

# Redes e Comunicacións

## Tema Extra: Bluetooth

Oscar García Lorenzo

Escola Politécnica Superior de Enxeñería

# Bluetooth

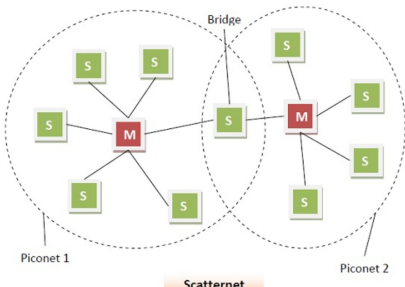
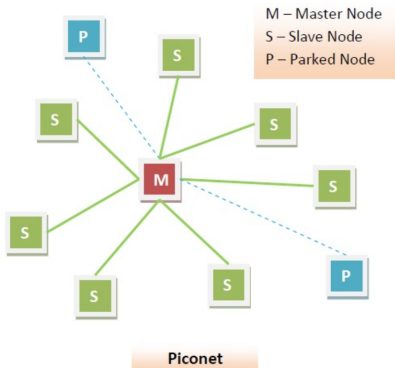
## Bluetooth

- Wireless Personal Area Network (WPAN)
  - Inicialmente desenvolvido por Ericsson, despois Intel, Nokia, Toshiba e IBM
  - A principios dos 2000 pasou a ser o IEEE 802.15.1b
  - Agora mantido por Bluetooth SIG (Special Interest Group)
- Inicialmente pensado so para audio, co tempo engadíronse máis posibilidades
  - 1998 - Bluetooth 1.0
  - 2002 - Bluetooth 1.0 (IEEE 802.15.1b)
  - 2021 - Bluetooth 5.4
- Frecuencias de 2.402 GHz a 2.48 GHz

# Bluetooth

## Bluetooth

- Permite 2 tipos de redes:
  - Piconet, ata 7 aparellos (ata 255 durmidos)
  - Scatternet, conexión varias piconets



# Bluetooth

## Perfís Bluetooth

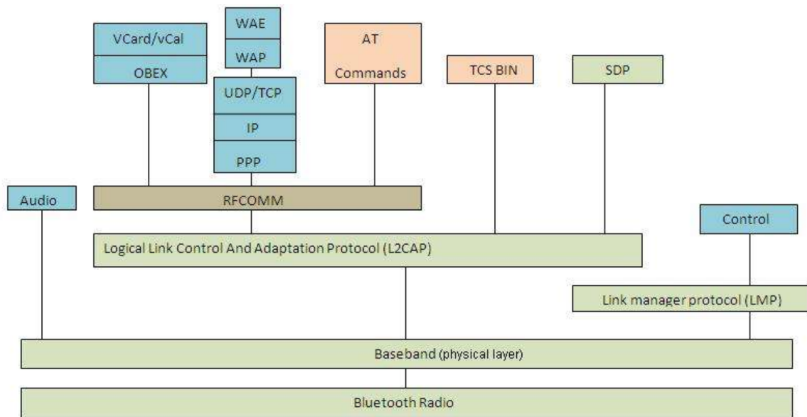
- Para comunicarse hai que usar o mesmo perfil Bluetooth
  - Dependencias con outros perfís
  - Formatos recomendados para a interface co usuario
  - Partes concretas da pila Bluetooth que se utilizan (opcións particulares, parámetros)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_Bluetooth](https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_Bluetooth)

# Pila Bluetooth

## Pila Bluetooth

- Modelo de capas de Bluetooth, protocolos
- Non se teñen que implementar todas, depende do perfil
- Protocolos Core (núcleo)
  - Baseband: equivalente a MAC das LANs
  - L2CAP: equivalente a LLC das LANs
  - Link Manger Procolo: mantén a conexión
  - Service discovery protocol: permite establecer a conexión
- Protocolos Host:
  - Cable Replacement Protocol: o orixinal, para usar como se fose un cable en serie tradicional
  - Telephony Control Protocols: orientado a bit, para usar coas chamadas telefónicas
  - Adopted protocols: adoptados de outros modelos:
    - PPP: point to point para IP
    - OBEX: similar a HTTP
    - WAE, WAP provides Wireless Application Environment, Wirelesss Application Protocol (mobiles)

# Pila Bluetooth



## Bluetooth Protocol Stack

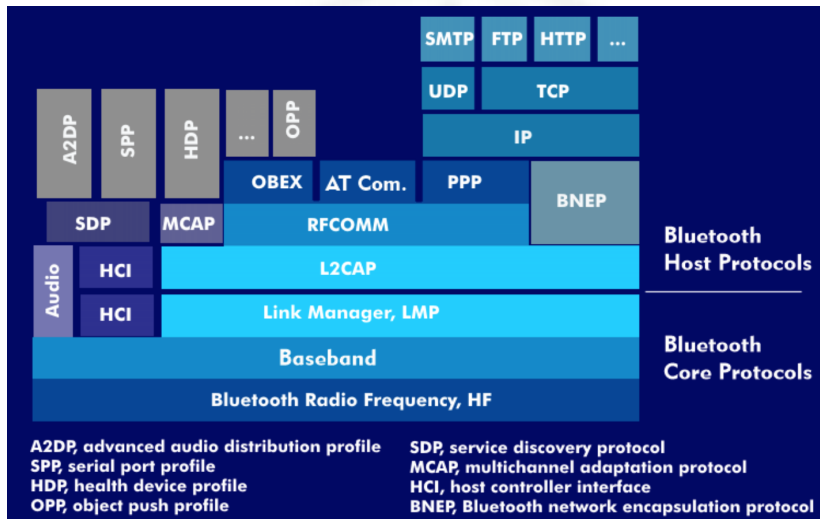
- Core protocols
- Cable replacement protocol
- Telephony Control protocols
- Adopted protocols

# Bluetooth

## Perfís Bluetooth

- Para comunicarse hai que usar o mesmo perfil Bluetooth
  - Dependencias con outros perfís
  - Formatos recomendados para a interface co usuario
  - Partes concretas da pila Bluetooth que se utilizan (opcións particulares, parámetros)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil\\_Bluetooth](https://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_Bluetooth)

# Pila Bluetooth + Perfis



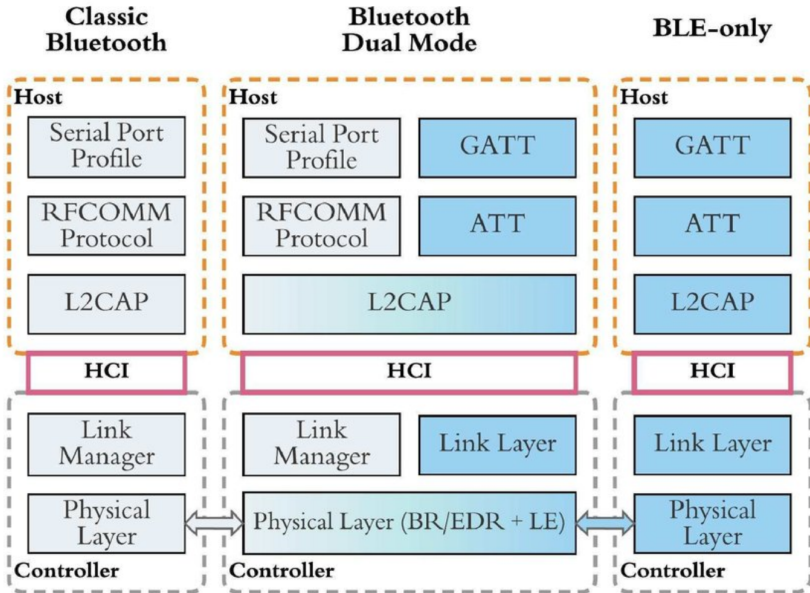


# Bluetooth BLE

## Bluetooth Baixa Enerxía

- Bluetooth Low Energy, BLE
- Compatible con Bluetooth pero diferente
- Pensado para aparellos a pilas
  - Perfil de atributos xenéricos (GATT): enviar pequenos paquetes de datos (atributos)
  - Protocolo de atributos (ATT): pensado para usar moi poucos bits, identifica atributos

# Bluetooth BLE



# L2CAP

## L2CAP

- Logical Link and Adaptation Protocol
- Equivalente a LLC das LANs
- Identificador de canle único en cada conexión
- Multiplexado:
  - Recibe dos protocolos superiores, os empaqueta e os pasa á *baseband*
  - Desempaqueta da *baseband* e envía aos protocolos superiores
- Segmentación e reemsamblado:
  - Tamaño dos paquetes na *baseband* limitado
  - Segmenta e reemsambla os paquetes dos protocolos superiores
- Calidade de Servizo, Creación de grupos (multicast)

2 bytes

2 bytes

0 to 65,535 bytes

Length

Channel ID

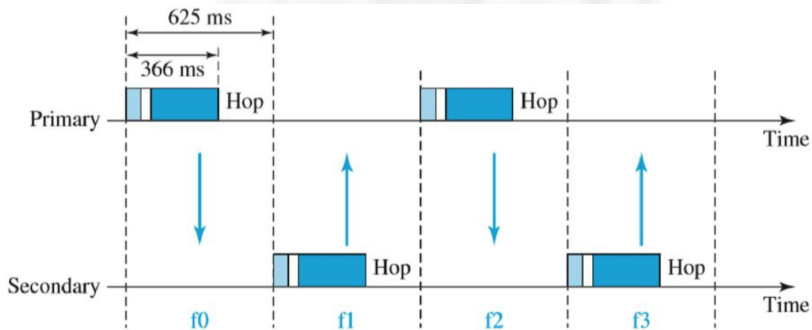
Data and control

# Baseband

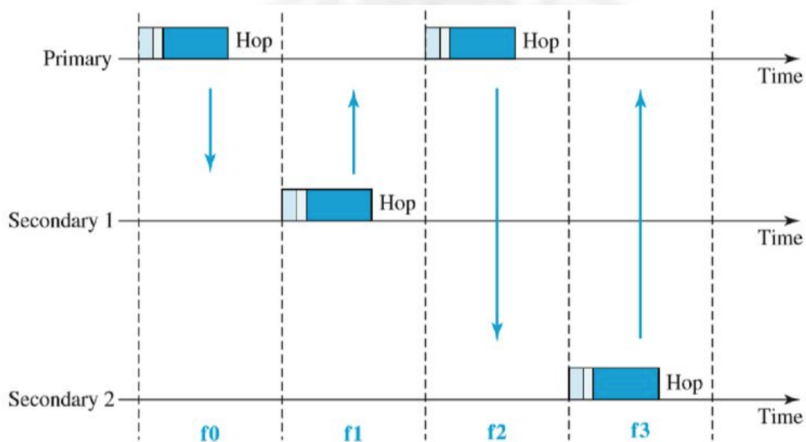
## Baseband

- Equivalente a MAC das LANs
- Comunicación entre primaria e secundaria (non entre secundarias)
- TDD-TDMA (Time Division Duplex Time Division Multiple Access):
  - Comunicación Half-Duplex
  - Usa ranuras de tempo (*time slots*) de 635 us (estilo walkie-talkie)
  - Diferentes saltos de tempo (*hops*) en cada dirección
  - Singel Secondary Communication
  - Multiple Secondary Communication

# Baseband TDMA



# Baseband TDMA



# Baseband, Enlaces

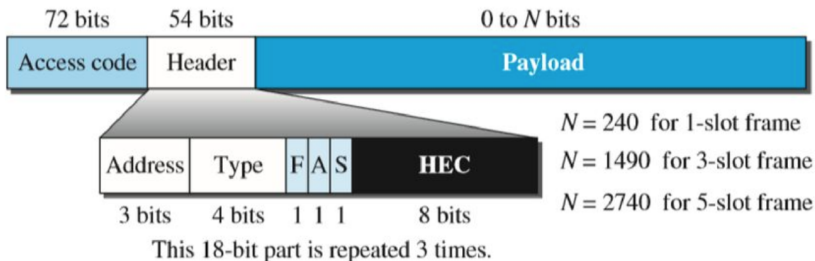
## Baseband, Enlaces

- Enlace: Synchronous Connection Oriented (SCO)
  - Evita latencia, permite erros
  - Reserva as ranuras, en cada sentido, se os paquetes se perden non se retransmiten
- Enlace: Asynchronous Connectionless Link (ACL)
  - Evita erros
  - Devólvense ACKs na ranura seguinte, se hai erro retransmitese o paquete
- Creanse no Link Manager LMP
  - Establece os retardos entre os *slot*
  - Establece as direccións, tamaño dos marcos
  - Máis cousas (cambiar de *master* a *slave* ...)

# Baseband, Frames

## Baseband, Frames

- *Frames*, marcos, o formato dos paquetes
- Poden ocupar 1 , 3 ou 5 *slots*
- Certo tempo requírese para o control





# fontes das imaxes

- <https://www.tutorialspoint.com/bluetooth-architecture>
- <https://www.rfwireless-world.com/Tutorials/Bluetooth-protocol-stack.html>
- <https://www.itwissen.info/en/Bluetooth-protocol-stack-112091.html>
- [https://www.researchgate.net/figure/A-simplified-protocol-stack-for-three-types-of-Bluetooth-chipsets-adapted-from-24\\_fig2\\_336084528](https://www.researchgate.net/figure/A-simplified-protocol-stack-for-three-types-of-Bluetooth-chipsets-adapted-from-24_fig2_336084528)