

2ª Prova de Física IV - FIS 02719 - Turma de Engenharia de Computação
18 de Novembro de 2007 - Entrega até 05/12/2007

Nome :

Faça as questões 1 e 2, escolhendo duas das questões restantes (3, 4, 5 e 6) tal que totalizem 10 pontos ou então faça todas restante e aquelas com maior nota percentual serão totalizadas para obter a nota final.

1. (3 Pontos) Dadas as equações de Maxwell na forma diferencial e integral :

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad (1), \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (2), \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (3), \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_0 \vec{J} \quad (4),$$

$$\oint \vec{E} \cdot \hat{n} dA = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (a), \quad \oint \vec{B} \cdot \hat{n} dA = 0 \quad (b)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{\partial \phi_E}{\partial t} \quad (c), \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \phi_B}{\partial t} + \mu_0 i \quad (d)$$

- a) a partir da equação (4), obtenha matematicamente a eq. (d). Inversamente, a partir da eq. (a), obtenha matematicamente a eq. (1).
- b) quais equações que dão as fontes de campo elétrico e campo magnético ? Quais são as fontes ?
- c) quais equações na forma diferencial são responsáveis pela propagação das ondas eletromagnéticas ? Explique.
- d) fale o mais que puder sobre a interpretação das equações acima.
2. (3 Pontos) Um aparelho de TCAS (Traffic and Collision Avoidance System) usado em aviões emite à frequência de 1030 MHz (sinal enviado para interrogar outras aeronaves) e 1090 MHz (sinal enviado para responder à interrogações). Cada avião comercial deve ter tal sistema de segurança, p.e., o acidente do voo 1907 da Gol poderia ter sido evitado se o TCAS da Honeywell usado pelo avião ERJ-135 Legacy da Embraer não tivesse dado pane. O alcance máximo típico do TCAS é de 40 milhas náuticas, e aqui supomos que a irradiação do TCAS é isotrópica (igual em todas as direções). A antena do receptor do TCAS tem uma sensibilidade para detectar um campo elétrico mínimo $E_{rms} = 50 \text{ mV/m}$.
- a) qual a velocidade de propagação dos sinais emitidos ? Quais são os comprimentos de onda dos sinais emitidos ? Tais sinais sofrem interferência da chuva (e suas gotas d'água) ou chuva de granizo ? Por quê ?
- b) qual a intensidade I da onda eletromagnética para esse campo elétrico mínimo ? Qual o valor do campo magnético mínimo ?
- c) com tal antena receptora, qual deve ser a potência do emissor para que o alcance máximo de 40 milhas náuticas seja obtido ? Essa potência é emitida em pulsos de curta duração, sendo que a potência nominal do transmissor é de somente 80 W.
- d) para que o mesmo TCAS do avião seja detectado à 300 milhas náuticas por uma estação de controle terrestre, qual o valor do campo elétrico mínimo que a antena receptora terrestre tem que ser capaz de detectar ? Em decibéis (dB), quanto tal antena terrestre tem a mais de ganho comparada com a antena do TCAS no avião ? Obs.: $g_{12} \text{ dB} = 20 \log(E_1/E_2)$.
- e) qual a intensidade I da onda eletromagnética para esse campo elétrico mínimo na antena receptora terrestre ? Considere que tanto a antena do avião como terrestre têm que ter a mesma potência de saída (em W) : então calcule a razão das áreas efetivas das antenas terrestre e do avião. A necessidade de grande alcance é uma das razões do tamanho de tais antenas terrestres, outras incluem o comprimento de onda em questão, etc.
- f) agora se o controle terrestre quer enviar uma informação via sinal de TCAS ao avião à 300 milhas náuticas de distância, qual deve ser a potência mínima do sinal enviado pela antena emissora terrestre para que o TCAS do avião consiga receber as informações do controle terrestre ? Compare tal potência do emissor terrestre com o a do emissor do avião, usando decibéis (dB). Obs.: $g_{12} \text{ dB} = 10 \log(P_1/P_2)$.

3. (2 Pontos) Um experimento original e saudável(*) para medir a velocidade da luz ! Usando um forno micro-ondas, coloque um prato com suportes tal que não gire quando o micro-ondas for ligado. Nesse prato, coloque dezenas de objetos redondos de mesma dimensão (bombons, marshmallows, etc, que derretam facilmente), ligue o forno micro-ondas e deixe ligado até que alguns objetos comecem a derreter. Meça a distância em centímetros (cm) entre os pontos derretidos, deve ser aproximadamente 6 cm. A frequência das ondas eletromagnéticas do forno micro-ondas é em torno de 2.450 MHz. Então:
- assumindo uma distância medida de 6,1 cm e frequência $f = 2.440$ MHz, calcule a velocidade da luz. Qual o erro em relação ao valor oficial da velocidade da luz ?
 - essa frequência $f = 2.450$ MHz é classificada em que banda do espectro eletromagnético ? Qual é o comprimento de onda para tal frequência ? Qual a dimensão recomendada dos “buracos” da grade que impede que as ondas saiam pela porta transparente do forno micro-ondas ?
 - como você explica que alguns objetos comecem a derreter antes de outros, dentro do forno micro-ondas ?
 - pesquise dados reais de forno micro-ondas quanto à frequência de operação, a dimensão dos “buracos” da grade e por que os alimentos são aquecidos dentro do forno.
 - o que você sugere nesse experimento para medir com maior precisão a velocidade da luz ?
- (*) : consuma com moderação...
4. (2 Pontos) Um controlador de intensidade de luz (“dimmer”) usado para controlar as luzes do palco em um teatro consiste em um indutor variável L ligado em série com uma lâmpada de filamento. A fonte de alimentação é de $120 V_{rms}$ e $60 Hz$, e na lâmpada está escrito “120 V, 1.000 W”. Então :
- qual é a maior indutância L necessária se queremos variar a potência na lâmpada por um fator de 5 (partindo do zero ? Suponha que a resistência da lâmpada é independente da temperatura.
 - Poderíamos usar um resistor variável em vez de um indutor ? Em caso afirmativo, qual a maior resistência necessária ? Por que isto não é feito ?
5. (2 Pontos) Um aparelho de ar-condicionado ligado a uma linha de $\varepsilon = 120 V$ rms (e $60 Hz$) é equivalente a uma resistência $R = 12,2 \Omega$ em série com uma reatância indutiva de $X_L = 2,30 \Omega$. Então calcule :
- a impedância Z do ar-condicionado e seu fator de potência $\cos \phi$;
 - a corrente elétrica rms i_{rms} , esboçando um gráfico de $\varepsilon(t) \times t$ sobreposto a $i(t) \times t$.
 - calcule a potência média real (em W) e aparente (em VA).
6. (2 Pontos) Um aparelho de som tem 2 saídas de 100W cada, e impedância de saída de 8Ω (cada). Deseja-se conectar caixas de som com impedância de entrada de 4Ω e 100W. Então :
- pode-se conectar uma caixa de som de 4Ω em cada saída do aparelho de som ? Qual a potência máxima transferida para cada caixa de som ? Quais são as desvantagens ou riscos ?
 - pode-se conectar em série duas caixas de som de 4Ω em cada saída do aparelho de som ? Quais são as desvantagens ou riscos ?
 - via **casamento de impedância** com transformador, pode-se conectar uma caixa de som de 4Ω em cada saída do aparelho de som. Quais devem ser as especificações do transformador ? Quais são as vantagens ou desvantagens ?
 - Pesquise a diferença entre potência RMS (efetiva) e PMPO. Explique. Ao comprar um aparelho de som, qual requisito é mais confiável, P_{RMS} ou P_{PMPO} ?

Eu,
 afirmo e garanto pela minha palavra de honra que as questões serão feitas somente por minha pessoa, podendo consultar qualquer material bibliográfico (livros, Internet, caderno pessoal, etc).

Boa Sorte !
 Prof. Roberto Colistete Júnior