

Redes PAN y redes WAN

Departamento de Sistemas Telemáticos y Computación (GSyC)

gsync-profes (arroba) gsync.es

Noviembre de 2013



©2013 GSyC
Algunos derechos reservados.
Este trabajo se distribuye bajo la licencia
Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0

Bluetooth

- Nombre y logo en honor del rey Harald I de Dinamarca y Noruega, apodado *Blatand*
- Wireless PAN. Pensado para reemplazar a RS-232 e IrDA
- Versión inicial desarrollada por Ericsson y otras empresas entre 1994 y 1998. *Bluetooth Special Interest Group*, algunas versiones se ratifican como norma IEEE 802.15.1
- Especial énfasis en reducir el coste. El precio de un módulo *Bluetooth* ha conseguido reducirse hasta 2 dólares
- Opera en la banda de 2,4 GHz, como IEEE 802.11
 - Espectro expandido con salto de frecuencia
 - 79 bandas de 1 MHz en el rango 2402-2480 MHz

- Cliente-servidor
- *piconets* WPANs (*Wireless Personal Area Network*). Hasta 8 dispositivos. La norma prevee que varias *piconets* puedan formar una *scatternet*

- Orientado a paquetes
- Reparto del medio por *round-robin*. El maestro transmite en los *ticks* pares, los esclavos, en los impares
- Puede trabajar a diferentes potencias
 - Clase 1. 100mW 100m
 - Clase 2. 2,5mW 10m
 - Clase 3. 1mW 1m

Las antenas típicas son muy baratas y consiguen resultados peores

Un dispositivo de clase 1 conectado con uno de clase 2 se comportan ambos como si fueran de clase 1 (¿Antiintuivo?)

- Cifrado de clave secreta E0

Bluetooth v1.x

Sobre 1 Mbps (Algo menos, 720 kbps como mucho, 434 kbps descontando protocolos)

- v1.0, v1.0b. Año 1994. Muy problemáticas
- v1.1
IEEE 802.15.1.2002
- v1.2
IEEE 802.15.1-2005
Adaptative frequency-hopping spread spectrum. (Evita frecuencias muy concurridas)

Bluetooth v2.x

- v2.0 + EDR (Enhanced Data Rate)
Año 2004 3Mbps (1307 Kbps para datos)
- Bluetooth v2.1 simplifica las conexiones y mejora el consumo
Obliga a encriptar todo el tráfico, excepto el relativo al descubrimiento del servicio

Bluetooth v3.x

- Año 2009
Bluetooth 3.0 + HS (High Speed)
Hasta 24 Mbit/s
 - Protocolos, perfiles y consumos en reposo como versiones previas
 - Para transmitir datos a gran velocidad, emplea el acceso al medio de IEEE 802.11

Bluetooth v4.x

Incluye

- Bluetooth *legacy* (1.x, 2.x)
- Bluetooth high speed (3.x)
- *Smart bluetooth*

Anunciado por Nokia en 2007 bajo el nombre (*Wibree*). Luego pasa a llamarse Bluetooth LE (*Low Energy*), actualmente se prefiere la marca *Smart Bluetooth*

Características:

- Diseñado para que una pila *de botón* dure al menos un año (relojes de pulsera, zapatillas de deporte, equipos médicos, videojuegos, domótica, seguridad, vehículos, industria...)
- Especificación finalizada en 2010. Primer dispositivo: iPhone 4S. Actualmente (2012) incluido en equipos de Apple, Samsung Galaxy SIII y poco más
- A medio plazo, es de esperar que revolucione la domótica

Bluetooth Low Energy

- Alcance de unos 50 m
- Velocidad de transmisión (bruta): 1Mbps
- Velocidad práctica: 40Kbytes/s aprox
- Modulación: FHSS, Frequency-hopping spread spectrum

Conectividad:

Bluetooth <--> Bluetooth <--> Bluetooth
 Smart Ready Smart

Dispositivos *Bluetooth Smart Ready*: servidores de BLE

Dispositivos *Bluetooth Smart*: clientes de BLE

Perfiles Bluetooth

Los *perfiles* son servicios a nivel de aplicación. Posiblemente lo más interesante de Bluetooth. Cada dispositivo ofrece uno o más servicios, como por ejemplo

- Service Discovery Application Profile (SDAP). Permite conocer qué servicios ofrecen otros dispositivos próximos. Es obligatorio. Emplea el protocolo SDP (*Service Discovery Protocol*).
- Human Interface Device Profile (HID). Proporciona soporte para teclados, ratones, *joysticks*, etc

- Personal Area Networking Profile (PAN). Hace posible usar Bluetooth como protocolo de enlace bajo una red TCP/IP. Emplea el protocolo BNEP (*Bluetooth Network Encapsulation Protocol*)
 - Se establece conexión entre PAN User (PANU) y Network Access Point (NAP). Al NAP se le suele llamar simplemente *teléfono*
- Dial-up Networking Profile (DUN). Acceso a línea conmutada (mediante marcado). Uso típico: Portátil marca en un teléfono UMTS para conectarse a internet. Incluye el conjunto de órdenes Hayes (*at command*) y PPP
- Audio/Video Remote Control Profile (AVRCP). Mando a distancia

- Basic Imaging Profile (BIP). Transmite imágenes. Por ejemplo entre ordenador y cañón, cámara de fotos y cañón.
- Basic Printing Profile (BPP). Conexión con impresoras. No requiere drivers, útil para teléfonos, cámaras, etc
- Hard Copy Cable Replacement Profile (HCRP). Conexión a bajo nivel con impresoras. Requiere drivers
- File Transfer Profile (FTP)

- Cordless Telephony Profile (CTP). Para teléfonos inalámbricos. Alternativa a DECT.
- Object Push Profile (OPP). Envío de fotos, tarjetas de visita, detalles de cita
- Phone Book Access Profile (PBAP). Acceso bidireccional a agenda telefónica
- Fax. Norma ITU T.31, ITU T.32. Para conectar un PC con software de fax a una línea de telefonía fija o móvil

- Advanced Audio Distribution Profile (A2DP). Distribuye audio estéreo o mono en un único sentido. Ejemplo típico: auriculares inalámbricos, reproductor MP3 en un coche
- Headset Profile (HSP). Auriculares y micrófono para teléfono. Incluye funciones básica: llamar, contestar, colgar, ajustar el volumen
- Hands-Free Profile (HFP). Teléfono manos libres. Funciones más avanzadas que HSP: Marcado de último número, llamada en espera, marcado por voz

- Video Distribution Profile (VDP). Vídeo entre PC y dispositivo portátil, o cámara de video y TV. Soporta al menos ITU H.263, opcionalmente ITU H.264
- Device ID Profile (DID). Similar a *plug and play*. Permite que los equipos se identifiquen con detalle. Puede usarse para ofrecer servicios no estándar (PC se descargaría drivers)

RFID Radio-frequency identification

Tecnología que emplea un campo electromagnético para enviar información desde una etiqueta adherida a un objeto hasta un lector, con el objetivo de identificar el objeto y tal vez permitir su trazabilidad

- La etiqueta puede ser
 - Activo. Lleva una batería
 - Pasivo. Sin batería. Toma la energía del campo empleado para la lectura

El lector siempre es activo

- La información viaja en un único sentido
- La banda más habitual es ICM

- Hay algunas normas ISO, pero también de otros organismos.
No hay estandar universal
- Muy usados en comercios, bibliotecas, industria, pasaportes...
- La única información que se transmite es la identidad del objeto, no datos de ningún otro tipo
- No incluye mecanismos de seguridad
- Uso similar a código de barras, pero no exige visión directa.
Implantable en objetos y animales

NFC Near field communication

Transmisión inalámbrica bidireccional entre dispositivos muy próximos

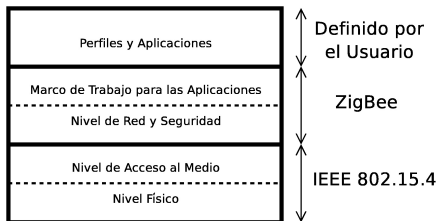
- Sucesor de RFID
- Distancia: 20cm
- 424 Kbps
- Consumo de energía o bien nulo o bien similar a *smart bluetooth*
Aunque para *iluminar* a una etiqueta pasiva, es necesario mayor aporte de energía.
- Flujo de información bidireccional o unidireccional
- Permite cifrado, identificación segura

- NFC no necesita *emparejamiento* (*pairing*) puede usarse para el emparejamiento en Bluetooth
- Bien estandarizado: Normas ISO/IEC 18092 / ECMA-340, ISO/IEC 21481 / ECMA-352
- Según algunas clasificaciones, no es WPAN, es punto a punto
- Ya lo incluyen algunos smartphones Android, pero Apple no lo usa, que parece optar por los *QR Code* (códigos de matrices)

ZigBee

Estándar para redes de sensores promovido por la *ZigBee Alliance*.

- Sistema de redes inalámbricas de baja velocidad, bajo precio, bajo consumo (meses o años sin cargar baterías)
- Para los niveles físico y de enlace, ZigBee emplea IEEE 802.15.4
- ZigBee añade nivel de red, de seguridad y un *marco de trabajo* para las aplicaciones (*application framework*)
- Aplicaciones y perfiles de usuario no están normalizados



- Años 2003, 2004
- 250 kbps
- Pensado para domótica, sensores, juguetes...
- Transmitiendo consume 30mA (un poco menos que los 40mA de Bluetooth 2)
- En reposo consume 3uA (frente a los 0.2mA de Bluetooth 2)
- Trama de 128 bytes
- CSMA-CA
- Una plataforma habitual donde se usa ZigBee son las *motas* de la Universidad de California en Berkley, con TinyOS

Topología IEEE 802.15.4

- Dos tipos de equipo
 - Dispositivos de funcionalidad completa (FFD, *Full Funcion Device*)
 - Dispositivos de funcionalidad reducida (RFD, *Reduced Funcion Device*)
- Los RFD solo pueden comunicarse con FFD
- Los FFD pueden comunicarse con FFD y con RFD
- El nivel de enlace ofrece topología *star*
- El nivel de red permite la formación de redes Ad-Hoc con un protocolo basado en AODV (topología *mesh*)
- Combinando *star* y *mesh* resulta la topología en árbol (*cluster-tree*)
- Hasta 65535 nodos en subredes de 255 nodos

- WLL: Wireless Local Loop
 - Infraestructura inalámbrica de acceso a telefonía e Internet
 - “Último kilómetro”: GSM, UMTS, WiMAX, etc.
- IEEE 802.16 (WirelessMAN: Wireless Metropolitan Area Networks):
Origen en año 1999. Versión más popular actualmente:
802.16e-2005
- WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access
 - Certificación de productos que interoperan con IEEE 802.16

<http://wirelessman.org>

- En principio no compite con 802.11, sino con ADSL o cable
- Ha hecho que LMDS quede obsoleto (*Local Multipoint Distribution Service*)¹
- El éxito de telefonía 3G ha hecho que no se desarrolle mucho. Tal vez se fusione con 4G
- Alcance hasta 50 km, hasta 70 Mbps
 - Valor típico: 10 Km, 10 Mbps
- Hay equipos para exteriores (similares a una parabólica para satélite)
- Hay equipos para interiores (más fáciles de instalar, deben estar más cerca de la base)
- Mobile WiMAX para equipos portátiles

¹26 GHz, 37 Mbps, 2-5-8 Km

- Frecuencias entre 2 GHz y 66 GHz. Rango libre y rango con licencia
- OFDM, MIMO. Antenas *inteligentes* con *beamforming* (conformado de haz)
- Sin contienda (excepto para entrar en la celda)
- Orientado a conexión
- Modo Ad-Hoc y modo infraestructura similar a 802.11
- Más potencia, mejores antenas, mejor codificación, más proceso

El diseño incluye seguridad robusta desde el principio

- Inmediatamente encima del nivel físico, hay que dar soporte al *Authentication, Authorization and Accounting*