



## **AULA 03 – TRANSMISSÃO DE DADOS EM REDES WIRELESS**

1

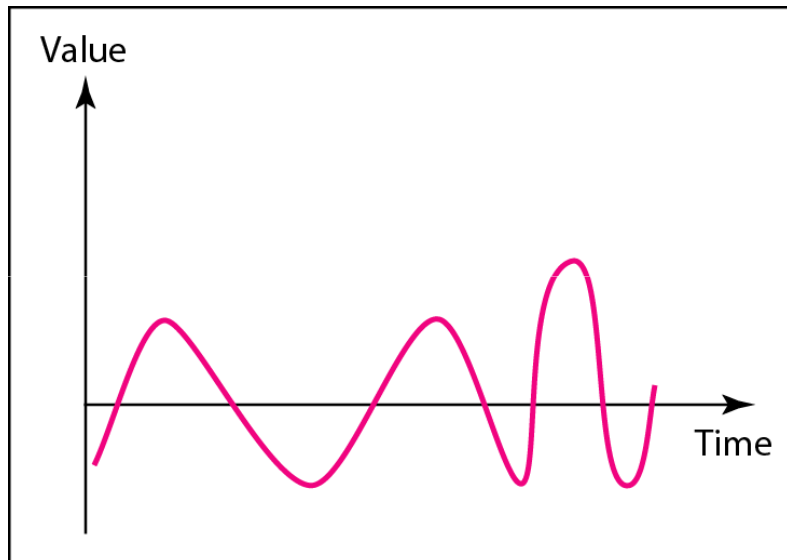
## DADOS E SINAIS – CAP 3 – PAG. 57-63

- Uma das principais funções da camada física é transportar dados na forma de sinais eletromagnéticos por um meio de transmissão.
- Geralmente, os dados enviados para uma pessoa ou aplicação não se encontram em um formato que pode ser transmitido por uma rede.
- Para serem transmitidos, os dados precisam ser transformados em sinais eletromagnéticos.

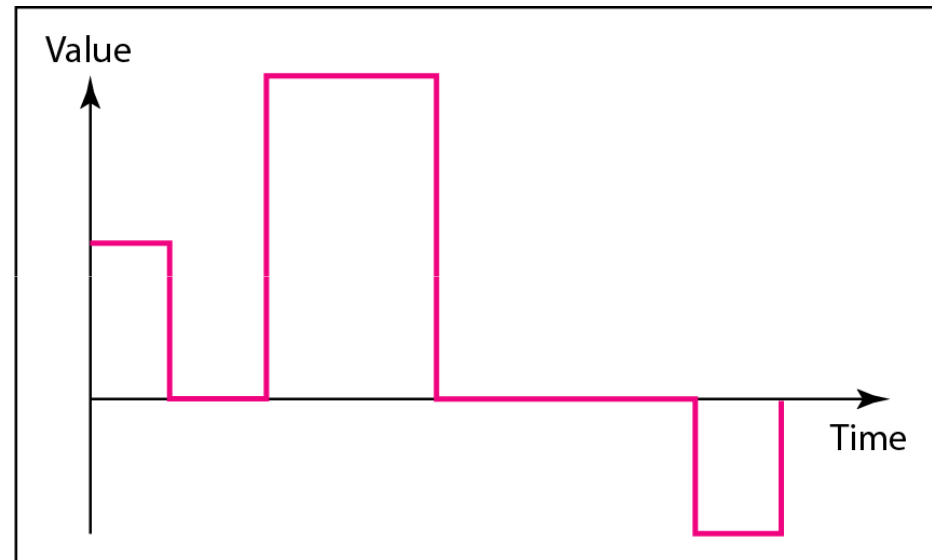
# SINAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS

- Os dados podem ser analógicos ou digitais.
  - Dados analógicos são contínuos e assumem valores contínuos.
  - Os dados digitais possuem estados discretos e assumem valores de acordo com seu período de tempo;
- Os sinais podem ser analógicos ou digitais.
  - Os sinais analógicos podem ter um número infinito de valores em um intervalo,
  - Os sinais digitais podem ter apenas um número limitado de valores.

# COMPARAÇÃO DE SINAIS ANALÓGICOS E DIGITAIS



a. Analog signal

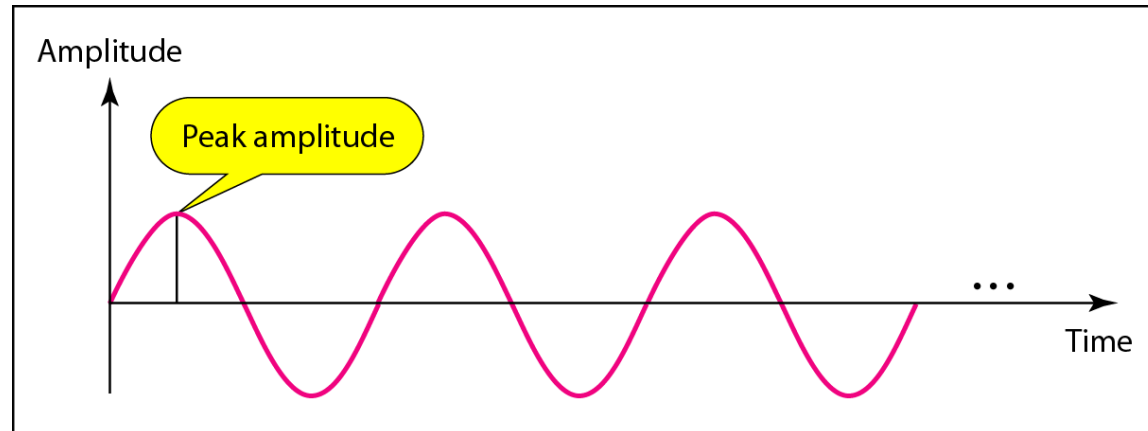


b. Digital signal

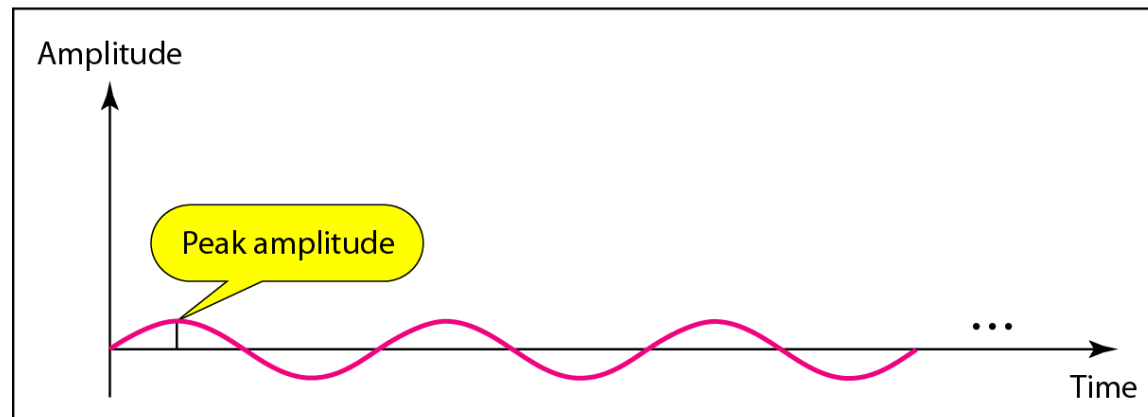
# AMPLITUDE MÁXIMA

- A amplitude máxima de um sinal é o valor absoluto da **máxima intensidade, proporcional à energia que ela transporta**. Para sinais elétricos, a amplitude máxima é normalmente medida em volts;
- A eletricidade em sua casa pode ser representada por uma onda senoidal com uma amplitude máxima de **155 a 170 V**. Entretanto, é de domínio público que a voltagem da eletricidade em nossas residências é de 100 a 127 volts;

## Dois sinais na mesma fase e frequência, mas com amplitudes diferentes



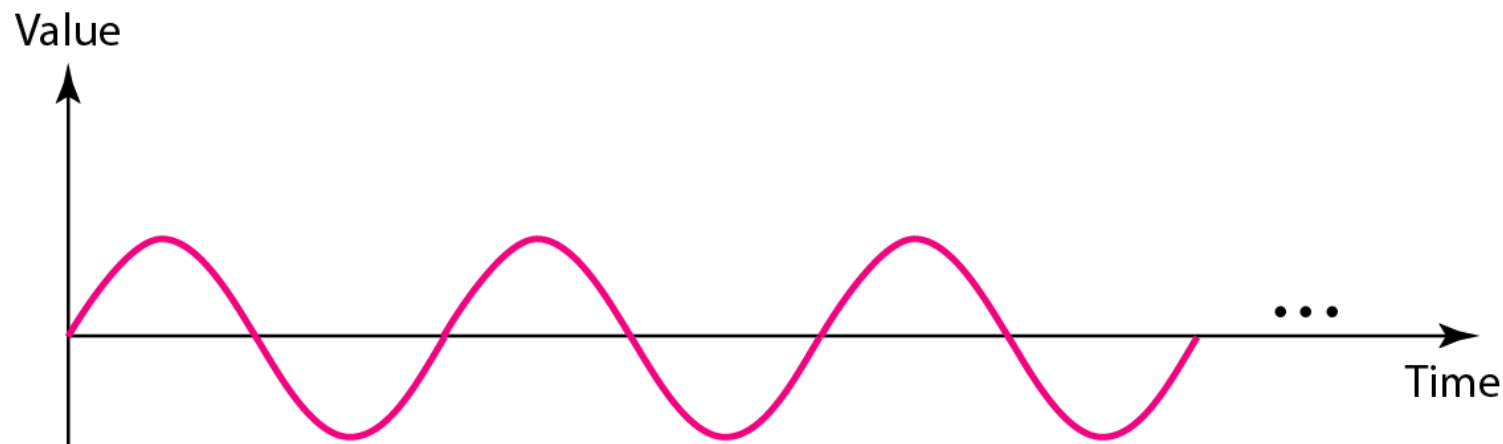
a. A signal with high peak amplitude



b. A signal with low peak amplitude

# ONDA SENOIDAL

- A onda senoidal é a forma mais fundamental de um sinal analógico periódico. Quando a visualizarmos como uma curva oscilante simples, sua mudança ao longo do curso de um ciclo é suave e consistente, um fluxo oscilante e contínuo.



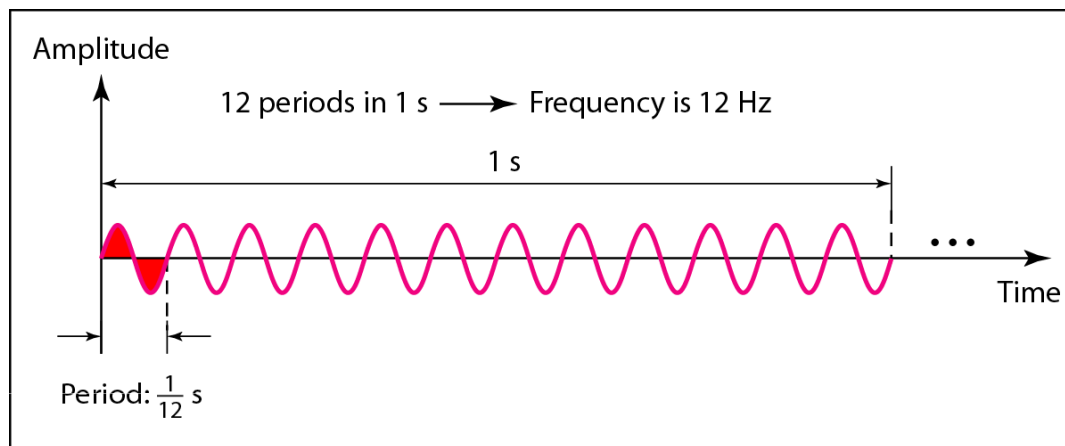
# FREQÜÊNCIA E PERÍODO

- **Período** se refere à quantidade de tempo, em segundos, que um sinal precisa para completar 1 ciclo;
- **Freqüência** corresponde ao número de períodos em 1 segundo;

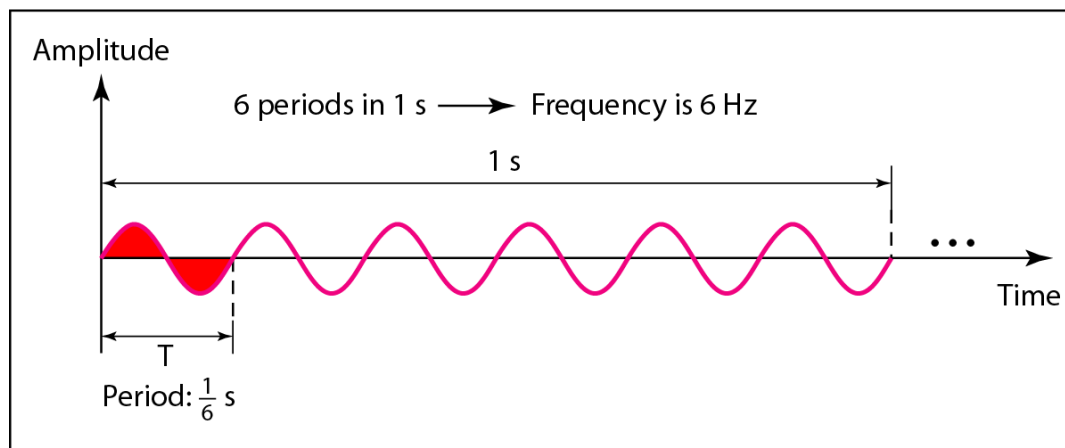
$$f = \frac{1}{T} \quad \text{and} \quad T = \frac{1}{f}$$



# DOIS SINAIS COM A MESMA FASE E AMPLITUDE MAS COM FREQUÊNCIAS DIFERENTES



a. A signal with a frequency of 12 Hz



b. A signal with a frequency of 6 Hz

## Unidades de período e frequência

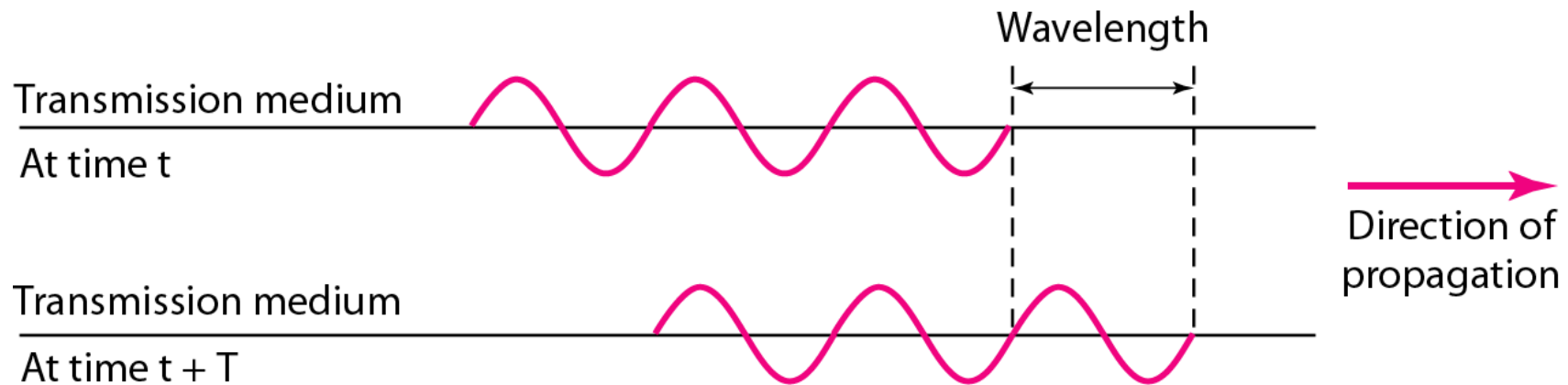
<i>Unit</i>	<i>Equivalent</i>	<i>Unit</i>	<i>Equivalent</i>
Seconds (s)	1 s	Hertz (Hz)	1 Hz
Milliseconds (ms)	$10^{-3}$ s	Kilohertz (kHz)	$10^3$ Hz
Microseconds ( $\mu$ s)	$10^{-6}$ s	Megahertz (MHz)	$10^6$ Hz
Nanoseconds (ns)	$10^{-9}$ s	Gigahertz (GHz)	$10^9$ Hz
Picoseconds (ps)	$10^{-12}$ s	Terahertz (THz)	$10^{12}$ Hz

A energia elétrica que utilizamos em casa tem frequência de 60 Hz. O Período dessa onda senoidal pode ser determinada como segue:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} = 0.0166 \text{ s} = 0.0166 \times 10^3 \text{ ms} = 16.6 \text{ ms}$$

# COMPRIMENTO DE ONDA

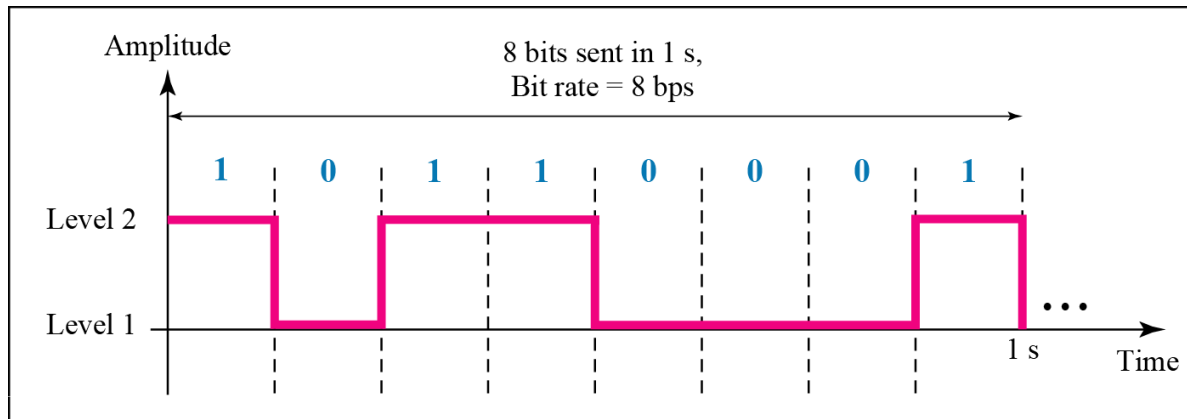
- Comprimento de onda é outra característica de um sinal que trafega por um meio de transmissão. O comprimento de onda associado período ou frequência de uma onda senoidal simples à velocidade de propagação do meio;



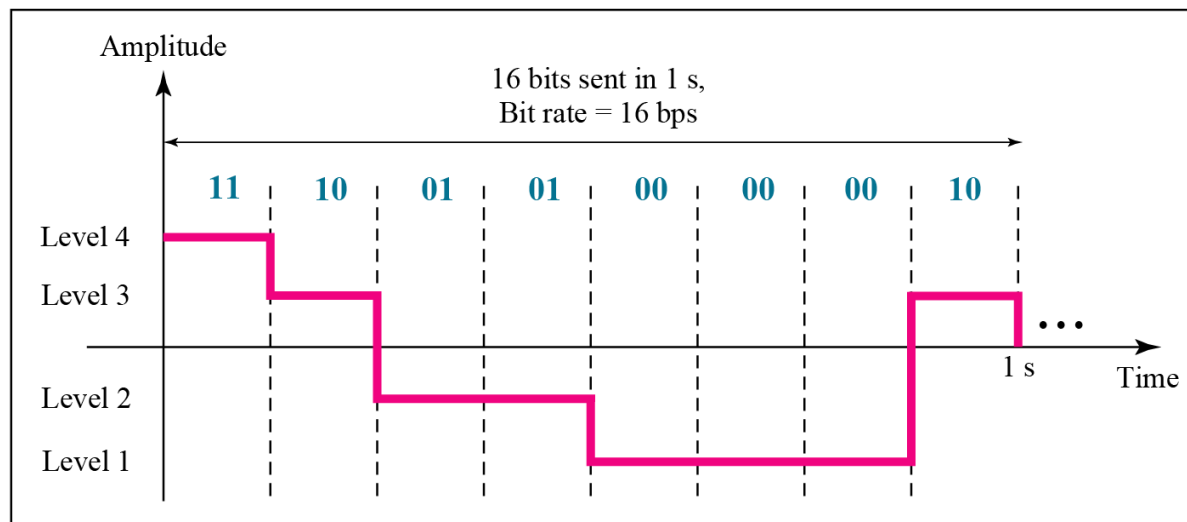
# SINAIS DIGITAIS

- Além de representadas por um sinal analógico, as informações também podem ser representadas por um sinal digital. Por exemplo, o nível lógico 1 pode ser codificado como uma voltagem positiva e o nível lógico zero como uma voltagem 0. Um sinal digital pode ter mais de 2 níveis. Nesse caso, podemos enviar mais de 1 bit por nível.

# EXEMPLOS DE SINAIS DIGITAIS



a. A digital signal with two levels



b. A digital signal with four levels

# TAXA DE TRANSFERÊNCIA

- A maioria dos sinais digitais não é periódica e, conseqüentemente, frequência e período não são características adequadas.
- A taxa de transferência é o número de bits enviados em 1 segundo, expresso em bits por segundo (bps).

# MEIOS DE TRANSMISSÃO NÃO GUIADOS

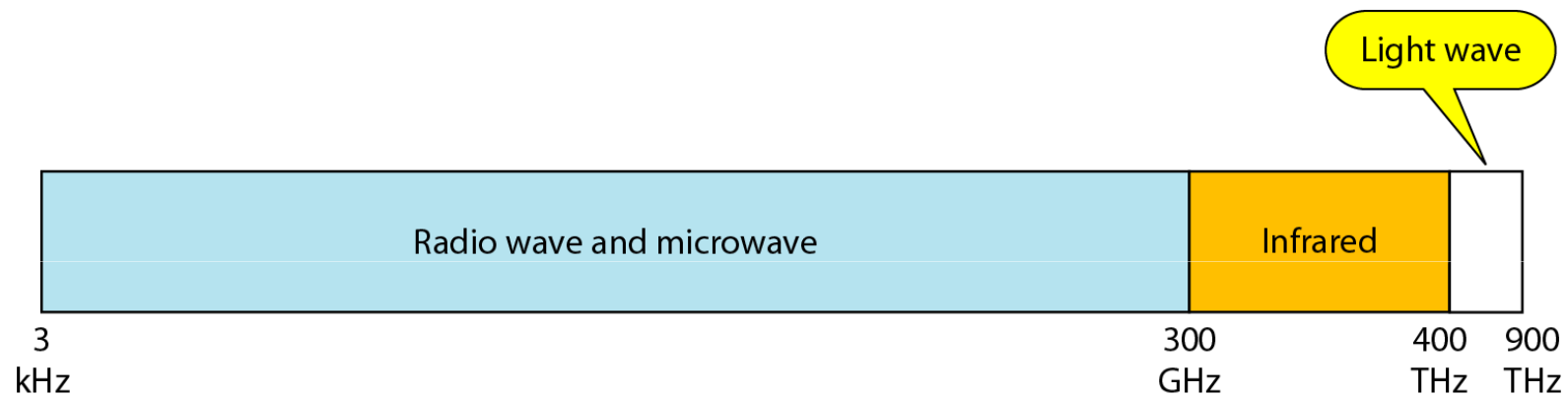
## PAG – 203 - 209

- Os meios de transmissão não guiados transportam ondas eletromagnéticas sem o uso de um condutor físico;
- Esse tipo de comunicação é muitas vezes, conhecido como **comunicação sem fio**;
- Os sinais são normalmente transmitidos pelo espaço livre e, portanto, ficam disponíveis a qualquer um que tenha um dispositivo capaz de recebê-los;



# MEIOS DE TRANSMISSÃO NÃO GUIADOS

## PAG - 203



# PROPAGAÇÃO TERRESTRE

- Na **propagação terrestre**, as ondas de rádio trafegam pela parte mais baixa da atmosfera, próximo à terra. Esses sinais de baixa frequência se propagam em todas as direções a partir da antena transmissora e seguem a curvatura do planeta;
- O alcance máximo depende do nível de potência do sinal: quanto maior a potência, maior a distância

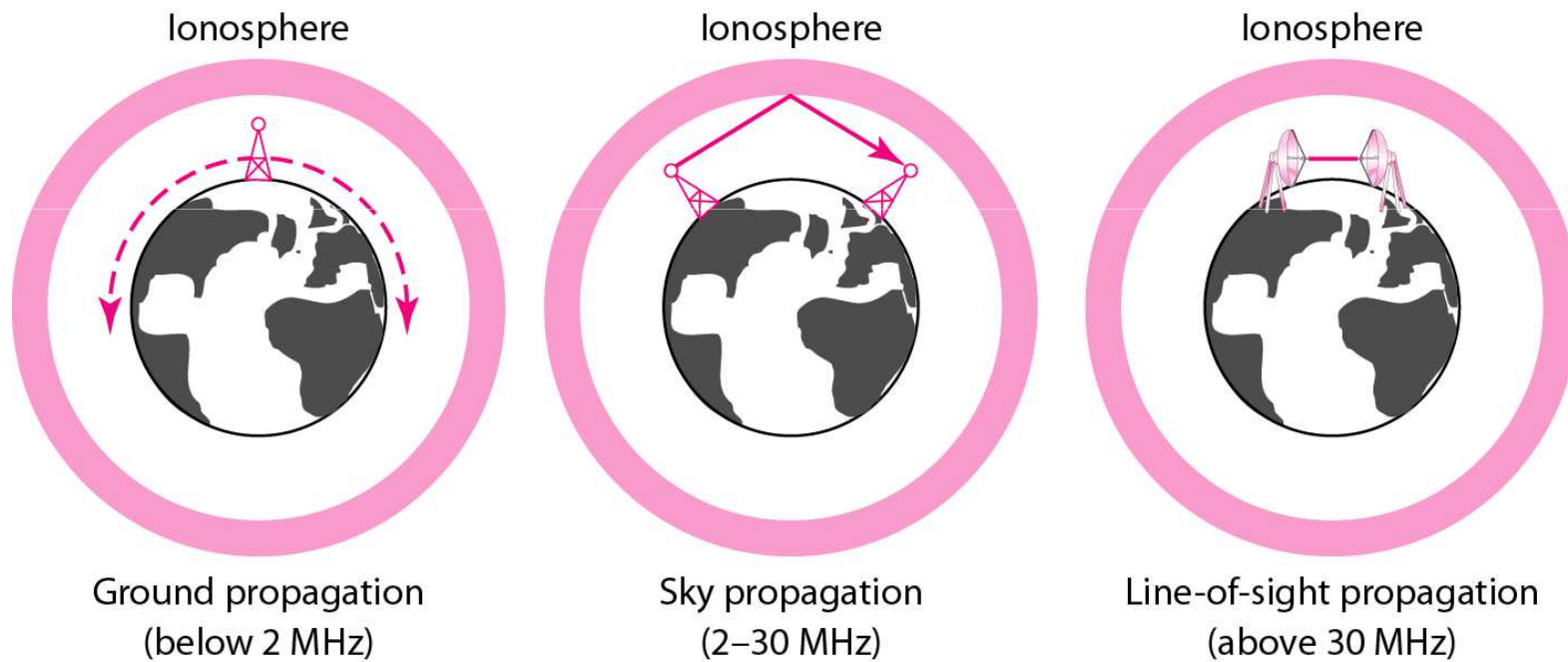
# PROPAGAÇÃO IONOSFÉRICA

- Na **propagação ionosférica**, as ondas de rádio de alta frequência são irradiadas para cima e atingindo a ionosfera onde são refletidas de volta para a terra;
- Esse tipo de Transmissão permite maior alcance com menor potência de saída;

# PROPAGAÇÃO EM LINHA VISADA

- Na propagação em linha visada, sinais de frequência muito alta são transmitidos em linha reta de uma antena para outra;
- As antenas tem de ser unidirecionais voltadas umas para as outras e também altas o suficiente ou próximas o bastante para não serem afetadas pela curvatura da terra;

# MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO



# BANDAS

<i>Band</i>	<i>Range</i>	<i>Propagation</i>	<i>Application</i>
VLF (very low frequency)	3–30 kHz	Ground	Long-range radio navigation
LF (low frequency)	30–300 kHz	Ground	Radio beacons and navigational locators
MF (middle frequency)	300 kHz–3 MHz	Sky	AM radio
HF (high frequency)	3–30 MHz	Sky	Citizens band (CB), ship/aircraft communication
VHF (very high frequency)	30–300 MHz	Sky and line-of-sight	VHF TV, FM radio
UHF (ultrahigh frequency)	300 MHz–3 GHz	Line-of-sight	UHF TV, cellular phones, paging, satellite
SHF (superhigh frequency)	3–30 GHz	Line-of-sight	Satellite communication
EHF (extremely high frequency)	30–300 GHz	Line-of-sight	Radar, satellite

# ONDAS DE RÁDIO

- Embora não haja uma demarcação clara entre ondas de rádio e microondas, as ondas eletromagnéticas que vão de 3KHz a 1 GHz são normalmente chamadas de ondas de rádio;
- Ondas que vão de 1 a 300 GHz são denominadas **microondas**;
- Entretanto o comportamento das ondas e não o de suas frequências, é o melhor critério para a classificação;

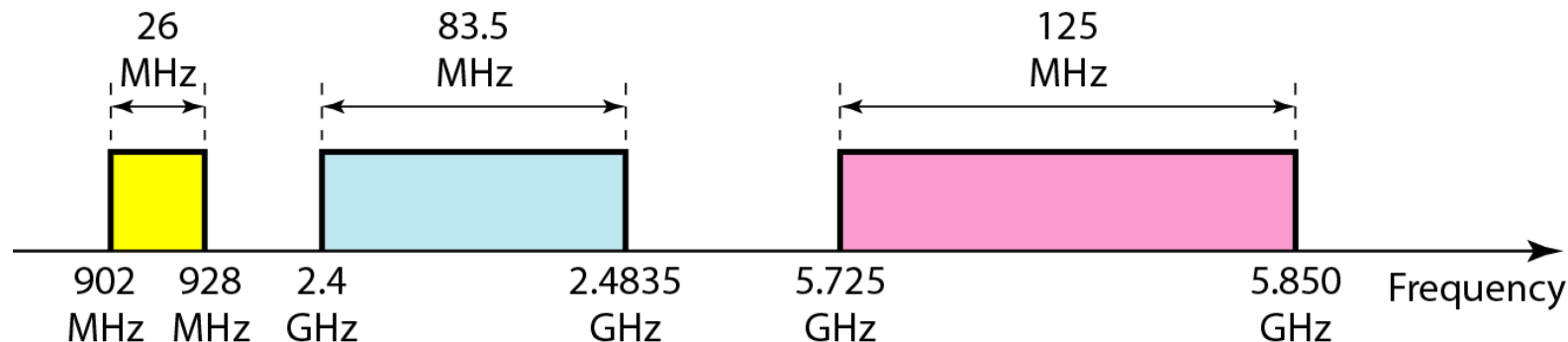
# BANDAS ISM

- Em 1985, a FCC autorizou o uso das bandas **ISM** (Industrial, Scientific, and **M**edical) para aplicações comerciais.
- Banda ISM = 902MHz, 2,45GHz e 5.85 GHz
- ISM é muito interessante para fabricantes pois não é necessário adquirir concessão junto ao órgão competente do país.
- Ainda nos anos 80, computadores de menor tamanho começaram a aparecer.
  - laptop, palmtop, PDA



# BANDAS DE RADIOFREQUÊNCIA PÚBLICAS

- Há pelo menos três diferentes segmentos de radiofrequência que podem ser usados sem a necessidade de obter licença da agência reguladora governamental (no caso do Brasil ANATEL).
- Segmento reservado para uso industrial, científico e médico (Industrial, Scientific e Medical – ISM);
- Podem ser usados de maneira irrestrita por qualquer aplicação que se adapte a umas dessas categorias:
  - **902 – 928MHz;**
  - **2,4 – 2,485 Ghz (2,4 a 2,5 Ghz no Brasil);**
  - **5,725 – 5,825 Ghz**



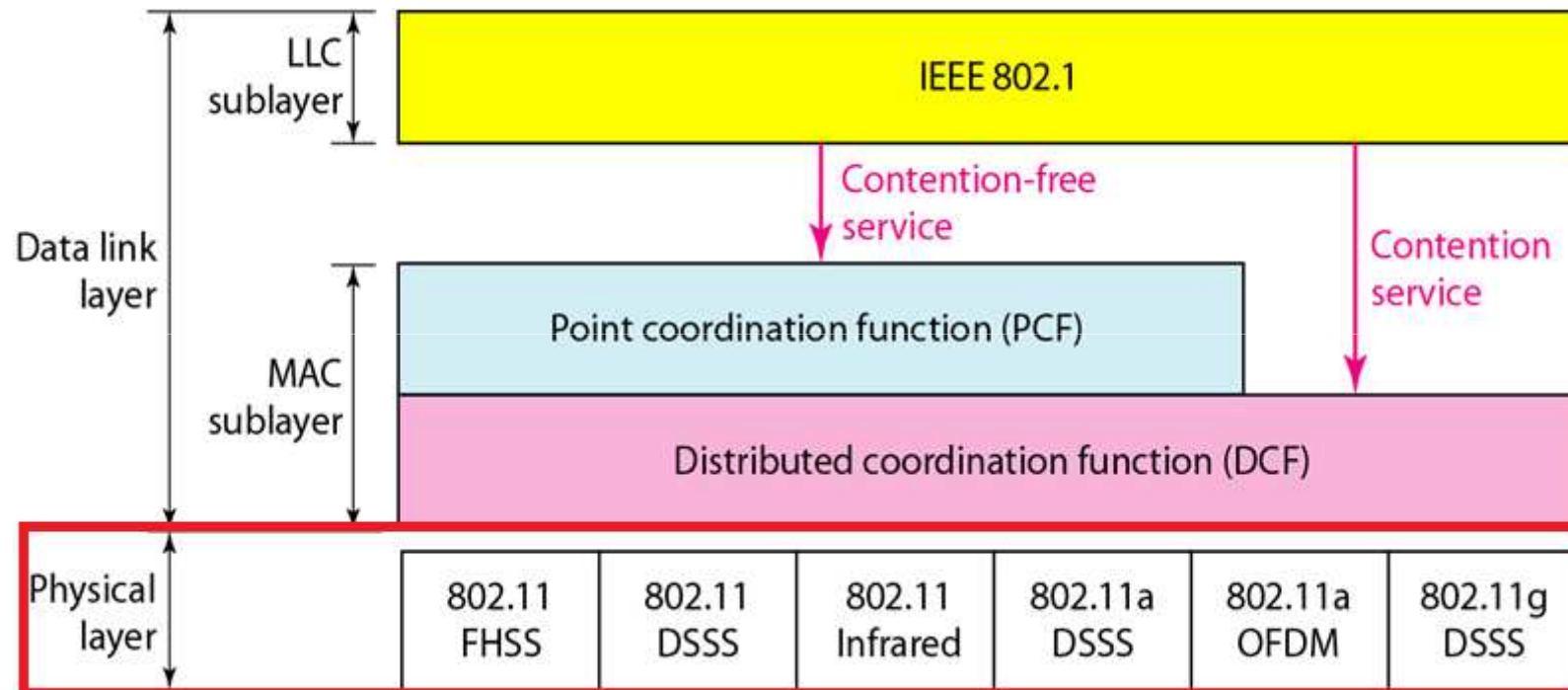
## FREQÜÊNCIA DE 2,4 GHZ

- Utilizada por uma vasta quantidade de equipamentos e serviços;
- É uma frequência (Poluída) ou suja por ser usada também por aparelhos de telefone sem fio, Bluetooth, forno de microondas e pelos padrões 802.11b e 802.11g;

# FREQÜÊNCIA DE 5 GHZ

- No Brasil existem ainda outras faixas reservadas para ISM
  - **24 – 24,25 GHZ**
  - **61 – 61,5 GHZ**
- A faixa de **5 Ghz** está reservada para uso militar, o que atualmente restringe a comercialização de produtos nessa faixa de frequência.
- O alcance do sinal é comparativamente menor em relação ao das outras frequências;

# CAMADA FÍSICA – REDES SEM FIO



# FREQÜÊNCIAS LICENCIADAS

- Algumas soluções de redes sem fio optam por utilizar faixas de radiofrequência menos sujeitas a interferência;
- E que tenham maior alcance;
- Para utilizar essas aplicações o fornecedor da solução deve requerer da agência reguladora autorização;
- Ex.: O padrão Wimax, utiliza uma faixa de **2 a 11 Ghz** e pode atingir 50 km a uma velocidade de **10 a 70Mbps**;
- O serviço de telefonia móvel no padrão GSM utilizam faixa de **1,8 Ghz**;
- Países como Canadá, México e Estados Unidos utilizam faixa de **1,9 Ghz**.

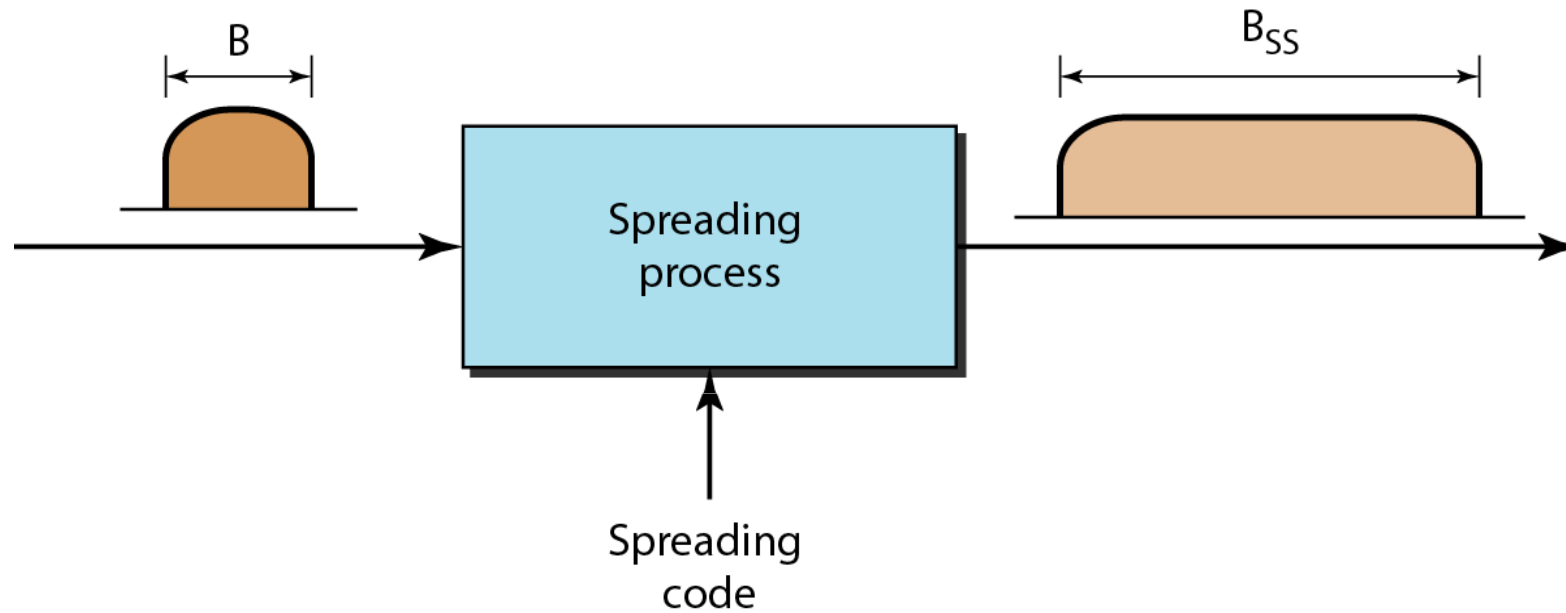
# ESPALHAMENTO ESPECTRAL – CAP 6 PAG 181

- A multiplexação combina sinais de várias fontes para atingir a máxima eficiência de largura de banda disponível de um link.
- No espalhamento Espectral também combinamos sinais de diferentes fontes para se encaixarem em uma largura de banda de maior capacidade.
- O espalhamento espectral foi projetado para ser utilizado em **aplicações wireless** para ambientes de redes LANs e WANs.
- As estações devem ser capazes de compartilhar esse meio sem estarem suscetíveis a interceptação da comunicações de dados e interferências por um intruso mal intencionado;

# ESPALHAMENTO ESPECTRAL

- A largura de banda alocada a cada estação precisa ser, pelo menos, maior que aquela necessária. Isso possibilita **redudância**.
- O espalhamento da largura de banda original **B** para a nova largura de banda **B<sub>ss</sub>** deve ser feita por um processo que seja independente do sinal original. Em outras palavras, o processo de espalhamento ocorre após o sinal ser sido criado pela fonte.

# ESPALHAMENTO ESPECTRAL



Existem 2 técnicas para o espalhamento da largura de banda:

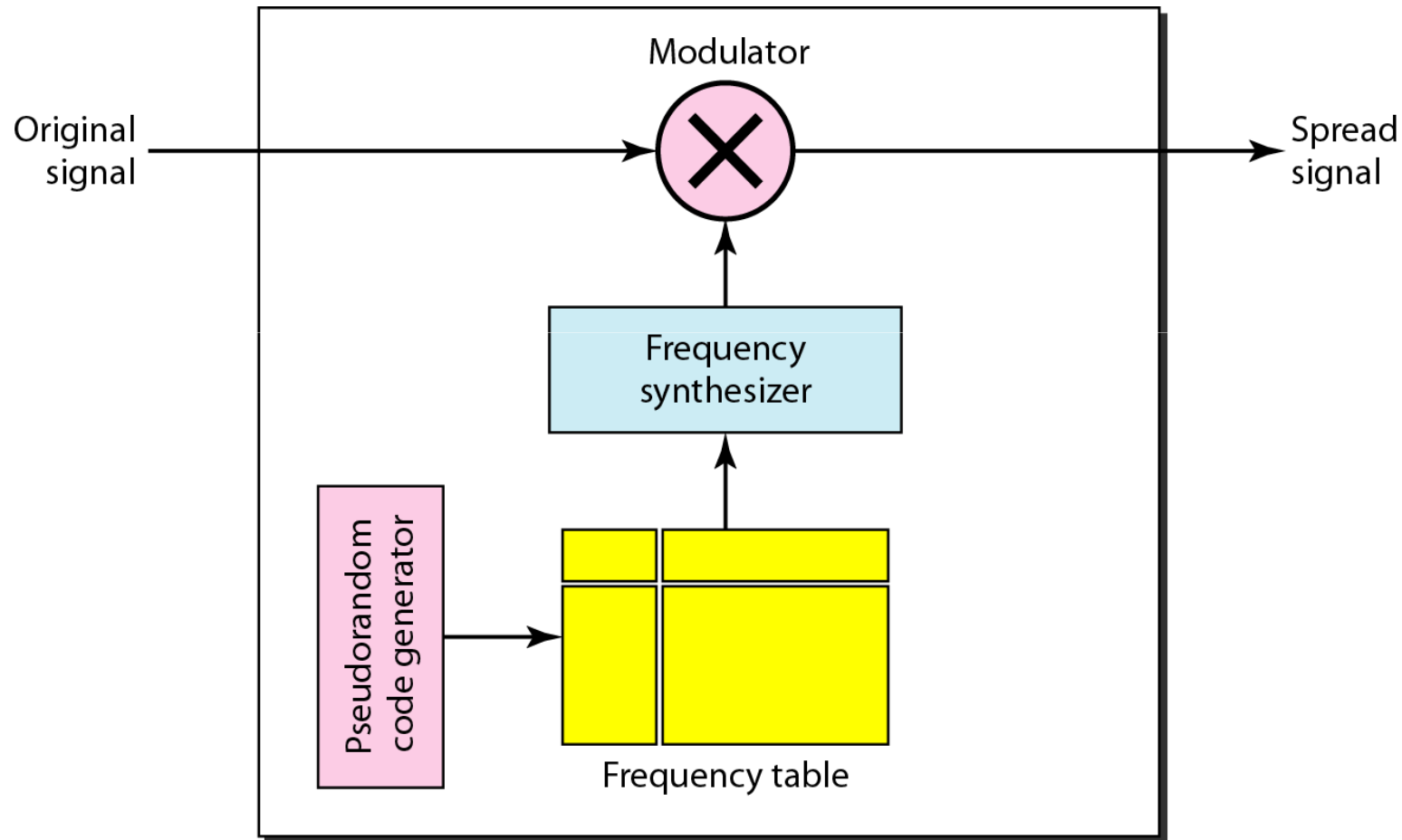
- Espalhamento espectral por saltos de frequência (**frequency hopping spread spectrum - FHSS**).
- Espalhamento espectral por saltos de frequência de sequência direta (**direct sequence spread spectrum**).



# FHSS – ESPALHAMENTO ESPECTRAL POR SALTOS DE FREQUÊNCIA

- A técnica **FHSS** espalhamento espectral por saltos de frequência usa  $M$  diferentes frequências de portadora que são modulados pelo sinal de origem. Em dado instante, o sinal modula uma frequência de portadora; no momento seguinte, o sinal modula outra frequência de portadora;
- Um gerador de códigos pseudo aleatório (pseudorandom code generator, chamado **ruído pseudoaleatório (pseudorandom noise- PN)**) cria um padrão de  $k$ -bits para cada período de transição em uma frequência.

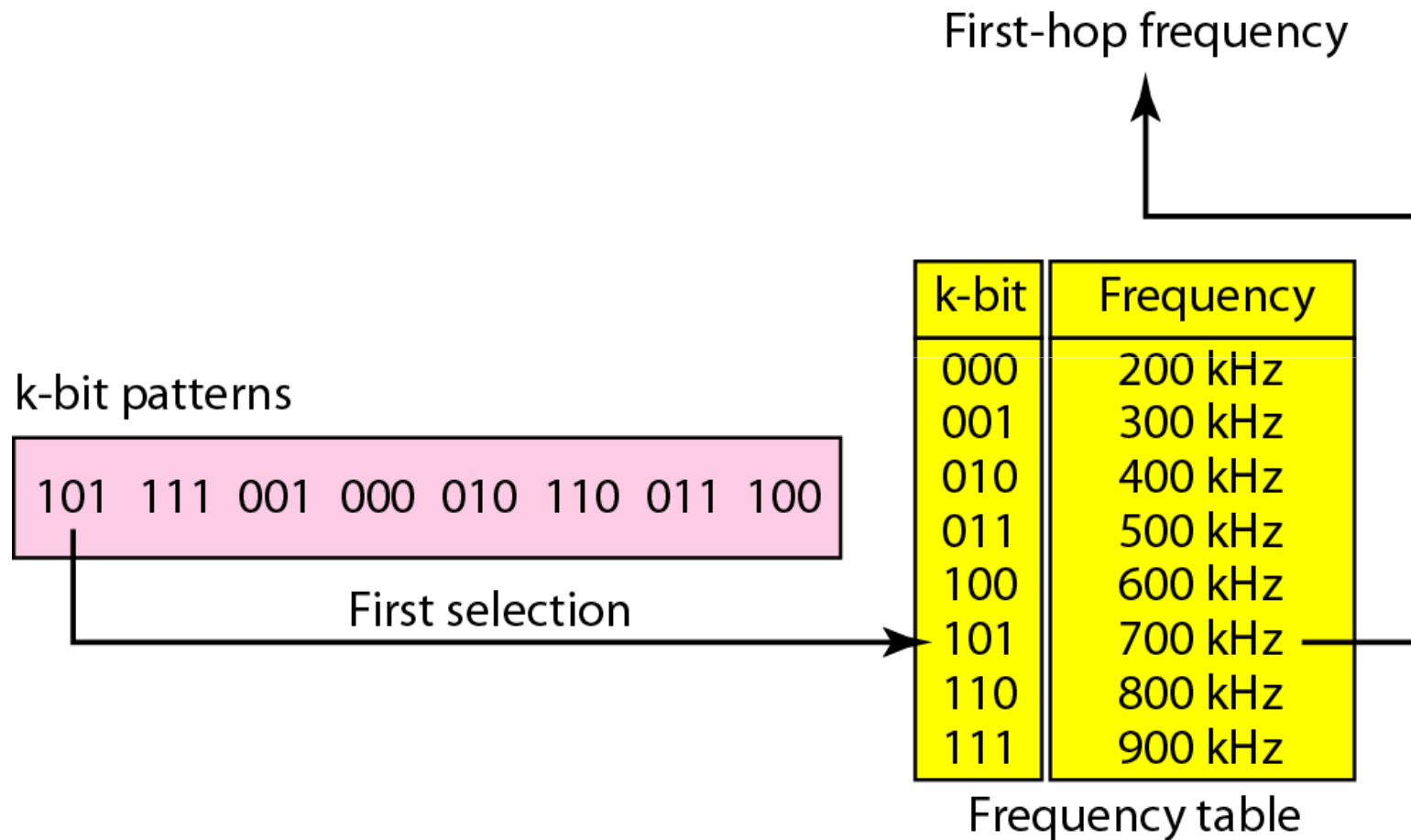
# FHSS – ESPALHAMENTO ESPECTRAL POR SALTOS DE FREQUÊNCIA



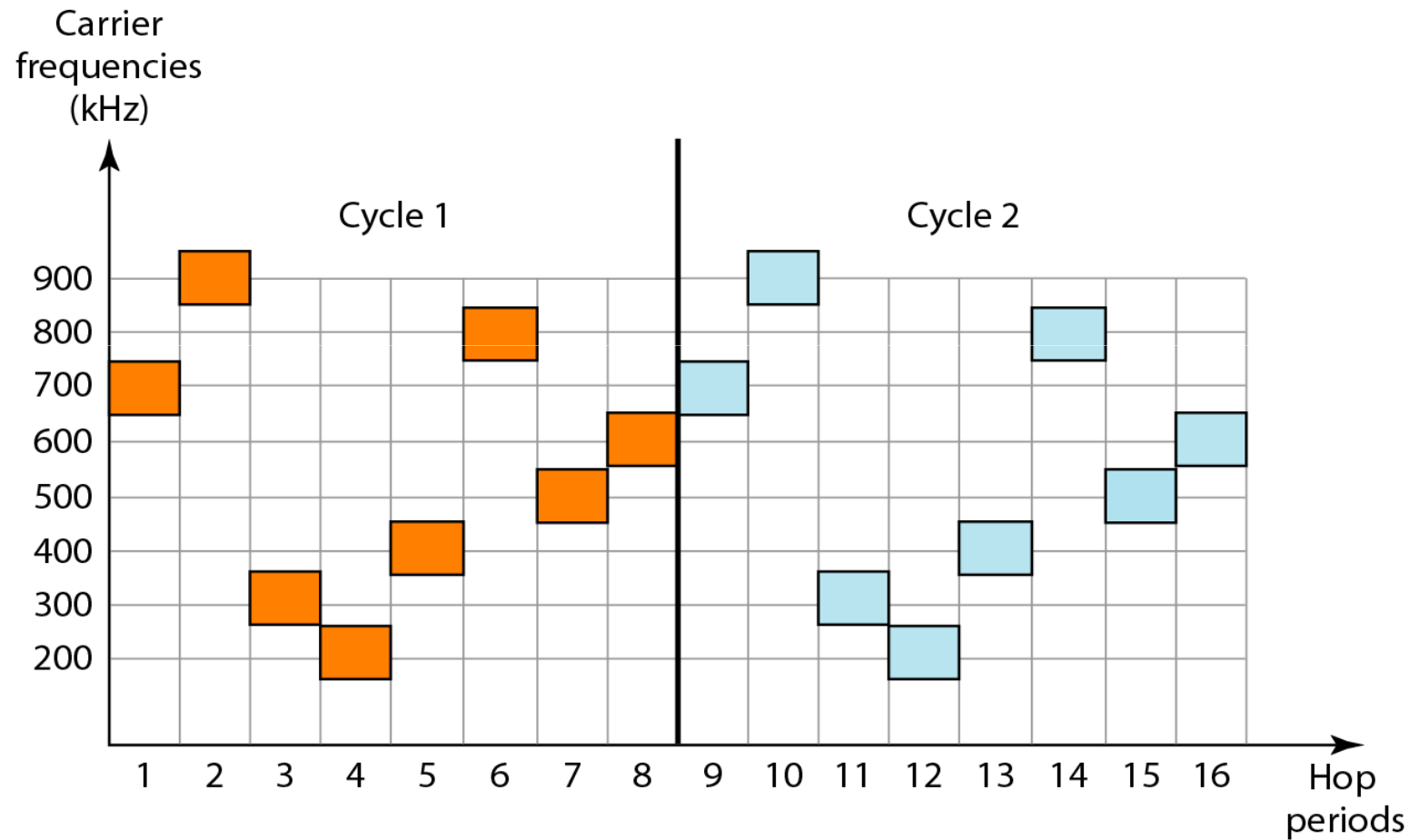
# FHSS – ESPALHAMENTO ESPECTRAL POR SALTOS DE FREQUÊNCIA

- Suponha que tenhamos decidido por oito saltos com oito frequências. Esse número é muito baixo para aplicações reais e será usado apenas para fins ilustrativos.
- Nesse caso **M é 8 e k é 3**. O gerador de códigos pseudoaleatórios criará uma sequência de oito padrões diferentes de 3 bits. Estes são associados a oito frequências distintas na tabela de frequências(no próximo slide);

# FHSS – ESPALHAMENTO ESPECTRAL POR SALTOS DE FREQUÊNCIA

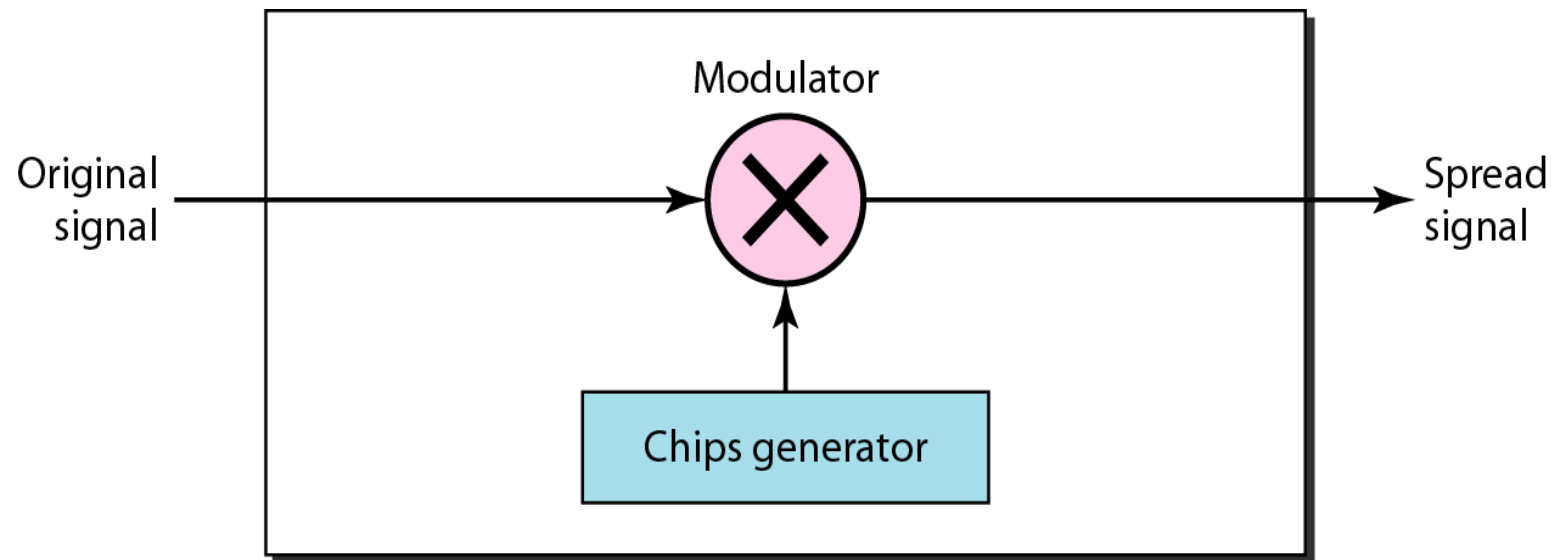


# FHSS – ESPALHAMENTO ESPECTRAL POR SALTOS DE FREQUÊNCIA



# DSSS -DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM

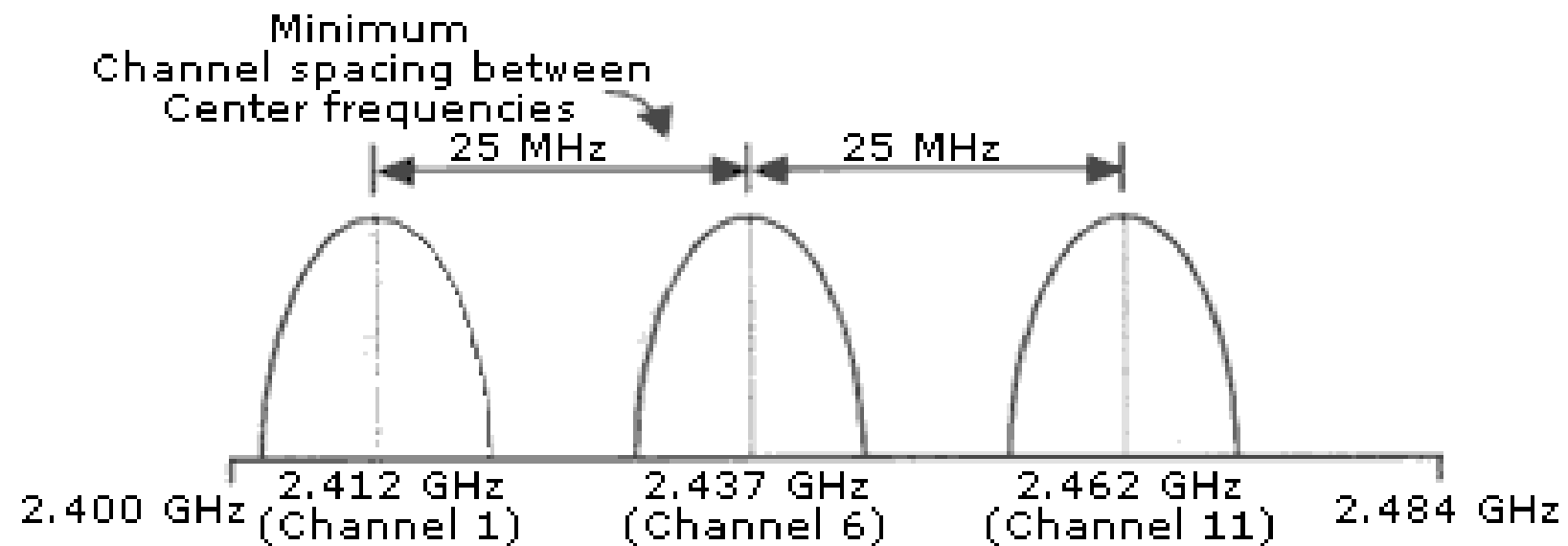
- O DSSS também permite o espalhamento da banda passante do sinal original, mas o processo é diferente. No DSSS, substituímos cada bit de dados por um código de espalhamento de  $n$  bits;



# DSSS -DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM

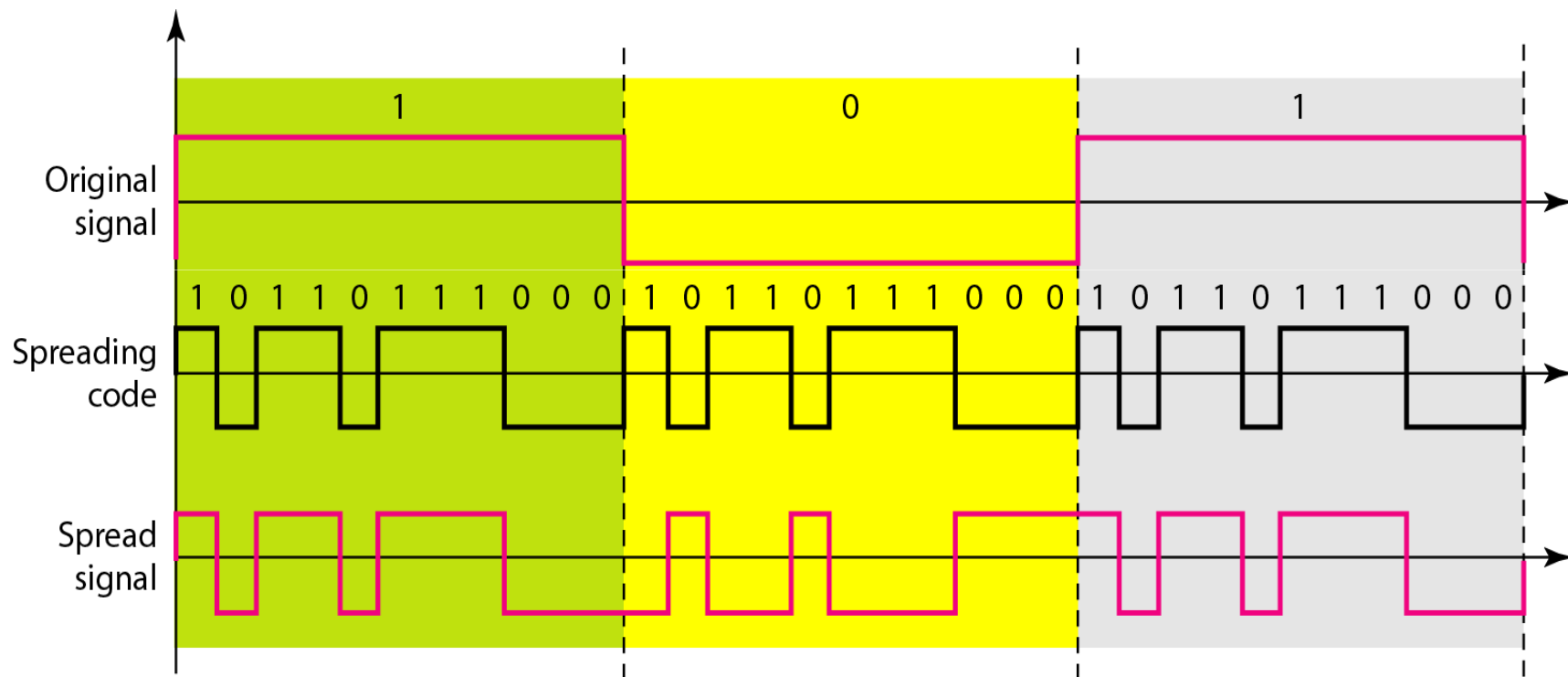
- Utiliza faixas de frequência não licenciadas (*ISM*)
- Transmissões simultâneas são separadas por códigos
- Uma operação XOR é realizada entre os dados originais e um fator de espalhamento e, como resultante tem-se a sub-divisão dos símbolos que constituem os dados em intervalos chamados chips;
- O espalhamento é dividido em *11 subcanais*, cada um com *11 Mhz*;
- Cada símbolo espalhado utiliza uma *seqüência de Barker* de 11 chips (*+1,-1,+1,+1,-1,+1,+1,+1,-1,-1,-1*)
- Redes locais devem utilizar canais cujas frequências sejam separadas por no mínimo *25 Mhz*, isto implica que também podem existir mais de um AP na mesma área geográfica. *Taxas de 1 a 2 Mbps*;

# DSSS -DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM





# DSSS -DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM



# HR-DSSS (HIGH RATE DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM)

- Extensão do DSSS que tem como objetivo aumentar a velocidade de transmissão.
- As taxas de dados admitidas são 1, 2, 5 e 11 Mbps e podem ser adaptadas dinamicamente durante a operação para alcançar velocidade ótima sob as condições de carga e ruído.
- Esta técnica é a utilizada pelo padrão 802.11b.
- Possui um alcance 7 vezes maior do que o padrão 802.11a

# OFDM - *ORTHOGONAL FREQUENCY-DIVISION MULTIPLEXING*

- *OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing)* é uma técnica de modulação que vem sendo adotada em diversos sistemas de comunicação em altas taxas, como WiFi (IEEE 802.11).
- A ideia básica do OFDM consiste, ao contrário das técnicas tradicionais, que transmitem todos os bits em um único *stream*, em dividir os bits em diversos *streams* de taxa menor, que serão transmitidos por *subcanais paralelos*.

# OFDM - *ORTHOGONAL FREQUENCY-DIVISION MULTIPLEXING*

- O princípio básico em **OFDM** é eleger frequências ortogonais entre si, dito de outra forma, deve-se garantir que nenhuma subportadora seja produto de combinação linear das demais presentes no canal.
- O benefício imediato obtido com OFDM é a economia de largura de banda. Essa técnica é particularmente útil nos casos de transmissões sem fio, pois além da eficiência espectral, a técnica OFDM se apresenta mais robusta em relação aos problemas inerentes ao canal sem fio.

# OFDM - *ORTHOGONAL FREQUENCY-DIVISION MULTIPLEXING*

