

CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS E TÍTULOS PARA O CARGO EFETIVO DE PROFESSOR DA
CARREIRA DE MAGISTÉRIO SUPERIOR

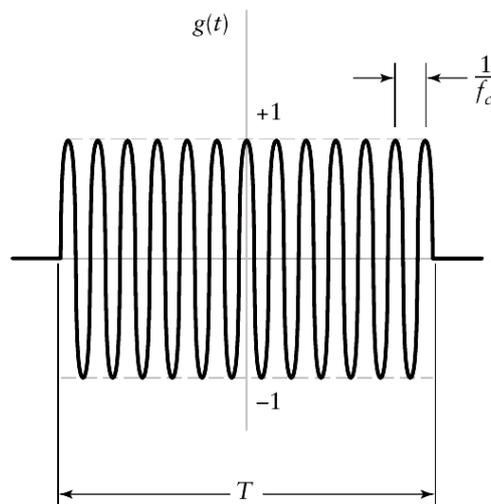
EDITAL Nº 04/2016 – PROGRAD

GABARITO

Área de concurso: ÁREA 17 – ENGENHARIA ELÉTRICA: ÁREA DE TELECOMUNICAÇÕES

1. (Questão 1). Considere o sinal de pulso $g(t)$ mostrado na figura embaixo, o qual é constituído de uma forma de onda senoidal com amplitude unitária e frequência f_c , estendendo em duração de $t = -T/2$ até $t = T/2$. Este sinal é algumas vezes referenciado como um pulso de RF quando a frequência f_c cai na faixa de rádio frequência. O sinal $g(t)$ da pode ser matematicamente expresso por: (2 pontos)

$$g(t) = \text{ret}\left(\frac{t}{T}\right) \cos(2\pi f_c t)$$



Determinar a transformada de Fourier de este sinal e desenhar o espectro em amplitude indicando o valor do pico mais alto.

Resposta

Para determinarmos a transformada de Fourier do sinal RF, primeiro utilizamos a fórmula de Euler para escrever:

$$\cos(2\pi f_c t) = \frac{1}{2} [\exp(j2\pi f_c t) + \exp(-j2\pi f_c t)];$$

Portanto, aplicando a propriedade de deslocamento em frequência

ao par transformada de Fourier da equação $A \text{ret}\left(\frac{t}{T}\right) \iff AT \text{sinc}(fT)$ e, então, invocando a propriedade da linearidade da transformada de Fourier, obtemos o resultado desejado:

$$\text{ret}\left(\frac{t}{T}\right) \cos(2\pi f_c t) \iff \frac{T}{2} \{ \text{sinc}[T(f - f_c)] + \text{sinc}[T(f + f_c)] \}$$

2. (Questão 2). Uma antena isotrópica transmite uma potência de 5kW. Calcular a densidade de potência e o campo elétrico a 1 km da fonte. (2 pontos)

Resposta

$$S_{\text{med}} = \frac{P_T}{4\pi r^2} = \frac{5 \times 10^3}{4\pi \times (10^3)^2} \Rightarrow S_{\text{med}} = 398 \mu \text{ W/m}^2$$

$$E = \frac{\sqrt{60 P_T}}{r} = \frac{\sqrt{60 \times 5 \times 10^3}}{10^3} \Rightarrow E = 0,548 \text{ V/m}$$

3. (Questão 3). Escreva as Equações de Maxwell nas formas integral e diferencial. Comente a aplicação de cada formato. (2 pontos)

Resposta

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{1}{\epsilon_0} Q_S \quad \text{Lei de Gauss} \quad (3.1)$$

$$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0 \quad \text{Lei de Gauss para o magnetismo} \quad (3.2)$$

$$\oint_c \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{\partial}{\partial t} \iint_{S(c)} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \quad \text{Lei de Faraday} \quad (3.3)$$

$$\oint_c \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I_c + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial}{\partial t} \iint_{S(c)} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} \quad \text{Lei de Ampère-Maxwell} \quad (3.4)$$

Fig. 1. Equações de Maxwell na forma integral

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \rho / \epsilon_0 \quad \text{Lei de Gauss (eletrostática)}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad \text{Lei de Gauss (magnetostática)}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{Lei de Faraday}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_0 \vec{J} \quad \text{Lei de Ampère .}$$

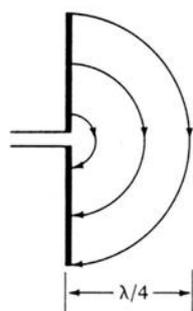
Fig. 2. Equações de Maxwell na forma diferencial.

As Leis do Eletromagnetismo podem ser expressas em quatro equações, denominadas Equações de Maxwell, em homenagem a James C. Maxwell. Maxwell conseguiu unificar as leis do eletromagnetismo, pela introdução da “corrente de deslocamento,” que corrige a Lei de Ampere. A forma integral destas equações implica sempre considerar uma superfície, delimitando um volume; ou uma curva fechada (circuito), delimitando uma superfície. Na lei de Gauss o fluxo do campo elétrico através de uma superfície fechada e proporcional à carga elétrica contida dentro do volume delimitado pela superfície fechada. Na lei de Ampere à circuitação do vetor indução magnética B ao longo de um circuito fechado e proporcional à corrente total que flui através de uma superfície área delimitada pelo circuito. Esta forma de apresentar as leis do eletromagnetismo, embora de maior transparência em seu conteúdo, mostra-se restritiva, quando tentamos desenvolvê-las na solução de um problema prático. Melhor é dispor destas equações na forma diferencial, quando podem ser aplicadas a um ponto do espaço.

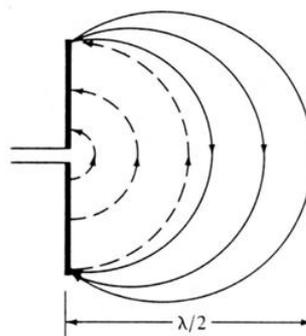
4. (Questão 4). Mecanismos de radiação – antena dipolo como fonte básica de radiação. Explique e ilustre de forma simplificada o mecanismo pelo qual as linhas de força elétrica se desprendem da antena dipolo para formar as ondas de espaço livre. Ilustre as forças e considere uma antena dipolo pequena e desprezível o tempo que a onda leva para percorrê-la. (2 pontos)

Resposta

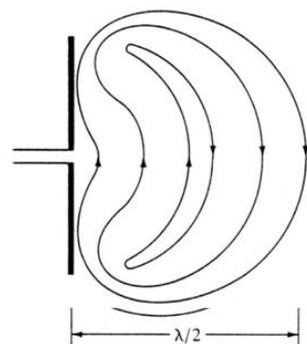
Para visualizar a criação das ondas de espaço livre ilustramos as linhas de força criadas entre os braços de um dipolo curto alimentado pelo centro no primeiro quarto do período, intervalo de tempo em que as cargas atingem seu valor máximo e as linhas de força se afastam radialmente, a uma distancia de $\lambda/4$ da antena como observamos na figura (a) embaixo onde se visualiza (para exemplificar) a formação de três linhas de força. Durante o próximo quarto período as três linhas de força originais viajam uma distancia adicional de $\lambda/4$ (ou seja, um total de $\lambda/2$ desde o ponto inicial), e a densidade de carga nos condutores começa a diminuir. Isto pode ser visto como resultado da introdução de cargas opostas que, ao final da primeira metade do período, neutralizam as cargas nos condutores. As linhas de cargas criadas pelas cargas opostas são três e viajam a uma distancia $\lambda/4$ durante o segundo quarto da primeira metade do período, sendo mostradas como linhas tracejadas na figura (b). O resultado final é que há três linhas de força apontando para cima ao longo da distancia inicial de $\lambda/4$, e o mesmo numero de linhas de força apontando para baixo na distancia de $\lambda/4$ seguinte. Uma vez que não há carga líquida na antena, as linhas de força são obrigadas a se desprender dos condutores e a se unir, formando curvas fechadas. Isto é mostrado na figura (c). Na segunda metade do período o mesmo procedimento é seguido, mas as linhas de força são orientadas no sentido oposto. Depois disso, o processo é repetido e continua indefinidamente, formando padrões de campo elétricos similares aqueles da figura (d).



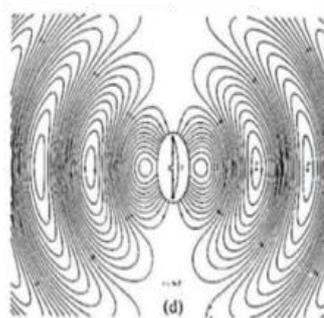
(a) $t = T/4$ ($T = \text{period}$)



(b) $t = T/2$ ($T = \text{period}$)



(c) $t = T/2$ ($T = \text{period}$)



(d)

5. (Questão 5). Em relação da modulação de onda contínua para a modulação analógica de pulso. Numere e explique as vantagens oferecidas pelas técnicas de modulação digital de pulso. (2 pontos)

Resposta

As vantagens oferecidas pelas técnicas de modulação digital de pulso incluem:

- * **Performance (desempenho).** Em um sistema analógico de comunicação, seja usando modulação de onda contínua ou modulação analógica de pulso, os efeitos de distorção do sinal e ruído do canal (os quais ocorrem ao longo do caminho da transmissão) são acumulativos. Estas fontes de degradação tendem, portanto, a se tornarem progressivamente fortes e, em última instância, sobrepõem a capacidade do sistema de comunicação de oferecer um nível aceitável de performance, da fonte ao destino. Infelizmente, a utilização de repetidores na forma de amplificadores, colocados em pontos diferentes ao longo do caminho de transmissão, é de pouca ajuda, pois o sinal de mensagem e o ruído são amplificados pelo mesmo fator. Em um forte contraste, a modulação digital de pulso permite a utilização de repetidores regenerativos, os quais, quando colocados ao longo do caminho de transmissão, em distâncias curtas o suficiente, podem praticamente eliminar os efeitos degradantes do ruído e da distorção do sinal.
- * **Robustez.** Ao contrário de sistemas analógicos de comunicação, um sistema digital de comunicação pode ser projetado para combater os efeitos do ruído do canal e distorção do sinal, desde que o ruído e a distorção sejam mantidos dentro de certos limites.
- * **Confiabilidade.** Sistemas digitais de comunicação podem ser projetados para serem altamente confiáveis, explorando-se técnicas poderosas de controle de erro, de tal forma que a estimativa do sinal de mensagem entregue ao usuário é praticamente indistinguível do sinal de mensagem entregue pela fonte de informação no outro lado do sistema.
- * **Segurança.** Pelo mesmo motivo, sistemas de comunicação digital podem ser projetados altamente seguros, explorando algoritmos de codificação baseados no processamento digital para sua implementação.
- * **Eficiência.** Sistemas de comunicação digital são inerentemente mais eficientes do que sistemas de comunicação analógicos no compromisso entre largura de faixa de transmissão e relação sinal/ruído.
- * **Integração de sistemas.** A utilização de comunicações digitais possibilita a integração digitalizada de sinais analógicos (isto é, voz e sinais de vídeo) com dados digitais de computador, o que não é possível utilizando-se comunicações analógicas.

Esta impressionante lista de vantagens fez com que as técnicas de modulação digital de pulso se tornassem a escolha para a transmissão de voz e sinais de vídeo em canais de comunicação.

Os benefícios da utilização da modulação digital de pulso, entretanto, são obtidos ao custo de aumento da complexidade do sistema. De qualquer forma, explorando-se o poder de computação de processadores digitais de sinais na forma de hardware e/ou software e a flexibilidade que esses processadores oferecem, os sistemas de comunicação digital podem ser projetados de maneira economicamente viáveis, graças aos contínuos melhoramentos em CIs VLSI (*very-large-scale integrated*).