

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 03 Espectro Eletromagnético

“Faça o que puder, com o que tiver,
onde estiver.” (Theodore Roosevelt)



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

O que Aprenderemos?

- Compreender o que é o espectro eletromagnético e suas principais faixas.
- As principais características das faixas de espectro utilizadas em redes sem fio.
- Relacionar as faixas do espectro com suas aplicações tecnológicas (comunicação, medicina, indústria, etc.).
- Identificar a importância da regulamentação pela ANATEL e uso eficiente do espectro em sistemas de comunicação sem fio.



Espectro Eletromagnético

Ondas Eletromagnéticas são ondas que transportam energia através do espaço, sem a necessidade de um meio material para se propagar, o que as torna capazes de viajar até no vácuo. Elas são formadas pela oscilação simultânea de campos elétricos e magnéticos, que são perpendiculares entre si e à direção de propagação da onda.

As ondas eletromagnéticas são divididas de acordo com a sua frequência em 18 grandes faixas. Esta divisão é denominada de espectro eletromagnético.

Espectro Eletromagnético

Cada faixa do espectro tem propriedades específicas: penetração, absorção, reflexão, entre outras. Estas propriedades as tornam adequada para diferentes tipos de aplicações. Por exemplo, as microondas são usadas para comunicações sem fio e cozimento de alimentos, enquanto os raios X são usados em imagens médicas e inspeção de materiais.



Limites de frequência	Comprimento de onda	Denominação oficial	Tipos de ondas
3Hz – 30Hz	$10^6\text{km} - 10^4\text{km}$	ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>)	Ondas acústicas
30Hz – 300Hz	$10^4\text{km} - 10^3\text{km}$	SLF (<i>Super Low Frequency</i>)	Ondas acústicas
300Hz – 3KHz	$10^3\text{km} - 10^2\text{km}$	ULF (<i>Ultra Low Frequency</i>)	Ondas acústicas
3KHz – 30KHz	$100\text{km} - 10\text{km}$	VLF (<i>Very Low Frequency</i>)	Ondas muito longas
30KHz – 300KHz	$10\text{km} - 1\text{km}$	LF (<i>Low Frequency</i>)	Ondas longas
300KHz – 3MHz	$1\text{km} - 100\text{m}$	MF (<i>Medium Frequency</i>)	Ondas médias
3MHz – 30MHz	$100\text{m} - 10\text{m}$	HF (<i>High Frequency</i>)	Ondas curtas
30MHz – 300MHz	$10\text{m} - 1\text{m}$	VHF (<i>Very High Frequency</i>)	Ondas muito curtas
300MHz – 3GHz	$1\text{m} - 10\text{cm}$	UHF (<i>Ultra High Frequency</i>)	Micro-ondas
3GHz – 30GHz	$10\text{cm} - 1\text{cm}$	SHF (<i>Super High Frequency</i>)	Micro-ondas
30GHz – 300GHz	$1\text{cm} - 1\text{mm}$	EHF (<i>Extremely High Frequency</i>)	Micro-ondas
300GHz – 3THz	$1\text{mm} - 100\mu\text{m}$	Sem designação	Micro-ondas
300GHz – 375GHz	$1\text{mm} - 800\text{nm}$	Infravermelho	Faixa de luz
375THz – 790THz	$800\text{nm} - 380\text{nm}$	Luz visível	Faixa de luz
790THz – 22,5PHz	$380\text{nm} - 13\text{nm}$	Ultravioleta	Faixa de luz
22,5PHz – 45EHZ	$13\text{nm} - 6,7\text{pm}$	Raios X	Faixa de alta energia
45EHZ – 270EHZ	$6,7\text{pm} - 1\text{pm}$	Raios gama	Faixa de alta energia
270EHZ em diante	menor que 1pm	Raios cósmicos	Faixa de alta energia

Espectro Eletromagnético

Como o espectro é limitado e valioso, seu uso é regulamentado por órgãos oficiais para evitar interferências e garantir o uso eficiente. No Brasil, a ANATEL é a agência responsável pela gestão do espectro de radiofrequências.

Espectro Eletromagnético

O comportamento das ondas eletromagnéticas está diretamente ligado à sua frequência, por exemplo:

- Ondas de baixa frequência, como as utilizadas em rádio AM, possuem maior comprimento de onda e conseguem contornar ou atravessar barreiras com mais facilidade, apresentando uma excelente capacidade de penetração;
- Ondas de baixa frequência conseguem viajar por distâncias maiores, mesmo em ambientes com obstáculos, devido à sua menor atenuação e maior capacidade de contorno.
- Alta frequência oferecem maior capacidade de transmissão de dados, porém com alcance mais limitado pois ondas tendem a se propagar em linha reta, apresentando maior dificuldade para contornar ou atravessar barreiras físicas.

Espectro Eletromagnético

As principais faixas do espectro eletromagnético utilizados para transmissão de dados são:

- Ondas de Rádio (VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF);
- Micro-ondas (subfaixa das SHF);
- Infravermelho (IR);
- Luz Visível (Fibras Ópticas).



Ondas de Rádio

As ondas de rádio são ondas eletromagnéticas que vão de 3 kHz a 3 GHz. Elas possuem alta capacidade de propagação a longas distâncias e boa penetração.

Elas são utilizadas nas estações de rádios AM, FM, radioamador, serviços aeronáuticos e marítimos, comunicações com aviões e embarcações civis, militares ou comerciais, serviços de segurança pública (polícia e bombeiro), TV Analógica/Digital, Wi-Fi e Telefonia Móvel (2G, 3G, 4G e parte do 5G).



Ondas de Rádio



Microondas

As microondas têm frequências (entre 3 e 300 GHz), possui uma alta capacidade de transmissão de dados, viajam em linha e precisam utilizar antenas direcionais para enviar sinais de um ponto a outro. Essas antenas precisam de uma linha de visão direta (LoS), ou seja, as ondas de micro-ondas tem dificuldades em atravessar obstáculos como montanhas ou prédios.

As microondas são usadas em uma ampla gama de aplicações, tais como: comunicação por satélite, telefonia celular (parte do 5G), radar, fornos de microondas, Wi-Fi e Bluetooth.





Infravermelho

A transmissão em infravermelho (IV) refere-se ao uso de ondas eletromagnéticas situadas na faixa do espectro que vai de aproximadamente 300 GHz a 400 THz. O infravermelho é direcional e, portanto, requer uma linha de visão direta (LoS) entre os transmissores e receptores. Obstáculos físicos como paredes podem bloquear o sinal. O infravermelho pode ser afetado por fontes de luz solar e outras fontes de luz intensa, causando interferências em ambientes abertos. Eles são utilizados em controles remotos, comunicação de periféricos de computadores (padrão IrDA) e fibras ópticas.



Luz Visível

A faixa referente a luz visível corresponde a frequência do espectro que é percebida pelo olho humano. A luz visível é usada em iluminação e em tecnologias de exibição, como telas de computador e televisão. É possível também utilizar nas comunicações em fibra óptica, mas a sua atenuação é maior do que as ondas em infravermelho, acarretando em distâncias menores.



Na luz visível é utilizado a divisão das ondas eletromagnéticas em função do comprimento de onda. Este representa a distância que um sinal percorre em um período.

<i>Cor</i>	<i>Comprimento de onda</i>	<i>Frequência</i>
Vermelho	~ 625 - 740 nm	~ 480 - 405 THz
Laranja	~ 590 - 625 nm	~ 510 - 480 THz
Amarelo	~ 565 - 590 nm	~ 530 - 510 THz
Verde	~ 500 - 565 nm	~ 600 - 530 THz
Ciano	~ 485 - 500 nm	~ 620 - 600 THz
Azul	~ 440 - 485 nm	~ 680 - 620 THz
Violeta	~ 380 - 440 nm	~ 790 - 680 THz

$$\text{Comprimento de onda } (\lambda) = \frac{\text{velocidade de propagação}(c)}{\text{frequência}(f)}$$



O espectro eletromagnético é um recurso natural limitado e, portanto, é necessário regulamentar seu uso para garantir sua utilização eficiente e para evitar interferências entre diferentes sistemas de comunicação e tecnologias.

No Brasil, a ANATEL é um órgão regulador do espectro eletromagnético. Ele atribui faixas específicas do espectro para diferentes tipos de serviços de comunicação, como rádio AM/FM, televisão, comunicações móveis, entre outros.

São outras funções da ANATEL:

- Emite concessões, permissões e autorizações para a prestação de serviços de telecomunicações;
- Regula aspectos econômicos do setor de telecomunicações, como tarifas e competição;
- Monitora e fiscaliza a qualidade dos serviços de telecomunicações;
- Promove o desenvolvimento tecnológico do setor de telecomunicações, incentivando a inovação e a adoção de novas tecnologias
- Realiza certificação de produtos, observados os padrões e normas internacionais estabelecidas.



Faixa ISM

Para utilizar uma faixa de frequência específica, as empresas e organizações geralmente precisam obter uma licença da ANATEL. Isso ajuda a controlar quem pode usar o espectro e a garantir que as tecnologias sejam implantadas de forma responsável e eficiente.

Entretanto, acordos internacionais destinaram algumas faixas de frequência que podem ser usados sem a necessidade de obter licença. Estas faixas foram reservadas para uso industrial, científico e médico (ISM). Elas podem ser usados de maneira irrestrita por qualquer aplicação. São elas:

- 902 - 928Mhz;
- 2,4 - 2,485 Ghz;
- 5,150 - 5,825 Ghz;

Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE