth 2.1
- soporte nativo de la red social Facebook
- mejoras en Google Maps, que pasaba a ser multitáctil y soportar capas (como Wikipedia)
- soporte de Microsoft Exchange
- mejoras en el calendario.

En Diciembre de 2009 se publicó una pequeña revisión, Android 2.0.1, que mejoraba la duración de la batería y la estabilidad, la llamada a tres, el GPS, el bluetooth, y la velocidad de disparo y auto enfoque de la cámara.

Android 2.1, que llegó a los móviles en Enero de 2010, también se considera una actualización menor y no cambia de nombre de versión. Entre otras cosas trae:

- reconocimiento de voz, ahora se puede dictar en lugar de escribir en cualquier campo de texto
- mejoras en el teclado virtual
- galería 3D, al estilo *Cover Flow*⁶
- uso del gesto de “pellizcar” para hacer zoom en el navegador, la galería y en Google Maps
- nuevas aplicaciones de reloj/tiempo y noticias
- mejoras en Google Maps: sincronización de nuestros sitios favoritos, modo noche y auto completado de búsquedas
- Google Goggles
- mejoras en la duración de la batería.

Android 2.2 (Froyo)

Su lanzamiento fue en mayo de 2010, está basado en el kernel de Linux 2.6.32 e incluye:

- mejora de memoria
- mayor rendimiento que las versiones anteriores
- hotspot WiFi, *tethering* USB incluido. Esto es, se ofrece anclaje a red usando el dispositivo como un puente para proporcionar acceso a Internet.
- Integración del motor JavaScript V8 del Google Chrome en la aplicación *Browser* (navegador)
- soporte de correo electrónico Microsoft Exchange y video llamada
- es posible desactivar el tráfico de datos a través de la red del operador
- Soporte para contraseñas numéricas y alfanuméricas

⁶Software de interfaz gráfica en tres dimensiones integrado en productos Apple.

- Soporte para campos de carga de archivos en la aplicación *Browser*
- Soporte para la instalación de aplicación en la memoria expandible
- Soporte para Adobe Flash 10.1
- Soporte para pantallas de alta resolución.

Android 2.3 (Ginger Bread)

Se lanzó en Diciembre de 2010 y está basado en el kernel de Linux 2.6.35.7. Aquí las mejoras son:

- mejor soporte de video online
- mejor gestión de la energía (y consumo de la batería)
- mejora del teclado virtual
- soporte para pagos mediante NFC⁷
- actualización del diseño de la interfaz de usuario
- soporte para pantallas extra grandes y resoluciones WXGA y mayores
- soporte nativo para telefonía VoIP SIP
- soporte para reproducción de videos WebM/VP8 y decodificación de audio AAC
- nuevos efectos de audio como reverberación, ecualización, virtualización de los auriculares y refuerzo de graves
- teclado multi-táctil rediseñado
- soporte mejorado para desarrollo de código nativo
- mejoras en la entrada de datos, audio y gráficos para desarrolladores de juegos
- recolección de elementos concurrentes para un mayor rendimiento
- soporte nativo para más sensores (como giroscopios y barómetros)
- administrador de descargas para descargar archivos grandes

⁷NFC (*Near Field Communication*), es una tecnología de comunicación inalámbrica, de alta frecuencia y corto alcance que permite el intercambio de datos entre dispositivos a menos de 10cm.

- mejora la administración de la energía y el control de aplicaciones mediante el administrador de tareas
- soporte nativo para múltiples cámaras
- funcionalidades de cortar, copiar y pegar disponibles a lo largo del sistema
- el sistema de archivos cambia de YAFFS a ext4.



Figura 3. Logos de las versiones 1.6 y 2.0.

Android 3.0/3.4 (Honey Comb)

Su lanzamiento fue de enero a Mayo 2011 y los cambios incluidos son:

- sistema operativo optimizado para tablets
- plenas funcionalidades multitareas (*multitasking*) para cambiar de aplicaciones en uso dejando las demás en espera visibles en una columna
- soporte Flash y DivX
- además de los navegadores privados tradicionales integra Dolphin
- escritorio 3D personalizable con *widjets* rediseñados y redimensionables
- soporte para videochat mediante *Google Talk*
- mejor soporte para redes Wi-Fi
- añade soporte para una gran variedad de periféricos y accesorios con conexión USB.

Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)

Su lanzamiento fue en noviembre de 2011, se trata de la versión que unifica su uso en cualquier dispositivo, tanto en teléfonos, tabletas, televisiones, netbooks. Además de esto, se incluye:

- una interfaz más limpia con una nueva fuente llamada “Roboto”

- posibilidad de usar los botones virtuales en la interfaz de usuario, en lugar de los botones táctiles capacitivos
- aceleración por hardware, lo que significa que la interfaz podrá ser manejada y dibujada por la GPU aumentando notablemente su rapidez
- multitarea mejorada, es posible finalizar una tarea simplemente desplazándola fuera de la lista
- incluye un gestor del tráfico de datos de internet, permite establecer alertas cuando llegue a una cierta cantidad de uso y desactivación del flujo de datos cuando se pasa de un límite
- los *widjets* están en una nueva pestaña, que figuran en una lista similar a las aplicaciones en el menú principal
- el corrector de texto ha sido rediseñado, dando la opción de tocar en una palabra para que aparezca una lista con las diferentes opciones de palabras
- la captura de pantalla, basta pulsar el botón de bajar volumen y el botón de encendido
- la aplicación de la cámara tienen nuevas utilidades como es la posibilidad de hacer fotografías panorámicas de forma automática
- Android Beam es la nueva característica que permite compartir contenido entre teléfonos. Vía NFC
- reconocimiento de voz del usuario
- reconocimiento facial
- las carpetas son mucho más fáciles de crear, con un estilo de arrastrar y soltar
- un único y nuevo *framework* para las aplicaciones
- el usuario tendrá herramientas para controlar las aplicaciones que no necesite y vengán preinstaladas con el dispositivo, liberando recursos; sin embargo, no se podrán desinstalar
- soporte nativo para el uso de Stylus (lápiz táctil).

Market

El mercado de Android es una tienda de software en línea similar a la app store de Apple desarrollada por Google para el sistema Android. Se muestra como una aplicación que está preinstalada en la mayoría de los dispositivos Android y permite a



Figura 4. Apariencia de Android 4.0 *Ice Cream Sandwich*

los usuarios buscar y descargar aplicaciones publicadas por desarrolladores terceros, todas ellas alojadas en Android Market. Los usuarios también pueden buscar y obtener información sobre aplicaciones en esta página web. Hasta enero de 2012, Android Market dispone de más de 400.000 aplicaciones las cuales pueden ser gratuitas o de pago.

Dispositivos con Android

El sistema operativo Android inicialmente se usó en teléfonos, sin embargo a partir de la versión 2.0 se extendió a ordenadores portátiles, netbooks, tablets, Google TV, relojes de pulsera, auriculares y otros dispositivos (electrodomésticos inclusive). La plataforma de hardware principal de Android es la arquitectura ARM, aunque como ya se mencionó hay soporte para x86 en el proyecto Android-x86, y Google TV utiliza una versión especial de Android x86. También se han desarrollado dispositivos externos para ejecutar android 4.0 en un televisor que tenga una conexión HDMI y un puerto USB para su alimentación.



Figura 5. *HDMI Dongle*, permite tener Android 4.0 en un televisor

Referencias

1. Rick Rogers, John Lombardo, Zigurd Mednieks, G. Blake Meike *Android Application Development: Programming with the Google SDK*. O'Reilli. 2009.
2. <http://www.android.com/>
3. <http://www.openhandsetalliance.com/>
4. <http://www.alwaysinnovating.com/products/hdmidongle.htm>