Como funcionam as antenas

19 de Novembro de 2019

VOCÊ SABIA QUE...

as antenas são dispositivos que captam e transmitem sinais de natureza eletromagnética? Por meio delas, nós humanos, somos capazes de transmitir e receber informações diariamente. Se você quiser descobrir qual a física por trás destes aparelhos, este panfleto irá te contar!

Fundamentos

1. Campos eletromagnéticos

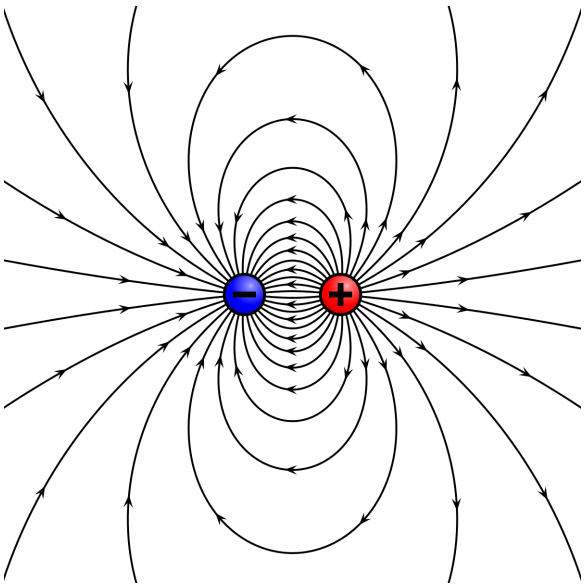

Figura 1: Representação das linhas de campo geradas por uma carga negativa (em azul) e um carga positiva (em vermelho).

A importância da eletricidade para a vida do homem hoje é indiscutível, em particular, as antenas, que são dispositivos elétricos, desempenham um papel crucial na transmissão de informação de maneira rápida e eficiente. Para compreendermos o funcionamento de uma antena, devemos primeiramente entender o conceito de **carga elétrica** e o **campo elétrico** produzido por ela. Carga elétrica é uma propriedade da matéria que a faz sentir uma força na presença de campos elétricos. O campo elétrico, que é produzido por uma carga elétrica, por sua vez, permeia o espaço ao redor de sua fonte, agindo em outras cargas. Este conceito de campo é uma explicação para uma força que surge entre dois corpos, seja ela gravitacional, seja ela eletromagnética. Na Terra, temos um campo gravitacional, que faz surgir a força gravitacional entre você e a Terra, por exemplo; essa força que te mantém preso ao chão, e te faz voltar quando você pula. O mesmo acontece com um campo elétrico: quando temos duas cargas, elas terão uma força de atração ou repulsão entre elas (cargas opostas se atraem; cargas iguais se repelem). O que explica essa força elétrica é um campo elétrico que sai de cada uma das cargas.

2. Radiação: campos se desprendendo das fontes

Se posicionarmos essas duas cargas lado a lado, as **linhas de campo** da carga positiva saem em direção a carga negativa, conforme a figura (1). A linha de campo representa a direção do campo elétrico naquele ponto.

Quando essas cargas começam a se mover, trocando de lugar, essas linhas de campo acompanham a carga. Uma vez que elas passam uma pela outra, as linhas de campo se fecham, e formam uma linha de campo fechada que se propaga para longe das

Elaborado pelos alunos: Isadora Neme Ribeiro, Júlio Ramos Maretti e Renan Liupekevicius Carnielli
Cursos: Bacharelado em Física/Eng. Física - Disciplina: Eletromagnetismo II - Responsável: Prof. Dr. Marcus Bonança

cargas. Este fenômeno pode ser observado na figura (2). Esse é o conceito de **radiação**, e é assim que se consegue fazer propagar um campo eletromagnético para longe de um par de cargas. Se as cargas mantêm este movimento repetitivo, elas geram ondas que se fecham e se propagam para longe de suas fontes.

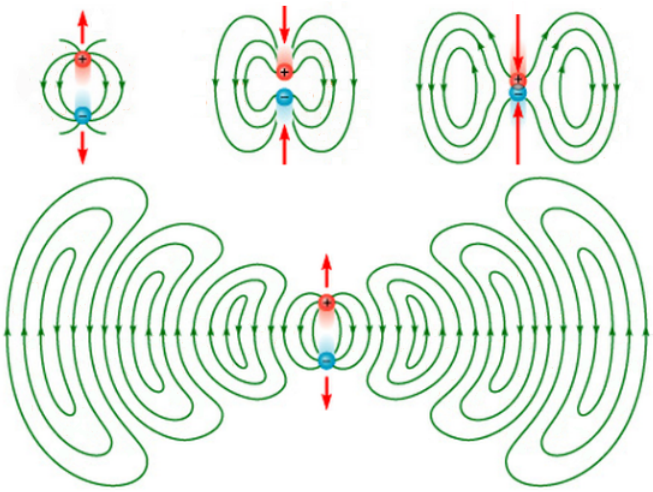

Figura 2: Representação de como uma onda eletromagnética é gerada. Na figura está somente representado as linhas do campo elétrico.

Essa situação é análoga a um bolha de sabão se desprendendo de um canudo. Após uma quantidade suficiente de ar, a bolha de sabão fica grande em relação ao ponto que está sendo gerada e se desprende. Isto é comparável ao cruzamento das linhas de campo no caso das cargas em movimento oscilatório mostrados na figura (2). É importante também dizer que este campo que se desprende da fonte e se propaga no espaço livre, seja o ar ou o espaço sideral (usa-se o termo **fonte** nesse caso pois estamos imaginando que há alguém que está forçando estas cargas a se moverem em um movimento oscilatório).

Como funcionam

Uma antena é um componente desenvolvido para irradiar ou captar ondas eletromagnéticas. A antena atua como uma interface entre uma linha de transmissão e o espaço livre. Desta forma, ela pode atuar tanto como um transmissor quanto receptor de ondas eletromagnéticas.

Como foi visto acima, duas cargas oscilantes geram radiação, isto, é, campos eletromagnéticos que se desprendem de sua fonte e se propagam no espaço livre. Basicamente todas as antenas de uma forma ou de outra seguem este princípio para emitir (ou receber) radiação.

Como na prática é tecnicamente complicado de forçar duas únicas cargas em movimentos oscilatórios, uma fonte de alimentação alternada que alimenta a extremidade de dois fios é utilizada para obter o mesmo efeito. Veja o esquema mostrado na figura (3).

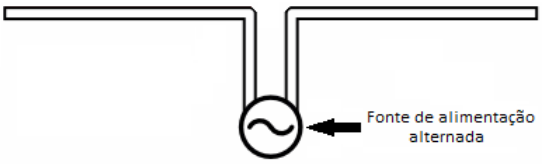

Figura 3: Esquema de um sistema simples para gerar radiação. Este tipo de antena é chamada antena de dipolo.

Atuando como um receptor de ondas eletromagnéticas, o princípio de funcionamento das antenas é justamente o contrário: a radiação proveniente do espaço livre exerce uma força nas cargas elétricas da antena, induzindo nelas um movimento oscilatório. Esse movimento se traduz na transmissão de sinais da radiação para o sistema no qual a antena está conectada.

Tipos de antenas

Como descrito anteriormente, o princípio básico de uma antena é gerar ou receber radiação. Na seção anterior foi descrito como a radiação é gerada por um dipolo oscilante. No entanto, existem outras formas de alcançar este resultado utilizando tipos diferentes de antenas. a é gerar ou receber radiação. Na seção anterior foi descrito como a radiação é gerada por um dipolo oscilante. No entanto, existem outras formas de alcançar este resultado utilizando tipos diferentes de antenas.

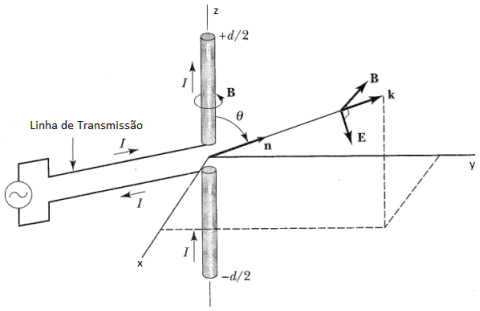

Figura 4: Esquema de uma antena de fio linear[5].

As antenas podem ser divididas em diferentes categorias de acordo com suas aplicações.

As antenas de fio (na figura 4) é a antena mais comum e vastamente usada na indústria e pode assumir forma linear, em *loop* ou helicoidal. Antenas de abertura que são comumente usadas em aeronaves e espaçonaves. Antenas *microstrip* são pequenas e por isso são muito utilizadas nos telefones celulares. Antenas refletoras, que normalmente tem sua forma parabólica, são utilizadas em estudo da radiação espacial.

Aplicação na telecomunicação

Por exemplo, para que haja comunicação ao usar um celular, é preciso ter várias antenas. A área à disposição de um celular deve conter a estação base, que é conectada à estação de comutação e se comunica com os celulares por meio de ondas de rádio e, então, conecta esses celulares à rede pública de comutação [3]. Esse esquema pode ser visto na figura 5, em que toda a comunicação entre celular e base, bem como entre a base e o centro de comutação, é realizada por meio de antenas. Dois tipos de canais de rádio são usados: canais de controle, que levam sinais de controle, e canais de tráfico, que levam mensagens.

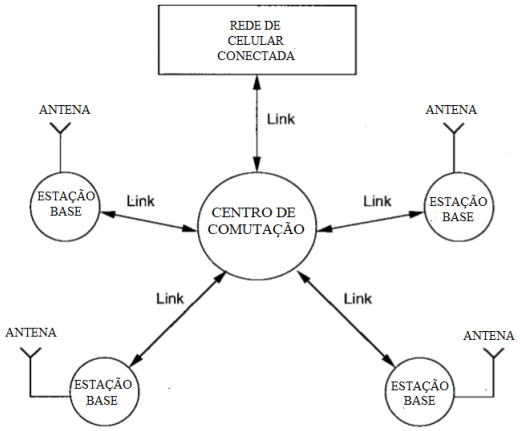

Figura 5: Esquema de comunicação via celular (figura adaptada de [3])

Uma vez que um celular é ligado, ele procura por canais de controle e é sintonizado com o canal de sinal mais forte, geralmente vindo da estação base mais próxima. Então, a estação de base envia essa mensagem à rede de celular conectada. Ela designa um canal de tráfego ao celular em questão (já que os canais de controle são usados por todos os celulares da área e não podem ser usados para o tráfego de informação).

Uma vez que o canal de tráfego é designado, essa informação é passada ao celular via estação base e o celular se conecta ao canal. O canal de comutação, então, completa a ligação.

Quando alguém liga para um celular, o centro de comutação envia uma mensagem através de várias estações base. Um celular conectado a um canal de controle detecta seu número e responde com um sinal à base mais próxima, a qual, por sua vez, informa o centro de comutação sobre a localização do celular. O centro de comutação designa um canal e a ligação é completada.

BIBLIOGRAFIA

Referências

[1] Constantine A Balanis. Antenna theory: A review. *Proceedings of the IEEE*, 80(1):7–23, 1992.

[2] Constantine A Balanis. *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons, 2016.

[3] L. C. Godara. Applications of antenna arrays to mobile communications. i. performance improvement, feasibility, and system considerations. *Proceedings of the IEEE*, 85(7):1031–1060, 1997.

[4] David J Griffiths. Introduction to electrodynamics (1989). *Google Scholar*, 55, 2013.

[5] Mark A Heald and Jerry B Marion. *Classical electromagnetic radiation*. Courier Corporation, 2012.

APOIO

Instituto de Física, Coordenação de Graduação.