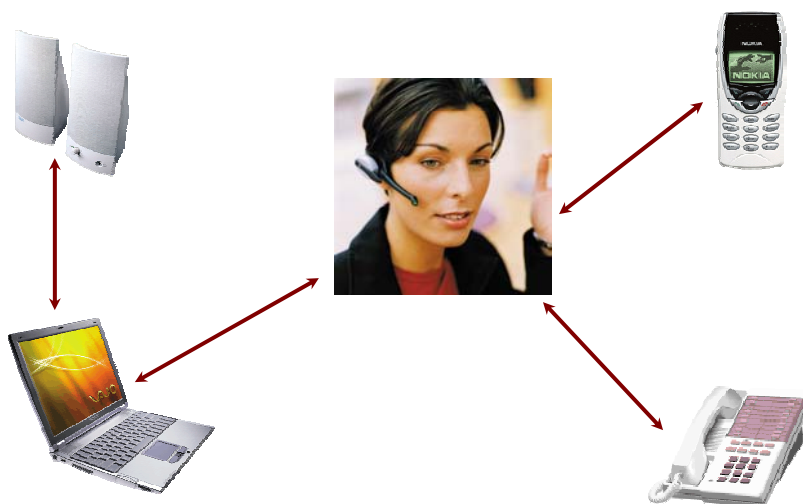
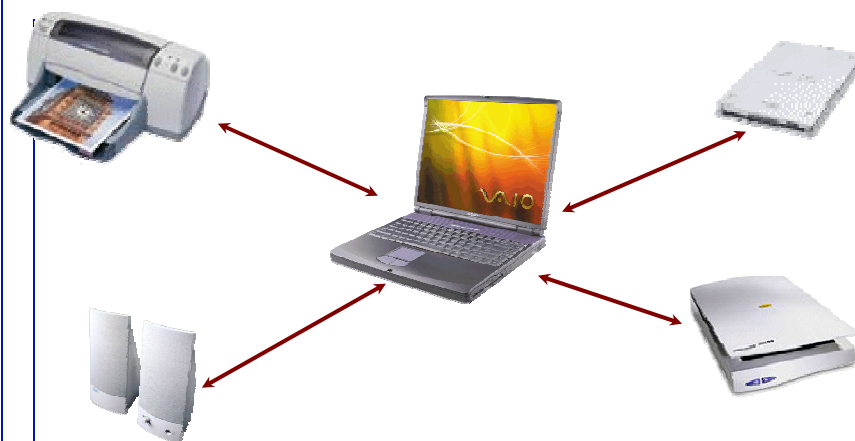


# Uma Introdução à Tecnologia Bluetooth

## Caso de Uso 1: Headset genérico



## Caso de Uso 2: Conexão de periféricos



© Markus Endler

## Objetivos do Bluetooth

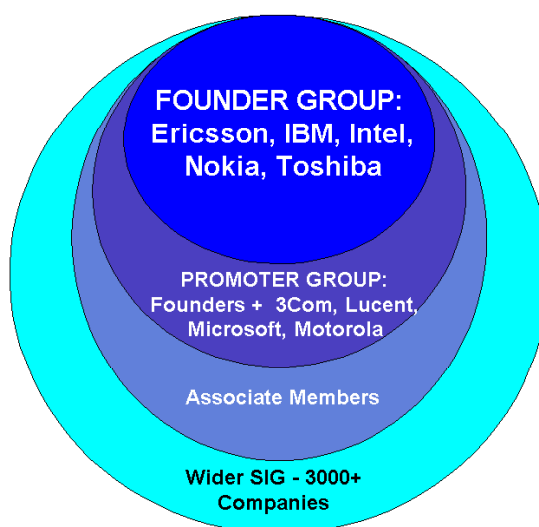
- Originalmente: substituto para cabeamento entre dispositivos
- Solução wireless de pequeno alcance (<10 metros)
- Especificação aberta
- Capacidade de transmissão de voz e dados
- Usabilidade mundial
- Surgiram novos usos:
  - **Personal Area Networks (PAN)**
  - **Redes Ad-hoc**
  - **Access points para dados e voz**
  - **Telemática sem fio**

© Markus Endler

## Bluetooth: um pouco de história

- O que é Bluetooth?
  - Tecnologia de transmissão sem fio de pequeno alcance para voz e dados
- De onde vem o nome?
  - Era o apelido do Rei Dinamarquês Harald Blatand do século X que unificou a Dinamarca e a Noruega.
- Quando surgiu?
  - 1994 – Ericsson iniciou a pesquisa sobre tecnologia sem fio para conectar telefones celulares com outros dispositivos e acessórios.
  - 1998 - 5 empresas se juntam para formar o Bluetooth Special Interest Group (SIG)
  - Julho 99 – Sai a primeira especificação Bluetooth v1.1
  - 2002 - tem grande influência sobre o padrão IEEE 802.15 (WPAN)

## Special Interest Group

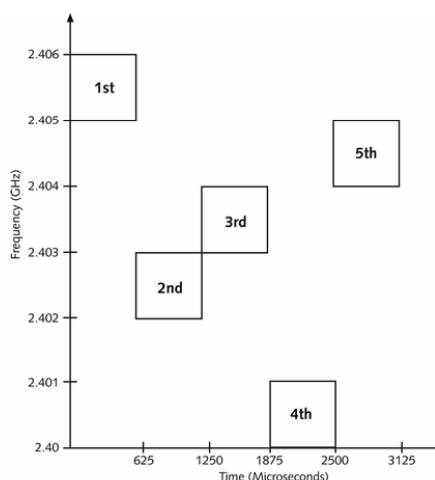


## Características Técnicas

<i>Tipo de Conexão</i>	Spread Spectrum (Frequency Hopping) & Time Division Duplex (1600 hops/sec)
<i>Espectro</i>	2.4 GHz ISM Open Band (79 MHz of spectrum = 79 channels)
<i>Modulação</i>	Gaussian Frequency Shift Keying
<i>Potência de Transmissão</i>	1 mw – 100 mw
<i>Taxa de transmissão</i>	1 Mbps
<i>Alcance</i>	30 ft ( $\approx$ 10 metros)
<i>Estações suportadas</i>	8 devices
<i>Chave de autenticação</i>	128 bit key
<i>Chave de encriptação</i>	8-128 bits (configurable)
<i>Tamanho do módulo</i>	9 x 9 mm

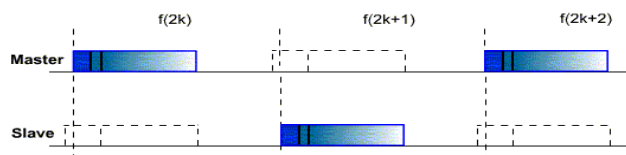
## Bluetooth FHSS

- Usa frequency hopping spread spectrum
- Reduz interferência com outros dispositivos
- Salto (hopping) pseudo-aleatório
- 1600 hops/sec- time slot dura 625 microsegundos
- Cada pacote usa 1-5 time slots



## Time-Division Duplex Scheme

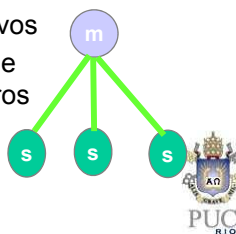
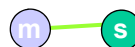
- Canal é dividido em slots consecutivos (cada 625  $\mu$ s)
- Apenas um pacote pode ser transmitido em cada slot
- Slots consecutivos são usados alternativamente para transmissão e recepção
  - Alternância estrita de slots do Mestre e dos escravos (mestre envia nos slots pares e escravo envia nos slots ímpares)



© Markus Endler

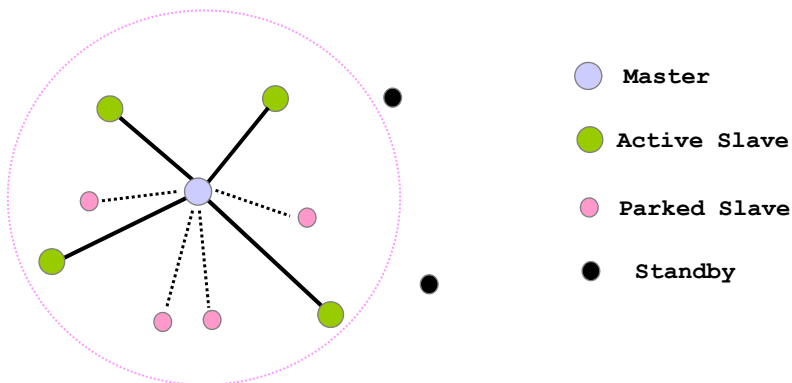
## Cenários Típicos Bluetooth

- Bluetooth permite conexões ponto-a-ponto e conexões ponto-a-multiponto (broadcast) entre dispositivos
- Conexão Ponto-a-Ponto
  - Dispositivos estabelecem relacionamento Mestre-Escravo
  - Qualquer dispositivo pode ser mestre ou escravo
- Piconet
  - Uma rede formada por 1 mestre e até 7 escravos
  - Cada piconet é definida por outra sequência de saltos (hopping sequence) as quais os membros devem se sincronizar
  - Taxa máxima em cada piconet é 1 Mbps



© Markus Endler

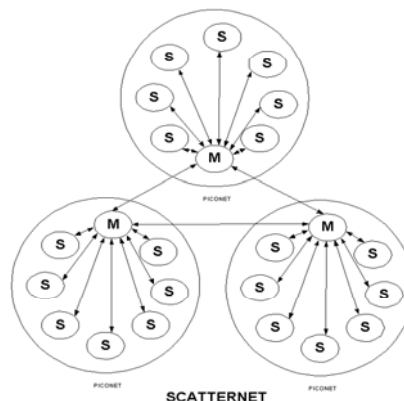
## Estrutura de uma Piconet



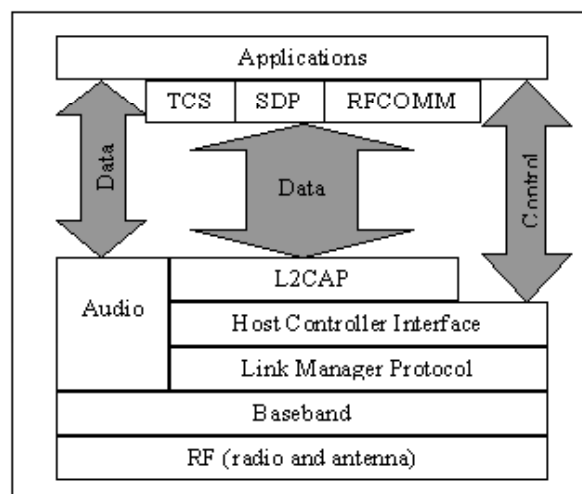
- Todos os dispositivos em uma piconet saltam sincronizadamente
- O identificador (ID) e clock do mestre determinam a frequência dos saltos e a fase.

## Criação de uma rede Ad-hoc – Scatternet

- Comunicação inter-piconet
- Até 10 piconets em uma scatternet
- Várias piconets podem operar em mesmo espaço físico (próximas uma da outra)
- É uma rede ad hoc tipo peer to peer (P2P).

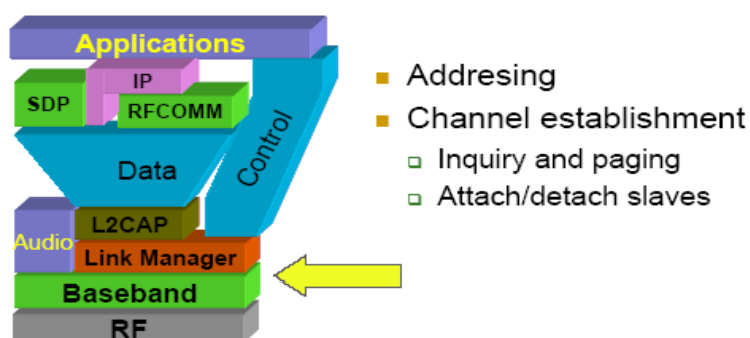


## Pilha de Protocolos Bluetooth



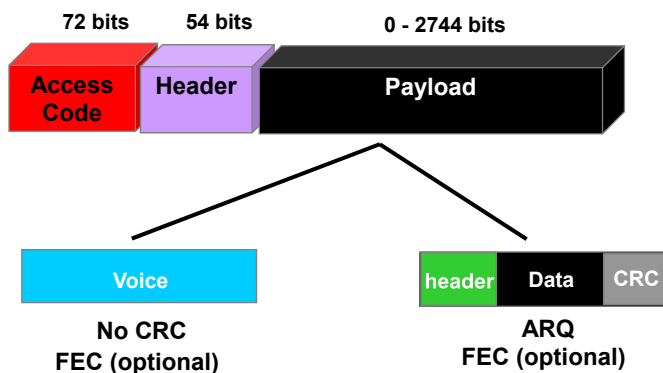
© Markus Endler

## Baseband

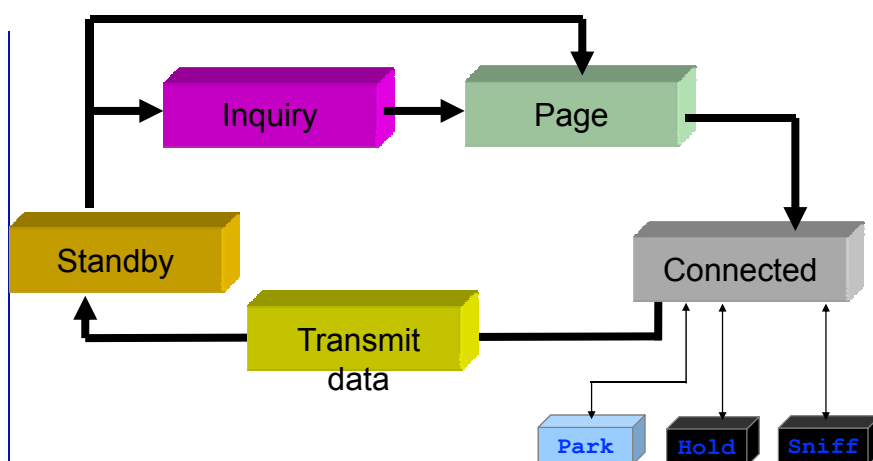


© Markus Endler

## Estrutura do Pacote



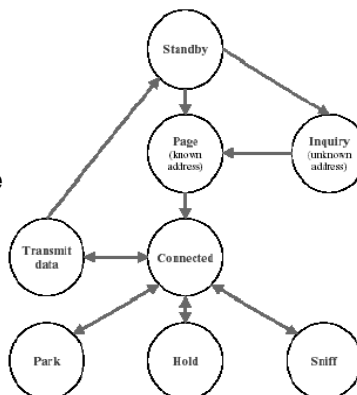
## Máquina de Estados da Conexão





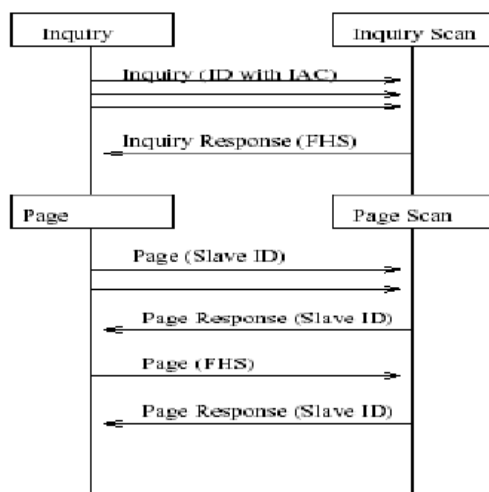
## Criação do Canal

- Existem duas situações:
  1. **Um disp. Conhece os parâmetros dos demais**
    - Executa o processo de paginação (paging)
  2. **Não existe informação sobre o(s) outro(s) dispositivos**
    - Então executa o processo: *inquiring* seguido de *paging*
- Dois principais estados e sub-estados
  - **Standby (sem interação)**
  - **Connection (working)**
  - **7 outros sub-estados para associar escravos e estabelecer conexão**



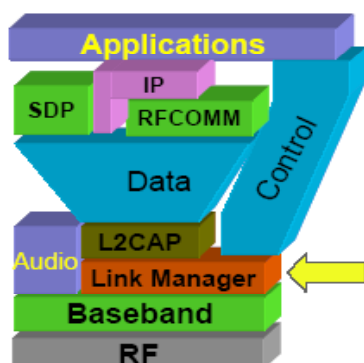
Connection State Machine

## Estabelecimento de Canal (cont.)



- Os sub-estados
  - Inquiry
  - Inquiry scan
  - Inquiry response
  - Page
  - Page scan
  - Master response
  - Slave response

## Link Manager Protocol



- Piconet management
  - Channel control
  - Master-slave switch
- Link configuration
  - Low power modes
  - QoS
  - Packet type selection
- Security
  - Authentication
  - Encryption

## Protocolo de Gerência do Enlace (Link Manager)

- O Link Manager estabelece o enlace, a autenticação e a configuração do enlace.
- Controle de canal
  - **O controle do canal é realizado pelo mestre**
    - O mestre faz *polling* para isso
  - **O mestre é o primeiro dispositivo que inicia a conexão**
    - Este papel pode mudar (master-slave role switch)

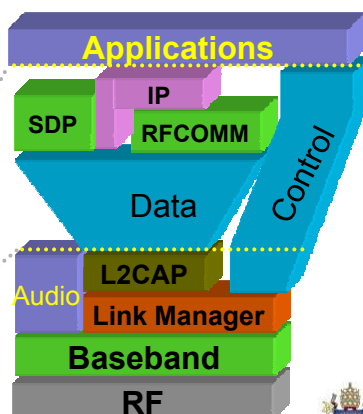
## L2CAP

- O serviço provido para a camada superior:
  - L2CAP provê serviços de dados orientados a conexão e orientados a datagramas para as camadas superiores
  - Multiplexação e De-multiplexação de protocolos
  - Segmentação e remontagem de pacotes grandes
  - L2CAP permite que protocolos superiores e aplicações possam transmitir pacotes de dados L2CAP data de até 64 kilobytes.

## Grupo de Protocolos de Middleware

- Protocolos de transporte adicionais para permitir que aplicações possam operar sobre Bluetooth.
- Controle de sinalização de telefonia baseado em pacotes.
- Também inclui Service Discovery Protocol.

**Middleware Protocol Group**



## Grupo de Protocolos de Middleware (cont.)

- Service Discovery Protocol (SDP)
  - Permite que aplicações possam descobrir informações sobre dispositivos, serviços, bem como suas características
- TCP/IP
  - Protocolos de rede e transporte para roteamento e transmissão de dados
- RFCOMM
  - Protocolo emulador de cabos, emulação de portas seriais em cima da conexão sem fio.

## Uma comparação

Technology	Ideal Application	Range (m)	Data Rate (Mbps)	Current Required	Cost (\$)	Connection Type
IR	Device synchronization, data transfer	1	16	Low	10	Single Freq
Bluetooth	Cable Replacement, Ad hoc PAN	10-100	< 1	Medium	10	FHSS
802.11b	High speed LAN	100+	11	High	45	DSSS