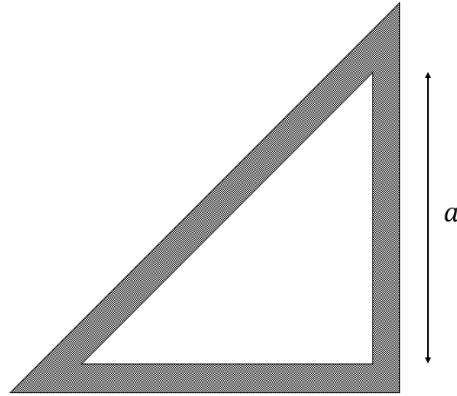


Eletrromagnetismo II - 4302304

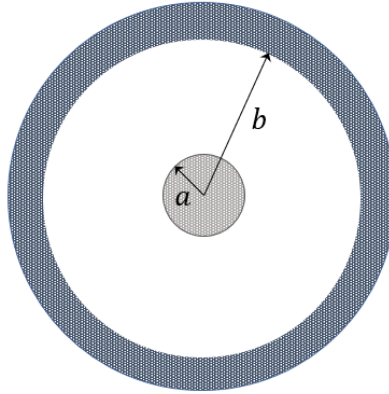
Lista 1

1. Considere um tubo de seção retangular cujos lados são a e b , com $a > b$, feito de um material condutor (aproximadamente perfeito). Considere que o interior é preenchido com um material dielétrico linear e isotrópico caracterizado pelas constantes ϵ e μ (permissividade elétrica e permeabilidade magnética). Obtenha os modos de propagação TM dentro do tubo e as respectivas frequências de corte.
2. Um guia de ondas é construído de forma que sua seção transversal forma um triângulo retângulo de lados $a, a, \sqrt{2}a$, como mostra a figura abaixo. Assumindo condutividade infinita para as paredes, determine os possíveis modos de propagação TE e TM, obtendo as frequências de corte de cada um deles. *Dica:* Observe a figura discutida na aula do dia 16/08 (disponibilizada no moodle), convença-se de que toda solução do guia de ondas triangular corresponde a uma solução de um guia de ondas de seção quadrada, de lado a , de forma que as soluções buscadas para o triangular são um subconjunto das soluções do guia quadrado.



3. (a) Considere um tubo cilíndrico de seção transversal *circular*, de raio R , cujas paredes são feitas de um material de condutividade $\sigma \gg \epsilon\omega$, de forma que possa ser *aproximado* por um condutor perfeito. Nesse caso, obtenha os modos TM de propagação nesse tubo, o que consiste em: determinar os campos E_z , $\mathbf{E}_t$ e $\mathbf{B}_t$, além da frequência de corte para cada modo. Utilize coordenadas cilíndricas. (b) Deseja-se estimar as perdas Ôhmicas no tubo, melhorando, mesmo que em uma primeira aproximação, a hipótese de condutor perfeito para as paredes. Calcule a potência perdida por efeito Joule nas paredes por unidade de comprimento, dP_{loss}/dz considerando apenas o modo TM de menor frequência de corte para o cálculo.
4. Foi mostrado em aula que é impossível existir modos propagantes do tipo TEM dentro de tubos de paredes condutoras. No entanto, em outros tipos de guias de ondas esse modo de propagação pode sim existir. Considere, em particular, um sistema consistido de uma casca cilíndrica, infinitamente longa, de raio interno b , além de um cilindro maciço, também

infinitamente longo, de raio $a < b$, arranjos de forma coaxial. A figura abaixo ilustra a seção transversal do esquema, muitas vezes chamado de linha de transmissão coaxial. (a) Assuma que o material que constitui os objetos pode ser aproximado por um condutor perfeito e mostre que, na região $a < s < b$ pode sim existir um modo de propagação TEM e obtenha os campos $\mathbf{E}_t$ e $\mathbf{B}_t$ nesse caso. Deixe a resposta em termos da amplitude do campo magnético azimutal em $s = a^+$. (b) Calcule a potência média transmitida no tubo. (c) Assumindo agora que a condutividade σ é muito grande, porém finita, obtenha o coeficiente de atenuação de potência devido às perdas Ôhmicas.



5. A respeito do fluxo de energia em tubos condutores, é conveniente definir a *velocidade de energia*, $\langle v_E \rangle$, como sendo a razão entre a potência transmitida (através da seção transversal do tubo), $\langle P \rangle$, e a energia armazenada no campo eletromagnético por unidade de comprimento do tubo, $\langle U \rangle / L$. Na aula do dia 16/08, foi mostrado que, para qualquer modo TE, $\langle v_E \rangle = v_g$, em que v_g é a velocidade de grupo associada ao modo de propagação em questão. Mostre que essa igualdade também vale para modos TM.
6. Uma cavidade ressonante consiste de uma casca cilíndrica reta, de raio R e comprimento L .
 - (a) Determine as frequências ressonantes da cavidade para os modos TE e TM.
 - (b) Considerando que $R = 2$ cm e $L = 3$ cm, e que as paredes da cavidade são feitas de cobre ($\sigma \sim 6 \times 10^6$ S/m, ou $\sigma \sim 6 \times 10^6 (\Omega \cdot \text{m})^{-1}$), obtenha o fator de qualidade Q associado ao modo de menor frequência ressonante.