

## **Aula 07 - Meios Físicos de Comunicação II**

### **1. Objetivo**

Nesta aula, analisaremos a comunicação de dados através de meio físicos não delimitados. Além disto, conheceremos melhor as linhas de comunicação públicas especializadas para a comunicação de dados e suas características básicas. Em ambas as soluções, normalmente estaremos lidando com pequenas taxas de transferência.

Iniciaremos nosso estudo discutindo um pouco melhor a comunicação através de meios físicos não delimitados, suas características e limitações.

### **2. Propagação por Meios não delimitados**

Assim como em qualquer outro meio, a propagação por meios não delimitados deve atender a determinados pré-requisitos, listados abaixo :

#### **2.1. O sinal deve ser transmitido com potência suficiente para que possa ser recuperado pelo receptor :**

Esta característica, ao mesmo tempo em que limita o alcance máximo das transmissões, garante a limitação da abrangência geográfica das transmissões, tornando possível, por exemplo, a existência de emissoras de rádio locais.

#### **2.2. A propagação do sinal deve ocorrer com a mínima distorção possível :**

A modificação das características originais do sinal, comum nas ampliações e atenuações de potência, deve ser limitada, garantindo a fidelidade do sinal.

#### **2.3. Devem ser mantidas as condições 1 e 2 dentro de parâmetros suficientes de forma a garantir a integridade do enlace durante o tempo necessário para a comunicação.**

### **3. Propagação :**

Duas teorias diferentes tratam o fenômeno da propagação de ondas de rádio. A Teoria dos Raios admite a propagação de ondas eletromagnéticas apenas em linha reta. Já a teoria de frentes de onda explica fenômenos que provocam a modificação da trajetória do sinal. Normalmente utilizamos os dois princípios para explicar a propagação das ondas de rádio.

Considerando que as ondas se propagam sempre em linha reta (na verdade apenas para os espaços livres), podemos dizer que a atenuação do sinal é geométrica, uma vez que a energia irradiada tende a espalhar-se por esferas cada vez maiores. Considerando uma distância  $r$ , a potência  $Wt$  estará espalhada sobre a superfície esférica de  $4\pi r^2$ . Portanto, a potência do sinal em Watts/m<sup>2</sup> será :

$$P = \frac{Wt}{4\pi r^2}$$

Porém, na teoria, a propagação em linha reta só pode ser utilizada se considerarmos uma onda que tenha o seu comprimento bastante pequeno, ou melhor, onde a relação abaixo tenda para zero :

$$\frac{\lambda}{l} \rightarrow 0$$

Onde  $\lambda$  = comprimento da onda  
 $l$  = comprimento do objeto que gera interferência na propagação

Válida para a luz, onde  $\lambda$  é muito pequeno, a relação acima não é verdade para a maior parte das ondas de rádio utilizadas em comunicação de dados, sendo que muitas vezes os objetos interferentes tem a mesma ordem de grandeza do comprimento de onda ou são até maiores.

Os efeitos que analisaremos abaixo afetam a direção da propagação dos sinais, com efeitos variados de acordo com o comprimento de onda do sinal :

### 3.1. Reflexão

É definida como a "modificação da direção de propagação de uma onda que incide sobre uma interface que separa dois meios diferentes, e retorna para o meio inicial". Normalmente, quando uma onda passa de um meio para outro, uma parte é refletida para o meio de onde veio e outra atravessa a fronteira. A parte refletida pode ser calculada através do coeficiente de reflexão, definido por :

$$\rho = \frac{E_r}{E_i}$$

### 3.2. Refração :

É definida como a "modificação da forma ou direção de uma onda que, passando através de um interface que separa dois meios, tem, em cada um deles, diferentes velocidades de propagação". Em outras palavras, a refração ocorre quando uma onda eletromagnética passa obliquamente de um meio para outro.

Um outro exemplo pode ser encontrado na passagem de um sinal pela atmosfera, já que esta não é homogênea. Além de ser constituída de diversos gases que possuem diferentes densidades, à medida em que aumenta a altitude, a densidade da atmosfera diminui. Em consequência, o seu índice de refração modifica-se, garantindo efeitos similares à difração mesmo dentro da atmosfera.

O índice de refração é definido pela lei de Snell, que relaciona os senos dos ângulos de incidência com o inverso da relação de índices de refração :

$$\frac{\text{sen } i_1}{\text{sen } i_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Bastante conhecida no estudo da ótica, a refração também ocorre para ondas eletromagnéticas, com comportamentos semelhantes à luz para pequenos comprimentos de onda.

### 3.3. Difração :

É definida como um "fenômeno que ocorre quando uma onda caminhante é limitada, em seu avanço, por um objeto opaco que deixa passar apenas uma fração das frentes de onda". Na prática, o fenômeno é mais sentido para ondas com grande comprimento. Nestes casos, são geradas novas ondas com características de frente diferentes da onda original, uma vez que estas escapam para o lado, mudam de direção e propagação, ou seja, se difratam.

É através do fenômeno da difração que é possível captar o sinal de TV na antena de uma casa localizada atrás de um edifício.

## 4. Composição da Atmosfera :

A atmosfera terrestre é o meio físico mais comum nas transmissões através de meios não delimitados. Por isto, é muito importante conhecer pelo menos suas características básicas. Para efeito do estudo de comunicação de dados, devemos dividir a atmosfera terrestre em 3 camadas principais : a **troposfera**, a **estratosfera** e a **ionosfera**.

### 4.1. Troposfera

É a camada que se inicia junto à superfície terrestre e se estende até a altitude de aproximadamente 11 km. Seus gases mais comuns são o oxigênio, o nitrogênio e o bióxido de carbono, além do vapor d'água. Em função desta camada ser transparente à radiação solar, ela não absorve energia, aquecendo-se apenas com o contato com a superfície terrestre. Esta é a razão da diminuição da temperatura na razão de 5,5 a 7 graus centígrados por quilômetro. O principal efeito sentido nesta camada é a refração,

já que ocorre o desvio de trajetória pela mudança das características com a altitude e temperatura.

#### **4.2. Estratosfera**

Se estende dos 11 aos 50 km, aproximadamente. É bastante estável para propagação de ondas de rádio, mas não é muito utilizada para as telecomunicações.

#### **4.3. Ionosfera**

Se estende dos 50 aos 350 km, aproximadamente. Além de possuir uma densidade de gases que a compõem muito baixa, a ionosfera é intensamente bombardeada pela irradiação e partículas provenientes do Sol, além de raios cósmicos. Em função disto, ela tem um comportamento cíclico variável com a intensidade de luminosidade do sol. Estes são os ciclos diário, anual e solar. O diário indica uma maior ionização da atmosfera durante o dia. O mesmo acontece para o anual, considerando-se as estações do ano. Já para o ciclo solar, temos um periodicidade de aproximadamente 11 anos, em função da intensidade de luminosidade do sol. Além disto, temos variações provocadas por manchas solares.

### **5. Espectro de Frequências**

Conforme vimos na aula passada, as ondas tem seu comportamento determinado pelo comprimento de onda, ou mais especificamente, pela frequência. Na análise realizada, vimos que as ondas com comprimentos de onda menores tinham comportamento similar à luz, enquanto que as ondas com comprimentos de onda maiores tinham comportamento explicado pela teoria das ondas, estando sujeitas portanto a fenômenos como a difração.

Em função da importância da característica de frequência, os sistemas de comunicação são construídos para operação em faixas de frequência determinadas. Estas faixas, que compõem o chamado **espectro de frequência**, são detalhadas a seguir :

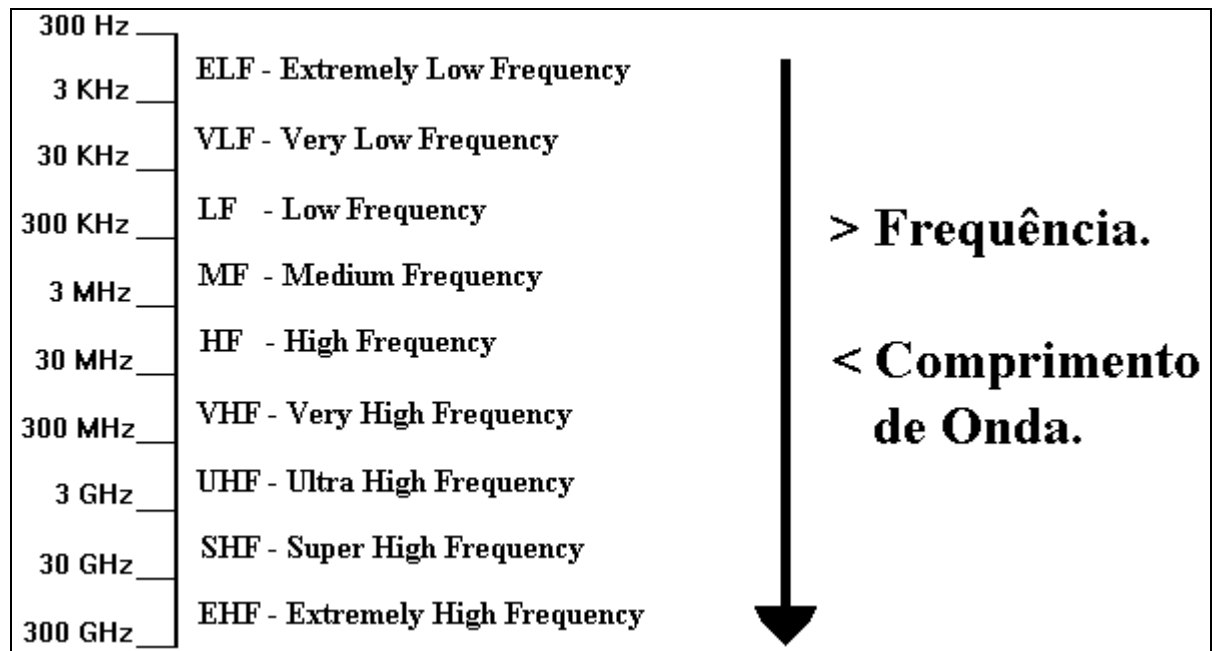


Figura 1 - Espectro de frequências típicas em telecomunicações

### 5.1. Faixa ELF :

Nesta faixa de frequência, as ondas penetram com facilidade em meios físicos como a água e o solo, tendo portanto aplicações em comunicações com submarinos e escavações de minas. Em função do grande comprimento de onda (100 a 1000 Km), são necessárias grandes antenas e potentes transmissores.

### 5.2. Faixa VLF :

Utiliza a reflexão ionosférica com baixo índice de atenuação de onda, devido ao grande comprimento de onda (10 a 100 Km).

### 5.3. Faixa LF :

Utiliza também a reflexão ionosférica para frequências até 100 kHz, mas neste caso existe um índice de perda mais acentuado, com o diminuição do comprimento de onda (1 a 10 Km). Para frequências mais altas, são usadas ondas de superfície, devido ao menor grau de atenuação.

### 5.4. Faixa MF :

Assim como nas frequências acima de 100 kHz da faixa LF, utiliza-se a propagação por ondas de superfície. Nesta faixa encontram-se a transmissão de AM em ondas médias (540 a 1600 kHz). O comprimento de onda varia entre 100 e 1000 metros.

### 5.5. Faixa HF :

No caso de pequenas distâncias entre transmissor e receptor, utiliza-se a propagação por ondas de superfície. Para maiores distâncias, utiliza-se a refração ionosférica, que faz com que as ondas retornem à superfície da terra. O comprimento de onda varia entre 10 e 100 metros.

### 5.6. Faixa VHF :

Utilizada para as transmissões de televisão comercial, a faixa exige linha de visada entre transmissor e receptor (distância menor que 50 Km), devido ao pequeno comprimento de onda (1 a 10 metros). Este comprimento de onda diminui muito a interferência do terreno na energia propagada, graças ao carácter direcional. De qualquer sorte, a frequência ainda permite o fenómeno da difração, o que facilita a

propagação dos sinais de televisão, principalmente os mais baixos. Na Tabela 1, como curiosidade, temos uma tabela com as frequências de operação de cada um dos canais comerciais de televisão.

Canal	Frequência	
	Inferior (MHz)	Superior (MHz)
2	54	60
3	60	66
4	66	72
5	76	82
6	82	88
7	174	180
8	180	186
9	186	192
10	192	192
11	198	204
12	204	210
13	210	216

Tabela 1 - Frequências por canal de TV

Como podemos ver, existe uma faixa não ocupada pelos sinais de televisão entre o canal 6 e o canal 7, que é utilizada por outros sinais, como por exemplo pelas rádios comerciais FM (88 a 108 MHz).

### 5.7. Faixas UHF e SHF :

Neste caso, temos normalmente a propagação em visibilidade, devido ao pequeno comprimento de onda (menores que 1 metro), que gera alto grau de direcionamento do sinal propagado. Para frequências situadas no limiar entre estas duas faixas, é muito utilizado também a difusão em sistemas de tropodifusão, que utilizam-se da difusão gerada pela troposfera para garantir o alcance de distâncias entre 200 e 400 Km.

Esta faixa de frequências é utilizada, por exemplo, para a transmissão dos sinais da telefonia celular.

## 6. Comunicação por Satélite :

Para distâncias muito grandes, principalmente quando o emissor ou receptor encontram-se em locais de difícil acesso, a utilização de enlaces por satélite pode se tornar muito interessante. Isto é verdade principalmente devido aos altos custos da implantação de interligações através de cabos nestes casos.

Normalmente os satélites de comunicação são colocados em órbitas geoestacionárias. Para garantir a colocação de um satélite em órbita geoestacionária, é necessária a utilização de uma

distância específica. Apenas nesta distância pode-se garantir a órbita em uma velocidade de rotação correspondente à velocidade de rotação da terra.

Vale no entanto fazer algumas considerações quanto à comunicação por satélites.

### **6.1. Tempo de propagação :**

Os satélites normalmente encontram-se em órbita geoestacionária sobre a terra, a aproximadamente 36.000 Km de altura em relação à superfície. Desta forma, para garantir a chegada do sinal ao satélite e o retorno do mesmo, devemos considerar o tempo de propagação para a subida e descida, além do tempo de processamento do sinal. Considerando-se os tempos gastos também com o processamento do sinal, temos cerca de 0,4 segundos para cada salto de satélite<sup>1</sup> entre emissor e receptor.

Embora aparentemente muito baixo, este retardo pode inviabilizar algumas aplicações, principalmente nos casos em que é necessário mais de um salto de satélite.

A instalação de satélites em órbitas mais baixas pode reduzir este problema. Neste caso, utiliza-se uma rede de satélites de órbitas baixas, onde uns substituem os outros assim que estes saem de alcance (em órbitas mais baixas, não é possível garantir a característica geoestacionária). Esta característica de retardo mais baixo tem atraído empresas de telecomunicações de grande porte a abrir consórcios internacionais com o objetivo de oferecer redes de acesso mundial. Atualmente limitados à telefonia celular, já existem planos que prevêem para breve a disponibilidade de redes deste tipo para comunicação de dados.

### **6.2. Custo :**

O custo de um enlace por satélite não é proporcional à distância. Sendo assim, comparando o seu custo com o custo de sistemas convencionais, o satélite normalmente se torna viável apenas para grandes distâncias. Atualmente, tem-se dado bastante destaque a sistemas com propagação por fibra ótica, que tem substituído o uso de satélites em alguns casos.

### **6.3. Alcance :**

Caso deseje-se apenas um salto de satélite, temos que considerar que os dois pontos em comunicação devem se encontrar sobre a mesma região do globo, graças à limitação de alcance do satélite (que se reduz um pouco mais para os satélites de órbita baixa). Pontos diametralmente opostos na superfície da terra, por exemplo, não podem ser atendidos pelo mesmo satélite. Na realidade, esta limitação ocorre mesmo para distâncias menores, já que o satélite se encontra a uma distância limitada da superfície da Terra.

---

<sup>1</sup> Chama-se "salto de satélite" a cada trecho que envolve a subida e descida entre estações terrestres e o satélite em órbita.

#### 6.4. Orientação da Antena :

Considerar dados como o raio da terra, o raio da órbita e a longitude do satélite (satélites geoestacionários síncronos estão sobre o equador), além da posição exata da estação terrestre são essenciais para a orientação da antena, que geralmente tem características direcionais. Desta forma, a tarefa de orientar antenas de transmissão e recepção deve ser feita por pessoal especializado.

### 7. Interferências :

A propagação de ondas eletromagnéticas está sujeita a diversas fontes de ruído, que são determinadas pela localização do enlace em relação às fontes. Transmissores de outros sinais, como televisão, rádio etc, além de equipamentos elétricos e eletrônicos em geral, geram ondas eletromagnéticas que podem se tornar fontes de interferência em função da potência do sinal. Além disto, como veremos a seguir, existe o ruído branco, que é gerado por qualquer condutor elétrico pelo simples movimento dos elétrons. É por este motivo que normalmente se torna impossível reconhecer sinais de potência muito baixa, já que eles terão potência inferior à potência das interferências.

Sendo assim, para assegurar boa qualidade de transmissão, os ruídos devem ser minimizados, de forma a que a relação entre sinal e ruído seja a menor possível.

Na prática, a potência do sinal aparece somada à potência do ruído. Existem dois tipos de ruído : os ruídos aleatórios (ou ruído branco), cujas frequências são uniformemente espalhadas por todo o espectro e com amplitude média constante e o ruído impulsivo, com amplitude média bastante baixa ou nula, porém com picos de potência de grande amplitude.

#### 7.1. Ruído Branco :

Este tipo de ruído, presente em todos os elementos passivos, é também conhecido como ruído aleatório ou térmico, pois está inteiramente ligado à temperatura absoluta. Ele é gerado pela própria movimentação dos elétrons livres em um meio condutor.

O movimento dos elétrons gera dois efeitos básicos : a circulação de corrente e uma potência de sinal.

Quanto à corrente gerada pela agitação térmica, esta não tem direção de deslocamento preferencial, sendo totalmente aleatória. Sendo assim, são apresentados valores ora em um sentido, ora em outro, sendo que a média em um determinado período de tempo é zero.

Quanto à potência, temos um valor médio diferente de zero, pois a potência é uma grandeza sempre positiva ( $P=RI^2$ , onde o quadrado de  $i$  elimina os valores negativos). Desta forma, os efeitos do ruído podem ser analisados com base na potência média.

Uma outra característica interessante é a constância de potência no espectro, independente da frequência (pelo menos até frequências muito altas, em torno de



10.000 GHz). Sendo assim, o ruído térmico é também chamado de ruído branco, pois como a luz branca, contém componentes de praticamente todas as frequências.

## **7.2. Ruído Impulsivo :**

Normalmente associado a fontes ativas de ruído, como outros transmissores, equipamentos elétricos e eletrônicos, que geram ruído com espectro bem limitado. Para evitar estas fontes de ruído, pode-se afastar o equipamento receptor da fonte de ruído, ou, em casos especiais, utilizar filtros especializados na atenuação de sinais com frequência específica igual à da fonte de interferência.

## **8. Linhas Privadas de Comunicação de Dados**

São compostas pelo meio de transmissão constituído de um ou mais pares de fios, além de equipamentos eletrônicos. Estas linhas não se encontram interligadas ao sistema de comunicação telefônica comutada das centrais telefônicas, garantindo um nível de qualidade superior às linhas comutadas convencionais. Além disto, estas oferecem características elétricas e de operação adequadas à prestação de serviço de comunicação de dados.

Conectar diretamente a origem e o destino da linha permite que se evite os problemas causados pela comutação telefônica. A comutação telefônica é o processo que permite a determinação do caminho que interliga o aparelho de origem e o destino em um sistema telefônico típico.

### **8.1. Tipos :**

Utilizaremos a seguir a classificação adotada pela Telebrás (Prática No. 225-540-713). Esta classificação determina que as linhas de comunicação de dados podem ser de 3 tipos :

#### **8.1.1. LPCDs tipo N (Normal) :**

Permitem a transmissão analógica de dados em âmbito urbano ou interurbano. Uma de suas características é a independência em relação à taxa de transmissão de dados, que tipicamente pode estar entre 300 e 9600 bps, o que já não é tão comum hoje em dia. Admitem apenas modems analógicos, que serão analisados posteriormente. Na Tabela 2 apresentamos algumas características técnicas deste tipo de linha.

Parâmetros	Valores Limites
Atenuação a 800 Hz (Total)	30 dB
Distorção de Atenuação (em relação a 800 Hz)	Freqüência(Hz) Atenuação (dB) 300 ~ 500 = -3 a +12 500 ~ 2400 = -2 a + 8 2400 ~ 2700 = -3 a +12 2700 ~ 3000 = -4 a +15
Distorção por Atraso de Grupo <sup>2</sup>	Freqüência(Hz) Atraso de Grupo (µS) 800 ~ 2600 = ≤ 1750
Relação Sinal/Ruído	≥ 24 dB (para um sinal de 800 Hz)
Contagem de Ruído Impulsivo	18 em 15 minutos Nível de Decisão <sup>3</sup> : 5 dB abaixo do nível do sinal recebido para um sinal transmitido de 0 dBm.

Tabela 2 - Características de uma LPCD do tipo "N"

### 8.1.2. LPCDs tipo C (Condicionada) :

Mantém as características da LPCD tipo N, com características elétricas melhoradas, conforme podemos ver na Tabela 3. Para obtenção destas características, as LPCDs tipo C incluem equipamentos adicionais, como equalizadores de amplitude<sup>4</sup>, amplificadores, dispositivos de atraso de grupo etc.

Parâmetros	Valores Limites
Atenuação a 800 Hz (Total)	15 dB
Distorção de Atenuação (em relação a 800 Hz)	Freqüência(Hz) Atenuação (dB) 300 ~ 1000 = -2 a + 6 1000 ~ 2400 = -1 a + 3 2400 ~ 2700 = -2 a + 6 2700 ~ 3000 = -3 a +12
Distorção por Atraso de Grupo	Freqüência(Hz) Atraso de Grupo (µS) 800 ~ 1000 = ≤ 1750 1000 ~ 2400 = ≤ 1000 2400 ~ 2600 = ≤ 1750
Relação Sinal/Ruído	≥ 40 dB (para um sinal de 800 Hz)
Contagem de Ruído Impulsivo	18 em 15 minutos Nível de Decisão : 5 dB abaixo do nível do sinal recebido para um sinal transmitido de 0 dBm.

Tabela 3 - Características de uma LPCD do tipo "C"

<sup>2</sup> A distorção por Atraso de Grupo é gerada em função dos meios de transmissão não apresentarem uma característica linear de fase X freqüência. Isto altera a relação de fase entre as diversas freqüências do espectro utilizado na transmissão de dados, resultando em distorção na recepção. Por definição, ele é igual à derivada da fase em relação à sua freqüência, tendo portanto unidade igual à do tempo. Para um meio linear, ela é igual a zero. Devido às impedâncias presentes no meio de transmissão, ela tem valor às vezes significativo. Conhecendo-se as freqüências de corte, aconselha-se a transmissão em freqüências não muito próximas por este motivo.

<sup>3</sup> Neste caso, estamos indicando o nível a partir do qual considera-se a ocorrência de um ruído impulsivo.

<sup>4</sup> Assim como nos equipamentos de áudio, o equalizador de amplitude é um equipamento que apresenta atenuação variável e ajustável por faixa de freqüência pelo usuário, geralmente um técnico especializado. Graças à ele, pode-se compensar perdas normalmente encontradas em determinadas faixas de freqüência.

### 8.1.3. LPCDs tipo B (Banda Base) :

Totalmente diferentes das duas anteriores, esta LPCD considera uma transmissão no padrão Banda Base (sem portadora, utilizando-se de técnicas de modulação digital). Graças à esta característica, ela exige um par físico sem componentes ou equipamentos eletrônicos de compensação e torna possível a utilização de modems digitais, que não podem ser utilizados nos outros tipos de LPCD. Além disto, elas tem velocidade de operação específica, sendo diferentes para cada uma das velocidades envolvidas.

Seus parâmetros então são variáveis para cada um dos seus tipos, conforme podemos ver nas tabelas abaixo :

#### Atenuação a 800 Hz :

Velocidade de Transmissão	1.200 bps	2.400 bps	4.800 bps	9.600 bps	19.200 bps
Atenuação a 800 Hz	36 dB	26 dB	18 dB	13 dB	9 dB

#### Atenuação relativa a 800 Hz (expressa em dB) :

Frequência (Hz)/Taxa (bps)	1200 bps	2400 bps	4.800 bps	9.600 bps	19.200 bps
100 Hz	-23	-17	-12	-8	-6
200 Hz	-18	-13	-9	-7	-4
600 Hz	-5	-3	-2	-2	-1
1.200 Hz	8	6	4	3	2
1.600 Hz	15	11	7	5	4
2.400 Hz	26	19	13	10	7
3.000 Hz	34	25	17	12	8
4.000 Hz	44	32	22	16	11
4.800 Hz	52	38	26	19	13
6.000 Hz	62	46	31	23	16
7.000 Hz	70	51	35	25	17
8.000 Hz	77	57	39	28	19
9.000 Hz	84	62	42	31	21
9.600 Hz	88	65	44	32	22

Continuando a análise dos dados para este tipo de LPCD, temos :

**Relação Sinal/Ruído** :  $\leq 24$  dB em relação ao nível do sinal recebido. Para obtenção deste valor, considera-se uma potência de entrada básica de 0 dBm para o sinal transmitido.

**Contagem de Ruído Impulsivo** : assim como nos outros tipos de LPCD, é igual a 18 contagens em 15 minutos, agora com nível de decisão de 12 dB abaixo do nível do sinal recebido, para um sinal transmitido de 0 dBm.

Os parâmetros de transmissão e respectivos valores limites são estabelecidos para este tipo de LPCD tendo em vista os limites de alcance especificados para os modems digitais. Há um valor de alcance associado a cada uma das velocidades de transmissão (em bps) em que pode operar o modem. Para todos os efeitos práticos, o alcance é um comprimento de cabo para o qual a curva de atenuação de um par físico é tal que ainda pode ser compensada pelo equalizador do modem para determinada velocidade de transmissão.

Considerando que a velocidade de transmissão é fator limitante de uma série de características da LPCD tipo B, estas são identificadas com base em nomenclaturas que contém estas velocidades de forma expressa. Ex : LPCD tipo B1200, tipo B2400, tipo B4800 e tipo B9600.

## Exercícios :

- 1) Considerando a propagação de um sinal de pequeno comprimento de onda em um ambiente hipotético sem objetos interferentes, com uma distância entre emissor e receptor de 2 km, e um transmissor de 20 Watts, responda :
  - a) Qual seria a potência em Watts/m<sup>2</sup> captada no receptor ?
  - b) Se estivéssemos em um ambiente normal, a potência recebida poderia ser diferente. Explique porque o valor poderia ser menor. Depois disto, explique porque a potência poderia ser maior.
  - c) Com base nas explicações apresentadas em sala, que providências poderiam ser tomadas para aumentar a potência recebida ?

- 2) Assinale as alternativas corretas com a letra ( C ) e as erradas com a letra ( E ) :

- ( ) Em função do comprimento de onda ser inversamente proporcional à frequência do sinal, e levando-se em conta o pré-requisito para propagação em linha reta, podemos dizer que, quanto maior a frequência do sinal, maior a probabilidade do mesmo se propagar em linha reta.
- ( ) Durante uma transmissão entre dois pontos terrestres, considerando-se que o sinal atravessará a fronteira entre duas regiões atmosféricas de densidades diferentes, torna-se mais interessante o fenômeno da reflexão do que o da refração, já que através deste pode-se garantir uma maior potência recebida no receptor.
- ( ) O fenômeno da difração pode ser interessante para garantir a propagação do sinal através de montanhas ou em regiões com muitos obstáculos à propagação de sinais, o que se torna particularmente aplicável para sinais com pequeno comprimento de onda.
- ( ) Comunicações com eficiência afetada pelo horário de transmissão, considerando emissor e receptor fixos, são vítimas da variação das características da troposfera em função da incidência de raios solares.

- 3) Associe as definições abaixo :

- ( a ) LF
- ( b ) VHF
- ( c ) ELF
- ( d ) UHF
- ( e ) MF

- ( ) Faixa com grandes comprimentos de onda, tem atenuação baixa no solo ou no mar, já foi utilizada para comunicação com submarinos e escavações de minas.
- ( ) Utiliza dois métodos de propagação : reflexão ionosférica ou ondas de superfície, a depender da frequência do sinal.
- ( ) Utilizada para transmissão de sinais de áudio em Frequência Modulada.
- ( ) Necessita de visada entre transmissor e receptor, devido ao pequeno comprimento de onda.
- ( ) Utilizada para transmissão de sinais de Televisão.

4) Assinale as opções como (C)ertas ou (E)rradas :

- ( ) A utilização de satélites para comunicação de dados pode gerar um atraso na propagação do sinal devido à altura da órbita.
- ( ) Em função dos custos da comunicação por satélite não serem proporcionais à distância envolvida, aplicações envolvendo pequenas distâncias podem utilizar este meio sem maiores preocupações.
- ( ) Graças à curvatura da terra, para que dois pontos se comuniquem utilizando um único satélite, eles devem estar a um limite de distância que é variável de acordo com a altura do satélite e posição sobre o globo.
- ( ) Assim como a luz branca, que tem componentes de todas as frequências de luz visível, o ruído branco possui componentes em todas as frequências do espectro.

5) No que consiste a distorção por atenuação e como ela pode ser corrigida ?

---

---

---

---

---

---

---

---

6) Em função da distorção por atenuação, qual a faixa ideal de frequência a ser utilizada em uma LPCD do tipo N ?

---

---

7) Considerando os parâmetros utilizados na "Contagem de Ruído Impulsivo" e sabendo que esta representa uma das formas mais simples de identificação de fontes de ruído não aleatórios, qual o tipo de LPCD menos sujeita a ruídos deste tipo ?

---

---

8) Qual(is) o(s) tipo(s) de LPCD que exige(m) a modulação do sinal a ser transmitido ? Porque ?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---