

PTC 3360

3.4 Camada física: meios de transmissão

Setembro 2025

CAPÍTULO 3. Camada de enlace e física

3.1 Introdução

3.2 Controle de acesso ao canal compartilhado

3.2.1 Particionamento de canal

3.2.2 Acesso Aleatório

A *Slotted* ALOHA

B ALOHA puro

C CSMA

D Exemplos: Ethernet e Wi-Fi

3.2.3 Revezamento

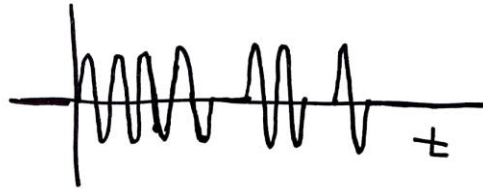
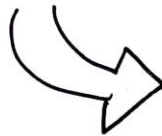
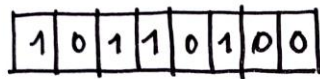
3.3 Endereçamento MAC e *switches*

3.4 Camada física: meios de transmissão

3.5 Rádio Enlaces

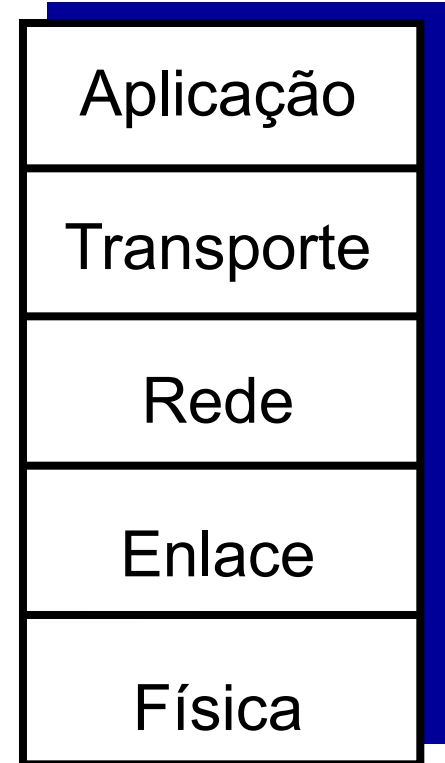
Função da camada física

- ❖ **Enlace**: transferência de quadros entre elementos vizinhos na rede
- ❖ **Física**: representação dos quadros por meio de **sinais adequados** ao meio de transmissão



- **Duração/taxa de transmissão ?**
- **Forma da onda, banda ocupada ?**

Passo intermediário: encapsulamento em **novo quadro** com bits adicionais auxiliares à recepção (**sincronização, correção de erro, etc.**)



Lembrando: meios de transmissão

Meios guiados: ondas confinadas no espaço por meio sólido: cobre, fibra, coaxial

❖ *Par trançado (redes locais, DSL)*

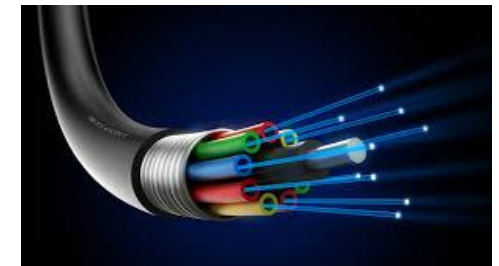
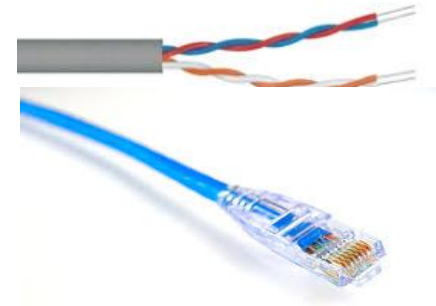
- Categoria 5: 100 Mbps, 1 Gbps Ethernet
- Categoria 6: 10 Gbps

❖ *Cabo coaxial (TV e Internet a cabo)*

- dois condutores de cobre concêntricos

❖ *Fibra ótica*

- fibra de vidro carregando pulsos de luz



Lembrando: meios de transmissão (2)

Meios não guiados: ondas não confinadas, por exemplo, rádio

- ❖ LAN sem fio (e.g., WiFi)
- ❖ Área ampla (e.g., celular)
- ❖ Micro-ondas terrestre
- ❖ Satélite



Adiante, veremos rádio-enlaces em maior detalhe: por exemplo, como estimar o limite superior para a área de cobertura de um ponto de acesso WiFi ?

Por que a ênfase em meios não guiados?

Comunicações sem fio provêm:

- ❖ Mobilidade
- ❖ Baixo custo
- ❖ Alcance
- ❖ Ubiquidade: presentes praticamente em qualquer lugar

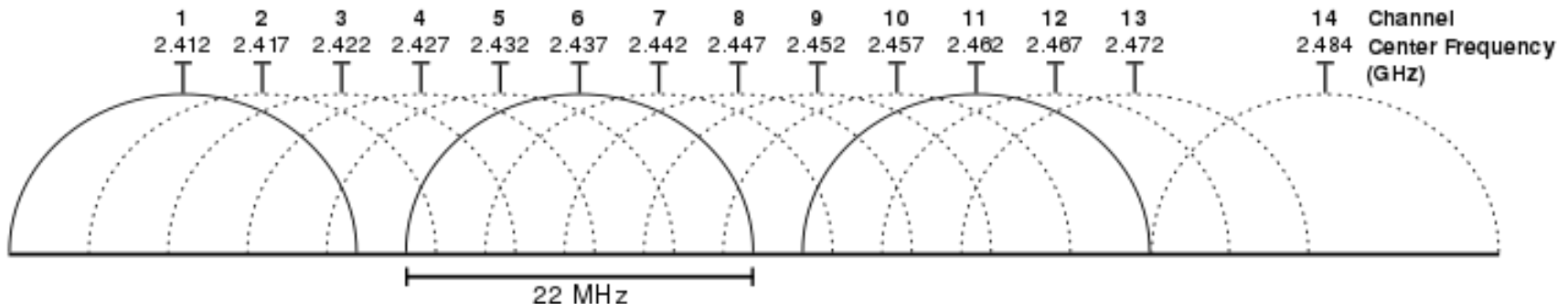
É peça fundamental para o funcionamento de redes extremamente relevantes.

Exemplos:

- ❖ Rede celular
- ❖ Redes locais sem fio
- ❖ Internet das Coisas
- ❖ Radio difusão

Exemplo: IEEE 802.11g (WiFi)

Canais de largura ~20 MHz na faixa de 2,4 GHz:



IEEE STANDARDS ASSOCIATION



IEEE Standard for Information technology—
Telecommunications and information exchange between systems
Local and metropolitan area networks—
Specific requirements

Part 11: Wireless LAN Medium Access Control
(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications

Como exemplo e
motivação para o
que segue, vamos
ver alguns pontos
desta especificação

Exemplo de configuração de ponto de acesso

Ativo

Rede

Wireless

Configurações Wireless

WPS

TxBF, MU-MIMO

Estatísticas

Rede para Convidados

Controle dos Pais

QoS

Segurança

Direcionamento NAT

IPv6

Servidor VPN

Ferramentas de

Configuração Rápida

Básico

Avançado

Português(Brasi

Sair

Reiniciar

Configurações de Região

Região: Brasil

Salvar

Configurações Wireless

2.4GHz | 5GHz

☒ Habilitar Rádio Wireless

Nome de Rede (SSID): Ceres ☐ Ocultar SSID

Segurança: WPA/WPA2-Pessoal (Recomendado)

Versão: ☒ Automático ☐ WPA-PSK ☐ WPA2-PSK

Criptografia: ☒ Automático ☐ TKIP ☐ AES

Senha:

Modo: 802.11b/g/n misto

Largura do Canal: Automático

Canal: Automático

Poder de Transmissão: Automático

1

2

3

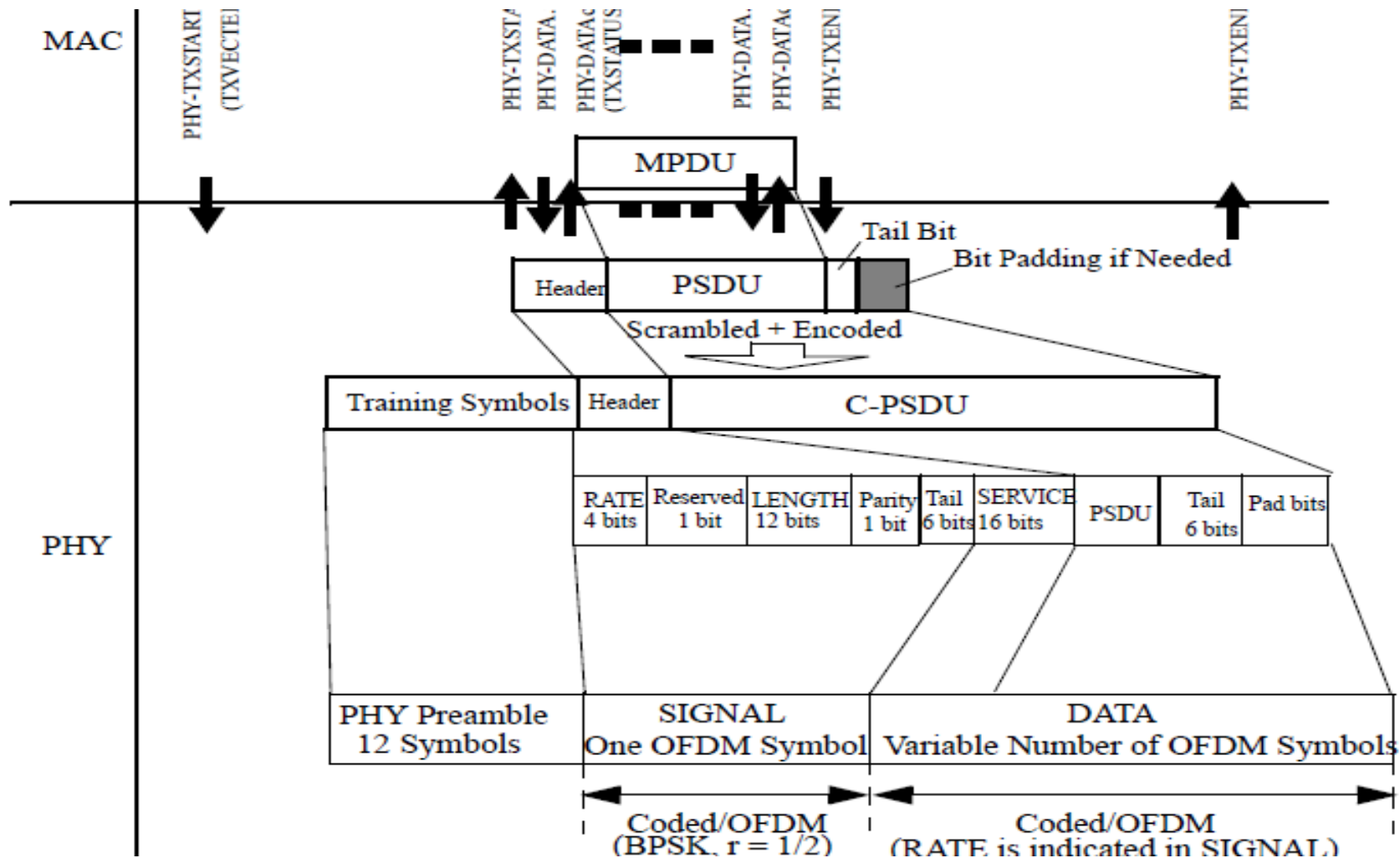
4

5

6

Salvar

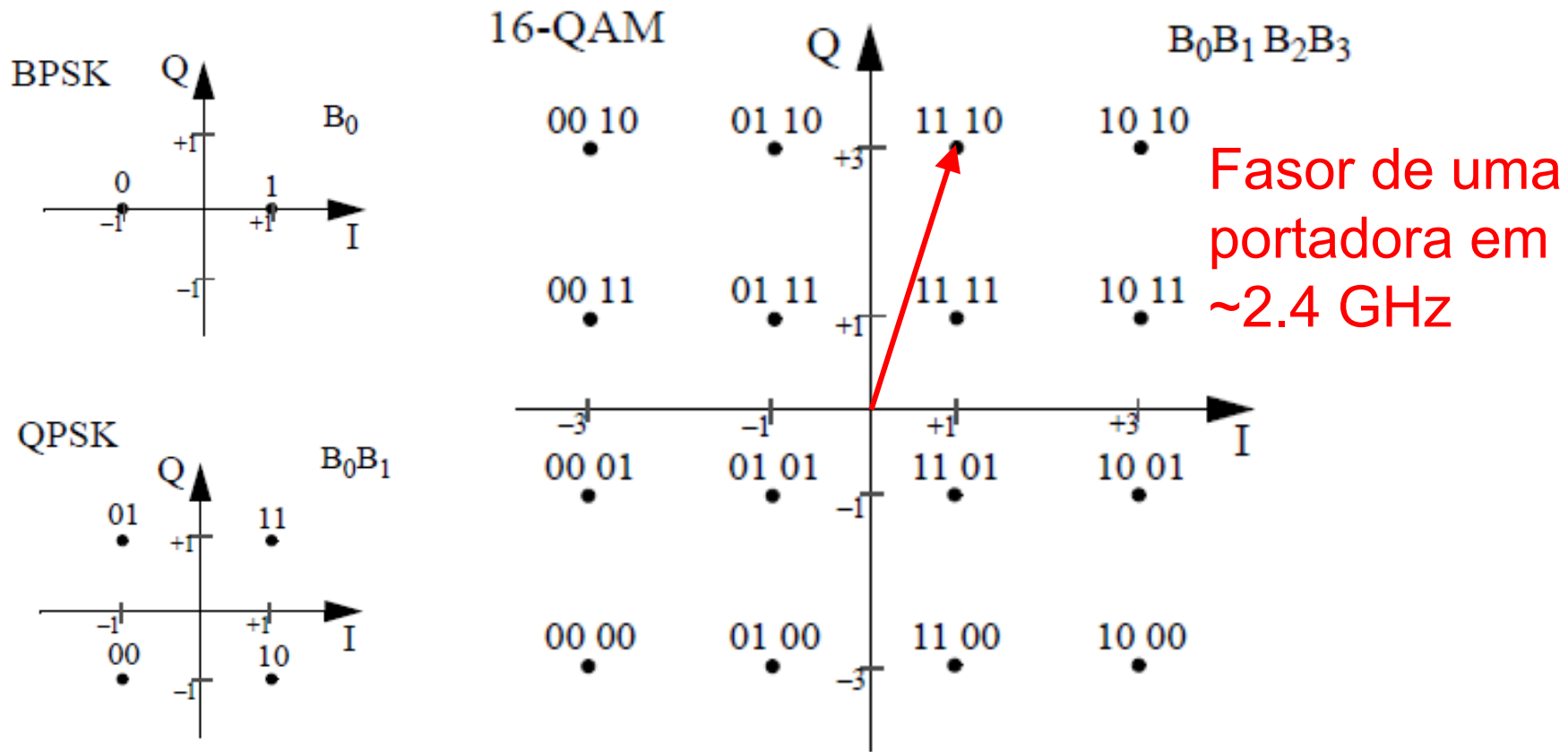
IEEE 802.11g: encapsulamento



IEEE 802.11g: modulações possíveis

IEEE Std 802.11-2016

IEEE Standard for Information Technology—Local and Metropolitan Area Networks—Specific Requirements
Part 11: Wireless LAN MAC and PHY Specifications



Estudaremos modulações no próximo capítulo.

IEEE 802.11g: espectro transmitido

IEEE Std 802.11-2016
IEEE Standard for Information Technology—Local and Metropolitan Area Networks—Specific Requirements
Part 11: Wireless LAN MAC and PHY Specifications

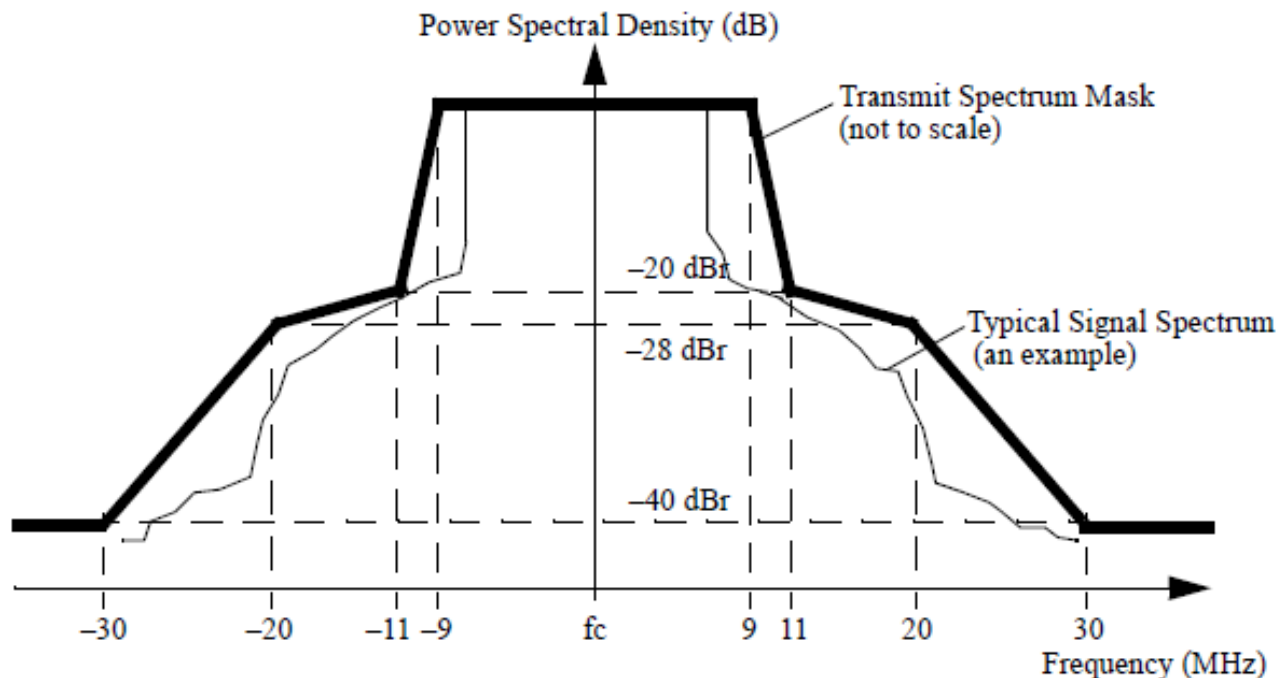


Figure 17-13—Transmit spectrum mask for 20 MHz transmission

Veremos a relação do espectro transmitido com a taxa de transmissão e a modulação escolhida

Escala logarítmica: decibéis (dB)

❖ Para uma **relação entre potências** de sinais:

$$\left(\frac{P_1}{P_2}\right)_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

Exemplos: $\frac{P_1}{P_2} = 1 \rightarrow 0 \text{ dB}$, $\frac{P_1}{P_2} = 10 \rightarrow 10 \text{ dB}$, $\frac{P_1}{P_2} = 0,1 \rightarrow -10 \text{ dB}$.

❖ Para uma **potência**: $(P)_{\text{dBm}} = 10 \log_{10} \frac{P}{1\text{mW}}$

Exemplos: $P_1 = 1\text{W} \rightarrow 30 \text{ dBm}$,
 $P_2 = 0,1P_1 \rightarrow 30 \text{ dBm} - 10 \text{ dB} = 20 \text{ dBm}$

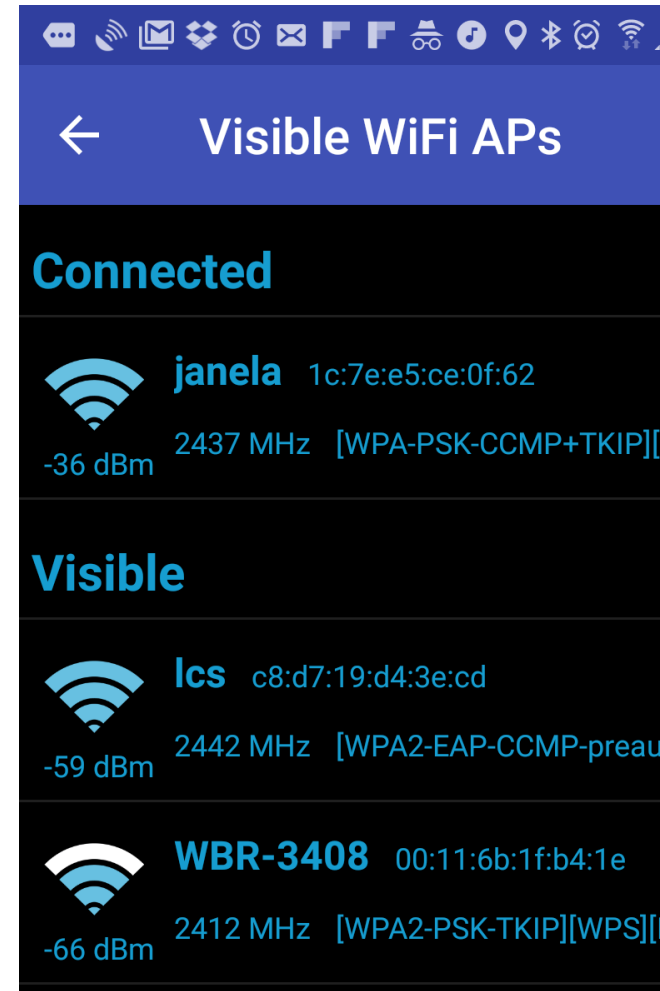
IEEE 802.11g: sensibilidade

Nível recebido para uma taxa de erro de pacotes (1000 bytes) de 10 %

Exemplo:

Modulation	Coding rate (R)	Minimum sensitivity (dBm) (20 MHz channel spacing)
BPSK	1/2	-82
BPSK	3/4	-81
QPSK	1/2	-79
QPSK	3/4	-77

Veremos a relação entre a probabilidade de erro, a potência recebida e a modulação



Referência

802.11-2016 - IEEE Standard for Information technology--
Telecommunications and information exchange between systems
Local and metropolitan area networks--Specific requirements - Part
11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical
Layer (PHY) Specifications:

<https://ieeexplore.ieee.org/document/7786995>