



SEL 360 e 616

Princípios de Comunicação

Tania Regina tronco
trtronco@gmail.com

USP

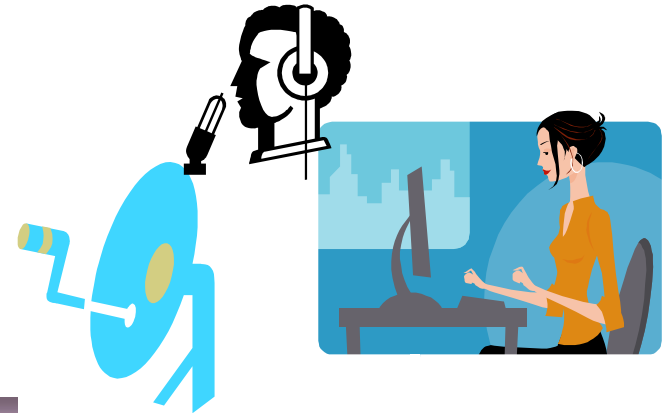
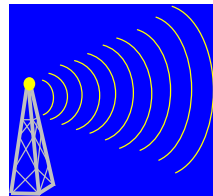


Telecomunicação

- **Telecomunicação** é a transmissão, emissão ou recepção, por fio, radioeletricidade, meios ópticos ou qualquer outro **processo eletromagnético**, de símbolos, caracteres, sinais, escritos, imagens, sons ou informações de qualquer natureza.
- **Comunicação** é o processo pelo qual uma **informação** gerada em um ponto no espaço e no tempo chamado **fonte** é transferida a outro ponto no espaço e no tempo chamado **destino**.
- *Telecomunicação*, é uma forma de **estender** o alcance normal da comunicação (*tele* em grego significa "distância"). Quando o destino da informação está próximo da fonte, a transmissão é direta e imediata, tal como se processa a conversação entre duas pessoas num mesmo ambiente. Quando a distância entre elas aumenta, no entanto, o processo de comunicação direta se torna mais difícil. Há então a necessidade de um sistema de telecomunicação - um conjunto de meios e dispositivos que permita a fonte e destino se comunicarem a distância.



Sistemas de Comunicação



TRANSMISSOR / RECEPTOR

CANAL

TRANSMISSOR / RECEPTOR

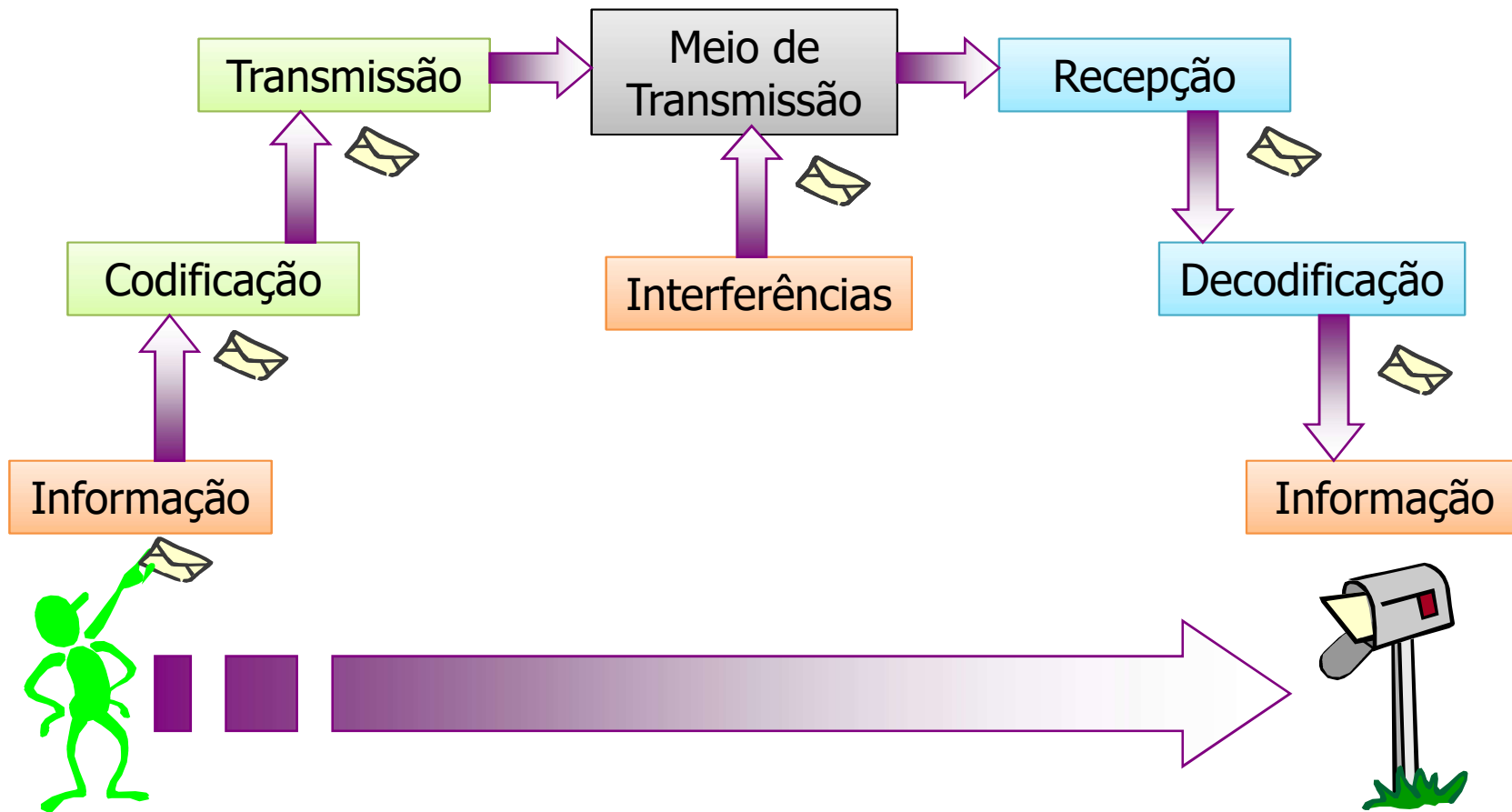


Sistemas de Comunicações

- Comunicação: Transferência de Informação
- Fonte: Voz, áudio, imagem, vídeo, dados...
- Transmissor: Processa a informação para a transmissão através do canal (modulação)
- Canal: É o meio físico de transmissão entre locações (Introdução de ruído)
- Receptor: Recupera a informação (operações inversas às do transmissor)
- Transmissão Analógica: Transmite sinais contínuos no tempo, na sua forma natural
- Transmissão Digital: A informação está colocada na forma digital

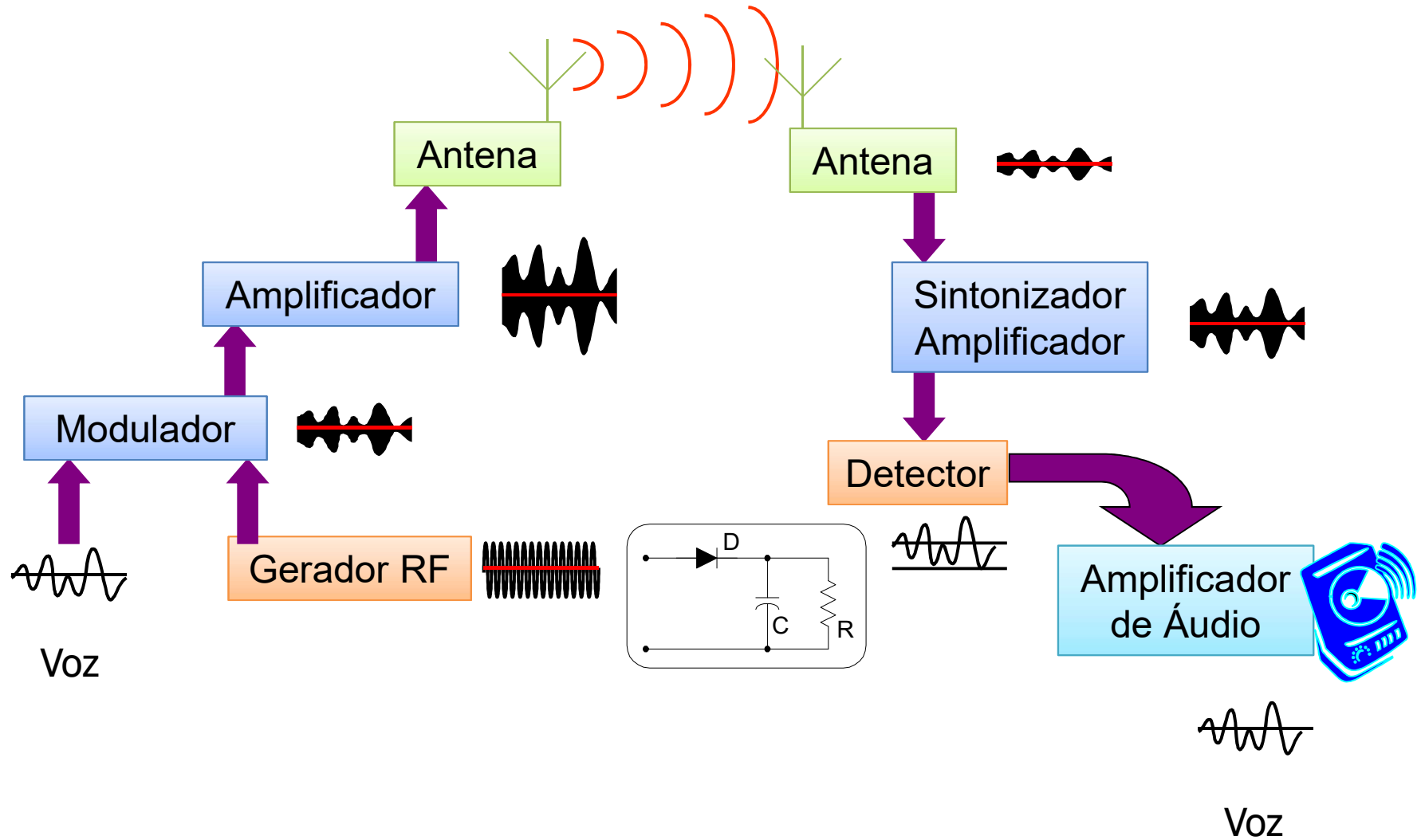


Sistemas de Comunicações





Modulação





Sistema de Comunicação

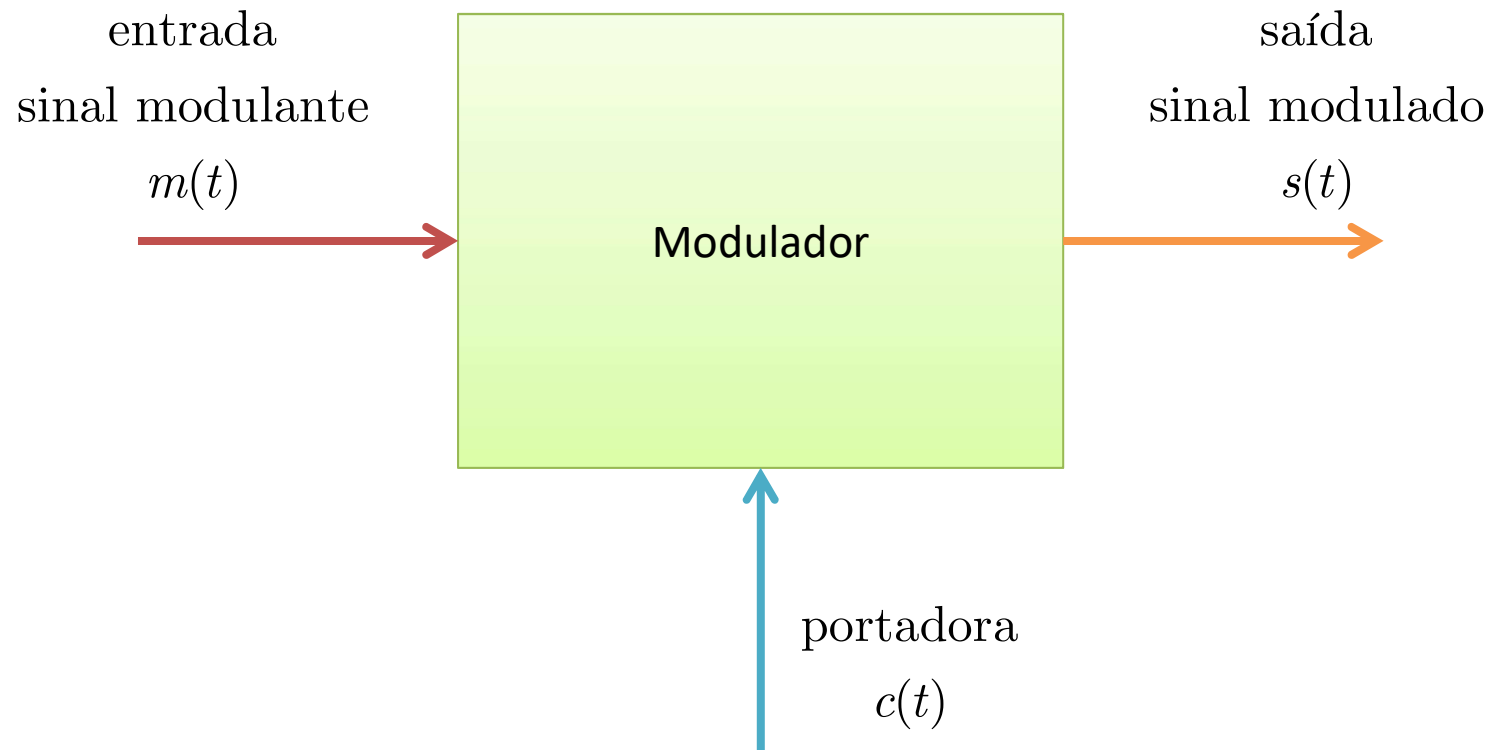
- Modelo de sistema de comunicação



- Informação
 - Voz, imagem ou dados
 - Banda B (Hz)
- Frequência portadora f_0
 - Modulada em amplitude, frequência ou fase pela informação
 - Usada para transmitir a informação
 - Transporta a informação entre dois pontos → “portadora”

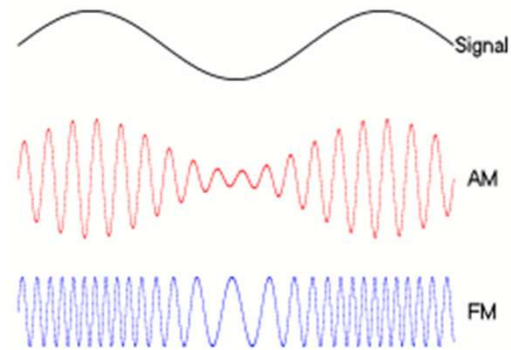


Modulação

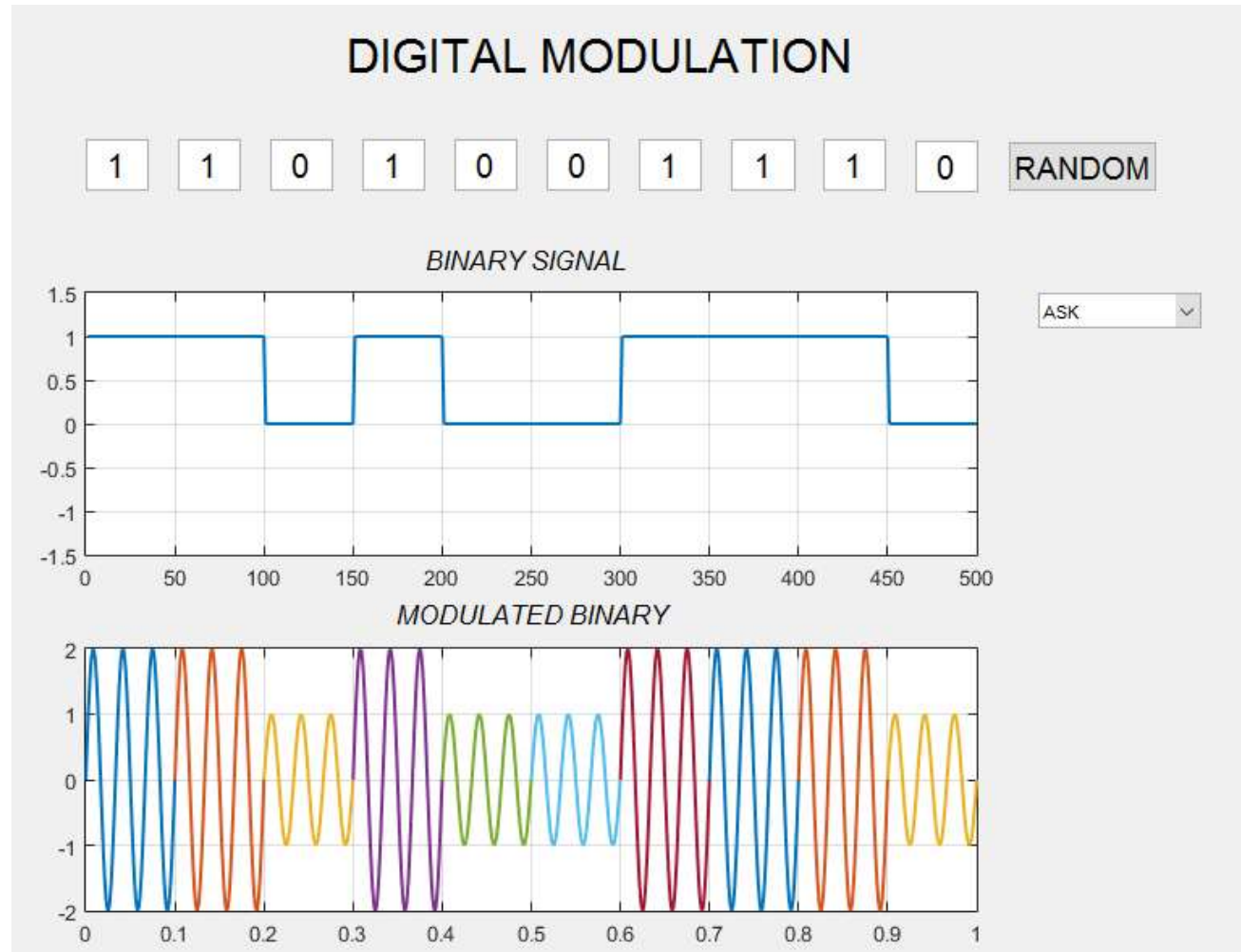




Modulação AM e FM



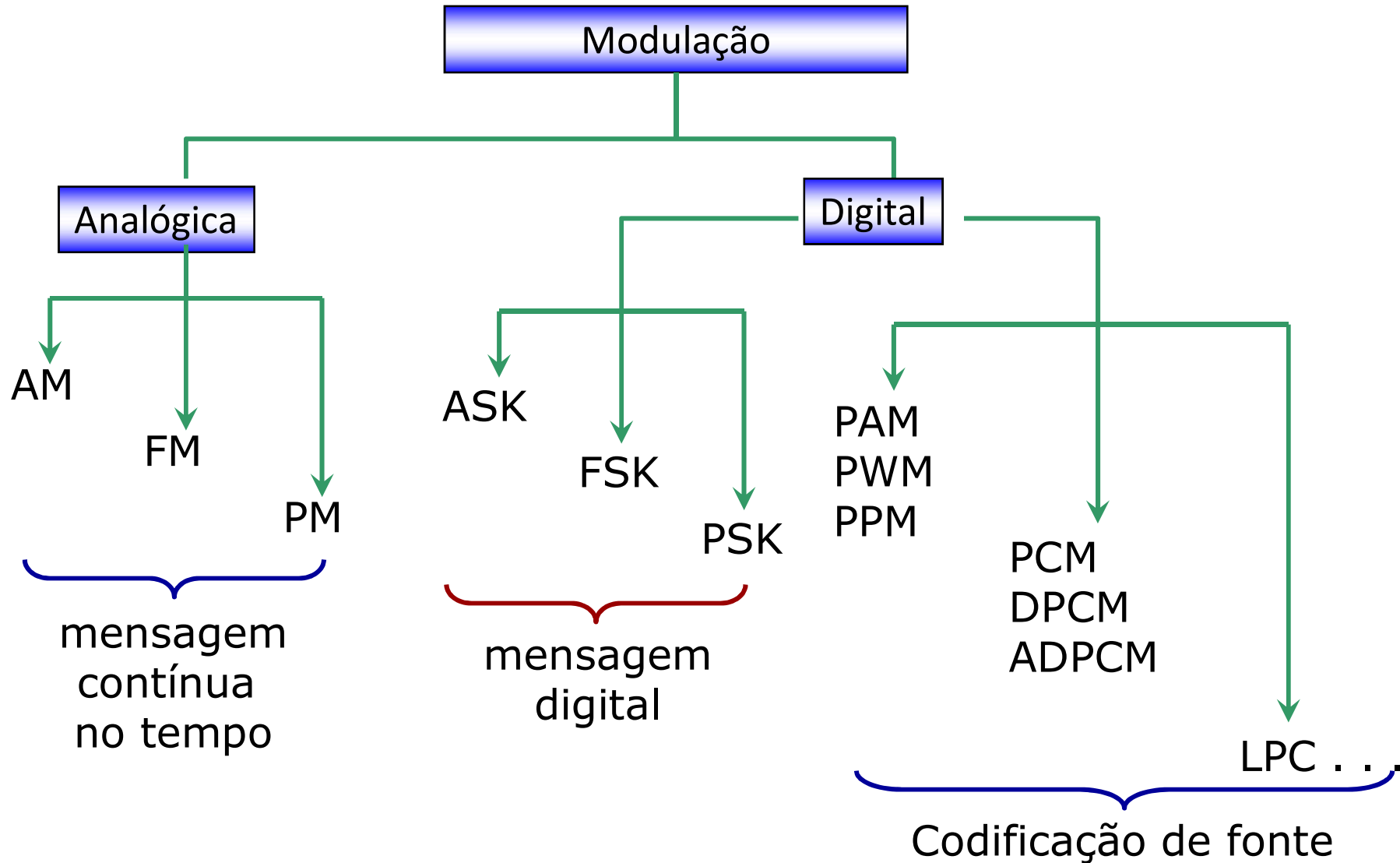
<http://en.wikipedia.org/wiki/Modulation>



www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/14328-digital-modulation



Tipos de Modulação



➤ MENSAGEM: Voz, áudio, vídeo, dados, ...



Vantagens do uso de micro-ondas

- Sistemas de comunicação usuais: banda de $\approx 10\%$
 - $f_0 \rightarrow$ frequência portadora
 - $BW \rightarrow$ banda de informação transmitida $\rightarrow 10\%$ de f_0
- Frequências mais altas \rightarrow maiores bandas de informação
- Exemplo – transmissão de canais de TV
 - Banda ocupada por um canal de TV $\rightarrow 6\text{ MHz}$

Sistema operando em 600 MHz

$$f_0 = 600\text{ MHz} \therefore BW = 60\text{ MHz}$$

$\rightarrow 10$ canais de TV

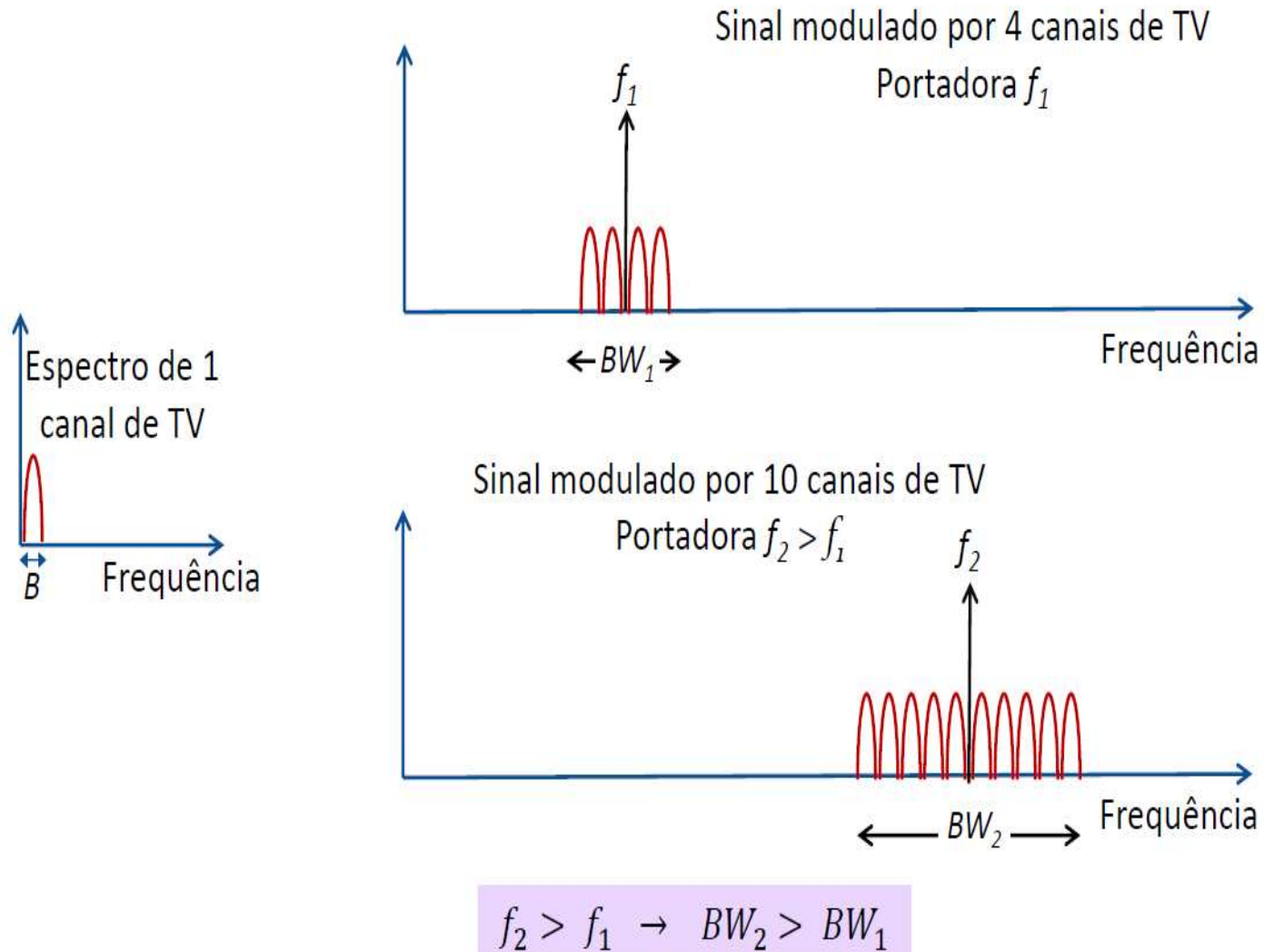
Sistema operando em 6 GHz

$$f_0 = 6\text{ GHz} \therefore BW = 600\text{ MHz}$$

$\rightarrow 100$ canais de TV

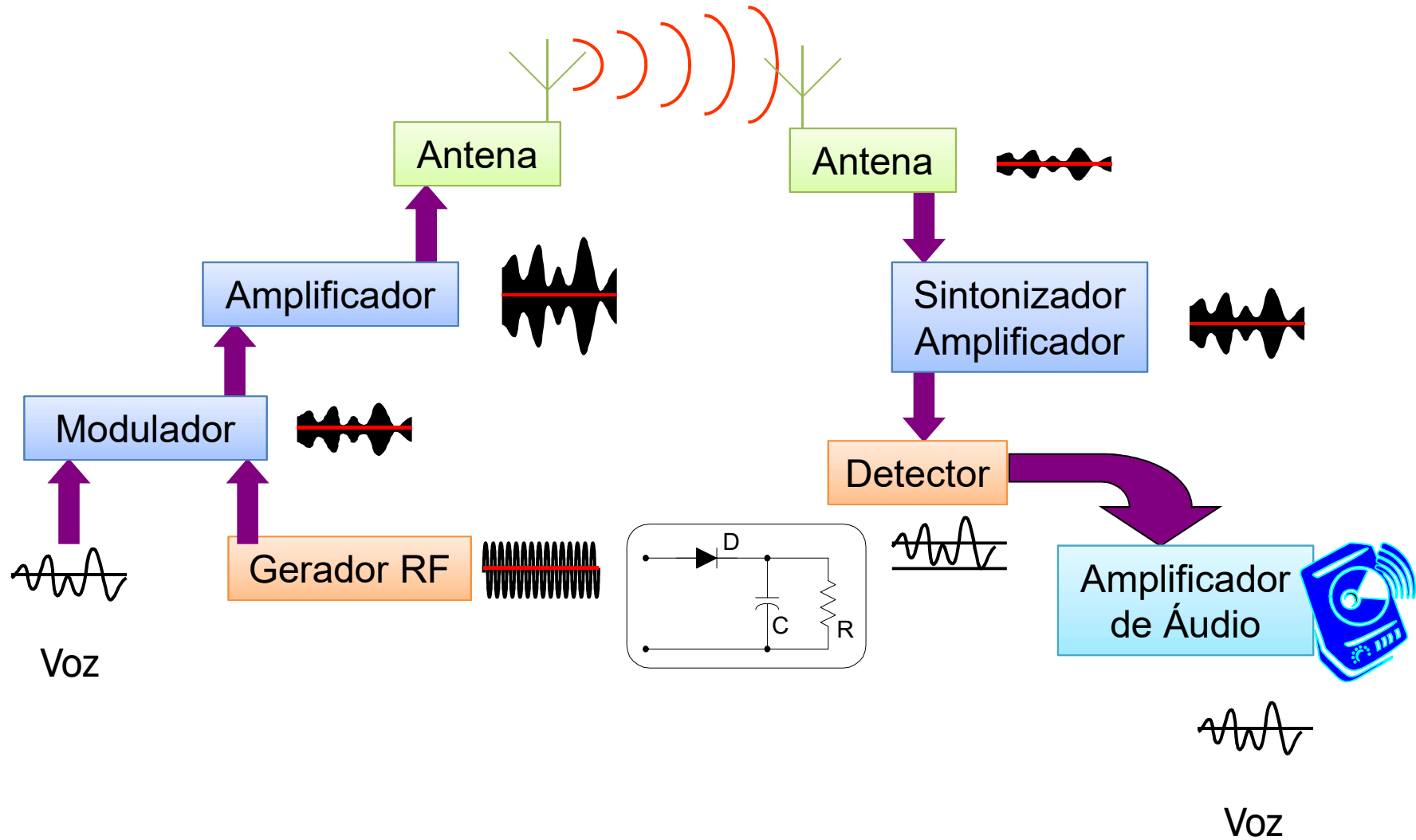


Vantagens do uso de micro-ondas





Modulação



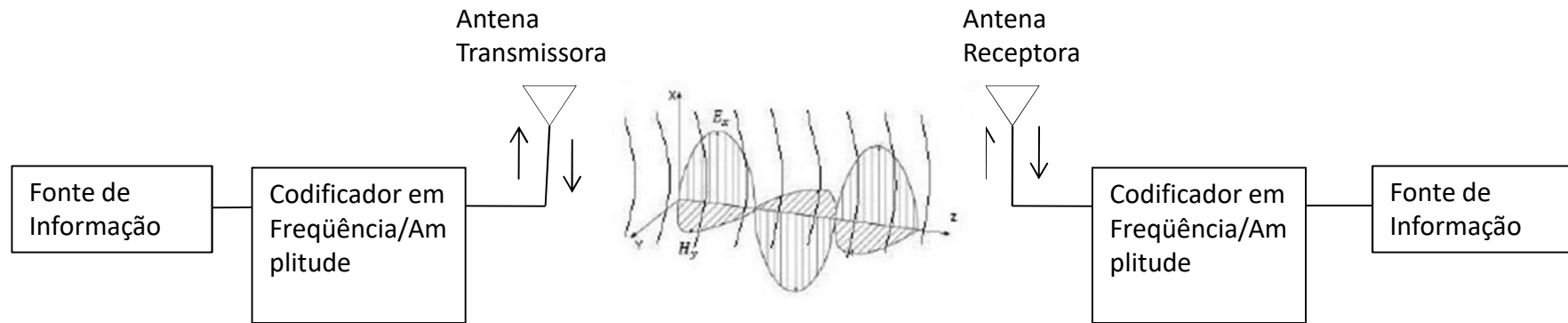


Introdução

- As antenas cumprem um papel essencial nas comunicações sem fio pois elas distribuem o sinal de rádio numa certa região
- Trata-se de um elemento sempre presente no nosso dia a dia: antenas dos celulares, antenas dos modems WiFi, antenas de TV, etc.



Comunicações Sem Fio

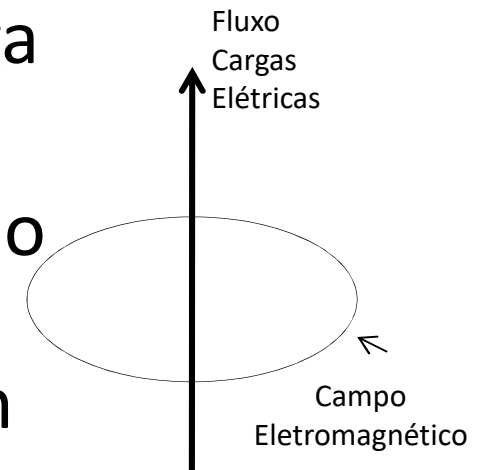


As antenas convertem os sinais elétricos em ondas eletromagnéticas e propagam estas ondas no espaço



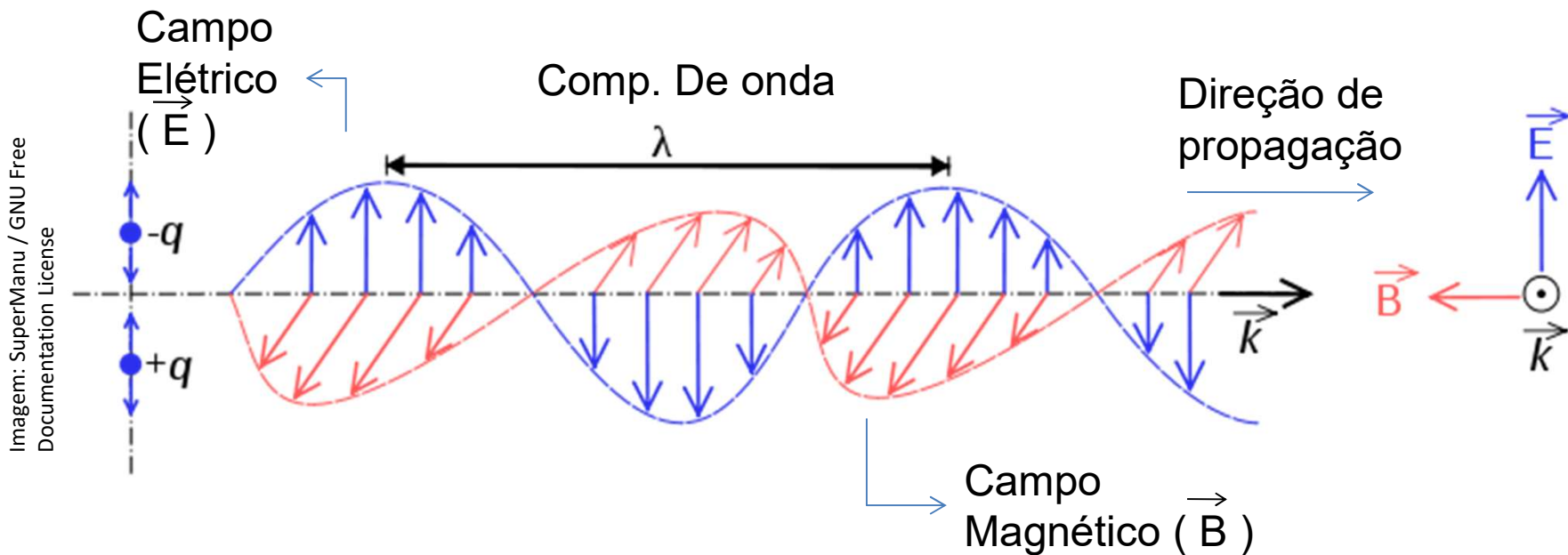
Ondas Eletromagnéticas

- Ondas eletromagnéticas são emitidas e absorvidas por partículas com carga elétrica aceleradas
- Numa onda eletromagnética temos o campo elétrico \vec{E} e o campo magnético \vec{B} que oscilam, e guardam uma relação fixa entre si
- \vec{E} e \vec{B} são **perpendiculares entre si**, e também **perpendiculares** à direção em que a onda se propaga.





Com essa hipótese, Maxwell, generalizou, matematicamente, os princípios da eletricidade. A verificação experimental de sua teoria só foi possível quando se passou a considerar um novo tipo de onda, a chamada onda eletromagnética. Essa onda surge como consequência de dois efeitos: um campo magnético variável produz um campo elétrico, e um campo elétrico variável produz um campo magnético. Esses dois campos em constantes e recíprocas induções propagam-se no vácuo.





Lei de Faraday

Campo magnético variante cria (induz)
campo elétrico

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

E : vetor campo elétrico, $V \cdot m^{-1}$

B : vetor densidade de fluxo magnético, $Wb \cdot m^{-2}$



Lei de Ampère

Campo magnético é gerado por corrente ou por campo variante

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

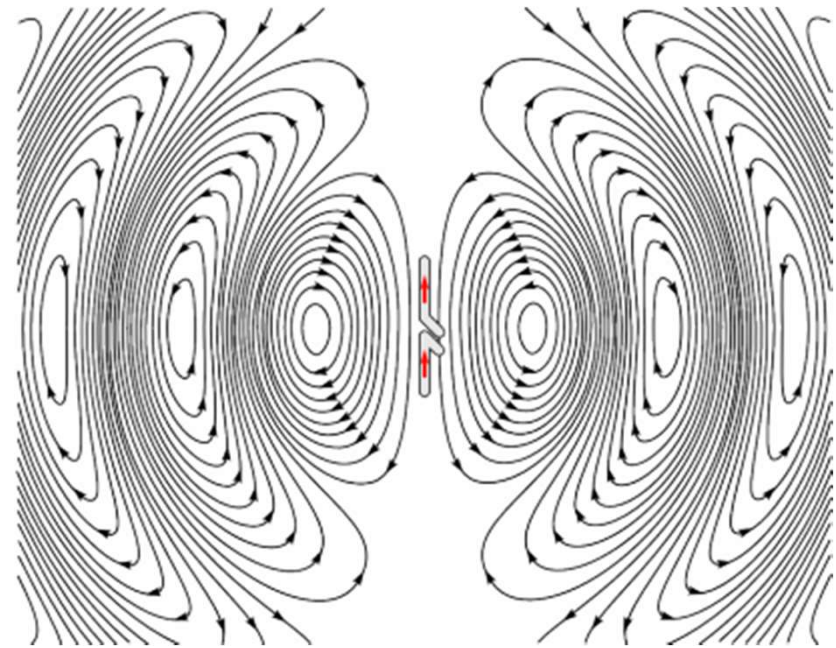
\mathbf{J} : vetor densidade de corrente, $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$

$\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$: vetor densidade de corrente de deslocamento, $\text{A} \cdot \text{m}^{-2}$



Antena Irradiando Ondas de Rádio

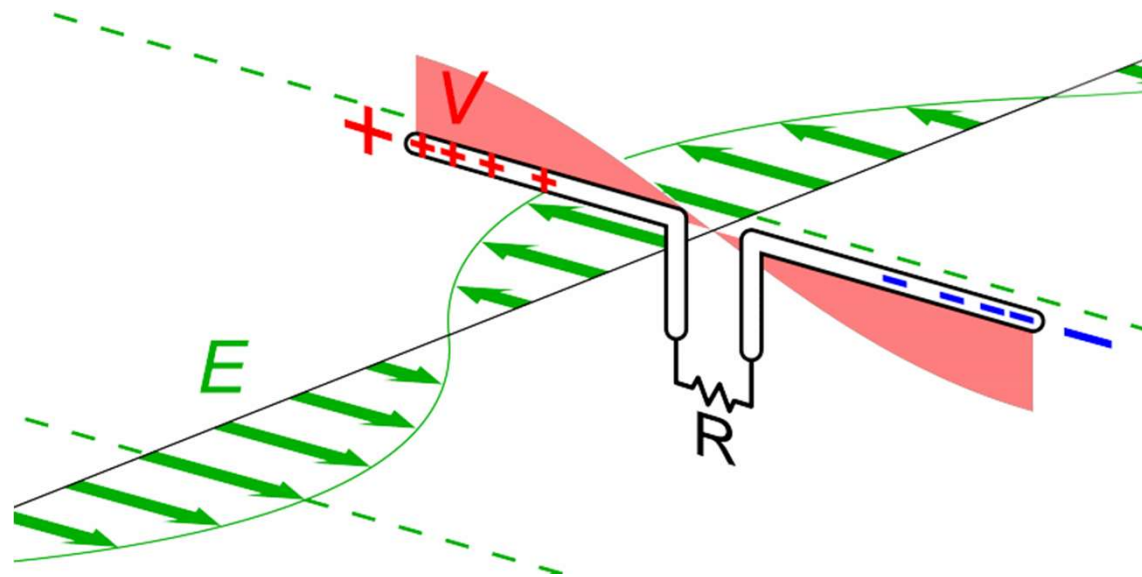
O transmissor aplica uma corrente alternada (setas vermelhas) nas hastes, que as carrega alternadamente positiva e negativa, emitindo loops de campo elétrico. Observe que as setas dos loops são invertidas cada vez que a corrente muda de polaridade.





Antena recebendo uma onda de rádio

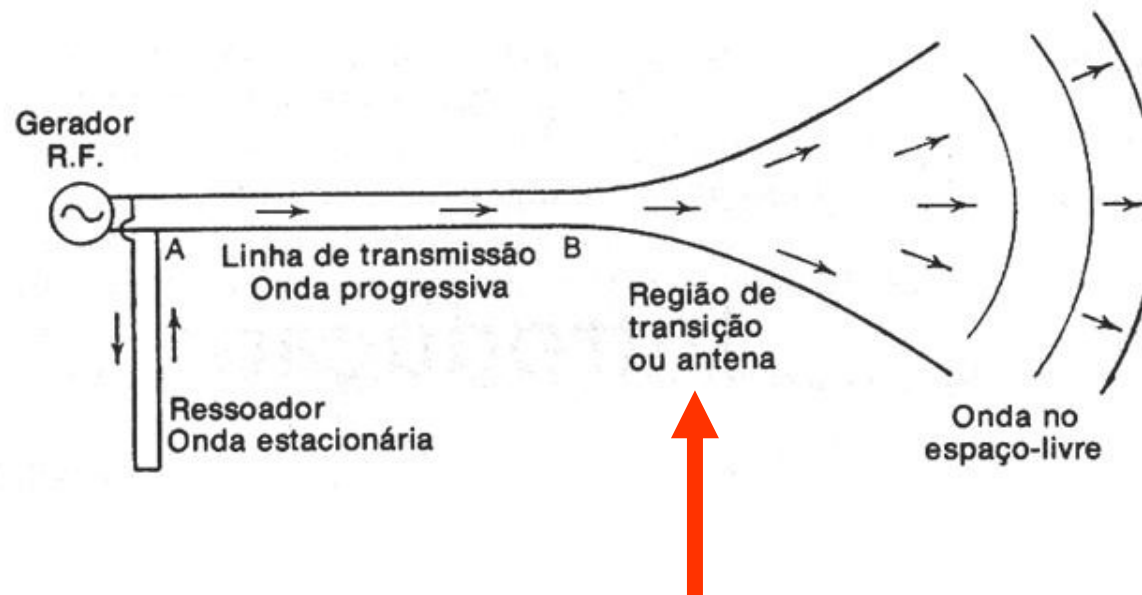
- O campo elétrico (E) da onda que chega empurra os elétrons nas hastes para frente e para trás, e correntes oscilantes (setas pretas) fluem através do receptor





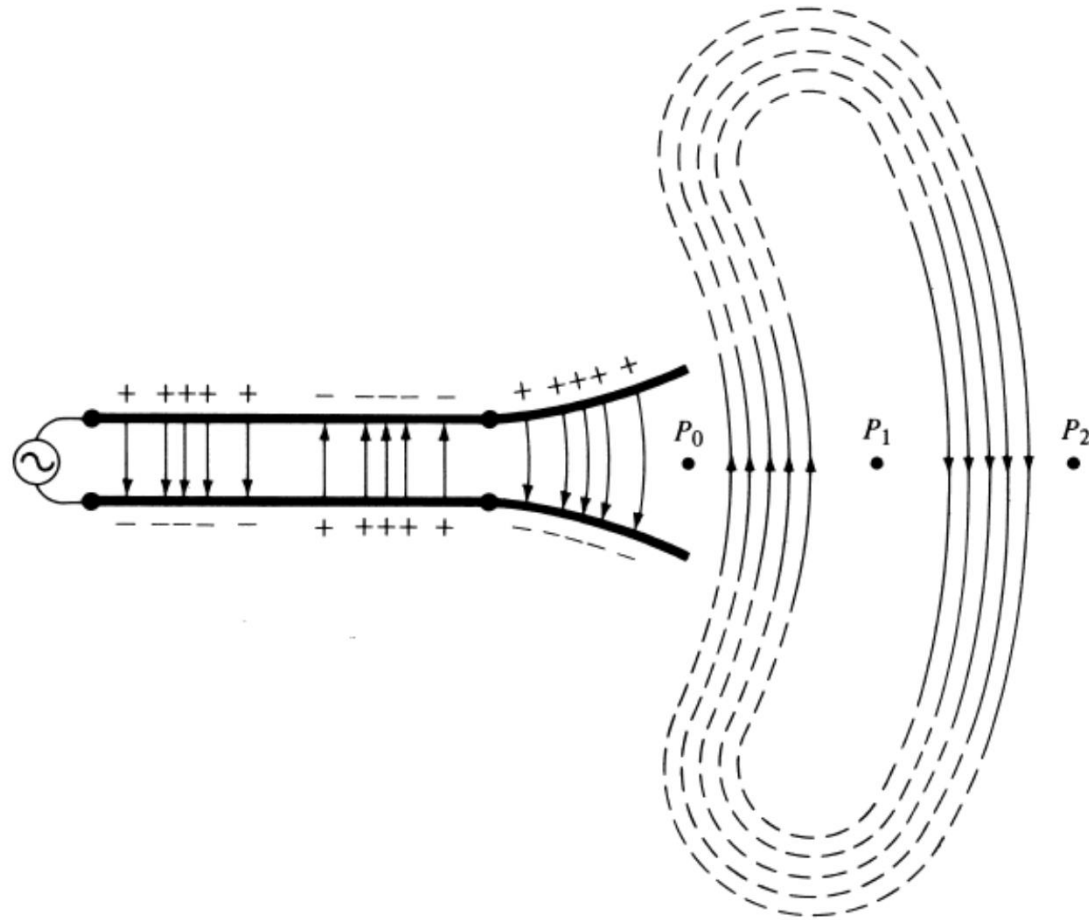
Definição de Antena

- Antena = transição entre propagação guiada (circuitos) e a propagação não-guiada (espaço)
- Antena transmissora: transforma elétrons em fótons
- Antena receptora: transforma fótons em elétrons





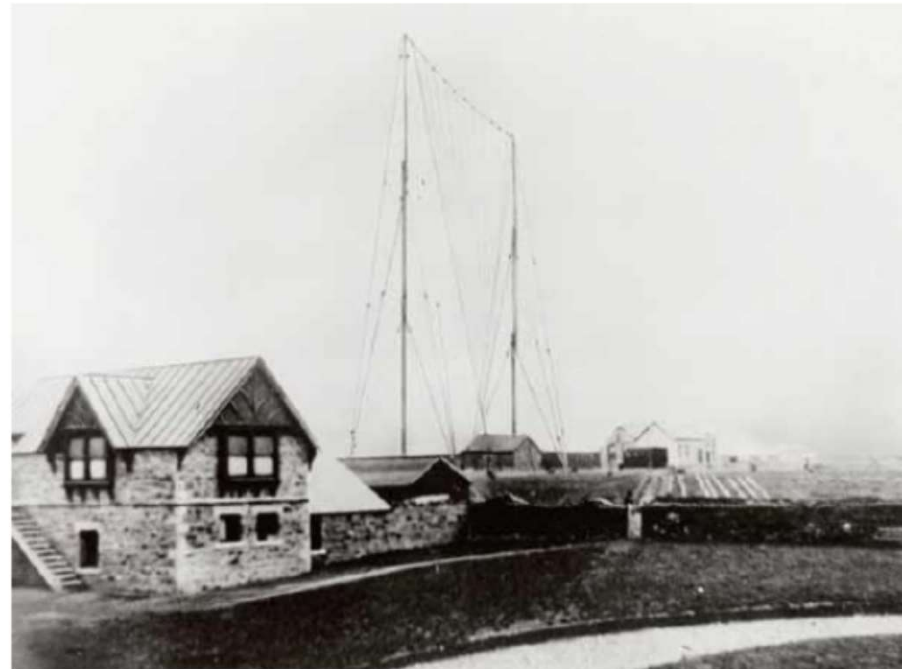
Mecanismo de Irradiação das Antenas





História

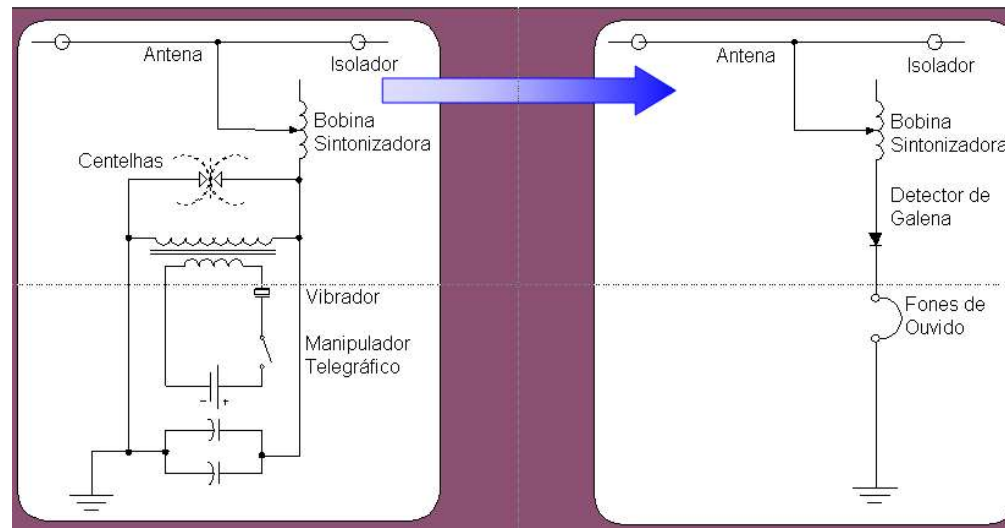
- Marconi fez a primeira transmissão transatlântica em 1901 usando um arranjo de 50 fios de cobre





Histórico das Telecomunicações

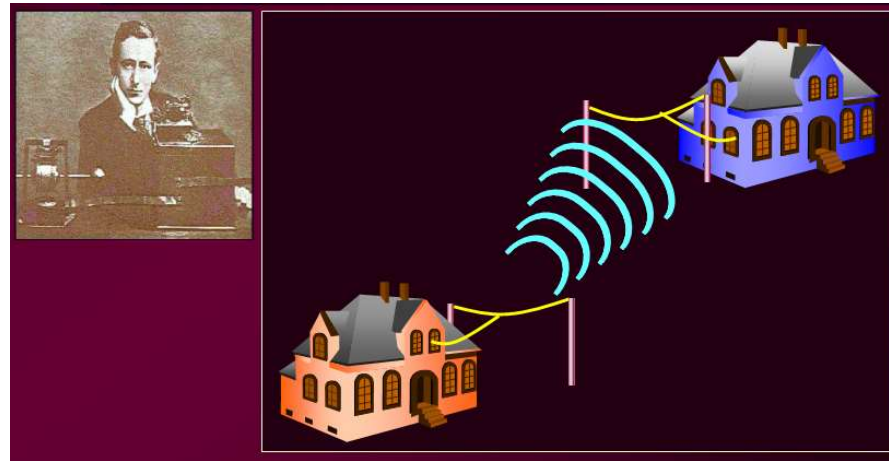
- Primeira comunicação por rádio – a Experiência de Marconi



A introdução de uma antena transmissora foi o mais importante aperfeiçoamento realizado por Marconi. Essa antena era constituída por um fio condutor estendido a uma certa distância do chão, suspenso por isoladores, tal como ainda hoje é utilizada. A antena servia para facilitar a radiação das ondas eletromagnéticas, pois o fio que constituía a antena era muito maior que a superfície do arco transmissor utilizado por Hertz. Observou-se também que as ondas eletromagnéticas de frequências mais altas (algumas centenas de KHz) se propagavam melhor que aquelas de frequência menores podendo alcançar centenas de quilômetros, dependendo da sua intensidade. Por isso, são capazes de induzir pequenas tensões em qualquer condutor que existir em seu raio de alcance, inclusive numa antena receptora construída especialmente para esse fim.



Histórico das Telecomunicações



Mediante o emprego de tais dispositivos, Marconi em 1896 conseguiu fazer uma comunicação sem fios (radiotelegráfica) a uma distância de dois quilômetros quando lhe foi concedido na Inglaterra a primeira patente sobre aparelhos de telegrafia sem fios.

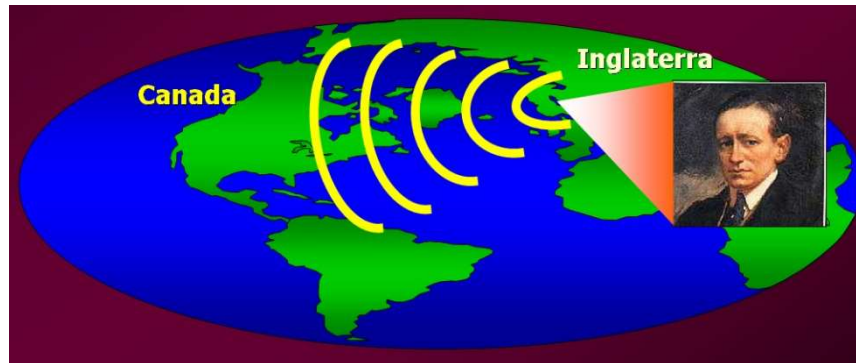
A partir desta data Marconi fez rápidos progressos, conseguindo em 1898 estabelecer uma comunicação sem fios entre dois navios de guerra separados por uma distância de 40 quilômetros. Nesta época Marconi já havia instalado e era proprietário da primeira estação telegráfica comercial que estava situada na ilha de Wight, Inglaterra.

Em 1899 Marconi criou a American Marconi Wireless Telegraphy Co. que, competiu diretamente com os operadores de cabo submarino através do Atlântico.



Histórico das Telecomunicações

- Radiotelegrafia entre Inglaterra e Canadá

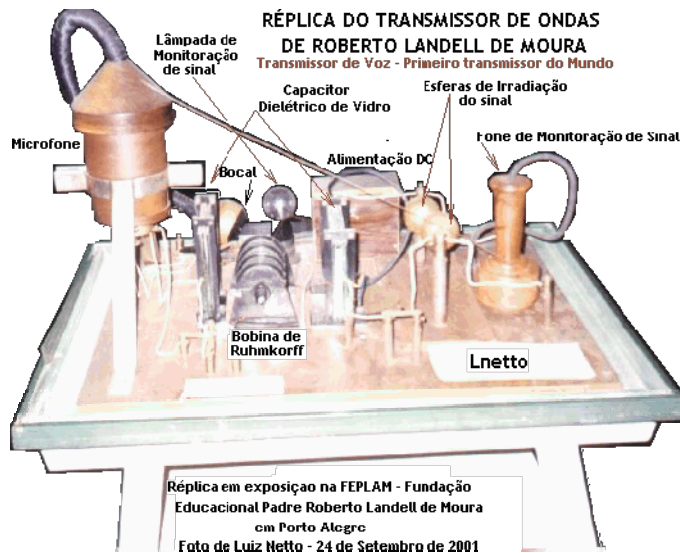


Nos primeiros meses de 1901, Marconi alcançou seu maior êxito ao receber a letra “S” através do Atlântico. A transmissão se deu entre Gales, na Inglaterra, e St. John’s Newfoundland, no Canadá. Na madrugada de 15 de abril de 1912 um telegrafista de Marconi de 21 anos de idade chamado David Sarnoff recebeu na cidade de Nova York uma mensagem, através de comunicação sem fio, da estação Marconi em Newfoundland, que esta havia captado sinais de S. O. S. do navio *Titanic*. Sarnoff transmitiu a notícia do naufrágio para o mundo. A mensagem telegráfica pedindo socorro foi captada por navios próximos, no Atlântico Norte o que permitiu que centenas de naufragos pudessem ser salvos. É, provavelmente, o primeiro pedido de socorro telegráfico da história a utilizar o código S.O.S.. Alguns autores afirmam que S.O.S. é a abreviação de: “save our souls” . Este evento dramatizou a importância desse novo meio de comunicação.



Histórico das Telecomunicações

- É importante ressaltar que em 1893, muito antes da primeira experiência realizada por Guglielmo Marconi, o gaúcho padre Roberto Landell de Moura realizou, em São Paulo, do alto da Av. Paulista para o alto de Sant'Ana, as primeiras transmissões de telegrafia e telefonia sem fio, com aparelhos de sua invenção, numa distância de aproximadamente 8 quilômetros em linha reta.
- Só um ano depois foi que Marconi iniciou as experiências com seu telégrafo sem fio.
- Os desenhos e esquemas, do padre Landell de Moura, provam que foi ele o verdadeiro inventor da válvula de três polos, ou triodo, com a qual era possível modular uma corrente elétrica e transmiti-la, sem fios, a longas distâncias.
- No entanto, o mundo atribui a Lee De Forest a invenção da válvula eletrônica (triódo).





Agenda - 1º semestre

Item	Assunto
1	1. Introdução
2	2. Representação de Sinais e Sistemas
3	3. Representação de Sinais e Sistemas
4	4. Modulação de Amplitude
	T_1
5	5. Modulação de Amplitude
6	6. Modulação Angular
7	7. Modulação Angular
8	8. Transmissão de Sinais e Densidade Espectral de Potência
	P_1 e T_2
9	9. Transmissão de Sinais e Densidade Espectral de Potência
10	10. Teoria da Probabilidade e Processos Aleatórios
11	11. Teoria da Probabilidade e Processos Aleatórios
12	12. Ruído em Sistemas de Modulação de Ondas Contínuas (CW)
13	13. Ruído em Sistemas de Modulação de Ondas Contínuas (CW)
14	14. A Transição de Analógico para Digital
15	15. Modulação Digital (ASK, PSK, FSK)
16	16. Multiplexação por Divisão de Frequências Ortogonais (OFDM)
17	T_3 e P_2



Referências Bibliográficas

- Notas de Aula
- Moodle
- S. Haykin, *Communication Systems*, John Wiley & Sons, 1994.
- B.P. Lathi, *Communication Systems*, John Wiley & Sons, 1968.
- A.B. Carlson, *Sistemas de Comunicação*, McGraw0Hill, 1981
- M. S. Roden, *Analog and Digital Communication Systems*, Prentice Hall,1996.
- J. Pearson, *Basic Communication Theory*, Prentice Hall, 1992
- C. Roddy & J. Coolen, *Electronic Communications*, Prentice Hall, 1995.
- P. H. Young, *Técnicas de Comunicação Eletrônica*, Pearson-Prentice-Hall, 2006.



Estrutura da Aula

- Aula expositiva, aberta a perguntas e debate de ideias
 - O aluno pode e deve esclarecer dúvidas de compreensão



Avaliação

- Nota final: $0,6(P_1+P_2)/2 + 0,4(T_1+T_2+T_3)/3$
- Não há prova substitutiva