

## Princípios de Comunicação

Prof. Ms. Diego Fiori de Carvalho  
dfiori@fho.edu.br

### Sistemas modernos de comunicação sem fio

### Temas a serem apresentados

- ▶ Introdução aos sistemas de comunicação sem fio;
- ▶ Sistemas modernos de comunicação sem fio;
- ▶ O conceito de telefonia celular;
- ▶ Propagação de ondas, o espectro eletromagnético;
- ▶ Propagação de rádio móvel;
- ▶ Técnicas de modulação para rádio móvel;
- ▶ Codificação Digital de voz;
- ▶ Técnicas de acesso múltiplo para comunicações sem fio;
- ▶ Sistemas e padrões sem fio Wi Fi (IEEE 802.11 b/g/n/ac)
- ▶ WiMAX (IEEE 802.16);

### Temas a serem apresentados

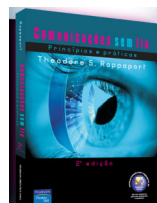
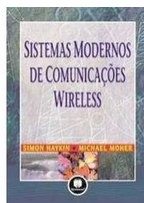
- ▶ Introdução aos sistemas de comunicação sem fio;
- ▶ Sistemas analógicos de Comunicação sem fio;
- ▶ Sistemas modernos de comunicação sem fio;
- ▶ O conceito de telefonia celular;
- ▶ Propagação de ondas, o espectro eletromagnético;
- ▶ Propagação de rádio móvel;
- ▶ Técnicas de modulação para rádio móvel;
- ▶ Codificação Digital de voz;
- ▶ Técnicas de acesso múltiplo para comunicações sem fio;
- ▶ Sistemas e padrões sem fio Wi Fi (IEEE 802.11 b/g/n/ac);
- ▶ WiMAX (IEEE 802.16);

### Princípios de Comunicação

- ▶ Média =  $(A1 + 2 \cdot A2)/3$ , sendo:
- ▶ A1 e A2 = nota do professor referente ao 1º e 2º bimestre
- ▶ A1 = 70%P1 + 20%TG1 + 10%TI1
- ▶ P1 = Prova 1, TG1 = Trabalho Grupo 1: IEEE 802.11 e IEEE 802.16
- ▶ TI1 = Trabalho Individual 1: Aula a aula = Lista de Exercícios 1.
- ▶ A2 = 70%P2 + 20%TG2 + 10%TI2
- ▶ P2 = Prova 2, TG2 = Trabalho Grupo 2: Projeto
- ▶ TI2 = Trabalho Individual 2: Aula a aula = Lista de Exercícios 2.

### Bibliografia

- ▶ Comunicações sem fio – Theodore S. Rappoport, PEARSON Editora 2ª Edição.
- ▶ Sistemas modernos de comunicações wireless Haykin & Moher 2008 Bookman.
- ▶ Alvarion notes



"The worst part is we don't have Wi-Fi."

### Telecomunicações

#### Teoria de Ondas

Aproximando o anel do ímã, aparecerá uma corrente elétrica no anel. Imagine um ímã e um anel.

Ao crescerem as cargas das placas, o campo elétrico aumenta, produzindo um campo magnético (devido a variação do campo elétrico). Embora Maxwell tenha estabelecido quatro equações para descrever os fenômenos eletromagnéticos analisados, podemos ter uma noção de sua teoria baseados em duas conclusões:

- Um campo elétrico variável no tempo produz um campo magnético.
- Um campo magnético variável no tempo produz um campo elétrico.

### Telecomunicações

Imagine uma antena de uma estação de rádio:

Na extremidade da antena existe um fio ligado pelo seu centro a uma fonte alternada (que inverte o sentido a intervalos de tempo determinados). Num certo instante, teremos a corrente num sentido e, depois de alguns instantes, a corrente no outro sentido.

### Telecomunicações

A velocidade de propagação de uma onda eletromagnética depende do meio em que ela se propaga. Maxwell mostrou que a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética, no vácuo, é dada pela expressão:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0}}$$

onde  $\epsilon_0$  é a permissividade elétrica do vácuo, e  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo.

Aplicando os valores de  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  e  $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$  de na expressão acima, encontra-se a velocidade:

$c \approx 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$  ou  $c = 299792458 \times 10^8 \text{ m/s}$  (valor exato)

Handwritten calculations:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{24 \cdot 10^7} = 1,25 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^7} = 6 \text{ cm}$$

### Telecomunicações

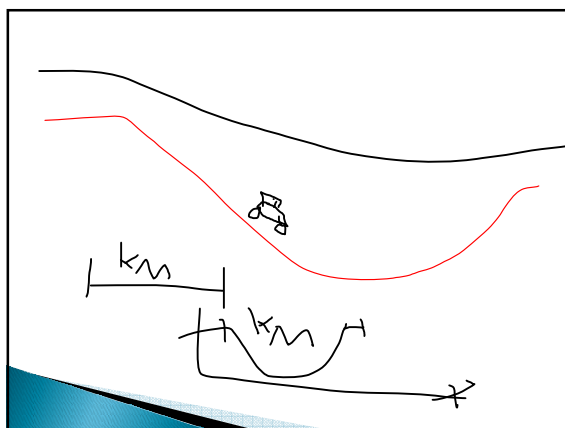
#### Propagação de Ondas

Para efeitos de propagação de ondas eletromagnéticas podemos dividir a atmosfera em duas faixas: troposfera e ionosfera.

A troposfera é uma camada que se estende da superfície da terra até aproximadamente 10 Km de altura, enquanto a ionosfera se estende aproximadamente de 80 até 600 Km de altura.

A troposfera influencia principalmente nas propagações próximo à superfície da terra como são os enlaces de microondas. A ionosfera influencia os enlaces de ondas abaixo de 30 MHz, como é o caso das propagações de ondas de rádio AM, e rádio amador em HF.

Uma onda eletromagnética propagando no espaço livre viaja com a velocidade da luz, que é dada por  $c = 300000000 \text{ m/s}$ . Para uma onda se propagando no meio que não é o espaço livre esta velocidade de propagação da onda é menor do que  $c$ . O comprimento de onda no espaço livre é dado por:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$


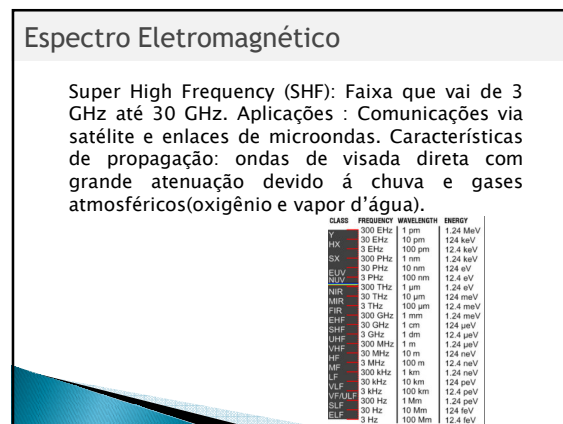
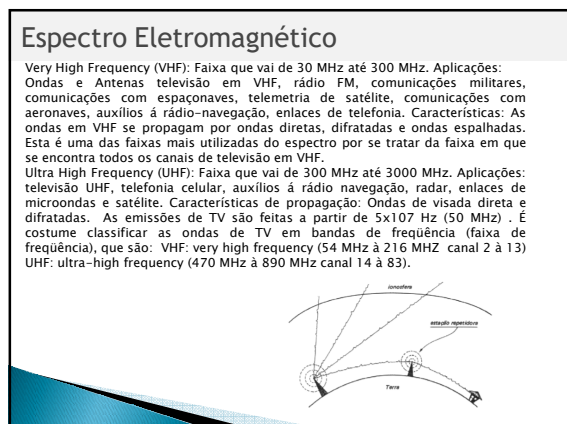
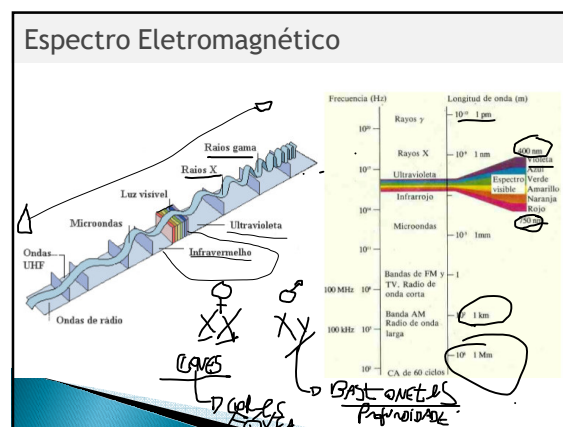
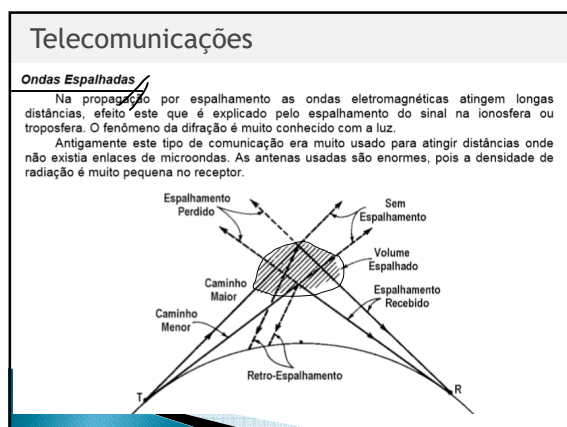
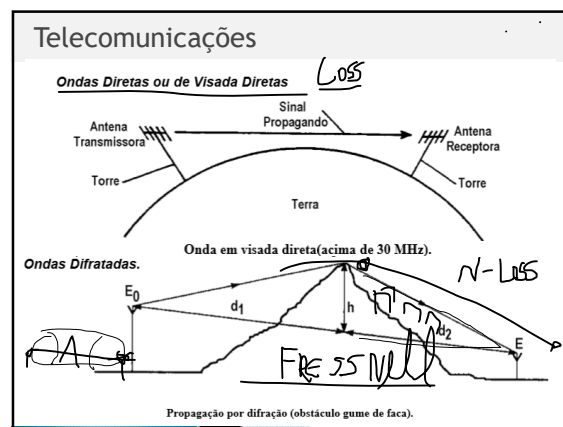
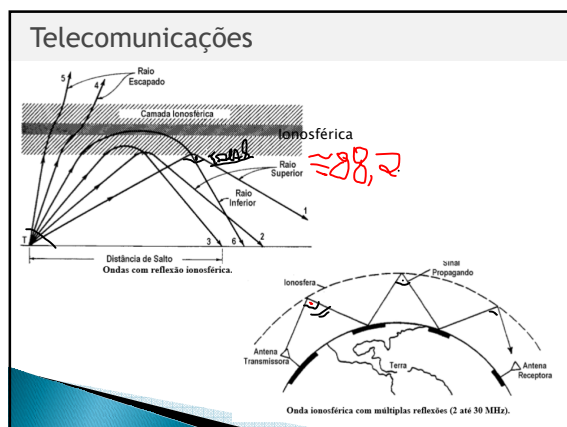
### Telecomunicações

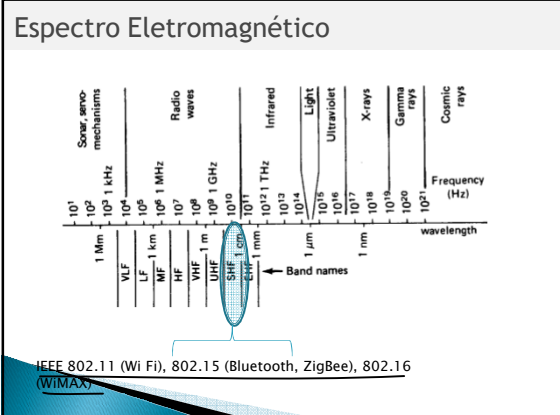
#### Tipos de Ondas

Handwritten: *Ponto a Ponto*

#### Ondas de Superfície

As ondas de superfície aparecem em frequências mais baixas e se caracterizam por acompanhar a superfície da terra atingindo longas distâncias. Estas ondas induzem correntes na superfície da terra sobre a qual ela passa, isto produz uma perda por absorção. A figura a seguir ilustra as ondas de superfície ou ondas de solo (abaixo 2 MHz).





### Telecomunicações

Quais os comprimentos de ondas para:

- IEEE 802.11:
  - 2.4 GHz
- IEEE 802.16:
  - 5.4 GHz
  - 5.8 GHz

Equation:  $\lambda = \frac{c}{f}$

Website: [www.teleco.com.br/frequencia.asp](http://www.teleco.com.br/frequencia.asp)

Teleco - Instituto de Telecomunicações

O setor vai crescer menos em 2015? Quem está crescendo mais?

Seção: Geral

Calculador Frequência

Nesta Página: Calculador que permite que você calcule o comprimento de onda ( $\lambda$ ) de uma onda se propagando com frequência ( $f$ ) e vice-versa.

Relatório Teleco 2015

Seção: JDSU

TEMA 2015

Frequency (f): 5.8 GHz

Comprimento da onda ( $\lambda$ ): 5.15 m

Calcular Frequência Calcular Lambda Limpar

Workshops

Telecom, Celular e Câmera

Workshops

Regulamentação de Telecom

Comunicação

Atividade de 2015