

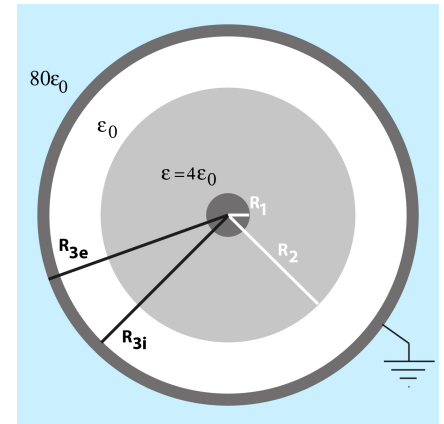
Versão: 2

Duração do Teste: 1h 30m

$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$

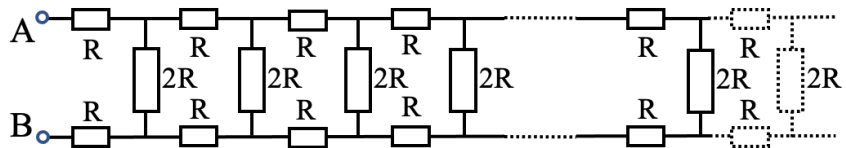
Por determinação do Conselho Pedagógico, informamos que só serão cotadas as respostas que contribuam de forma significativa para os resultados ou demonstrações pedidos.

- (4,0) 1) Considere o sistema hipotético de **simetria cilíndrica** indicado na figura, imerso em água. No centro está um condutor cilíndrico muito comprido e de raio $R_1 = 0,2 \text{ m}$, rodeado por uma camada de espessura $R_2 - R_1 = 0,8 \text{ m}$, cilíndrica e de constante dielétrica $\epsilon = 4\epsilon_0$, por ar com constante dielétrica ϵ_0 , e por uma coroa cilíndrica oca condutora, de raios interior $R_{3i} = 1,95 \text{ m}$ e $R_{3e} = 2,0 \text{ m}$ (espessura de 5 cm). Note que o condutor exterior está **ligado à Terra** ($V_e = 0 \text{ V}$) e que o condutor 1 (interior) está **isolado**. Considere ainda que o condutor 1 tem densidade linear de carga elétrica $\lambda_1 = +100 \text{ nC/m}$.



- [1,0] a) Calcule o campo elétrico \mathbf{E} em todos os pontos do espaço, em função da distância R ao eixo dos cilindros (*sug.: use o Teorema de Gauss*);
- [0,5] b) Calcule o potencial elétrico do condutor 1 (interior);
- [0,5] c) Calcule as densidades superficiais de cargas elétricas nas superfícies (cilíndricas) de separação (densidades de cargas livres e de cargas de polarização);
- [0,5] d) Calcule a energia eletrostática do sistema por unidade de comprimento;
- [0,5] e) Calcule a capacidade do sistema por unidade de comprimento;
- [1,0] f) Suponha que se abriu um orifício muito pequeno no condutor exterior, sem prejuízo da simetria cilíndrica e que a água, de constante dielétrica $\epsilon = 80\epsilon_0$, substituiu a camada que tinha ar. Determine a variação de energia eletrostática por unidade de comprimento (do “Universo”) e a nova capacidade do sistema.

- [2,0] 2) Considere o conjunto “infinito” de resistências ligadas em “escada” como na figura. Calcule a resistência equivalente entre os pontos A e B, para o valor $R = 4\Omega$. (*Sug.: note a invariância do sistema se retirar o bloco de 3 resistências da esquerda*)



- (4,0) 3) Um toroide com **secção quadrada** de lado $a = 0,2 \text{ m}$ e raio médio $R = 5 \text{ m}$, tem 5000 espiras que transportam uma corrente $I_T = 4 \text{ A}$ (ver figura do corte transversal). No centro do toroide temos um fio condutor “infinito”, que transporta uma corrente $I_{FIO} = 20000 \text{ A}$. **Note os sentidos das correntes.**

- [1,0] a) Calcule o campo magnético em todo o espaço (devido aos dois condutores);
- [1,0] b) Calcule o coeficiente L_T de auto-indução do toroide;
- [1,0] c) Calcule o coeficiente M de indução mútua entre o fio e o toroide;
- [1,0] d) Suponha que substitui o fio por um solenóide, muito comprido e de raio $R' = 1 \text{ m}$, com 5000 espiras que transportam uma corrente $I = 4 \text{ A}$, com o eixo do solenóide no local do fio. Calcule o coeficiente de indução mútua entre o solenóide e o toroide nesta nova configuração.

