

The background of the slide features a close-up of cherry blossoms. The upper portion is covered by a semi-transparent red filter, while the lower portion shows the natural colors of the flowers and branches. The text is overlaid on the red section.

Bluetooth Low Energy

Hugo Djemaa - 181596

Sumario

1. Bluetooth Classic

Especificações

Camada física e
topologia

Pilha bluetooth

Atualizações

2. Bluetooth Low Energy

Introdução

Pilha e protocolos

Camada Física

Comparação



Bluetooth

1. Especificações

Quem definiu e atualiza o Bluetooth ?

Bluetooth Special Interest Group

- Criado em 1998 por Ericsson, Intel, IBM, Nokia et Toshiba.
- Microsoft entrou em 1999, Apple em 2015



IEEE & o padrao 802.15.1

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

400 000
profissionais
tecnicos

Objetivo
estabelecer
padrao para
fazer
progressar
tecnologia

802(.) *Rede local e metropolitana*

0-10Kms

15(.) *Wireless Personal Area Network (WPAN)*

Interconexão de
aparelhos sem fios

1 *Bluetooth*

Especificação do IEEE
para as camadas físicas
e MAC

“

Both this standard and the previous version are based upon technology originally developed by the Bluetooth™ Special Interest Group (SIG).

802.15.1 - IEEE Standard for Information technology

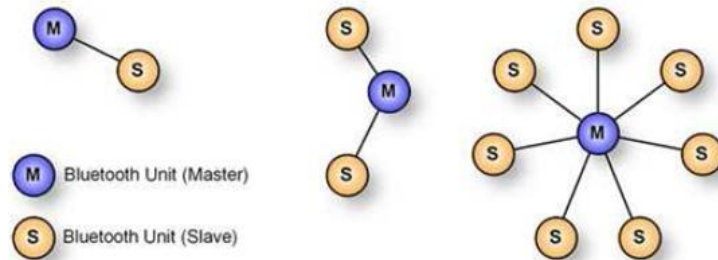
2.

Camada Física & topologia

O que está no ar ?

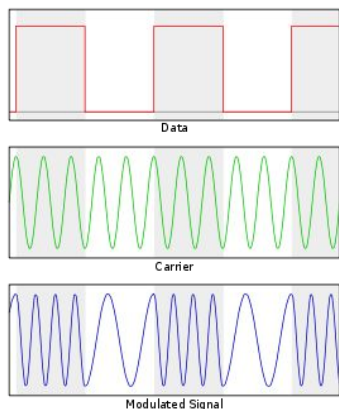
Camada física & topologia

- Funciona em Personal Area Network ou piconet
- 1 Master tem até 8 slaves
- FHSS de 2402MHz até 2480MHz (80 canais de 1MHz)

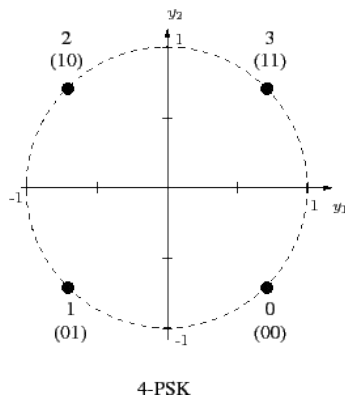


Modulações

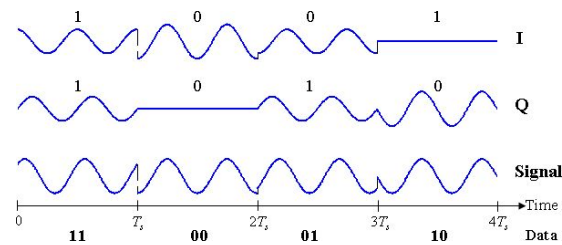
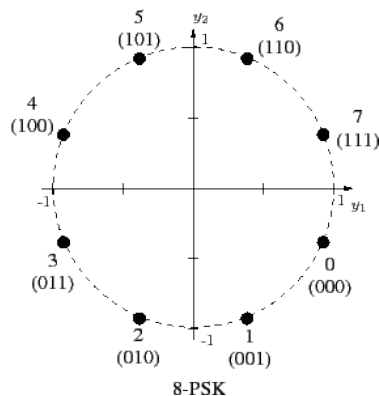
GFSK



$\pi/4$ -PSK



8-PSK



TT : 1Mbit/s

2Mbit/s

3Mbit/s

O volume efetivo de transmissão (usável pelo aplicativo) é de 70% da taxa de transmissão

3.

Pilha Bluetooth

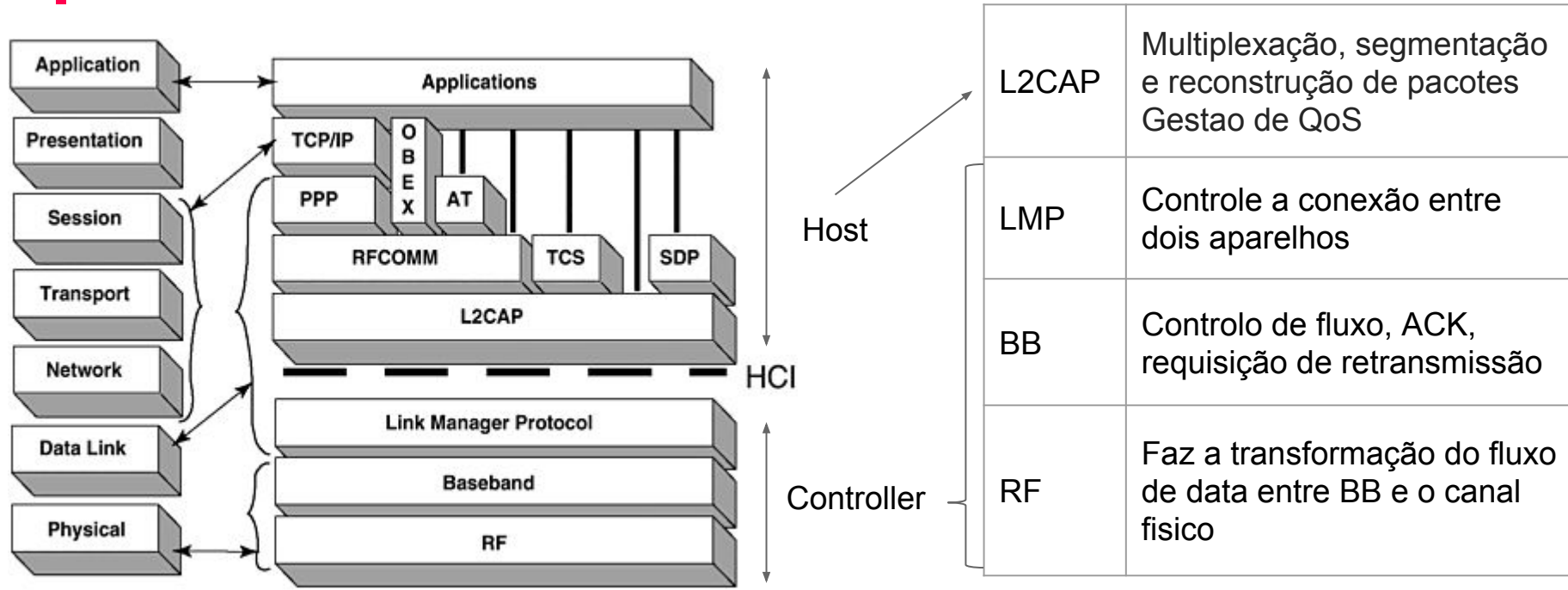
Quem esta encima de quem ?

Maquina de estado

Fases

- Modo passivo
- Inquiry : Achar pontos de acesso
- Paging: Sincronização com o ponto de acesso
- Descoberta dos serviços do ponto de acesso (Service Discovery Protocol)
- Criar um canal com o ponto de acesso (Logical Link Control and Adaptation Protocol)
- Parear usando PIN (segurança)
- Usar a rede

Bluetooth Stack // Classic



4.

Sempre atualizado

Primeiro por BT SIG, segundo por IEEE

Atualizações pelo SIG

- Várias atualizações da versão 1.0 até 4.1
- Melhoria do desempenho
- Controle do consumo energetico
- Introdução do Bluetooth Low Energy na 4.1



BTLE

Or Bluetooth Smart

1. Introdução

O que é ser Smart

Motivação do LE

- Adaptar a tecnologia ao mundo do IoT
- Baixo consumo de energia
- Baixa latencia
- Se apoiar sobre as infraestruturas já existindo



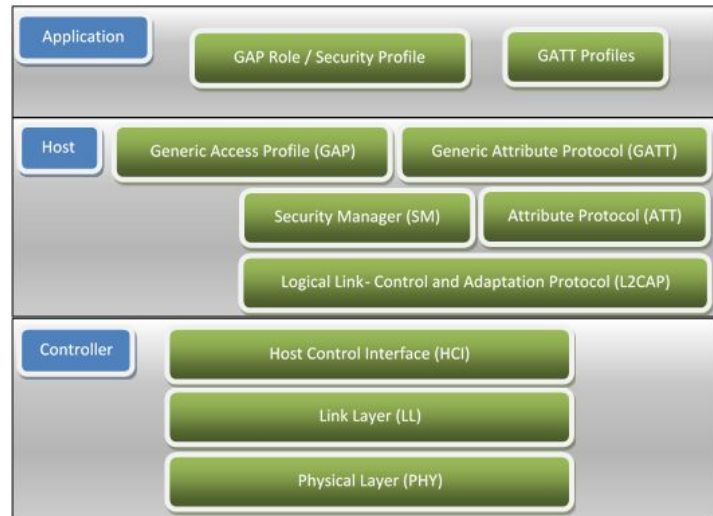
2.

Pilha e protocolos

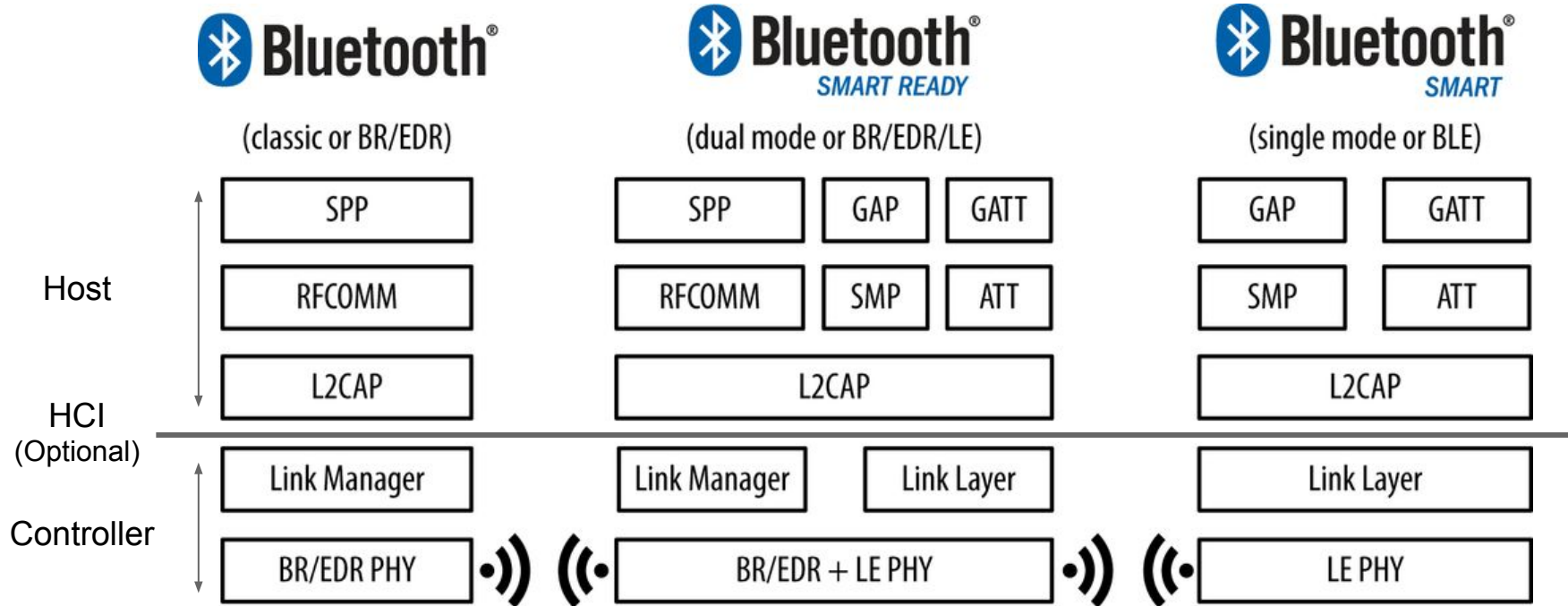
Novidades na pilha

Bluetooth Stack e pacotes// Low Energy

- GAP : define o tipo do aparelho entre Broadcaster, Observer, Peripheral e Central e outros modos para a descoberta de aparelhos e serviços
- GATT : usa ATT para descobrir serviços
- SM : Cuida de parear os dispositivos
- ATT : Define a conexão como cliente/server, autoriza request/response mensagens que são confirmados e poll/notification não confirmados (sem ACK)



Bluetooth Stack // Normal e LE

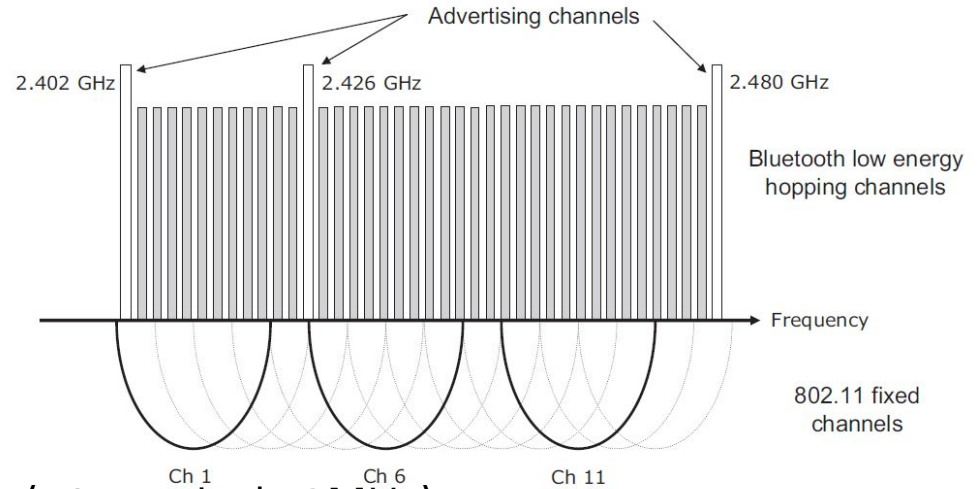


3.

Camada Física

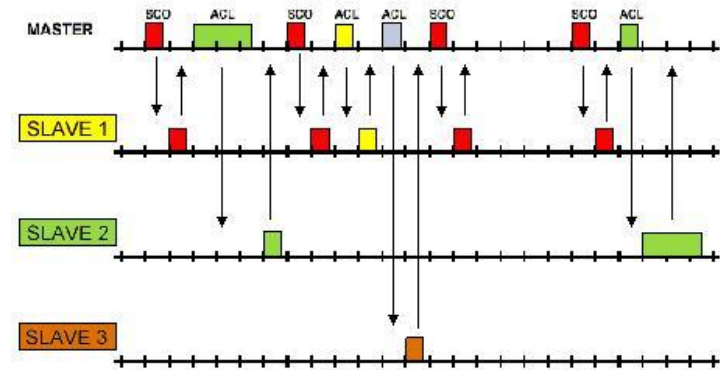
O que esta no ar ? [2]

Características



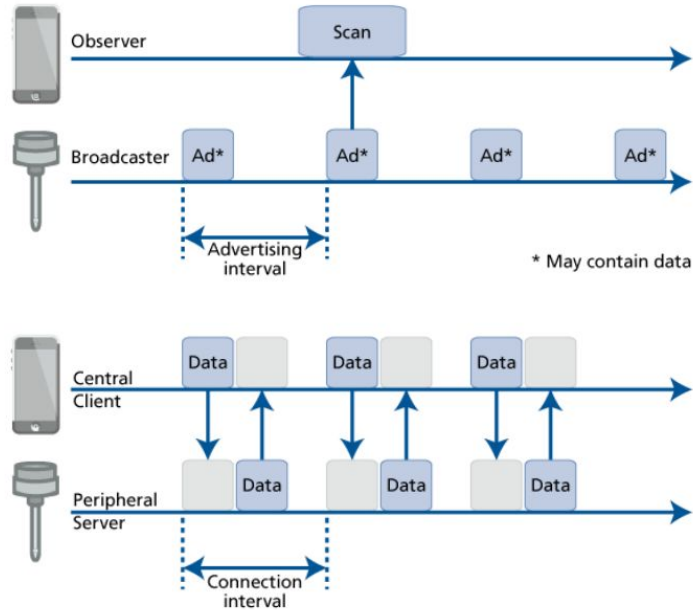
- 1 Master pode ter varios slave
- FHSS de 2402MHz até 2480MHz (40 canais de 2MHz)
- 37 Canais para transferir data
- 3 Canais para advertir de uma requisição de conexão
- Modulação GFSK (1Mbit/s)
- Volume efectivo usavel pelo aplicativo : 0.27Mbit/s

Comunicação half-duplex



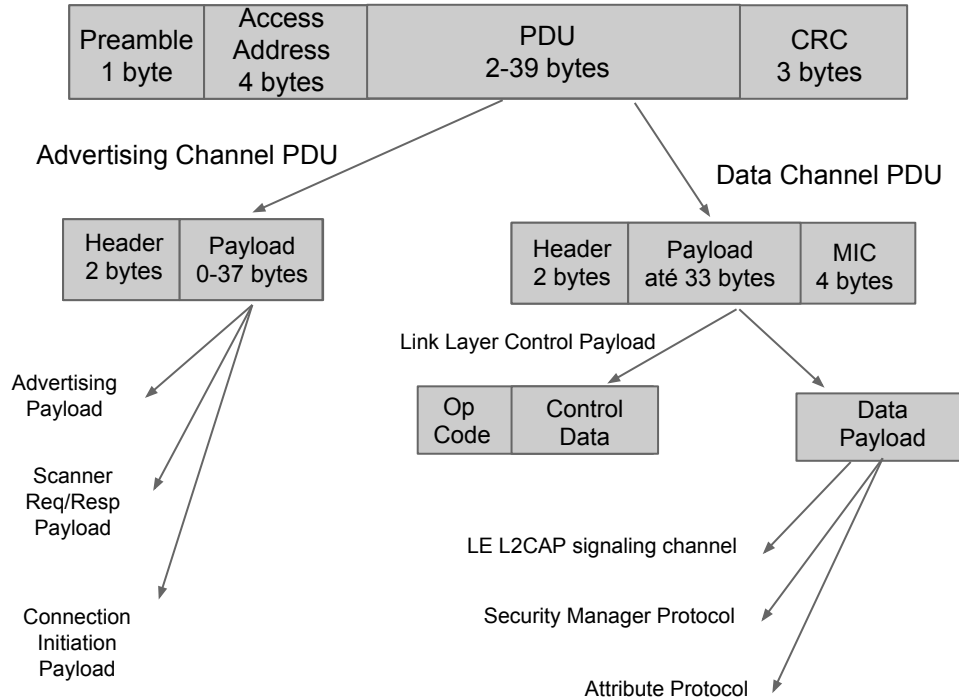
- O master pode começar a transmitir cada clock par
- O slave responde começando por um slot ímpar
- O primeiro slave pode emitir depois o outro depois o outro (Time Division Multiple Access)
- Todos podem emitir durante 1, 3 ou 5 clocks.

Rotina de comunicação



- Para se conectar com um observador, o objeto tem que avisar primeiro
- Quando estão conectados, o cliente pede data que o periférico manda

Forma dos pacotes



- 24 Bits
Cyclic-Redundancy-Check
para verificar os pacotes
- Message Integrity Check
para encriptação e
autenticação

4.

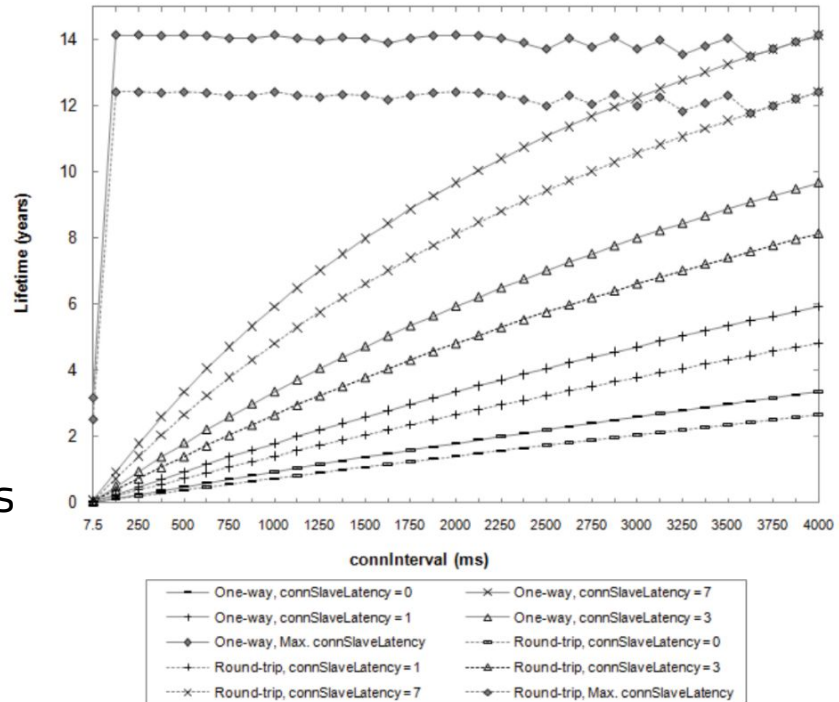
Baixo consumo e Comparação

Quanto o BTLE é barato

Um as características de diferentes tecnologias

Consumo de Energia

- Bateria de 270mAh
- One-way // Round-trip
ATT comunicação
- ConnInter
Tempo entre dois conexao eventos
- ConnSLat
Numero de conex. ev. seguidos antes
do Slave escutar de novo o Master



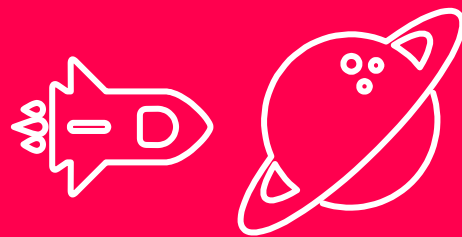
Comparação entre as tecnologias existentes

	Bluetooth	Bluetooth LE /Smart	WIFI	WIFI	WIFI (Next generation)	NFC	Zigbee	Z-Wave	ANT +
<i>Specification</i>	802.15.1	802.15.1	802.11g	802.11n	802.11y	NFCIP-1	802.15.4	Z-Wave alliance	ANT
<i>Frequency</i>	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4GHz / 5 GHz	3.7GHz (US)	13.56 MHz	868 MHz (EU) 915MHz (US) 2.4GHz	868MHz (EU, China, India, Russia,...) 900MHz (North America, Brazil, HongKong, Australia, Japan,...)	2.4GHz
<i>Range indoor (m)</i>	30	10	25	50	50	0.2	30	45	10
<i>Range max (m)</i>	100	50	75	125	5000	0.2	1500	150	30
<i>Data speed max</i>	3 Mbit/s	1 Mbit/s	54 Mbit/s	540 Mbit/s	54 Mbit/s	424 kbit/s	250 kbit/s	100 kbit/s	<100kbit/s
<i>Data speed typ.</i>	2.1Mbit/s	270 kbit/s	25 Mbit/s	200 Mbit/s	23 Mbit/s	2.5kbit/s	150 kbit/s	40 kbit/s	20 kbit/s
<i>Peak current</i>	150 mA	20mA	150 mA	150 mA	-	15 mA	50 mA	20 mA	35 mA
<i>Sleep current</i>	5 mA	1 uA	100 uA	100 uA	-	10 uA	5 uA	2.5uA	1 uA
<i>Battery life</i>	Month	Year	Day	Day	-	Month/Year	Month/Year	Year	Year
<i>Network topologies</i>	Star	Star	Star	Star	Star	Peer to peer only	Star, Tree, Mesh	Star, Tree, Mesh	Star, Tree, Mesh
<i>Typically :</i>	- Headsets - Computer peripherals	- Mobile phones - Sport trackers - eHealth devices - Wireless sensors	-PC (networking) -WLAN	-same as 802.11g with improved performances -Outdoor LAN	-wireless link between hotspot	-transport ticket -secure payment -door opening	-home automation -wireless sensor networks -smart metering	-home automation	-sport trackers -eHealth devices
<i>Official Website Link</i>	https://www.bluetooth.org/en-us	https://www.bluetooth.org/en-us	http://www.wi-fi.org/	http://www.wi-fi.org/	http://www.wi-fi.org/	http://www.nfc-forum.org/home/	http://www.zigbee.org/	http://www.z-wave.com/	http://www.thisisan.com/

Referencias

Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology

- **Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology**
Carles Gomez, Joaquim Oller e Josep Paradells
- **Use case possibilities with Bluetooth low energy in IoT applications**
Mats Andersson
- **Specification of the Bluetooth system core v4.2**
Bluetooth SIG
- **Quelle technologie radio pour les objets connectés?**
WI6Labs



Perguntas ?