

FÍSICA IV

AULA 04: AS EQUAÇÕES DE MAXWELL; ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

TÓPICO 04: APLICAÇÕES NO COTIDIANO

A maioria das invenções que marcaram o século vinte e mudaram muito a nossa vida, como o rádio, a televisão, o telefone, o forno de micro-ondas, o radar, o celular, a Internet, dependem das ondas eletromagnéticas para o seu funcionamento.

Mesmo sem todas essas maravilhas modernas, ainda assim as ondas eletromagnéticas teriam e têm um papel muito importante em nossa vida: o nosso sistema de visão funciona pela detecção de ondas eletromagnéticas (na parte visível do espectro) e, acima de tudo, é por meio das ondas eletromagnéticas que a nossa Terra recebe a energia do Sol.



PARADA OBRIGATÓRIA

Para compreender as aplicações das ondas eletromagnéticas no nosso cotidiano, é preciso compreender a teoria das ondas eletromagnéticas.

É FUNDAMENTAL QUE VOCÊ FAÇA UMA BREVE REVISÃO DOS PRINCIPAIS TÓPICOS DESSA AULA.

REVISÃO

Onda eletromagnética é uma perturbação constituída por campos elétricos e magnéticos variando com o tempo. Essa perturbação se propaga de uma região para outra, mesmo quando não existe matéria nessas regiões. Ou seja, a onda eletromagnética se propaga no vácuo.

Todas as ondas eletromagnéticas têm a mesma velocidade no vácuo que vale aproximadamente 300.000 km/s. Este é o maior valor de velocidade do universo que a ciência conhece hoje.

A velocidade de uma onda é dada por:

$$v = \lambda f$$

Todas as ondas eletromagnéticas têm a mesma natureza e qualquer uma delas é o resultado da vibração de campos elétricos e magnéticos que se propagam no espaço. O que as diferencia é o comprimento de onda (ou a frequência).

A onda eletromagnética é uma onda transversal.

A energia das ondas eletromagnéticas depende somente da frequência:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Onde $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s é uma constante universal chamada constante de Planck.

O transporte de energia em uma onda eletromagnética é representado pelo vetor de Poynting, S , cujo módulo é igual à energia propagada (dU) por unidade de área (A) por unidade de tempo (dt). O sentido do vetor S estabelece o sentido da propagação energia irradiada. $S = P/A$, onde P é potência.

A superposição das ondas incidentes e refletidas forma uma onda estacionária.

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

1 - COMO SE FORMAM OS ARCO-ÍRIS

2 - COMO FUNCIONA O CONTROLE REMOTO PARA A TRAVA ELÉTRICA DE UM CARRO

3 - TELEFONE CELULAR

4 - FORNO MICRO-ONDAS

5 - RAIOS LASER

6 - RADAR

7 - A INTERNET

1. COMO SE FORMAM OS ARCO-ÍRIS

Um dos mais belos espetáculos da natureza, o arco-íris é um exemplo da propagação de ondas eletromagnéticas através de meios diferentes.

Basta uma chuva ocorrendo no lado oposto ao que o Sol se encontra e lá aparece ele: o arco-íris.

Os arco-íris se formam devido à refração da luz no interior de uma gota de água de chuva. A refração é um fenômeno em que um raio de luz se desvia ao mudar do ar para a água (ou qualquer outra substância). Ocorre que esse desvio é diferente para cada cor. Um raio de luz vermelha sofre um desvio menor que um raio de cor verde, que é menor que um de cor azul.

Se quiserem saber todos os detalhes da formação desse fenômeno, acesse [O Arco-Íris – Introdução \[1\]](#).

2. COMO FUNCIONA O CONTROLE REMOTO PARA A TRAVA ELÉTRICA DE UM CARRO

O mecanismo que você usa para travar ou destravar as portas do carro ou para abrir o portão da garagem é um pequeno radiotransmissor, isto é, um transmissor de ondas eletromagnéticas.

Quando você aperta um botão, o transmissor liga e envia um código (um sinal eletromagnético) para o receptor (no carro ou na garagem). Dentro do carro ou da garagem está um receptor de rádio sintonizado na frequência que o transmissor utiliza. Os sistemas modernos utilizam frequências na faixa de 300 MHz a 400 MHz.

3. TELEFONE CELULAR

O telefone celular é um aparelho de comunicação por ondas eletromagnéticas.

Os celulares operam na faixa das ondas de rádio ou radiofrequência e o sistema de funcionamento é formado por três componentes:

- Estação móvel

Estação Móvel é o nome dado ao próprio aparelho, o telefone celular;

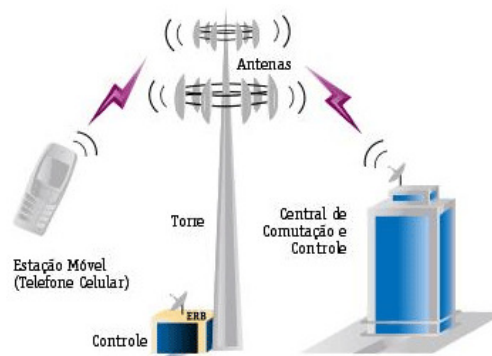
- Estação Rádio - Base

Estação Rádio-Base (ERB) encaminha as ligações para a Central de Comutação e Controle (CCC).

- Central de Comunicação e Controle

A Central de Comutação e Controle (CCC) funciona como o "cérebro" do sistema, ligando-se a todas as Estações Rádio-Base e o Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC), bem como controlando as chamadas.

Quando o telefone celular é usado para originar ou receber chamadas ou para utilizar outros serviços de comunicação, o contato com sua operadora é feito mediante o envio e a recepção de ondas eletromagnéticas para a antena da estação rádio-base (ERB). Esses sinais são recebidos pela ERB e encaminhados para a central de comutação e controle (CCC) da operadora, cuja função é encaminhar as ligações para outras centrais, sejam elas operadoras de telefones fixos ou móveis, completando as ligações.



Fonte [2]

Figura do esquema da transmissão da onda eletromagnética entre o telefone celular e central de controle e vice-versa.

Hoje se fala muito na mídia sobre os efeitos nocivos à saúde que podem resultar do uso dos telefones celulares. Até que ponto a radiação eletromagnética utilizada no seu funcionamento é suficiente para causar algum dano à saúde dos seres humanos? Essa é ainda uma questão bastante controversa. O fato é que o uso do celular bem próximo à cabeça durante o uso, leva a um questionamento se a radiação em contato direto com o tecido da cabeça pode causar algum prejuízo a longo prazo. Mas nada ainda está definido a esse respeito.

4. FORNO MICRO-ONDAS

Objeto de desejo de toda dona de casa, a ideia do forno de micro-ondas surgiu de um mero acidente.

Percy Spencer (1894 -1970), cientista americano que trabalhava na empresa Raytheon, fabricando magnetrons para aparelhos de radar, um dia estava trabalhando num aparelho de radar ativo quando observou uma sensação repentina e estranha, e viu que uma barra de chocolate que tinha no seu bolso tinha derretido.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Forno_micro-ondas [3]

O forno de micro-ondas usa micro-ondas para cozinhar ou apenas aquecer os alimentos. As micro-ondas são **ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**. Na classificação do espectro as micro-ondas são ondas de rádio com comprimentos de onda variando entre 1 mm e 1 m. O comprimento de onda mais utilizado nos fornos domésticos é de aproximadamente 12 cm, que corresponde a uma frequência de 2,45 GHz. As ondas de rádio nessa frequência são absorvidas principalmente pela água contida nos alimentos.

Saiba mais sobre micro-ondas:

A absorção de energia das micro-ondas provoca um aumento na agitação molecular da água levando ao seu aquecimento. Esse aquecimento se difunde por todo o alimento. Por essa razão, um alimento como o pão, por exemplo, não é aquecido muito bem no micro-ondas: ele é pobre em moléculas de água.

Materiais tais como vidro, papel e plástico não são afetados pelas micro-ondas, por isso, ao aquecermos um determinado alimento num recipiente feito de um desses materiais, notamos que eles permanecem relativamente frios. Mas se a travessa for de metal, você pode ter problemas. Os metais, como você já sabe, possuem elétrons livres que ao serem expostos ao campo elétrico das ondas ficarão sujeitos a uma força (reveja as aulas de Física III) que os forçará a entrar em movimento dando origem a correntes induzidas pelo campo elétrico das micro-ondas.

Essas correntes provocarão o aquecimento do metal por Efeito Joule (reveja esse assunto na aula sobre corrente elétrica em Física III). Esse aquecimento pode produzir faíscas, causando um pequeno “incêndio” no interior do forno que poderá danificá-lo. Esse efeito é particularmente notável se o recipiente tem pequenos detalhes em metal, como aqueles filetes dourados em certas louças, ou se o objeto colocado no micro-ondas tiver pontas, como um garfo, por exemplo. Além disso, o metal pode refletir as micro-ondas e assim o bom funcionamento do aparelho fica prejudicado.

5. RAIOS LASER

LASER é uma sigla formada pelas iniciais das palavras em inglês: **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation, cuja tradução é: Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação.

Pense um instante só e responda: onde você já viu ou ouviu falar sobre laser?

Provavelmente você vai enumerar uma quantidade enorme de situações aonde se aplica essa maravilha da ciência.

Para você não se esquecer de como o laser está presente em nossas vidas, veja aqui alguns exemplos de sua aplicação:

Denominação	Faixa de comprimento de onda (nm)	Denominação popular
UVA	400 – 315	Luz negra
UVB	315 – 280	Luz eritematogênica
UVC	280 – 100	Radiação germicida

O laser é um tipo especial de radiação eletromagnética na faixa do visível. O que torna a luz laser tão especial são as suas propriedades:

A luz laser é monocromática - Isto significa que ela é formada por ondas que apresentam uma única frequência de valor bem determinado.

A luz liberada é coerente - Isto significa que ela é formada por ondas que estão sempre em fase, ou seja, as cristas e os vales dessas ondas são sempre coincidentes: cristas com cristas, vales com vales.

A luz é bem direcionada - Um feixe de luz laser tem intensidade muito elevada, isto significa uma grande concentração de energia em uma pequena área. Por isso os feixes de laser são muito finos. A luz de uma lanterna, por exemplo, libera luz em várias direções, além de a luz ser muito fraca e difusa.

Fonte [4]

Mesmo um laser de potência baixa, em torno de alguns miliwatts (mW) apresenta um brilho muito superior ao de uma lâmpada de 60 W.

Normalmente a luz emitida por uma fonte é composta de várias cores, e, em geral, se espalha em todas as direções. Em 1960, foi inventado um processo, denominado emissão estimulada, por meio do qual se obtém um feixe de luz de uma mesma cor (mesma frequência), concentrado e em fase. A palavra laser é uma abreviação de "light amplification by stimulated emission of radiation" (amplificação da luz por emissão estimulada de radiação).

Com o laser é possível obter-se uma grande concentração de energia em um estreito feixe de luz. É possível conseguir um raio laser muito fino e de grande intensidade. Essa alta concentração de energia em uma pequena região ocasiona uma alta temperatura; desse modo, uma das aplicações do raio laser é a soldagem e corte de chapas metálicas.

Fonte [5]

6. RADAR

Um radar é um equipamento que, em geral não vemos. Numa estrada, dirigindo a alta velocidade, você poderá notar o radar apenas quando ele já registrou a sua infração.

Mas esse equipamento não tem apenas a utilidade de registrar as nossas infrações de trânsito nas estradas, a utilidade do radar é indiscutível em nossa vida:

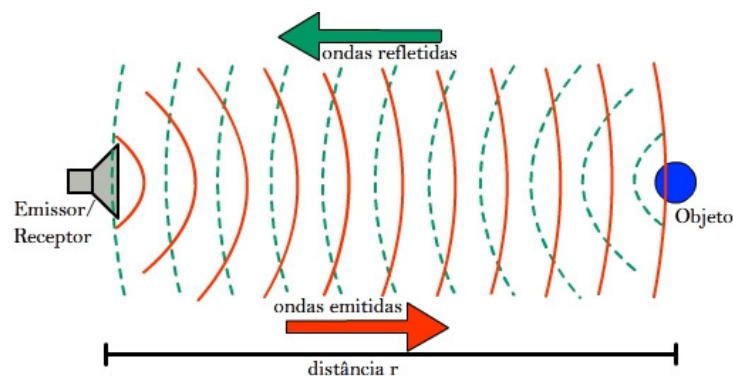
- O controle de tráfego aéreo usa radares para rastrear aviões, além de usá-lo também na hora de orientar os pilotos para que façam pousos suaves.
- A polícia usa o radar com o objetivo de detectar a velocidade dos automóveis.
- A NASA os usa para mapear a Terra e outros planetas, para rastrear satélites e fragmentos espaciais e para ajudar na hora de manobrar suas aeronaves.

- Os militares, por sua vez, usam radares para detectar os inimigos e guiar suas armas até os alvos.
- Os meteorologistas usam radares para rastrear tempestades, furações e tornados.
- No períodos de guerra a utilização do radar é indiscutível.

RADAR: Sigla das palavras em inglês: **R**adio **D**etection **A**nd **R**anging (Detecção e Telemetria pelo Rádio), é um dispositivo que permite detectar objetos a longas distâncias, calculando com precisão sua posição.

O primeiro Radar foi construído em 1904, por C. Hülsmeyer na Alemanha

O radar emite ondas eletromagnéticas que são refletidas por objetos distantes. A detecção das ondas refletidas permite determinar a localização do objeto.



INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL

7. A INTERNET

Embora pudéssemos ainda listar muitas aplicações das ondas eletromagnéticas no cotidiano, vamos finalizar esta aula mostrando a aplicação mais utilizada por todo o mundo, atualmente e sem a qual esse curso que você faz não seria possível:

A Internet, uma rede mundial de computadores interconectados, é um privilégio da vida moderna para o homem moderno. Ela é o maior repositório de informações acessíveis a qualquer pessoa que a acesse de qualquer parte do mundo.

O mais notável na Internet é que a torna tão diferente das outras invenções humanas é o curtíssimo período de tempo em que ela precisou para se estabelecer.

Algumas invenções e descobertas humanas:

A eletricidade (1873): atingiu 50 milhões de usuários depois de 46 anos de existência.

O telefone (1876): levou 35 anos para atingir esta mesma marca.

O automóvel (1886): 55 anos. O rádio (1906), 22 anos. A televisão (1926), 26 anos. O forno de micro-ondas (1953), 30 anos.

O microcomputador (1975): 16 anos.

O celular (1983): 13 anos.

A Internet (1995), por sua vez, levou apenas 4 anos para atingir 50 milhões de usuários no mundo.

Fonte [6]

Onde está a aplicação das ondas eletromagnéticas na Internet?

A resposta para esta pergunta está em outra pergunta: Como você se conecta à Internet?

Se você se conecta por meio de uma linha telefônica discada ou por conexões de alta velocidade tipo fibra ótica, TV a cabo, satélite, saiba que todos esses tipos de acesso utilizam diretamente a propagação de ondas eletromagnéticas.



ATIVIDADE DE PORTFÓLIO

Baixe aqui o arquivo [PORTFÓLIO -AULA-4.doc](#) (Visite a aula online para realizar download deste arquivo.).

DISCUTA-O, INDIVIDUALMENTE, e coloque as respostas no seu portfólio.



FÓRUM

APROVEITE O QUE VOCÊ APRENDEU NESTA AULA E DISCUTA COM OS SEUS COLEGAS E O SEU PROFESSOR A SEGUINTE QUESTÃO:

Algumas vezes, anúncios de neônio desligados próximos de uma emissora de rádio com potência elevada brilham fracamente durante a noite, mesmo estando desligados. O que produz esse brilho?

FONTES DAS IMAGENS

1. <http://astrosurf.com/skyscapes/otica/arcointr.htm>
2. <http://1.bp.blogspot.com/-EfiDtyKDoDs/Ubp5LUT-oMI/AAAAAAAAAEg/6BhnGwRuDhE/s1600/ERB.jpg>
3. http://pt.wikipedia.org/wiki/Forno_de_micro-ondas
4. http://www.vdl.ufc.br/solar/aula_link/lquim/semestre02/Fisica_Intro_dutoriaII/Aula_06/04_arquivos/exemplo5.htm?keepThis=true&TB_iframe=true&height=160&width=700
5. http://br.geocities.com/radioativa_br/pagina23.htm
6. <http://www.aisa.com.br/oquee.html>
7. <http://www.denso-wave.com/en/>

