



DESENVOLVIMENTO PARA DISPOSITIVOS MOVEIS

Hitalo Nascimento

Aula 02



Objetivo

- Introduzir os fundamentos da comunicação sem fio.



CONTEXTO

- O telefone celular é o dispositivo de telecomunicações de mais rápida adoção, estando acessível a grande parte da humanidade em poucas décadas de existência;
- A capacidade de transmissão dos sistemas sem fio tem aumentado constantemente (novas tecnologias, novas faixas de frequência) .



CONTEXTO

- **Telefonia Móvel**
 - Ampla cobertura com largura de banda moderada
 - Tecnologias estabelecidas (padronizadas)
 - Upgrades incrementais de tecnologia
 - Modelo de Negócio: Operadoras móveis bem estabelecidas (assinaturas e pré-pago)
- **Computação Móvel**
 - Rede local sem fio (WLAN): Tecnologia Wi-fi
 - Cobertura local com alta largura de banda
 - Rupturas Tecnológicas
 - Modelo de Negócio : modelos variados (gratuito, consumo imediato, assinaturas, etc)

DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA

- Diferentes formas de comunicação “sem-fio” (*wireless*):
 - Faixa de espectro (Rádio, Infra-vermelho, Luz)
 - Comunicações Móveis ou Fixas
 - Comunicação Pessoal, Corporativa, infra-estrutura de redes (backbone)
- Diferentes Tecnologias de Acesso para Comunicações Móveis:
 - Telefonia Celular
 - Telefonia Fixa Sem-fio (local, WLL)
 - Telefonia Via Satélite
 - Redes de Dados Sem-fio (WLANs, GPRS)
 - Rádio *Trunk*



QUESTÕES IMPORTANTES:

- Plataformas de Desenvolvimento
 - Como desenvolvemos as aplicações ?
 - Qual sistema operacional ?
- Formato dos terminais
 - Telefones móveis
 - Smartphones
 - PDAs/Computadores de Mão
 - Computadores portáteis
 - Compromissos: funcionalidades x portabilidade x consumo energético
- Arquitetura de serviços/Modelo de Negócio
 - Cliente x servidor
 - Internet
 - Operadora

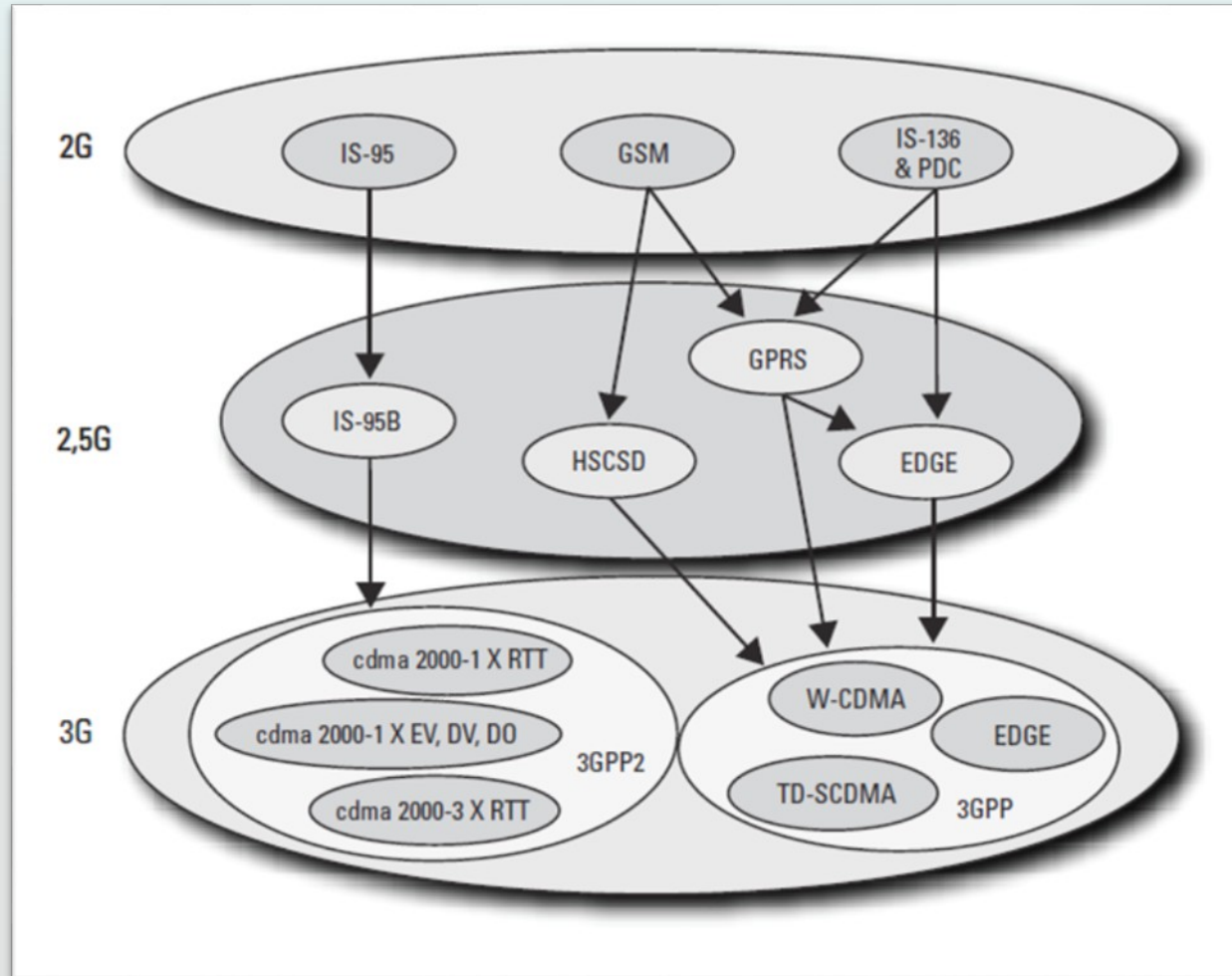


CLASSIFICAÇÃO DAS REDES WIRELESS

Quanto a cobertura

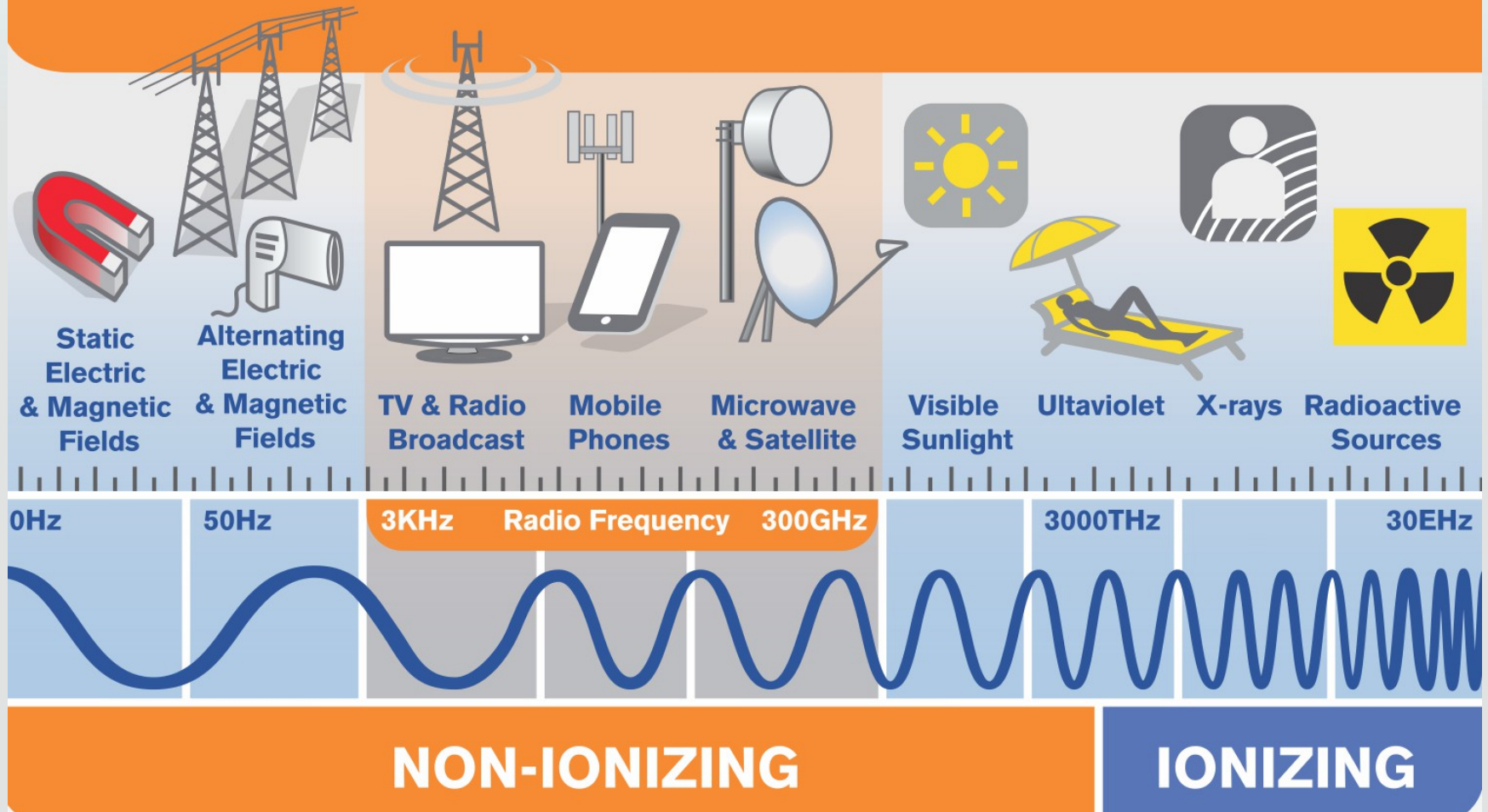
- WWAN – Wireless Wide Area Network
 - Redes de satélites, ex. Globalstar
- WMAN – Wireless Metropolitan Area Network
 - Tecnologias: GSM, GPRS, EDGE, CDMA, UMTS, “Wimax”
- WLAN – Wireless Local Area Network
 - Tecnologia: “Wi-fi”
- WPAN – Wireless Personal Area Network
 - Tecnologia: “Bluetooth”

CLASSIFICAÇÃO DAS REDES WIRELESS

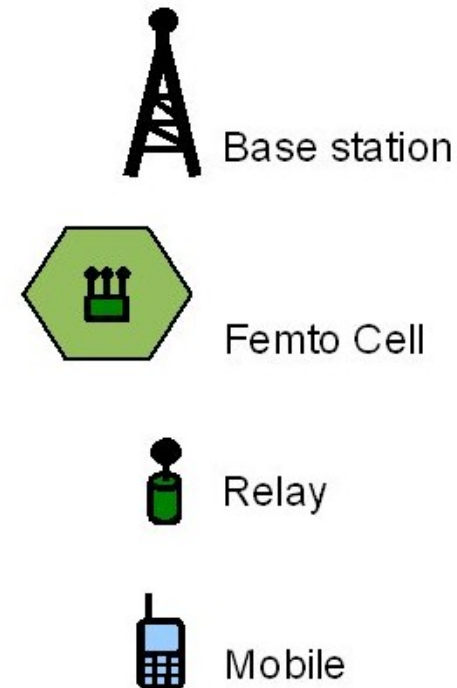
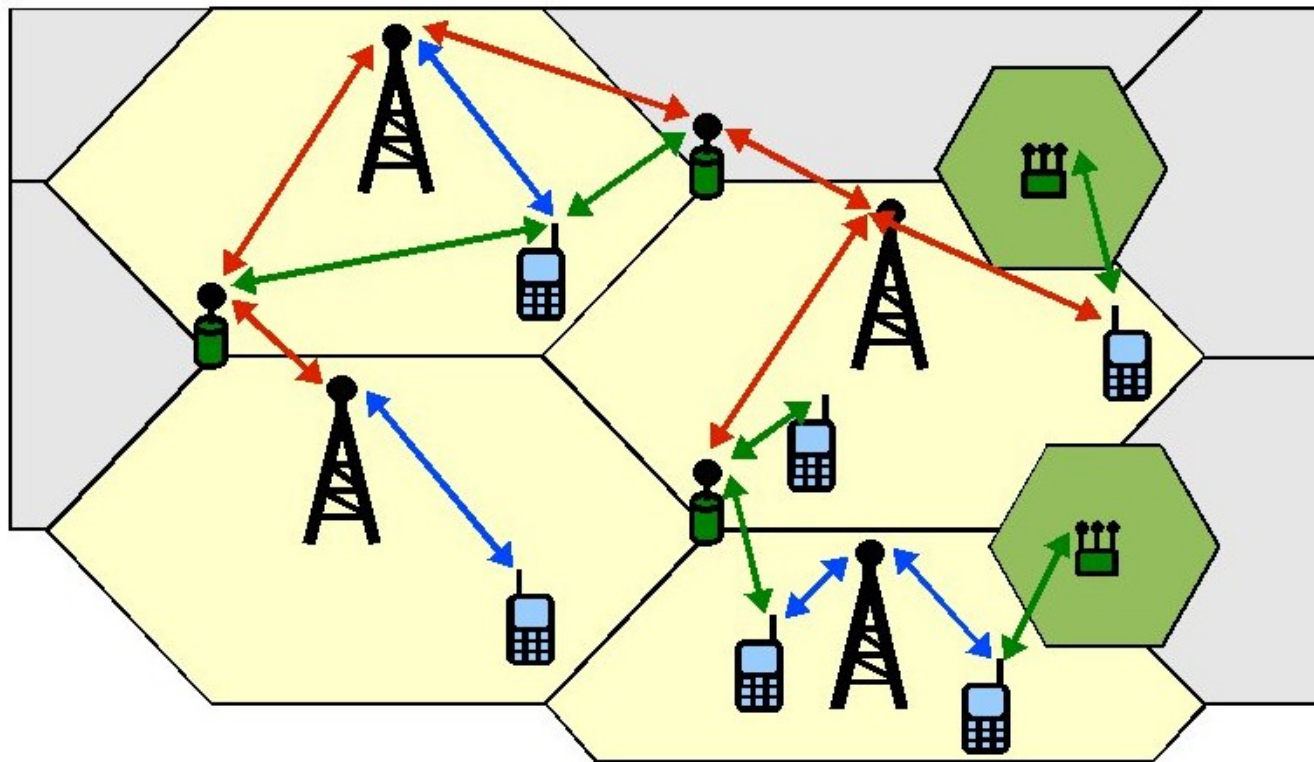


ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

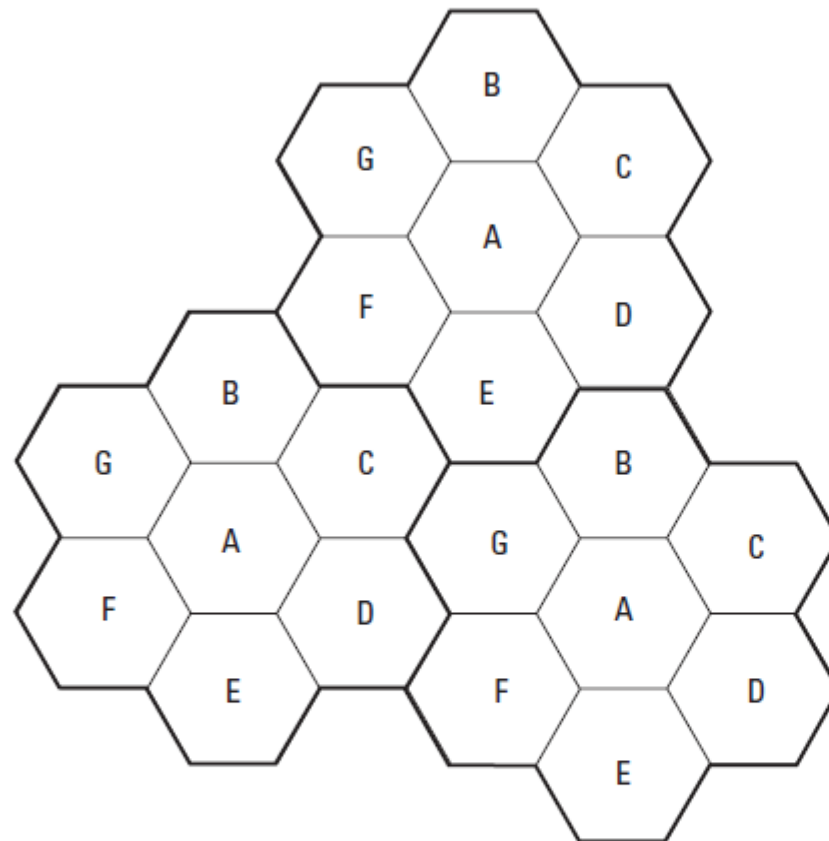
THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



ARQUITETURA DE UM SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

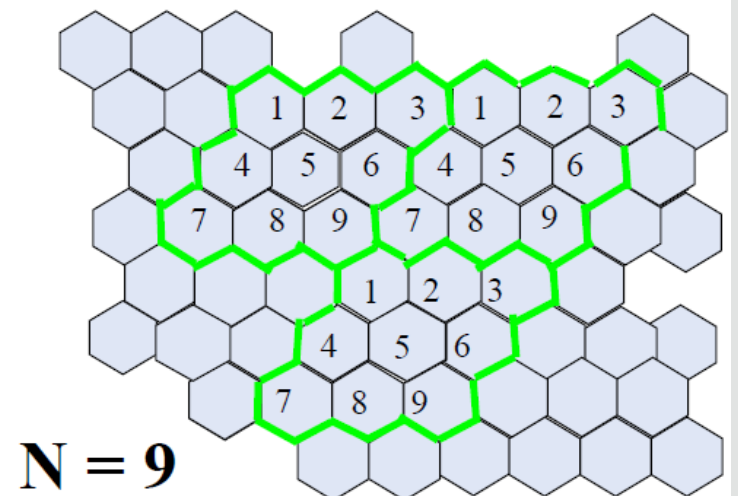
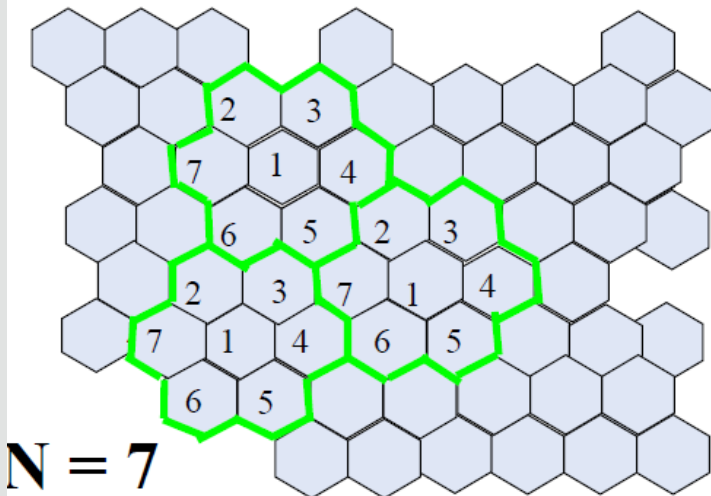
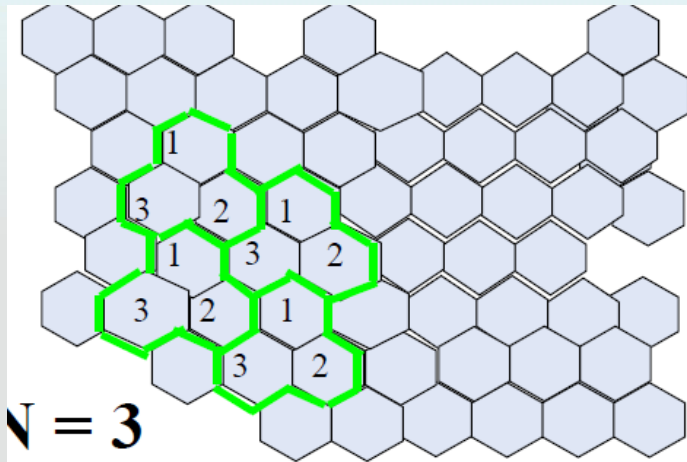


PADRÃO DE REUSO

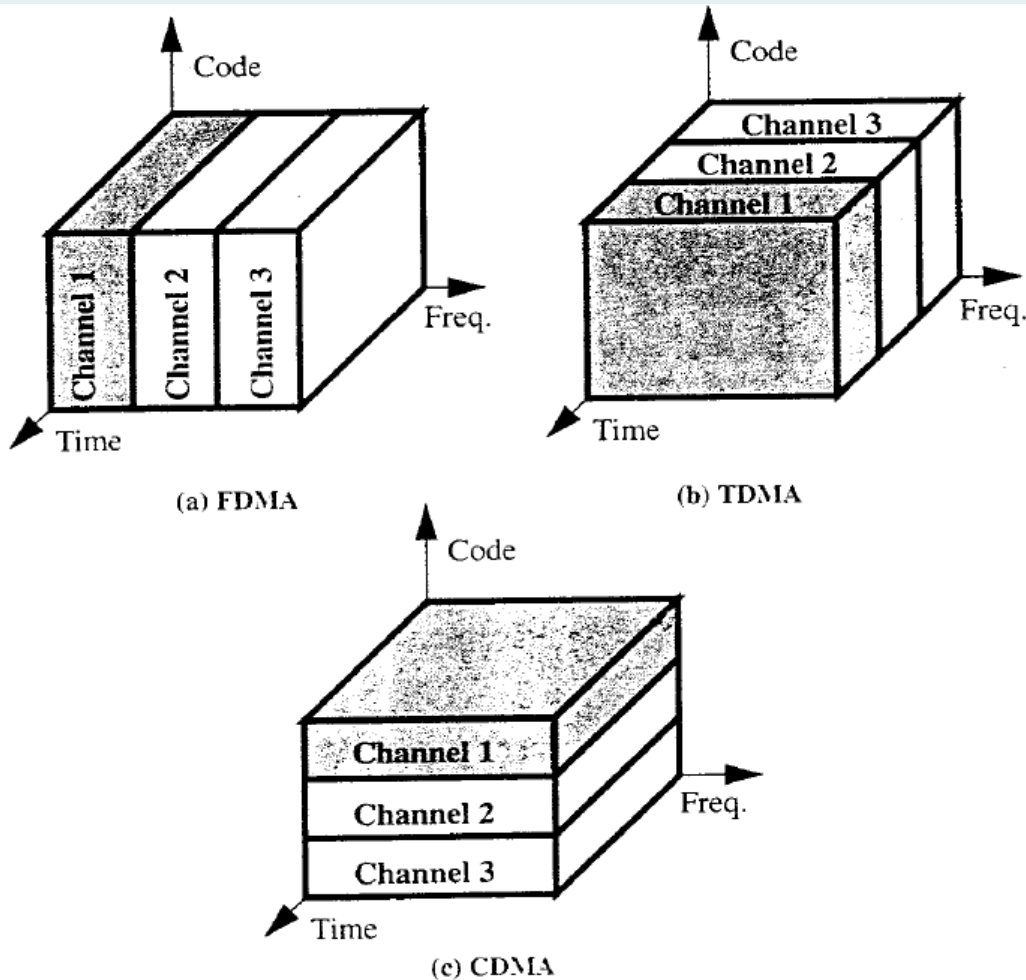




PADRÕES DE REUSO



PADRÕES DE REUSO





CDMA

- Each station is assigned a unique m-bit code (chip sequence)
- To send bit 1, station sends chip sequence.
- To send bit 0, station sends the complement.
- Example: 1 MHz band with 100 stations.
- FDMA
 - Each station a 10kHz band
 - Rate: 10 kbps (Assume that you can send 1bit/Hz)
- CDMA
 - Each station uses the whole 1MHz band $\rightarrow 10^6$ cps.
 - If < 100 chips per bit \rightarrow Rate > 10 kbps



CDMA

- Let

A: 0 0 0 1 1 0 1 1	or	A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1)
B: 0 0 1 0 1 1 1 0		B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)
C: 0 1 0 1 1 1 0 0		C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1)
D: 0 1 0 0 0 0 1 0		D: (-1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

- Compare any pair of these sequences-vectors...

- Multiply any pair of these sequences-vectors...

- Two chips S,T are orthogonal IFF $S \bullet T = 0$

- $$S \bullet T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i T_i = 0$$

$$S \bullet T = 0 \Leftrightarrow S \bullet \bar{T} = 0$$

$$S \bullet S = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i S_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\pm 1)^2 = 1 \quad S \bullet \bar{S} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i \bar{S}_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (-1) = \frac{1}{m} (-m) = -1$$



CDMA

- Let A, B, C, D transmit correspondingly bit 1,0,1,_.
A: $(-1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1)$
B: $(-1 \ -1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1)$
C: $(-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$
D: $(-1 \ +1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ +1 \ -1)$
- Assume that:
 - All stations are perfectly synchronous.
 - All codes are pair wise orthogonal (aren't they?).
 - If two or more stations transmit simultaneously, the bipolar signals add up linearly.
- Receiver “understands” $S = A + \bar{B} + C = (-1 + 1 - 3 + 3 + 1 - 1 - 1 + 1)$
- How can the receiver “understand” what bit station C send?



CDMA

- Let's compute the normalized inner product $S \bullet C$

$$\begin{aligned} S \bullet C &= \frac{1}{8}(-1 + 1 - 3 + 3 + 1 - 1 - 1 + 1) \cdot (-1 + 1 - 1 + 1 + 1 + 1 - 1 - 1) = \\ &= \frac{1}{8}(1 + 1 + 3 + 3 + 1 - 1 + 1 - 1) = \frac{1}{8}8 = 1 \end{aligned}$$

- Right!
- By accident??

$$S \bullet C = (A + \bar{B} + C) \bullet C = A \bullet C + \bar{B} \bullet C + C \bullet C = 0 + 0 + 1 = 1$$

- Remember: All codes are pair wise orthogonal!



CDMA

- Reverse way...
- Think that each chip sequence arrives separately
- Receiver separately computes each inner product

$$A \bullet C = 0 \quad (1)$$

$$\bar{B} \bullet C = 0 \quad (2)$$

$$C \bullet C = 1 \quad (3)$$

$$S = 0 + 0 + 1 = 1$$

- It keeps only the non-orthogonal pair, i.e. the right bit



CDMA

- Reverse way...
- Think that each chip sequence arrives separately
- Receiver separately computes each inner product

$$A \bullet C = 0 \quad (1)$$

$$\bar{B} \bullet C = 0 \quad (2)$$

$$C \bullet C = 1 \quad (3)$$

$$S = 0 + 0 + 1 = 1$$

- It keeps only the non-orthogonal pair, i.e. the right bit



Bibliografia

- Prof. Dr. Francisco Rodrigo P. Cavalcanti. Notas de Aula de *Comunicações Móveis I*
- T.S.Rappaport, Wireless Communications, Prentice-Hall, 1^a (1999) ou 2^a edição (2003) (também em português: Comunicação Sem Fio, 2009)
- https://www.nari.ee.ethz.ch/wireless/research/projects_01/futureCoopWirelessNws.html
- <https://www.tes.com/lessons/o9OCR6DHqg5PYQ/the-importance-of-electromagnetism-to-the-real-life>
- http://www2.aueb.gr/users/douros/docs_master/CDMA_Introduction_pr.pdf