Graduação Tecnológica em Redes de Computadores

Infraestrutura II – Rede Wireless

Euber Chaia Cotta e Silva
euberchaia@yahoo.com.br

Graduação Tecnológica em Redes de Computadores

Unidade VI – Além da WLAN - WPAN (IEEE 802.15, 802.16, 802.20 e 802.22)

Euber Chaia Cotta e Silva
euberchaia@yahoo.com.br

IEEE 802.15

- Bluetooth
  - IEEE 802.15.1
- Zigbee
  - IEEE 802.15.4 (low rate)
- UWB
  - IEEE 802.15.3 (high rate) - descontinuado

Bluetooth

- Padrão para comunicação sem-fio, de curto alcance e baixo-custo:
  - Aproximadamente de 10 metros e até 100 metros em condições ideais e baixo custo.
  - Velocidade em torno de 1 Mb
- Inicialmente projetado para eliminar cabos na conexão de periféricos a computadores de mesa.

Bluetooth

- Atualmente BlueTooth é considerado uma tecnologia para PAN que prevê inúmeras aplicações:
  - PAN (Personal Area Network – IEEE 802.15)
  - Sincronizar dados com hand-helds e PCs
  - Acessar dados e e-mail em um hand-held remoto com o uso de um celular Bluetooth.
  - ...

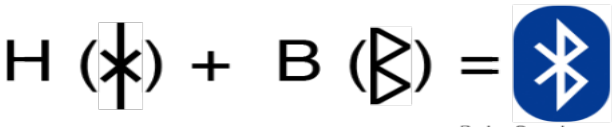
Bluetooth - História

Bluetooth SIG (Special Interest Group)

- Criado em 1998 pela Ericsson, Nokia, IBM entre outras.
- Define expansões da tecnologia Bluetooth.
- Consórcio com mais de 2000 empresas em todo o mundo.

"O nome Bluetooth foi uma homenagem ao unificador da Dinamarca, um rei dinamarquês chamado Harald Blatand, mais conhecido como Harald Bluetooth, esse apelido era devido Harald possuir uma arcada dentária com uma incrustação azulada."

O logotipo do **Bluetooth** é a união das runas nórdicas (Hagall) e (Berkanan) correspondentes às letras H e B no alfabeto latino.

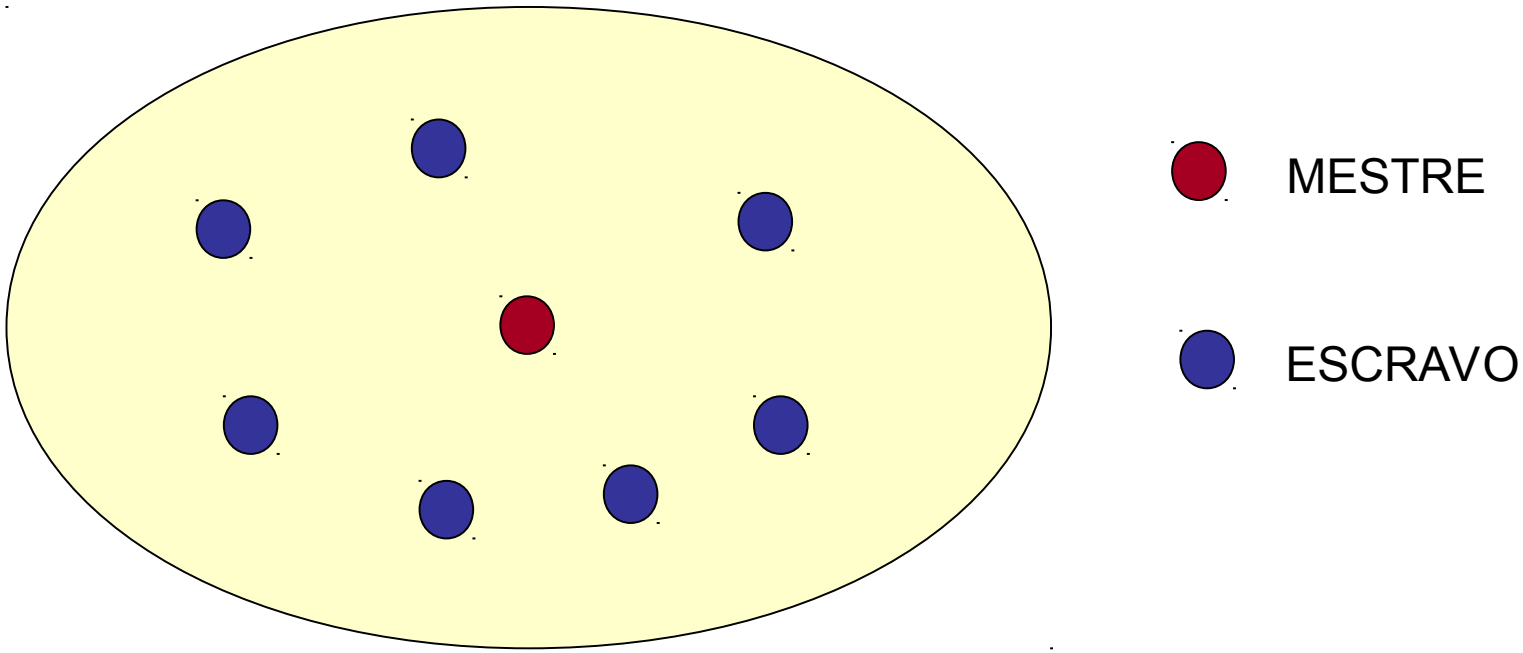


Bluetooth - Frequência

- Opera em FHSS na banda de 2.4 GHz
  - Mesma faixa utilizada pelo WLAN (IEEE 802.11), o que provoca interferência entre as duas tecnologias.
  - Para a operação do Bluetooth na faixa ISM de 2,45 GHz, foram definidas 79 portadoras espaçadas de 1 MHz.
- Define 3 classes de potência:
  - Power Class 1: 100 m e 20 dBm (100 mW)
  - Power Class 2: 10 m e 4 dBm (2.5 mW)
  - Power Class 3: 10 cm e 0 dBm (1 mW)

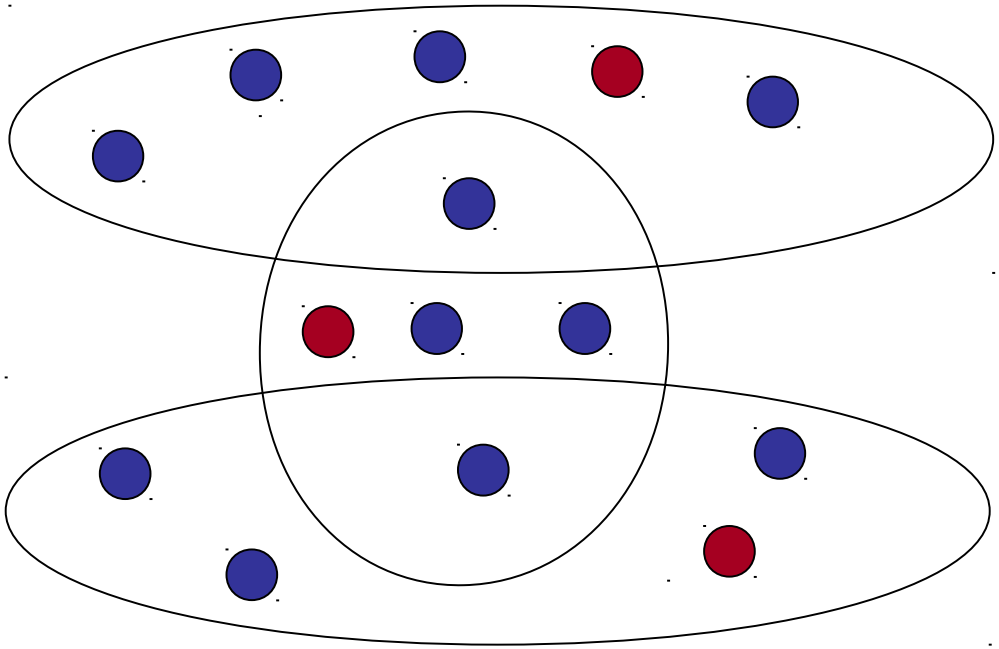
Bluetooth - PicoNets

Os dispositivos Bluetooth se comunicam entre si e formam uma rede denominada piconet, na qual podem existir até oito dispositivos interligados, sendo um deles o mestre e os outros 7 dispositivos escravos.



Bluetooth - ScatterNet

- Nas aplicações Bluetooth, várias piconets independentes e não sincronizadas podem se sobrepor ou existir na mesma área.
- Neste caso, forma-se um sistema ad hoc disperso denominado scatternet, composto de múltiplas redes, cada uma contendo um número limitado de dispositivos.



Bluetooth
Mestre-Escravo na Piconet

- Cada piconet ocupa um canal Bluetooth:
  - Um canal é identificado por uma sequência de frequências e pelo relógio (fase do salto) do dispositivo mestre.
- Os escravos devem se sincronizar ao mestre
  - A frequência de base dos saltos é definida pelo Bluetooth device address (BD_ADDR) do mestre (endereço de 48 bits, como um edereço MAC).

Bluetooth
Mestre-Escravo na Piconet

- O dispositivo mestre muda sua frequência de transmissão 1600 vezes por segundo com o objetivo de minimizar potenciais interferências de faixa estreita.
- Utiliza FHSS.

Bluetooth
FHSS – Exemplo

- Exemplo de salto em frequência para a sequência 5 - 2 - 6 - 3 - 1 - 4:

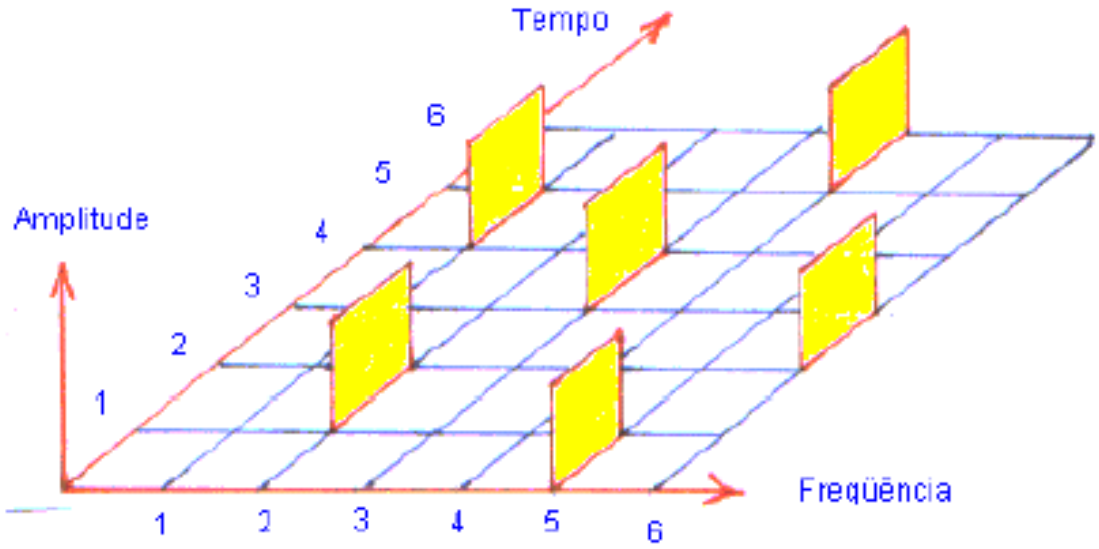


Figura 23 - Transmissão por salto de frequência

Bluetooth
Canais

Um canal é dividido em slots de duração de 625 micro segundos (1 segundo / 1600 saltos). De modo a simplificar a implementação, comunicações full-duplex são alcançadas aplicando-se TDD (Time Division Duplex – caso especial de TDMA).

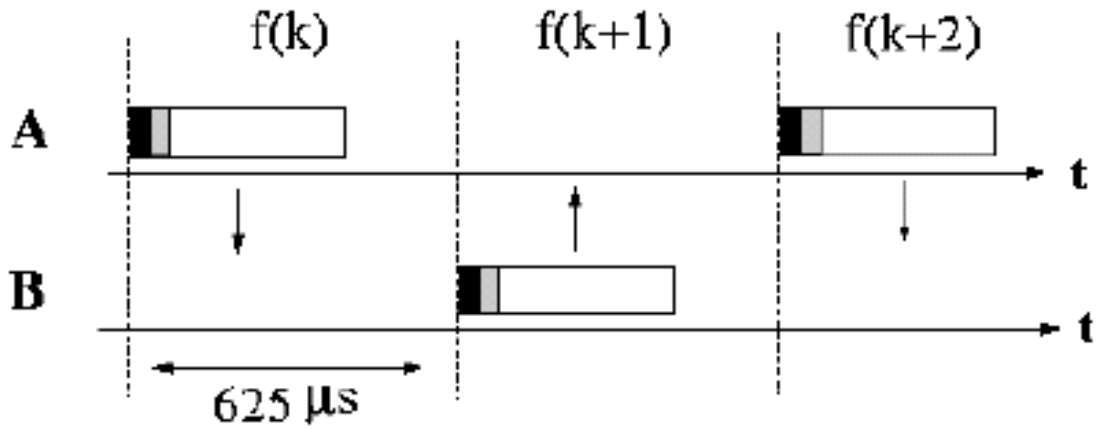
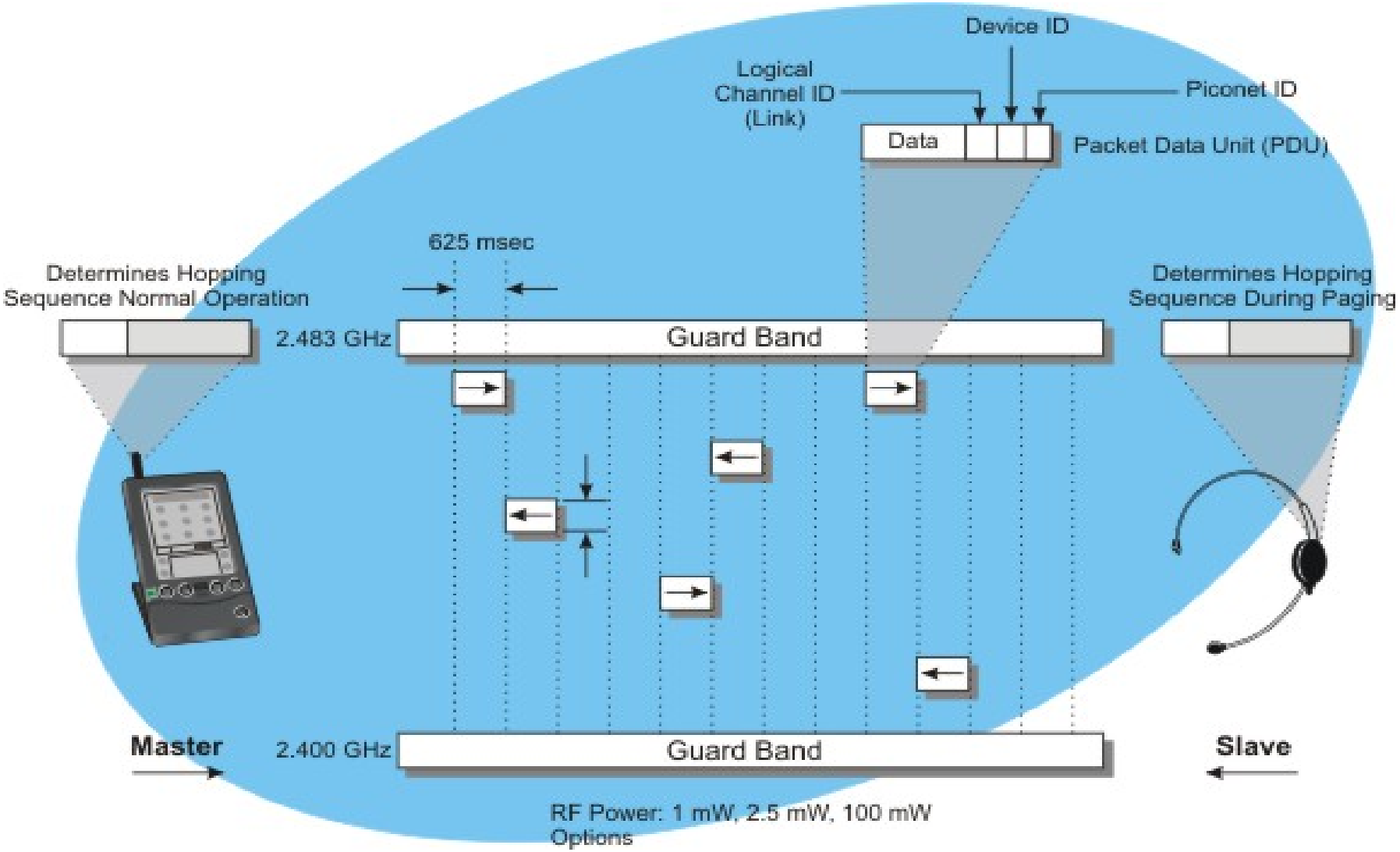


Figura 24 - Canal FH/TDD no Bluetooth

Bluetooth - Canais



Bluetooth
Controle de Acesso ao Meio

- Todo o controle de tráfego dentro da piconet é realizado pelo dispositivo mestre.
- Comunicações possíveis:
  - ponto-a-ponto entre o dispositivo mestre e um escravo
  - comunicações ponto-a-multiponto entre o dispositivo mestre e os escravos são possíveis.

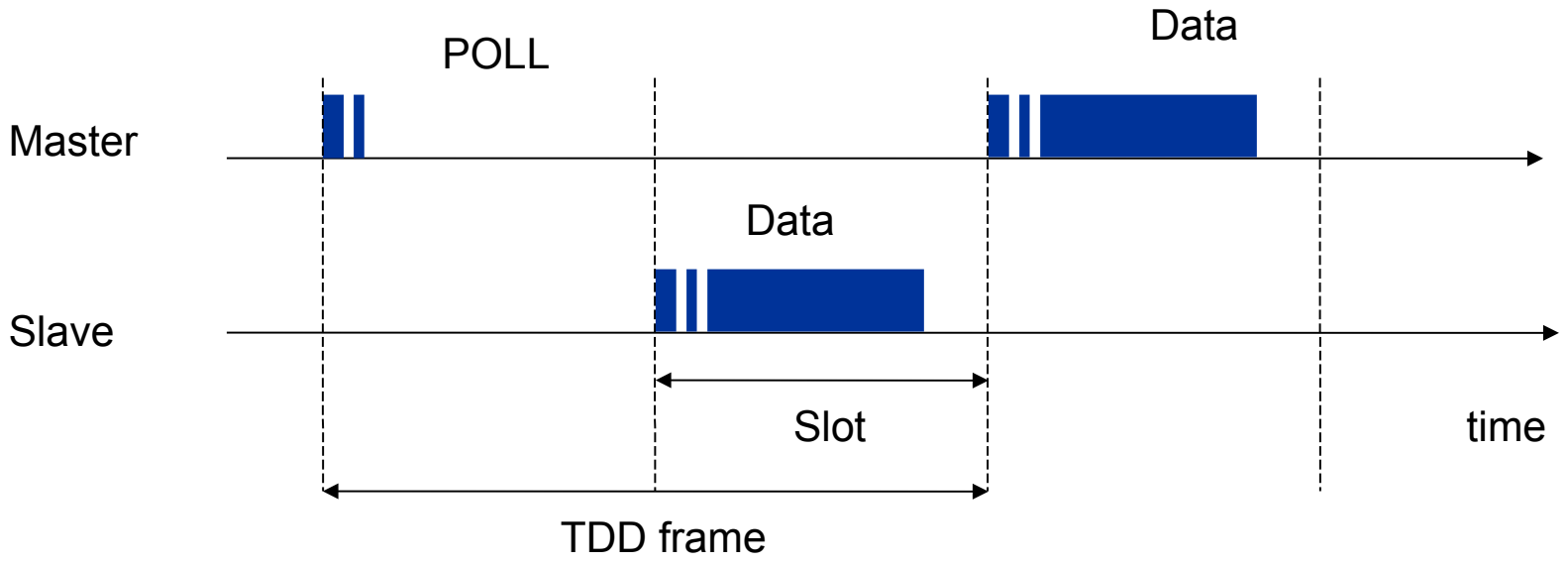
Bluetooth
Tipos de Links Físicos

- Asynchronous Connection-Less (ACL) Link
  - Assimétrico
  - Serviços assíncronos
  - Acesso por polling

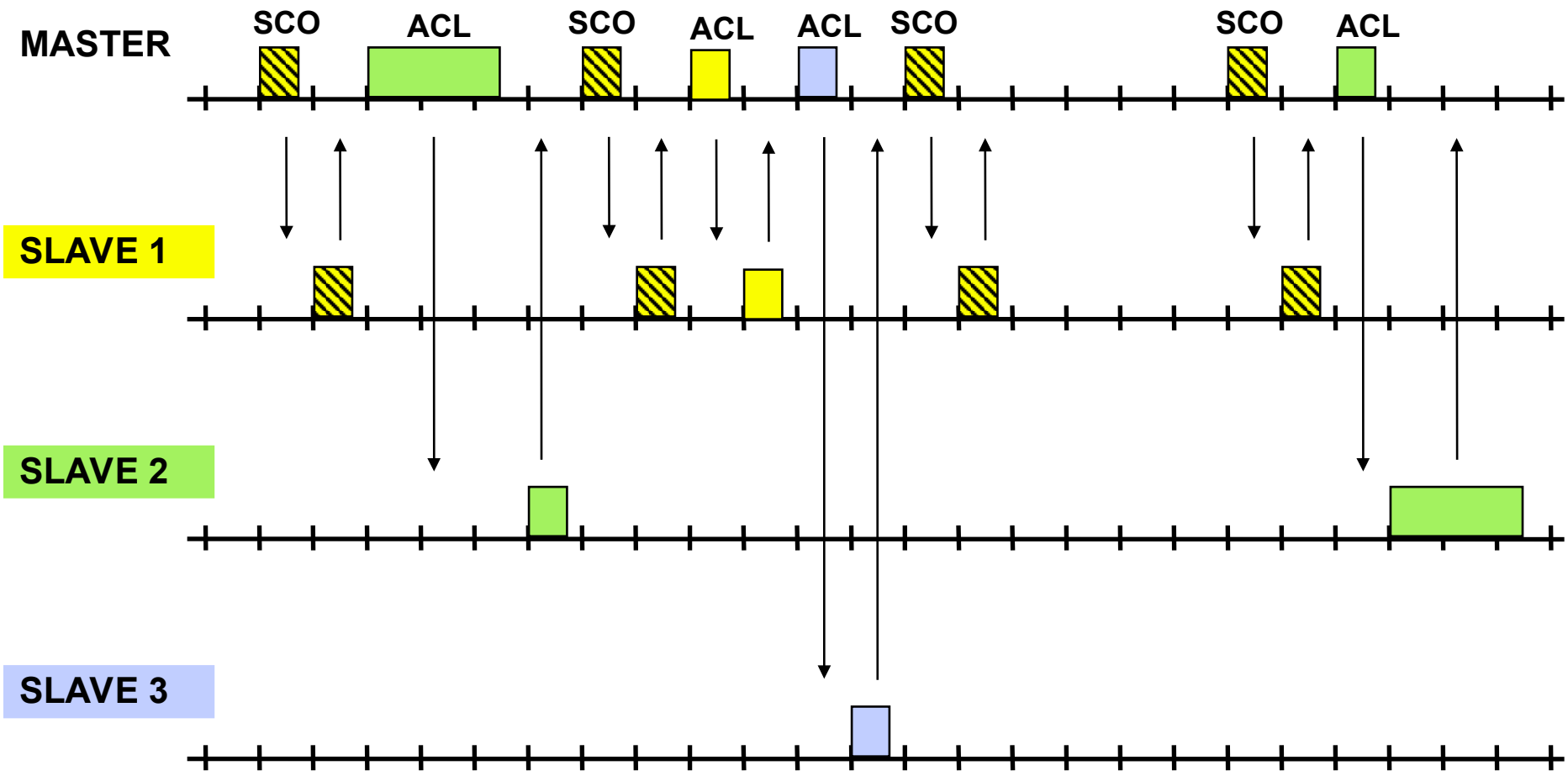
- Synchronous Connection-Oriented (SCO) Link
  - Simétrico, serviços síncronos
  - Reserva de slot em intervalos fixos
  - Utilizado para voz
  - Caso especial do ACL

Bluetooth Polling

- Escravo só é autorizado a enviar após ser “pollado”;
- Mestre “polla” o escravo em intervalos negociados;
- Mestre pode enviar dados quando quiser.



Bluetooth
Exemplo de transferência



Bluetooth - Segurança

- Suporta criptografia unidirecional ou mútua baseado na chave trocada entre os dois dispositivos
- Segurança definida em 3 modos:

Modo 1

Sem Segurança

Modo 2

Service Level Security: Estabelecida por serviço

Modo 3

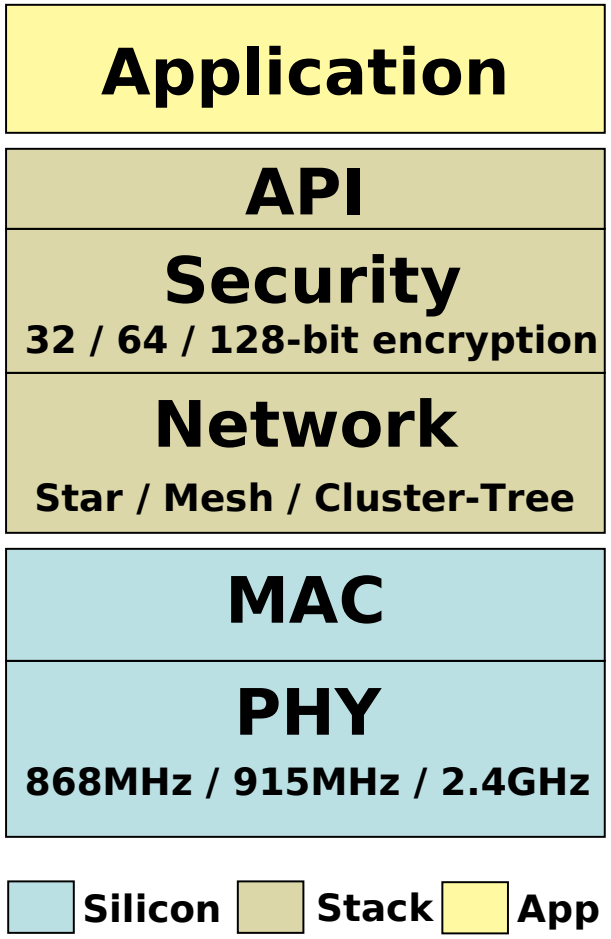
Link Level Security: Definida na conexão

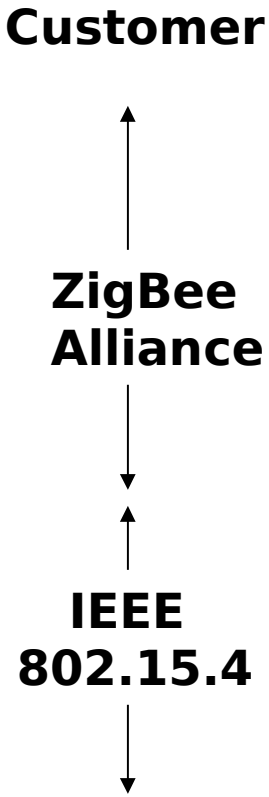
ZigBee - O que é?

- Padrão tecnológico criado controle/automação e redes de sensores
- Baseado no padrão IEEE 802.15.4
- Criado pela ZigBee Alliance
- Nome criado a partir do movimento errático de zig-zag das abelhas
  - Simboliza a comunicação entre nós em uma rede mesh
  - Componentes da rede são análogos aos papéis das abelhas em uma colméia

Aplicações ZigBee

IEEE 802.15.4 & ZigBee





ZigBee Alliance

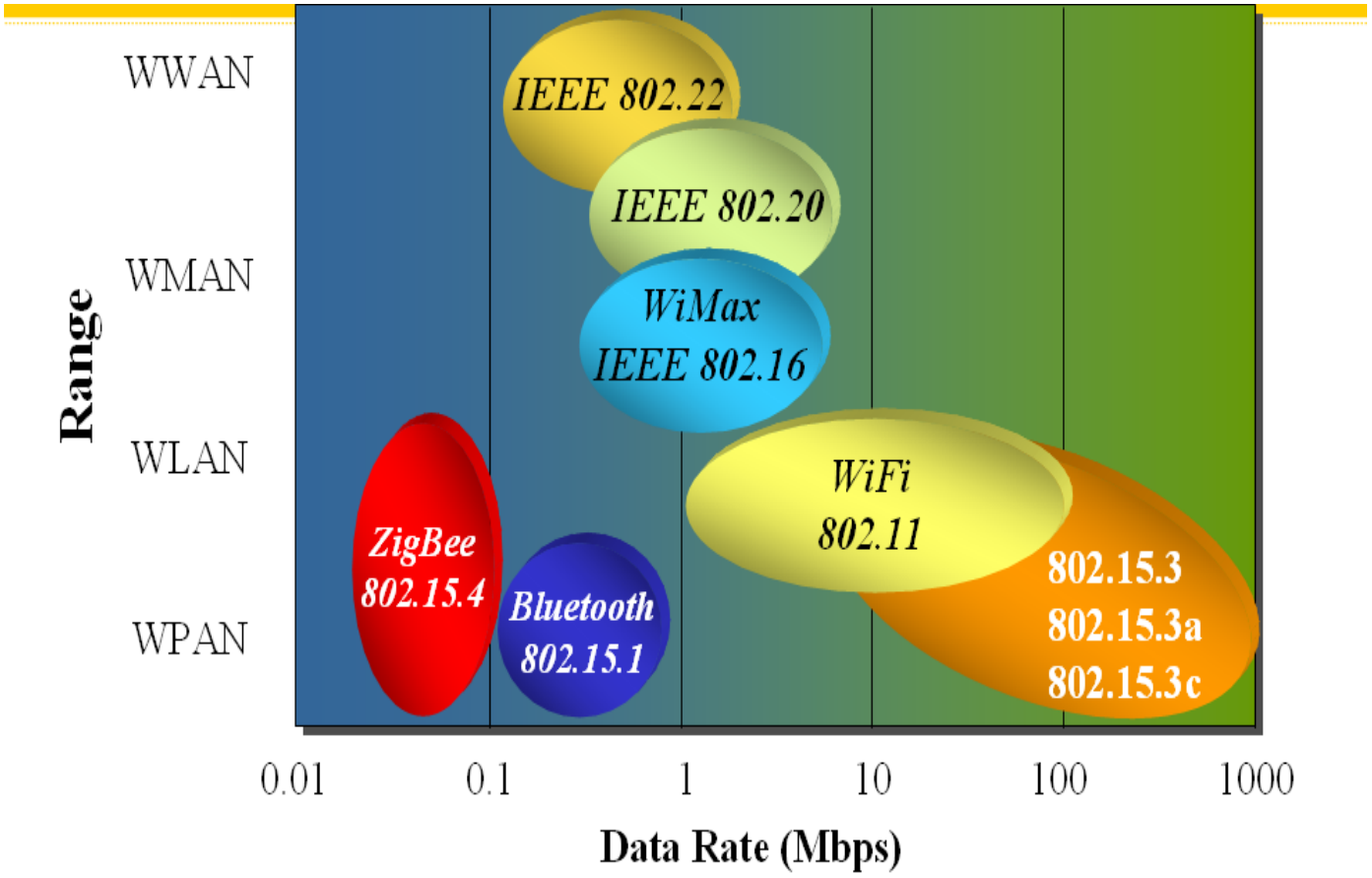
- "o software";
- Camadas de Rede, Segurança e Aplicação;
- Brand management.

IEEE 802.15.4

- "o hardware";
- Camadas Física e de Acesso ao Meio.

Source: http://www.zigbee.org/resources/documents/IWAS_presentation_Mar04_Designing_with_802154_and_zigbee.ppt

O espaço sem fio do 802



Source: http://www.zigbee.org/en/resources/

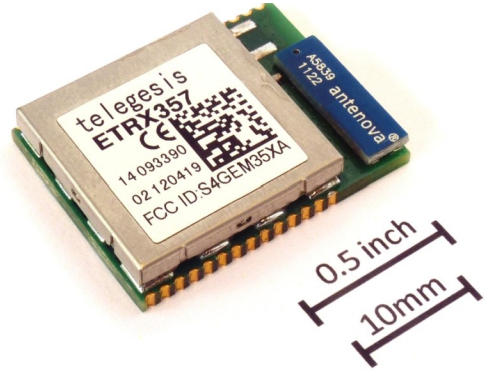
ZigBee and Other Wireless Technologies

Market Name	ZigBee™	---	Wi-Fi™	Bluetooth™
Standard	802.15.4	GSM/GPRS CDMA/1xRTT	802.11b	802.15.1
Application Focus	Monitoring & Control	Wide Area Voice & Data	Web, Email, Video	Cable Replacement
System Resources	4KB - 32KB	16MB+	1MB+	250KB+
Battery Life (days)	100 - 1,000+	1-7	.5 - 5	1 - 7
Network Size	Unlimited (2^{64})	1	32	7
Bandwidth (KB/s)	20 - 250	64 - 128+	11,000+	720
Transmission Range (meters)	1 - 100+	1,000+	1 - 100	1 - 10+
Success Metrics	Reliability, Power, Cost	Reach, Quality	Speed, Flexibility	Cost, Convenience

Source: http://www.zigbee.org/en/about/faq.asp

ZigBee
Objetivo é ser “pequeno”

- Baixa taxa de transmissão
- Baixo consumo de energia
- Pequenos dispositivos



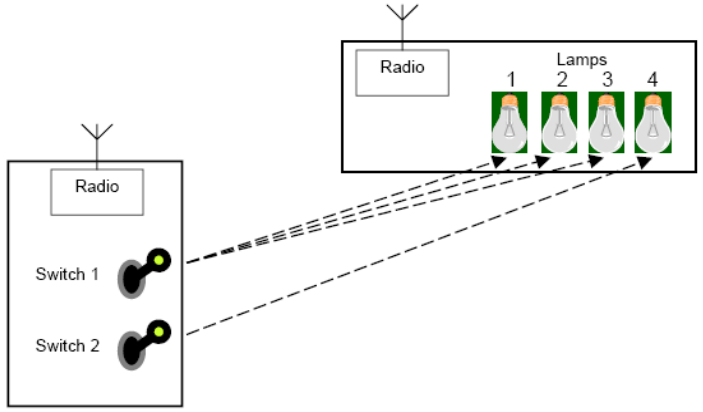
ZigBee
Frequências

Opera em bandas não licenciadas

- **ISM 2.4 GHz Banda Global a 250kbps**
- 868 MHz Banda Européia a 20kbps
- 915 MHz Banda Norte Americana a 40kbps

ZigBee
O que o ZigBee faz?

- Desenvolvido para controle/automação e sensores sem fio
  - Controle de iluminação, termostatos, etc;
  - Monitoramento ambiental;
  - Monitoramento de Agricultura



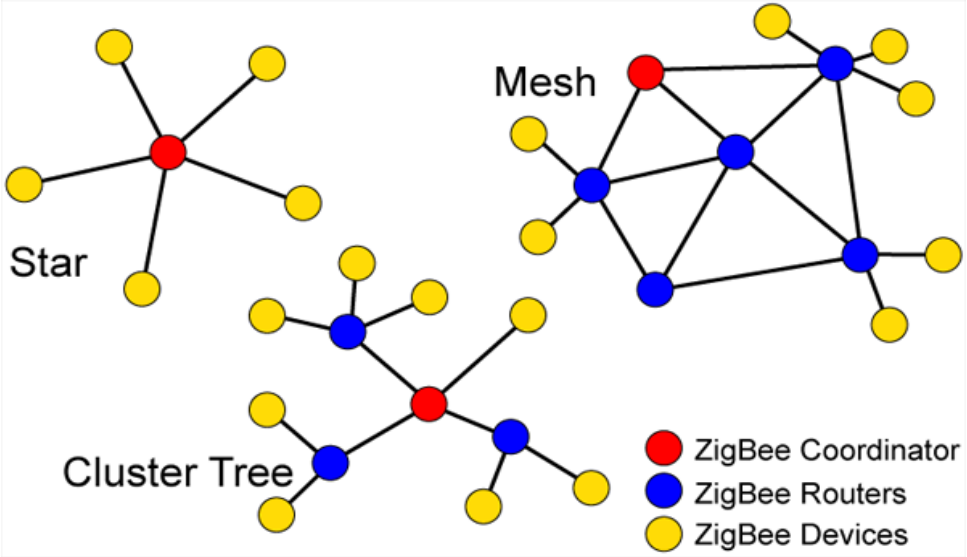
- Conectividade entre dispositivos pequenos

ZigBee
Funcionamento

- Topologias
  - Star
  - Cluster Tree
  - Mesh
- Funções
  - Network coordinator
  - Routers
  - End devices

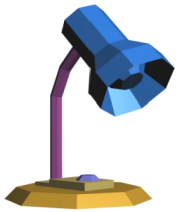
ZigBee Funcionamento

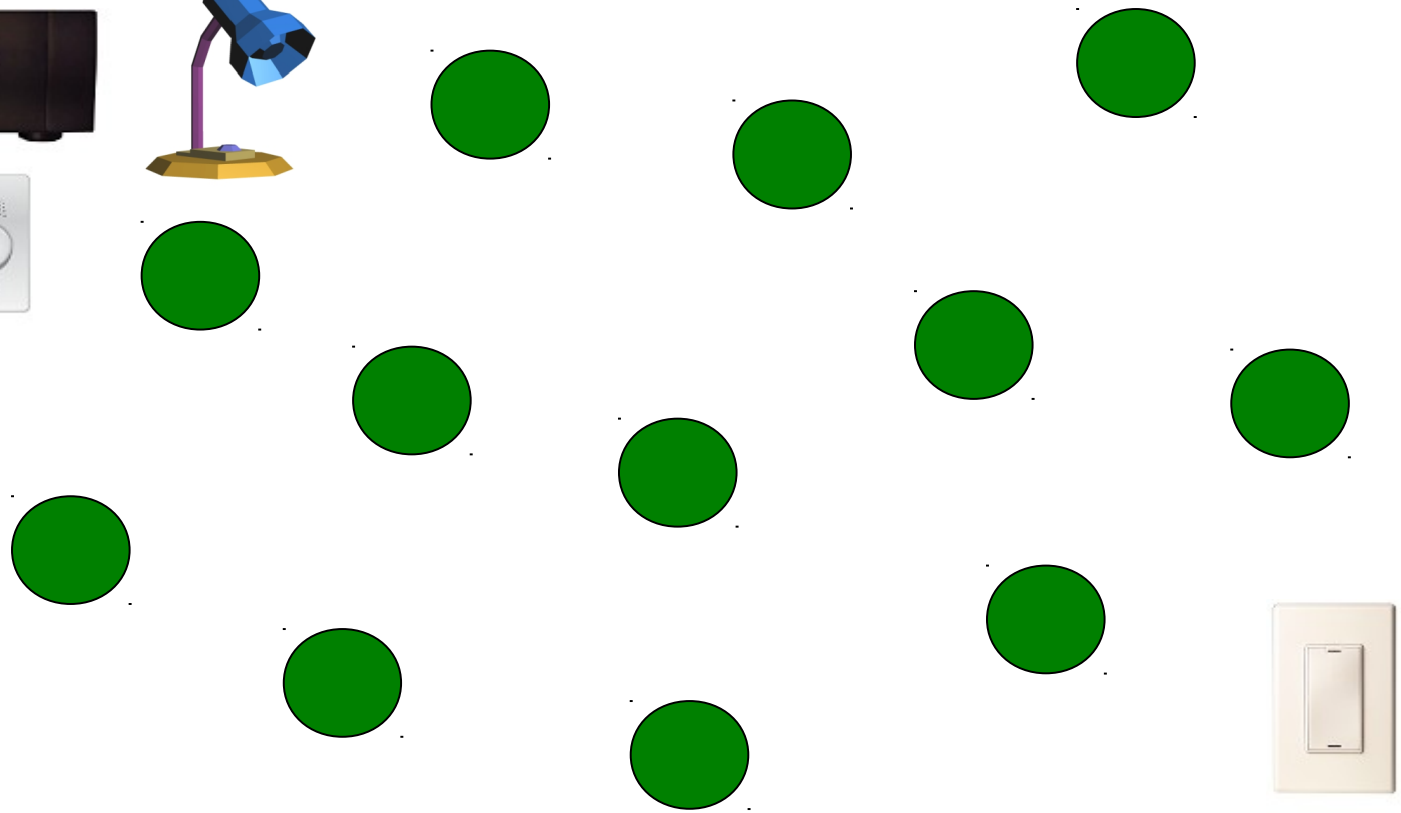
- Topologias
  - Star
  - Cluster Tree
  - Mesh
- Funções
  - Network coord.
  - Routers
  - End devices
- Dispositivos
  - Full Function Devices - FFD's
  - Reduced Function Devices - RFD's



- Estados de operação
  - Active
  - Sleep

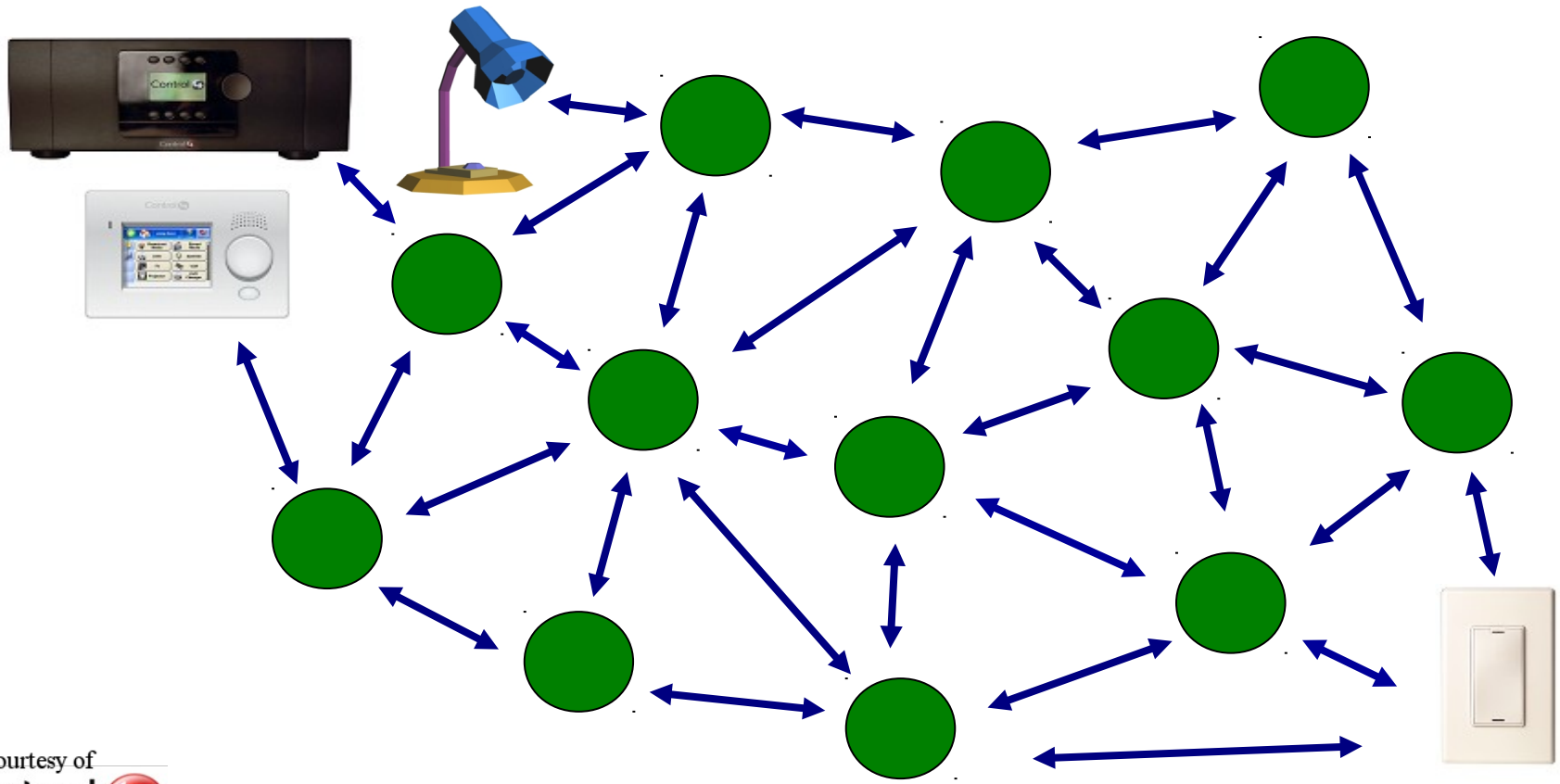
ZigBee
Exemplo - Rede Mesh





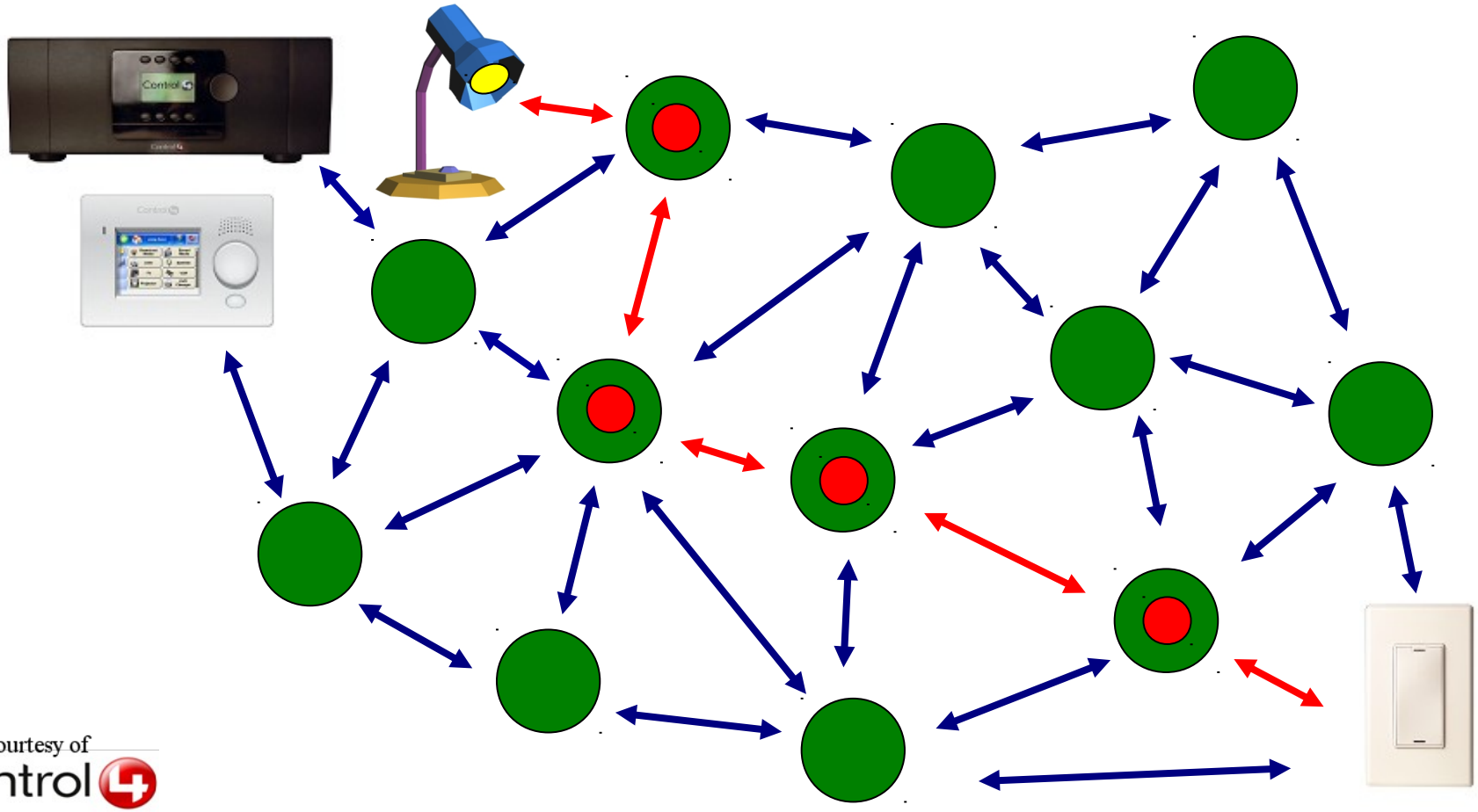
Slide Courtesy of
Control 4

ZigBee
Exemplo - Rede Mesh



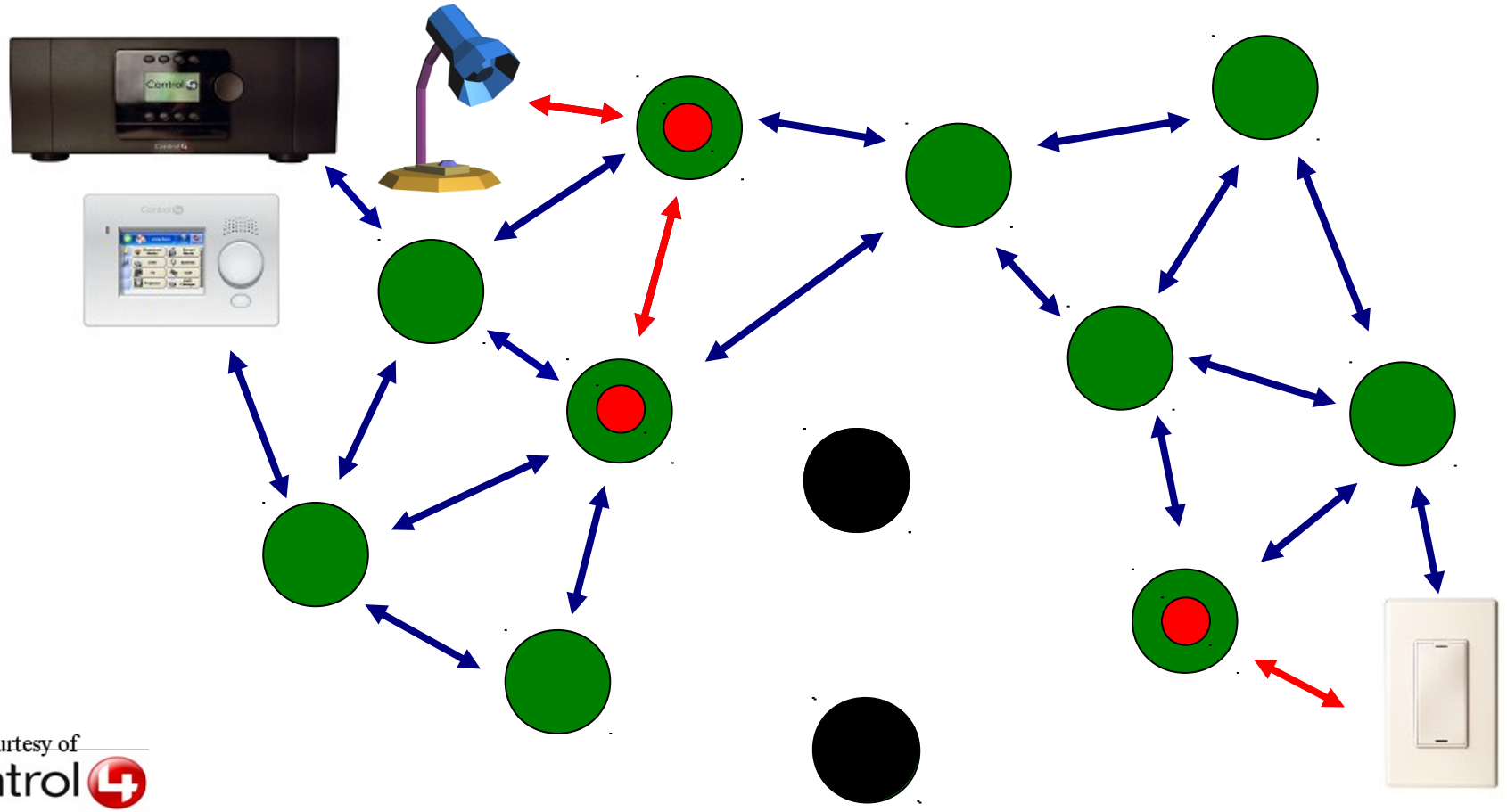
Slide Courtesy of Control 4

ZigBee
Exemplo - Rede Mesh



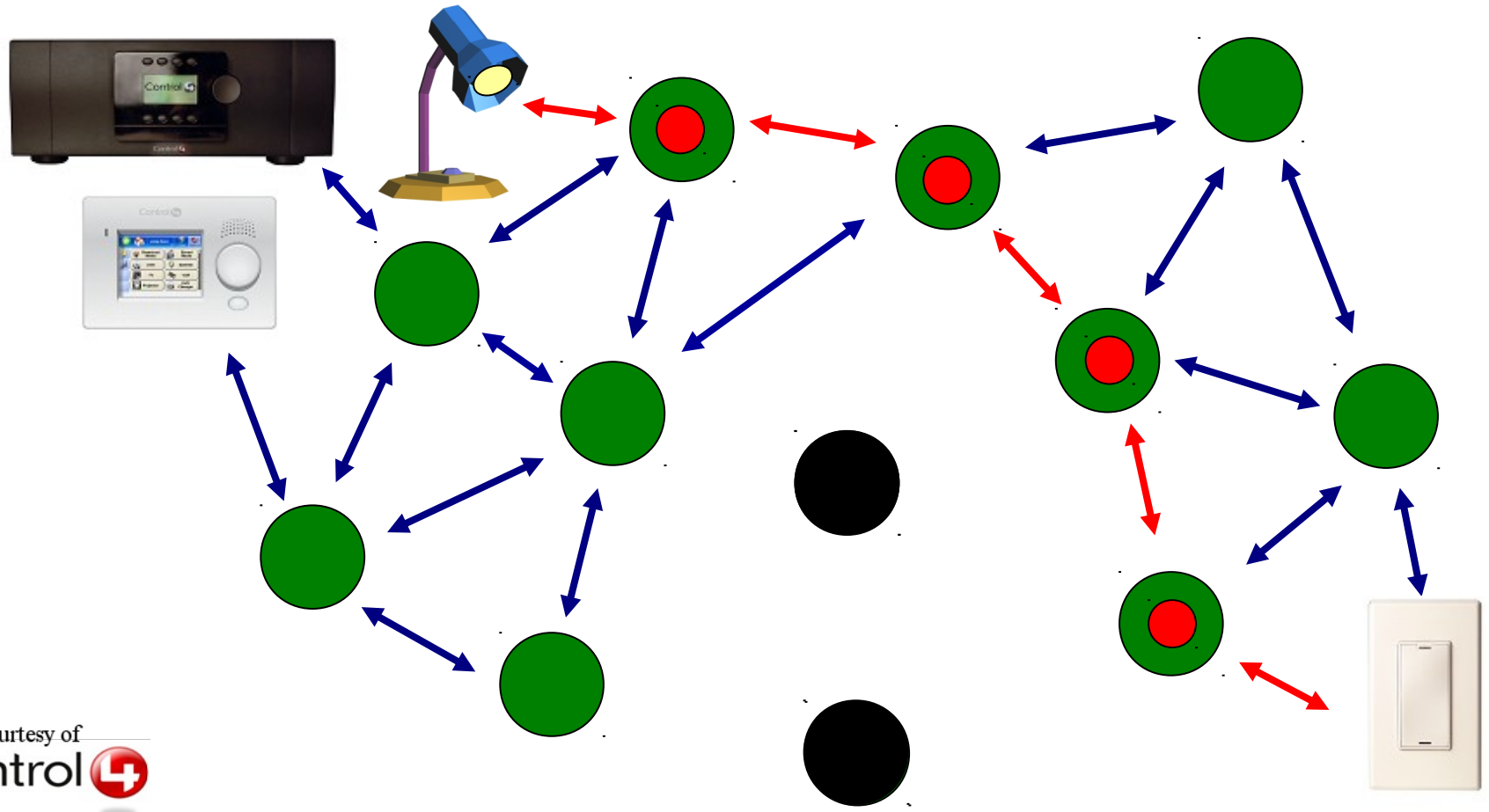
Slide Courtesy of Control 4

ZigBee
Exemplo - Rede Mesh



Slide Courtesy of Control 4

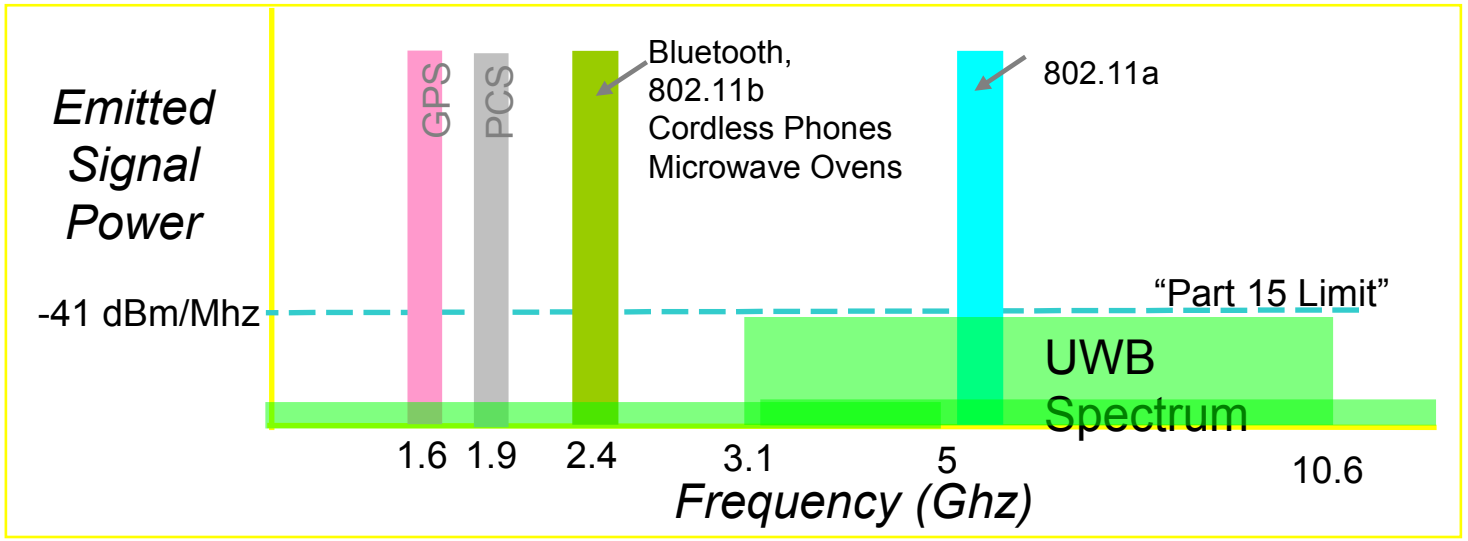
ZigBee
Exemplo - Rede Mesh



Slide Courtesy of Control 4

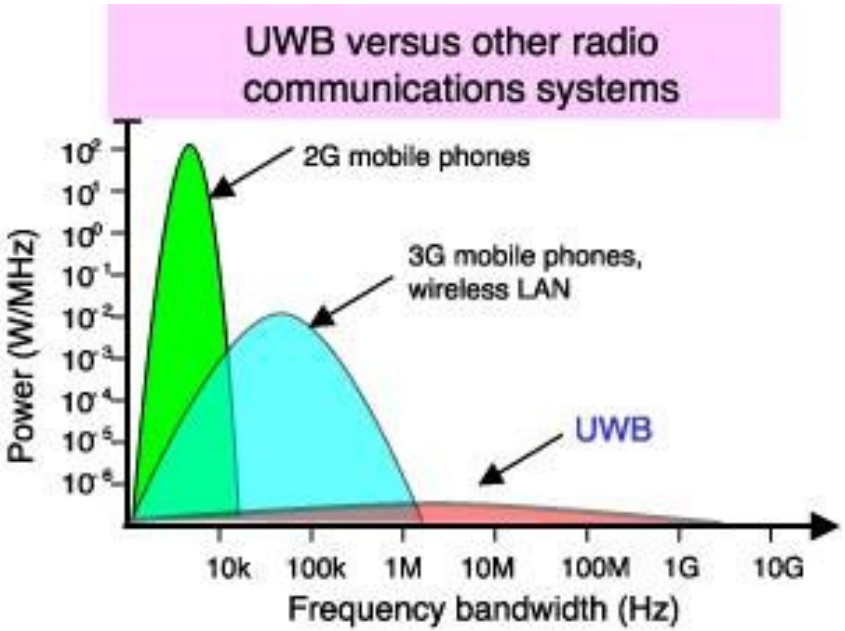
UWB (Ultra Wideband) - O que é?

- De origem militar, técnica utilizada por radares;
- Se comunica por pulsos;
- Inventado na década de 60;
- Utiliza faixa muito larga do espectro (3.1 a 10.6 GHz nos EUA - total de 7.5 GHz !!!);
- Solução de baixo custo;
- Baixo consumo de energia.



UWB - Características

- Alcance limitado
- Interfere muito pouco em outras formas de comunicação sem fio
- Taxas de transferência:
  - De 55 Mb/s a 480 Mb/s.
  - Valores realísticos:
    - 110 Mb/s a 10 metros
    - 200 Mb/s a 4 metros
    - 480 Mb/s a 2 metros



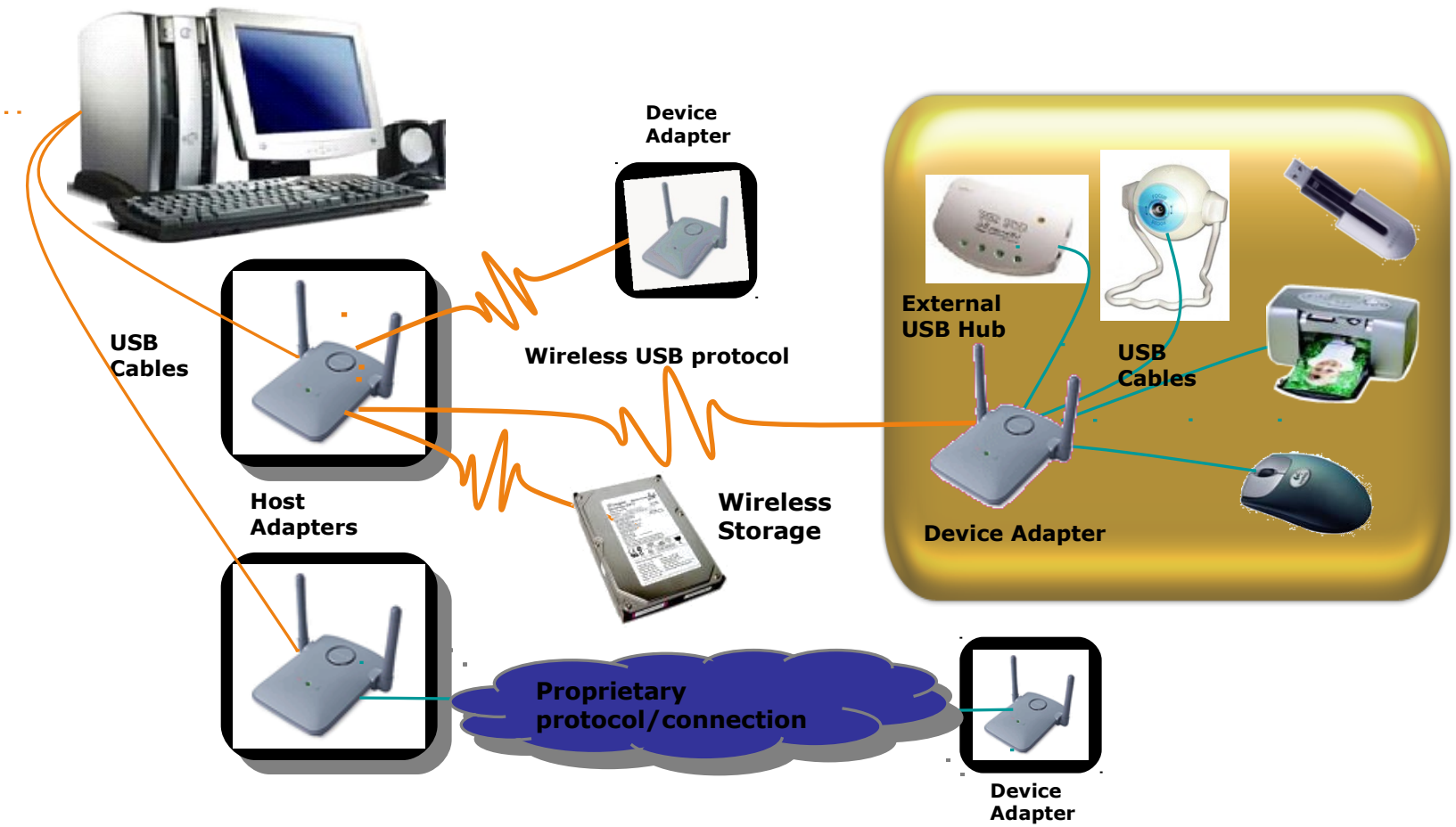
UWB - Características

- Wimedia Alliance:
  - Foco em soluções de multimedia. UWB é a grande aposta desta organização.

- WiMedia Alliance utiliza UWB para implementar as seguintes soluções comerciais:
  - Wireless USB
  - Wireless 1394
  - Bluetooth (???)

UWB - Exemplos de utilização

UWB - Wireless USB



Além da WLAN e WPAN

- WMAN
  - **Wimax – 802.16**
  - Mobile-Fi – 802.22
- WRAN
  - Super Wi-Fi – 802.20

Comparação de Tecnologias Sem Fio

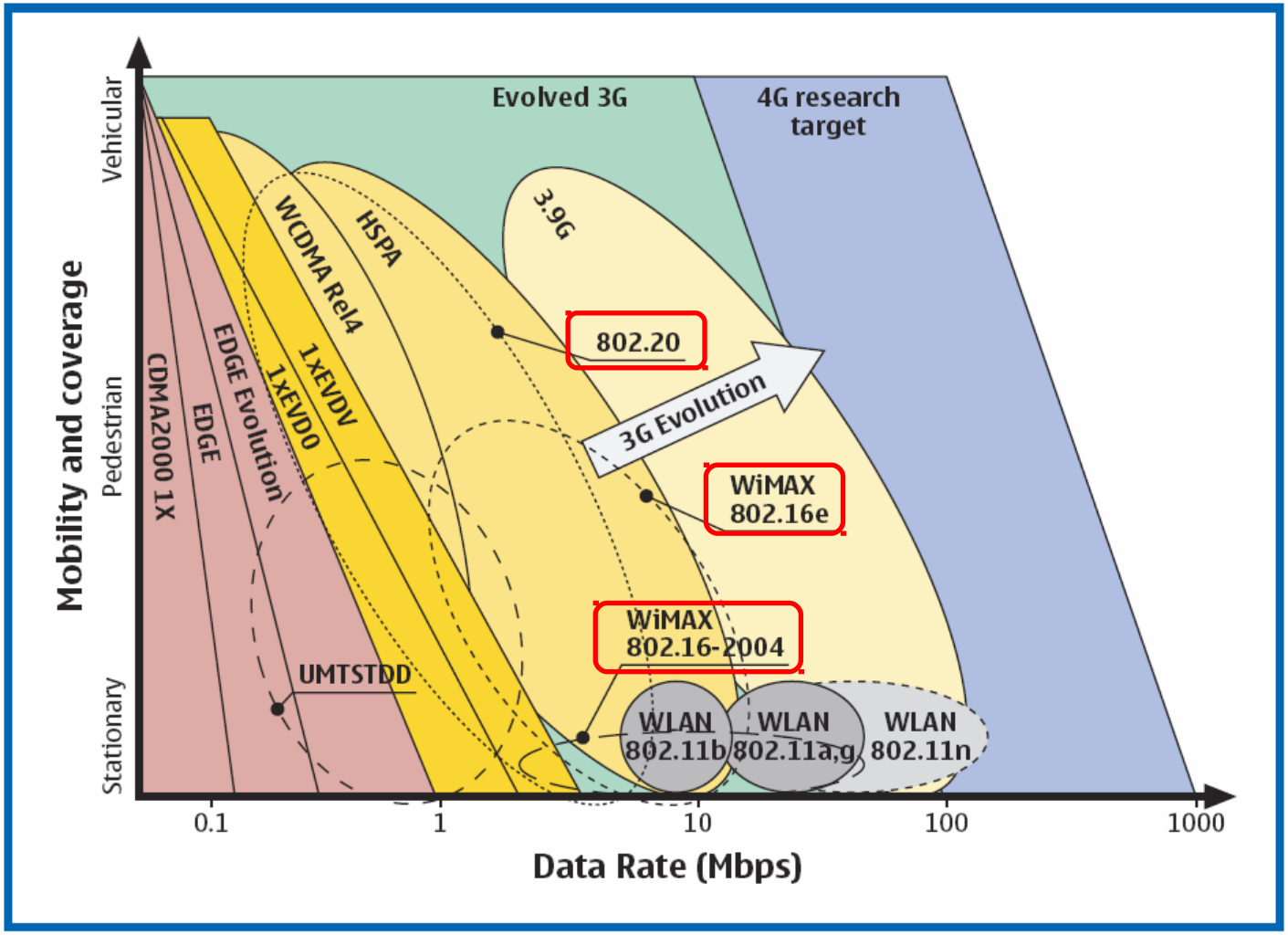
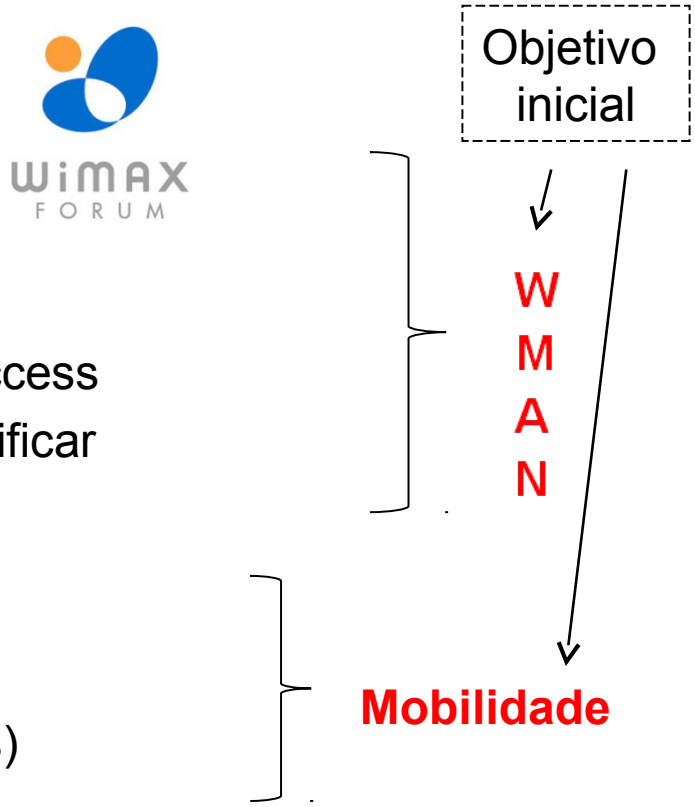


Figure 7. Mobility and coverage vs. the data rates of different radio technologies

WMAN

- Principais tecnologias
  - WiMAX
    - IEEE 802.16
    - Worldwide Interoperability for Microwave Access
    - WiMAX Forum: criada para promover e certificar produtos WiMAX
  - Mobile-Fi
    - IEEE 802.20
    - MBWA (Mobile Broadband Wireless Access)



- Com o desenvolvimento o WIMAX móvel, ele e o Mobile-Fi passaram a ter objetivos semelhantes

WMAN - WiMAX - 802.16a-d

- **Conhecido também como WiMax fixo**

- Engloba as atualizações 802.16 (2002), 802.16a (2003) e 802.16c (2002) e IEEE 802.16d (2004).
- Principais Características:

  a) Define Interface aérea para acesso fixo

  b) Cobertura 8-12 km em NLOS e de 30 a 40 km em LOS

  c) Bandas licenciadas nas faixas de 2,5 - 3,5 GHz (NLOS),

  d) Bandas não licenciadas em 5,8 GHz (LOS),

  e) Taxas podem chegar a 75 Mbit/s

  f) Sem mobilidade entre ERBS (sem *handoff* automático)

  g) Utiliza gerenciamento de potência, múltiplas antenas, seleção dinâmica de freqüências (DFS), controle de interferência.

  h) Segurança com encriptação DES ou AES

  i) Utiliza OFDM

WMAN - WiMAX - 802.16e

- **Conhecida também como o WiMAX móvel**
- Características:
  a) Engloba as características do IEEE 802.16 – 2004
  b) Acrescenta acesso móvel ao WiMAX
  c) Utiliza MIMO
  d) Faz *handoff* entre ERBS à velocidade de 100km/h
  e) Melhorou o QoS para VoIP
  f) Aprovado em 2005

WMAN - WiMAX - 802.16m

Características:

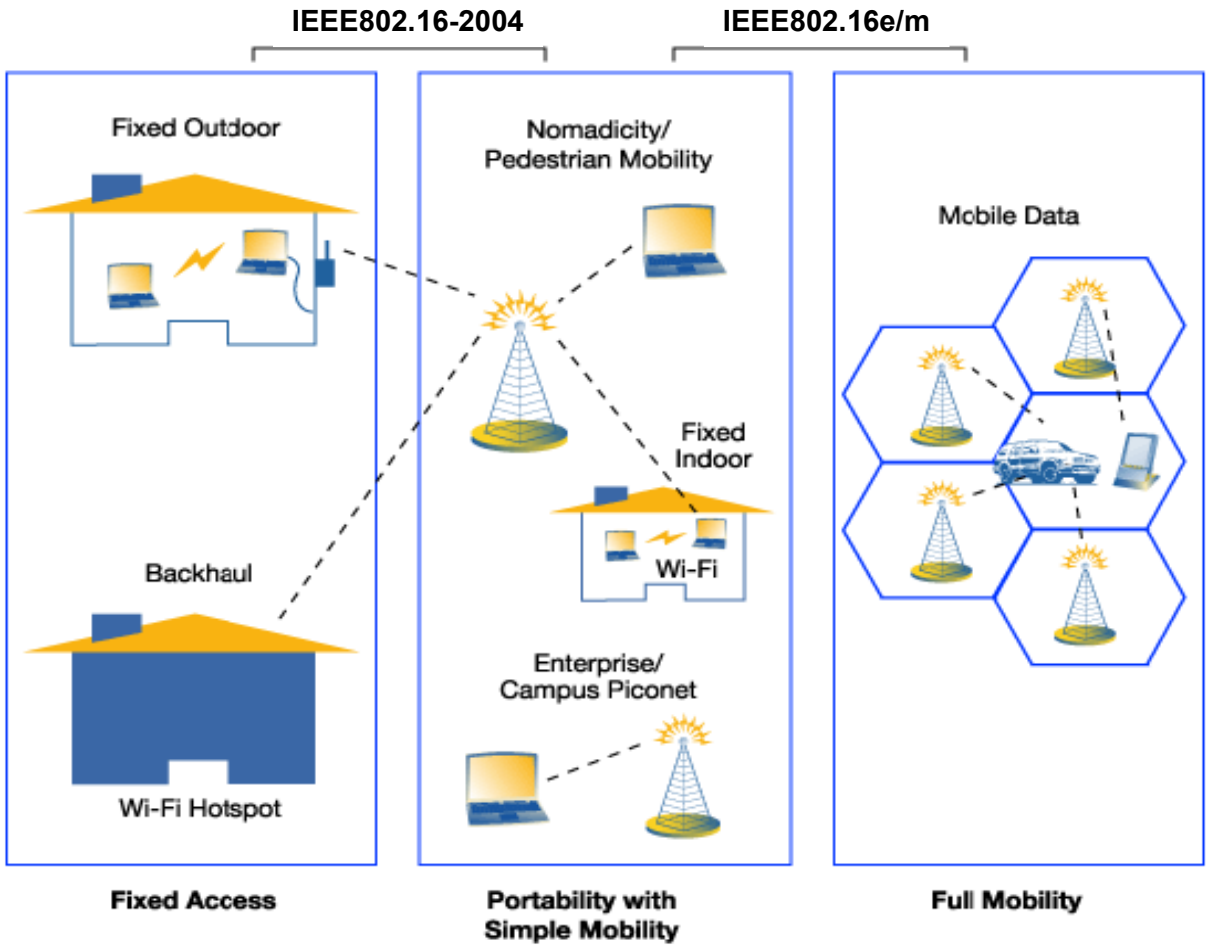
Advanced Air Interface

Permitirá taxas de transferência de:

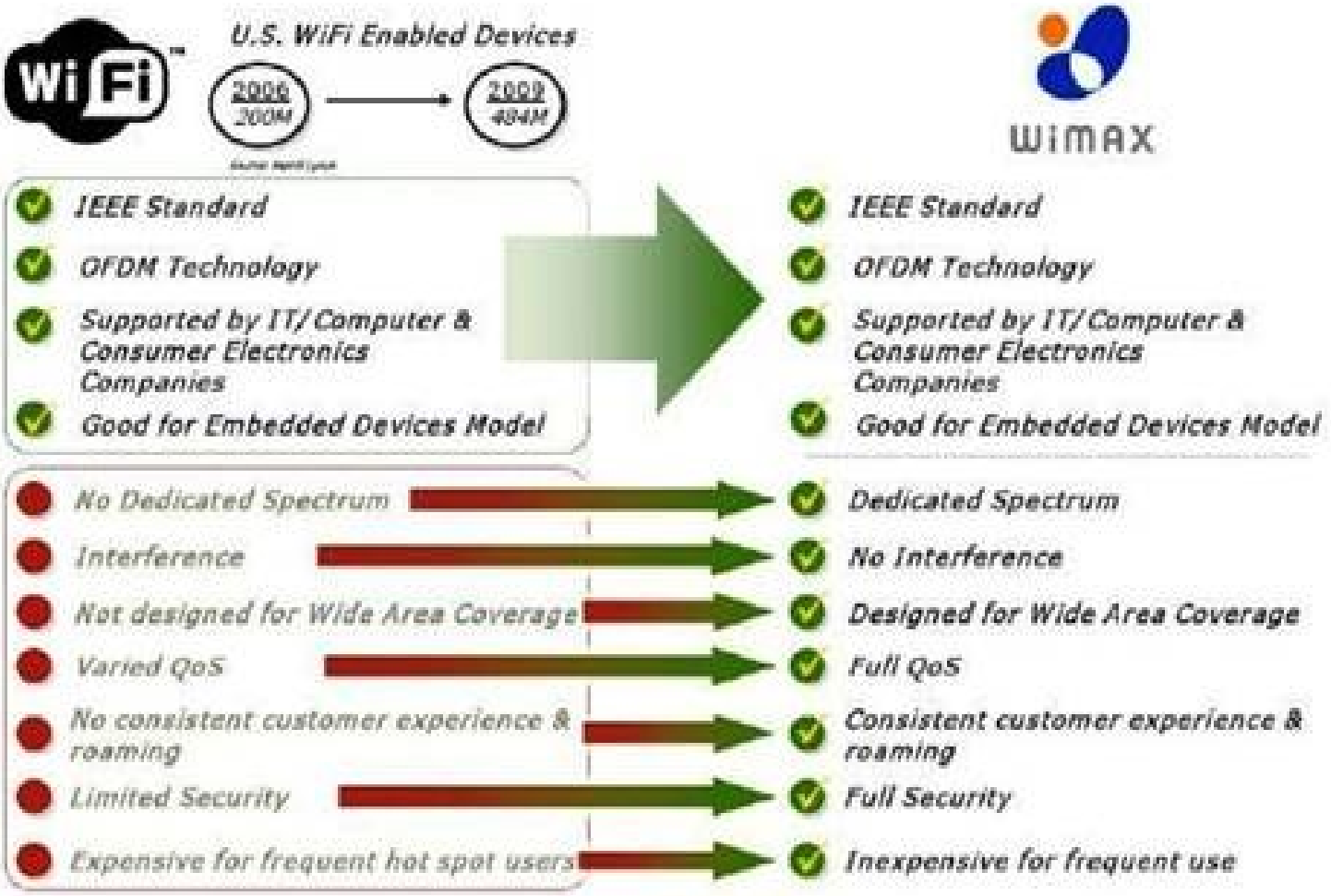
100 Mbps para dispositivos móveis

1 Gbps para dispositivos fixos

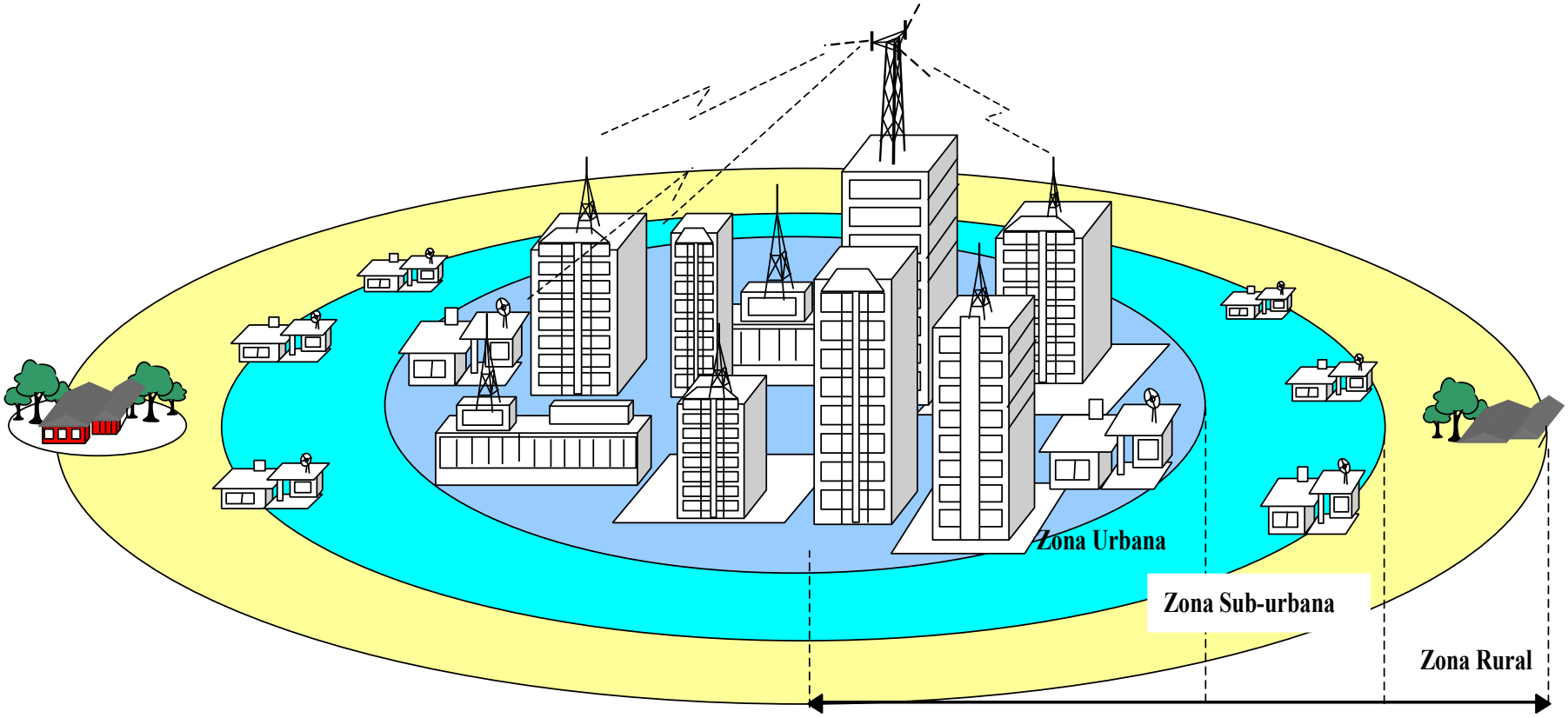
WMAN - WiMAX


IEEE802.16-2004
IEEE802.16e/m
Fixed Outdoor
Nomadicity/
Pedestrian Mobility
Mobile Data
Fixed
Indoor
Wi-Fi
Backhaul
Enterprise/
Campus Piconet
Wi-Fi Hotspot
Fixed Access
Portability with
Simple Mobility
Full Mobility

WMAN -WiMAX vs WiFi



WMAN - WiMAX - Abrangência



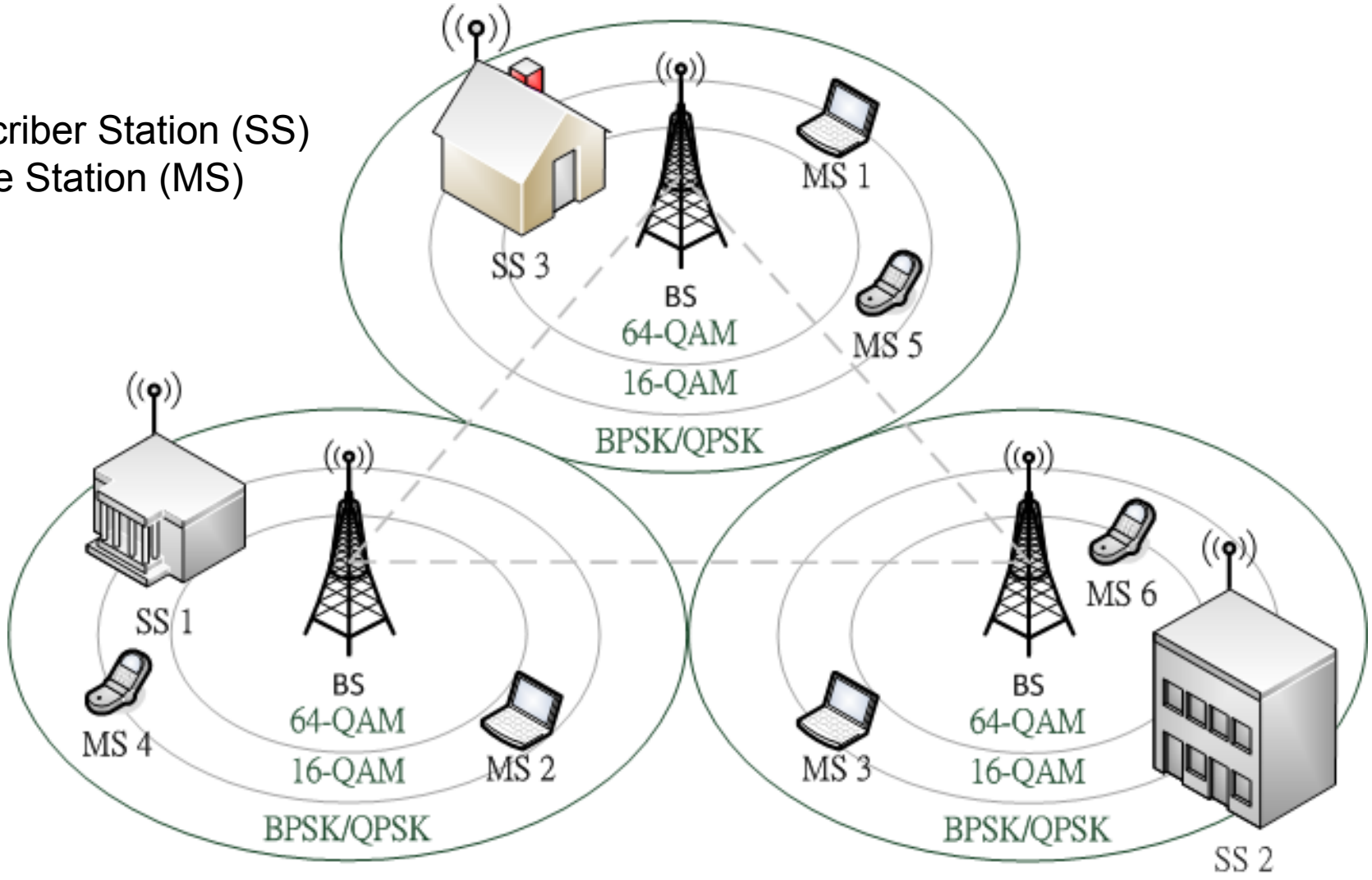
Zona Urbana: ~ 5-7 km

Zona Sub-urbana: ~ 6-10 km

Zona Rural: ~ 40 km

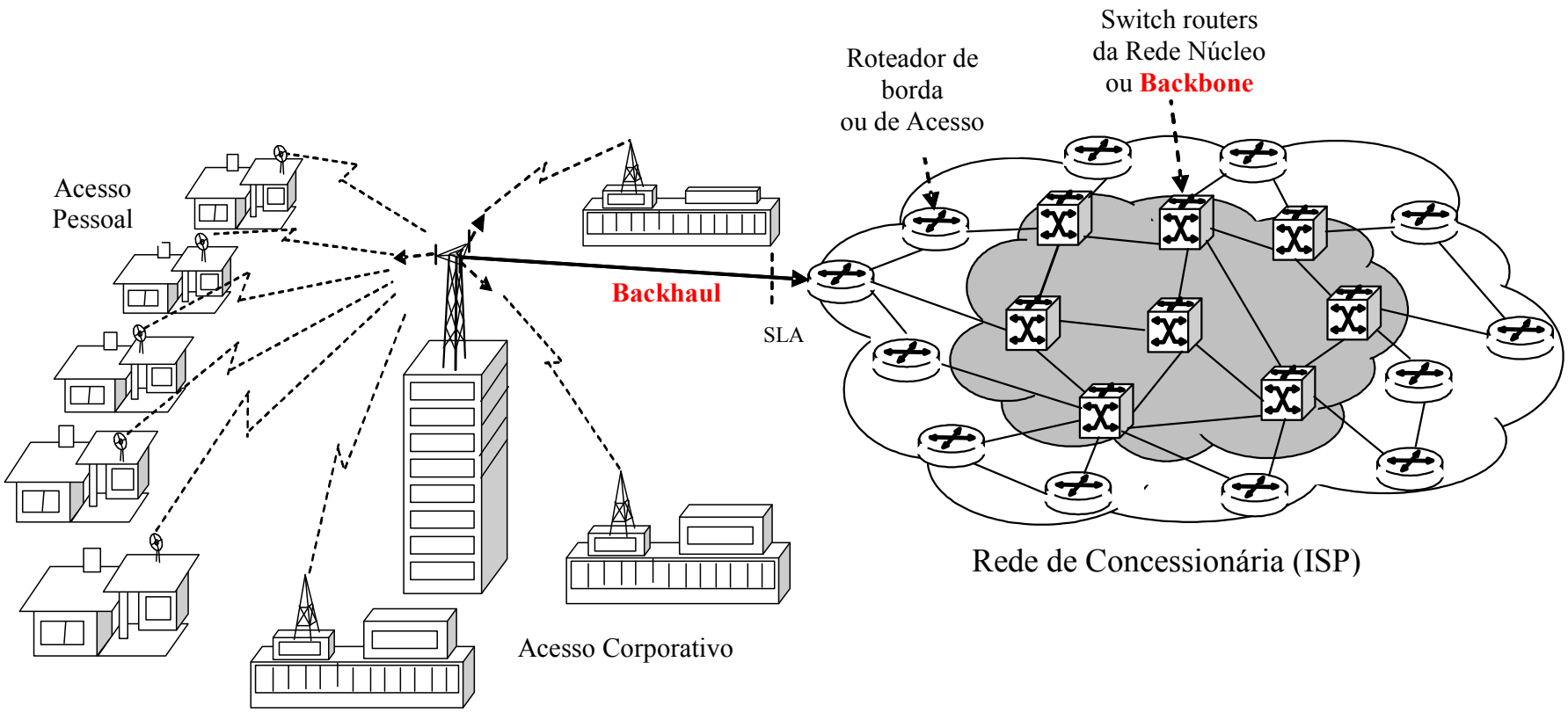
WMAN - WiMAX - Adapt. à distância

Subscriber Station (SS)
Mobile Station (MS)



WMAN - WiMAX - Arq. Rede de Acesso

Também utilizado para o backhaul (porção de uma rede hierárquica de telecom responsável por fazer a ligação entre o núcleo da rede, ou backbone, e as subredes periféricas)

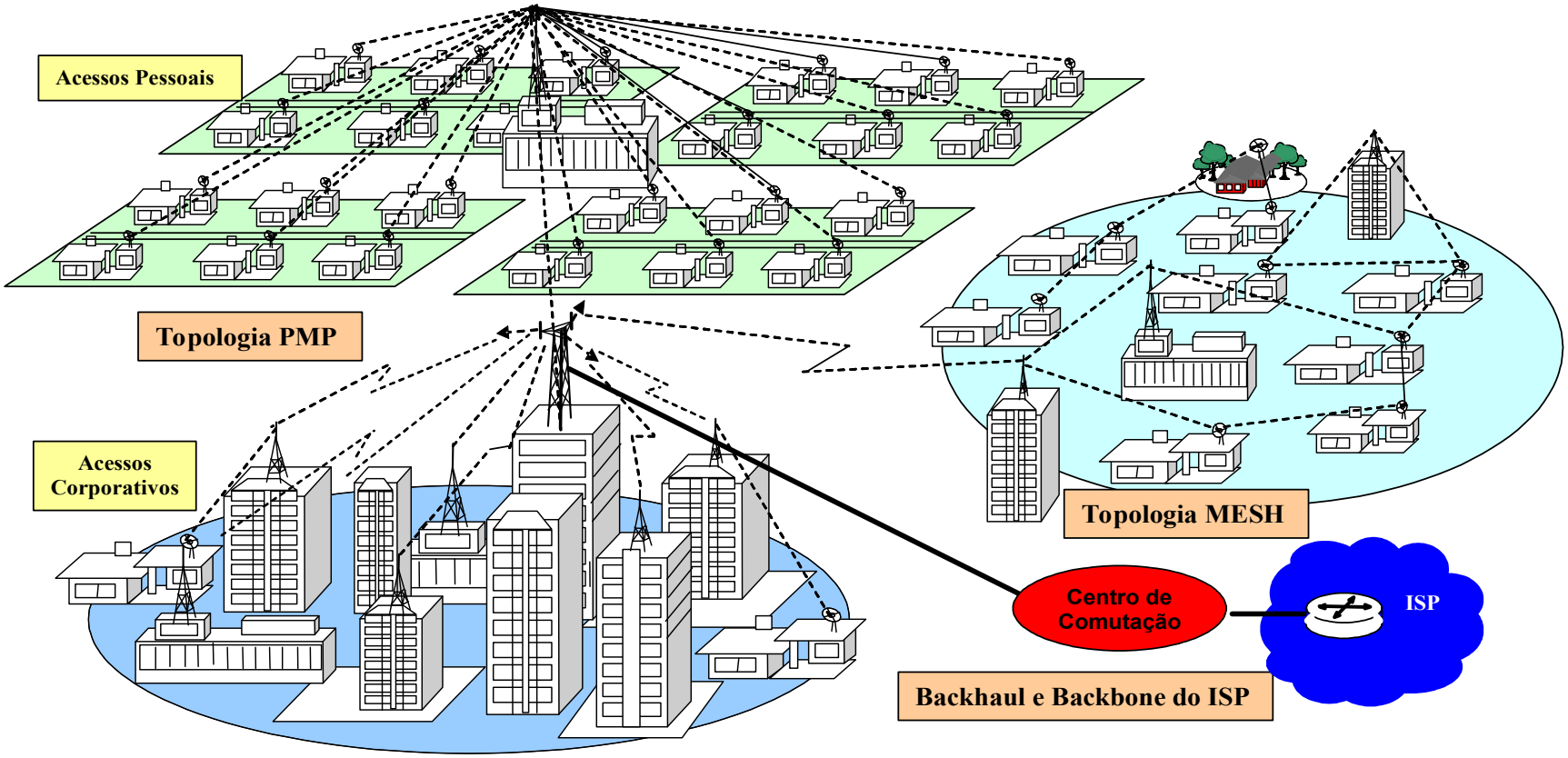


WMAN - WiMAX vs Rede Cabeada

- Custo
  - A infra-estrutura WLL, pelo fato de que não precisa enterrar e instalar cabos é menos onerosa, apesar de que os equipamentos de terminação tenham custo (antena e receptor)
- Tempo de Instalação
  - É uma fração do tempo requerida para tecnologias cabeadas. Praticamente o tempo para a instalação das antenas.
- Cobertura
  - É geralmente a única alternativa em áreas despovoadas e sem infra-estrutura de telecom. Mesmo em áreas densamente povoadas é uma opção atrativa devido à sua facilidade de instalação e altas taxas

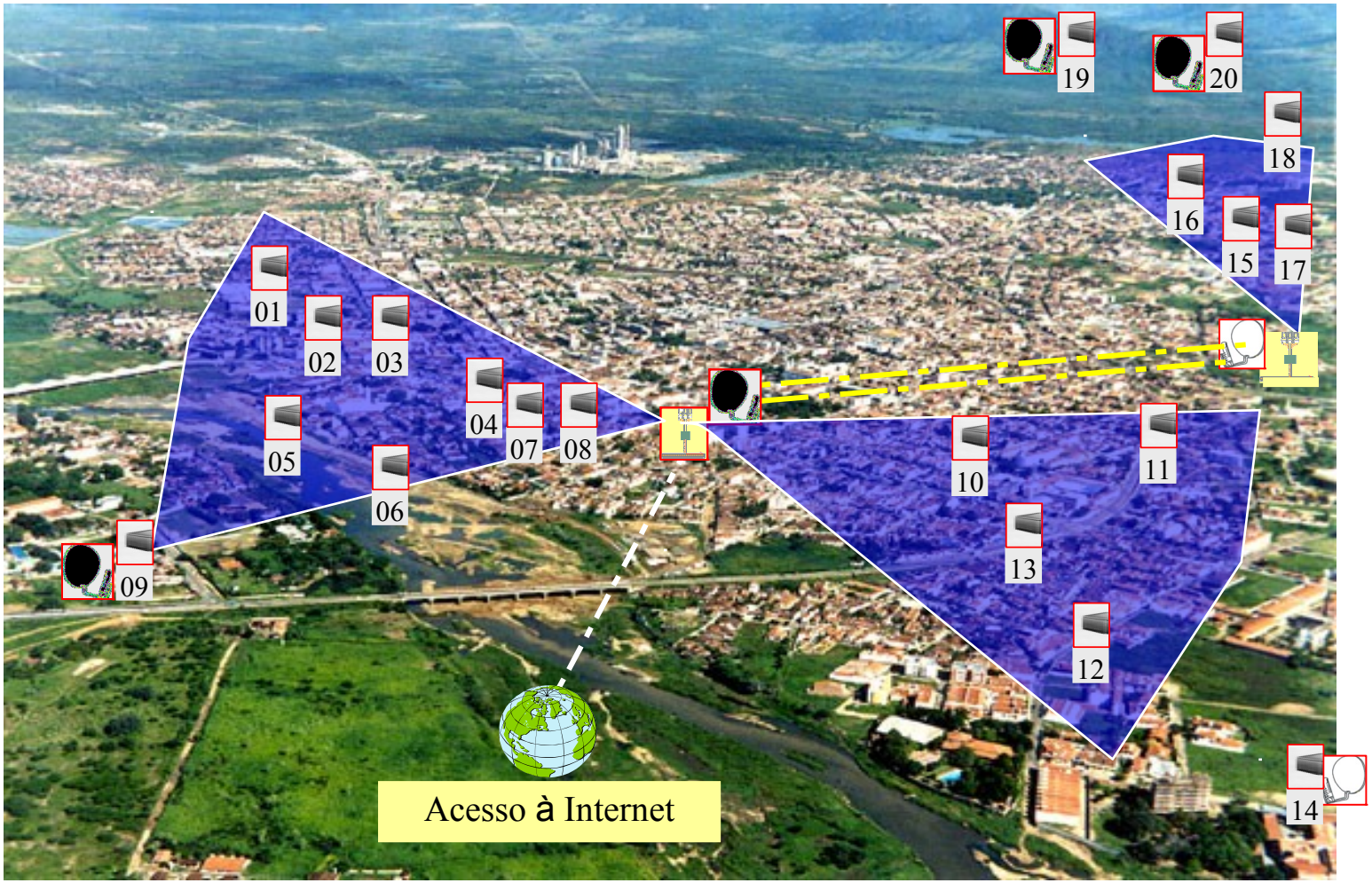
WMAN - WiMAX - Topologias

- Serviço PMP (Point to Multi-Point) – basicamente tráfego entre BS e SSs.
- Serviço MESH (malha) – basicamente tráfego entre SSs.



WMAN - WiMAX – Exemplo

Planejamento: 18 pontos na área urbana e 2 pontos na área rural



WMAN - WiMAX - Frequências no Brasil

Faixa	Faixas [MHz]	Bandas [MHz]	Largura de Banda Canais	Aplicação
2.5 GHz Res. 429 (13/02/2006)	2500 – 2530 (FDD) 2570 – 2620 (TDD) 2620 – 2650 (FDD)	30 50 30 Total: 110	Não especificado	WiMax móvel **Licenciado** MMDS
3.5 GHZ Res. 416 (14/10/2005)	3450 – 3500 3550 - 3600	50 50 Total: 100	(até 28x) B=1,75 MHz por faixa	WiMax Nomádico (fixo) **Licenciado**
5,8 GHz Res. 365 (10/05/2005)	5150 – 5350 5470 – 5725	200 255 Total: 455	Não especificado	Wi Max PP (fixo) **Livre**
10,5 GHz	10182 – 10294 10532 – 10644	112 112 Total: 224	(até 16x) B=7 MHz por faixa	WiMax PMP **Licenciado**

Além da WLAN e WPAN

- WMAN
  - Wimax – 802.16
  - **Mobile-Fi – 802.20**
- WRAN
  - Super Wi-Fi – 802.22

WMAN - Mobile-Fi - 802.20

Características:

- Opera em licenças entre 500 MHz e 3.5 GHz.
- Possui alcance de até 15 kilômetros
- Taxa de transferência de até 1 Mbps
- Banda larga em movimento (até 250 km/h)
- Baixa latência – por volta de 10 ms

WMAN - Mobile-Fi - 802.20

- Aprovado em junho de 2008, três anos depois do 802.16e.
- Há grande intercessão entre o 802.16e/m e o 802.20.
- Grandes player$ apoiam o 802.16.
- O que acontecerá com o Mobile-Fi??

WMAN - Mobile-Fi - 802.20

"Em paralelo ao 802.20 há o 802.16e – WiMAX. Esses dois padrões começaram baseados em aspectos técnicos diferentes e endereçavam tratar problemas suavemente distintos. Mas o WiMAX avançou e o que assistimos agora é uma briga de foice entre os dois. Alguns, inclusive, já afirmam de forma clara e direta que o WiMAX triunfará/já triunfou sobre o Mobile-Fi."

"E agora? O que resta ao Mobile-Fi?

Ele tende a ser redirecionado para um nicho específico de aplicação. Ou seja, locais onde há pessoas que precisam de conexão mesmo em altas velocidades (ex: passageiros de trens da Europa)."

(www.vivasemfio.com)

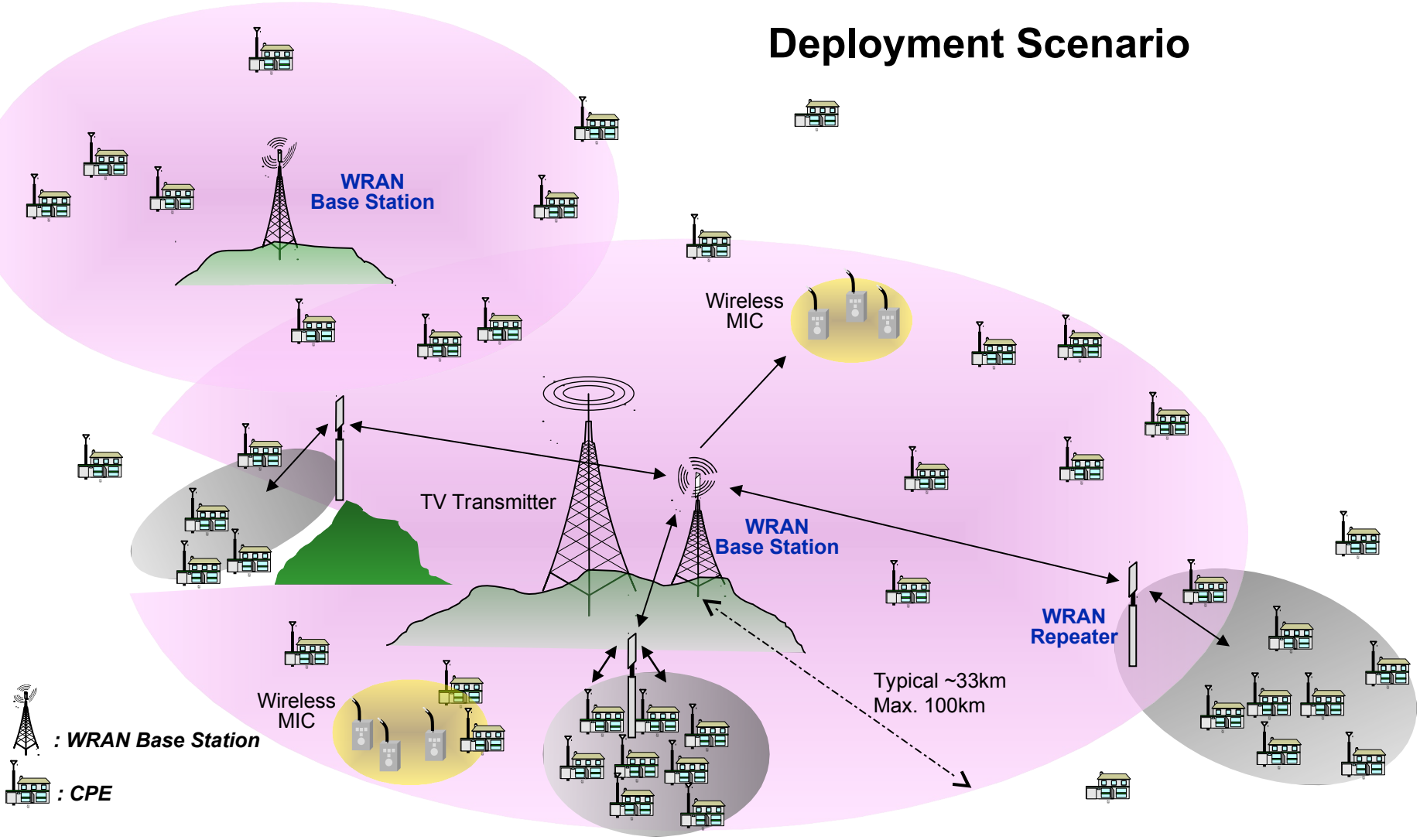
Além da WLAN e WPAN

- WMAN
  - Mobile-Fi – 802.20
  - Wimax – 802.16
- WRAN
  - **Super Wi-Fi – 802.22**

WRAN - Super Wi-Fi - 802.22

- Utilizará espaços livres das frequências alocadas para TV
  - Bandas UHF/VHF TV entre 54 e 862 MHz
  - Cada canal tem uma largura de aproximadamente 6 MHz
- Objetiva atingir áreas:
  - Difíceis de alcançar
  - Com baixa densidade demográfica
  - Rurais

WRAN - Super Wi-Fi - 802.22

- Utiliza técnica conhecida como “Rádios Cognitivos”
  - Alteram seus parâmetros para uma comunicação mais eficiente
- Cada BS conterá um GPS que informará a localização da antena e, com esta informação, as frequências liberadas para a região serão utilizadas
- Operará em ponto-multiponto
- Elementos
  - BS
  - CPE - Customer-premises equipment or customer-provided equipment

WRAN - Super Wi-Fi - 802.22