

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – DEL
ELT210 – MEDIDAS ELÉTRICAS E MAGNÉTICAS

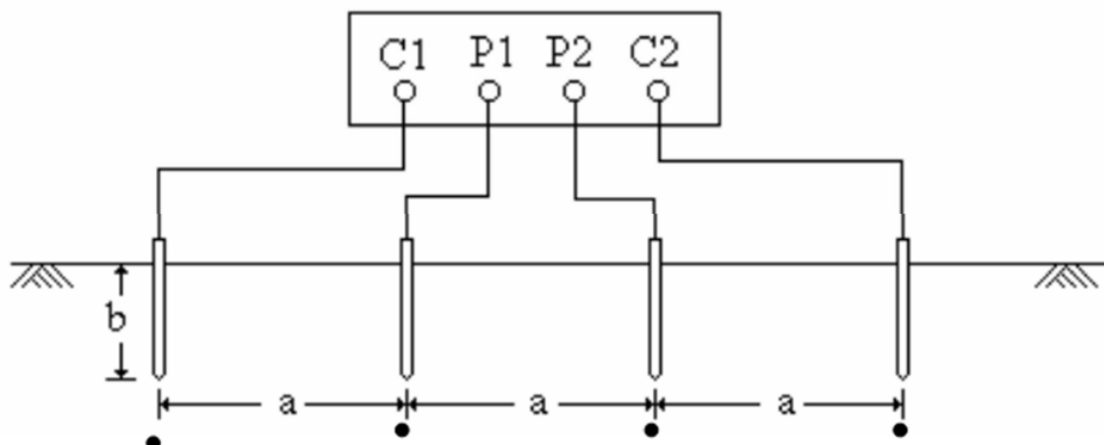
Professores: Tarcísio Pizzio

Lista 6 - Exercícios de Aplicação – Resistência de Terra

1) Um solo pedregoso possui uma resistividade média de $200 \, \Omega \cdot m$. Utilizando-se uma haste Copperweld de 3 m de comprimento, quantas hastes serão necessárias para obter-se no máximo $30 \, \Omega$ de resistência de aterramento?

R.: 3 hastes

2) O esquema de medição descrito por Wenner, que é aceito universalmente (desenvolvido pelo Dr. Frank Wenner do Bureau of Standards dos EUA em 1915 publicado no artigo F. Wenner, Um Método para Medir a Resistividade do Solo; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, p. 478-496; 1915/16.) é apresentado abaixo.



Tipo de Solo e Respectiva Resistividade	
Tipo de Solo	Resistividade [$\Omega \cdot m$]
Lama	5 a 100
Terra de jardim com 50% de umidade	140
Terra de jardim com 20% de umidade	480
Argila seca	1500 a 5000
Argila com 40% de umidade	80
Argila com 20% de umidade	330
Areia molhada	1300
Areia seca	3000 a 8000
Calcário compacto	1000 a 5000
Granito	1500 a 10000

Considerando os valores da tabela acima, o comprimento das hastes $b = 2,4 \, m$ e o espaçamento entre as mesmas $a = 10 \, m$, calcular a Resistência de Terra R_T quando o solo for:

- a) argila com 40% de umidade.
- b) terra de jardim com 20% de umidade.
- c) areia seca (considerar a média da resistividade).

R.: a) $R_T \approx 1,27 \, \Omega$; b) $R_T \approx 7,64 \, \Omega$; c) $R_T \approx 87,53 \, \Omega$

Como $b > 0,1 \cdot a \Rightarrow$ Utilizar a fórmula completa:

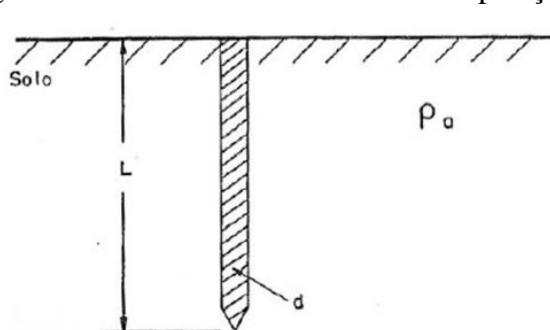
$$\rho = \frac{4\pi \cdot a \cdot R_T}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}} \quad (\Omega m)$$

3) Repita o exercício anterior aplicando a fórmula simplificada $\rho \approx 2\pi a R_T (\Omega.m)$.

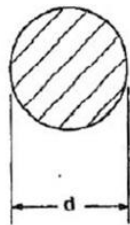
Quais são os **erros %** nos cálculos de R_T para cada tipo de solo?

R.: a) $E\% \approx 9,48\%$ ($R_T \approx 1,16 \Omega$) ; b) $E\% \approx 9,3\%$ ($R_T \approx 6,99 \Omega$) ; c) $E\% \approx 9,41\%$ ($R_T \approx 80 \Omega$)

4) Uma haste de aterramento de cobre possui resistividade igual a $1,72 \times 10^{-8} (\Omega.m)$ com diâmetro igual a 3 cm. Esta haste foi cravada na posição vertical no solo conforme esquema abaixo.



Haste Cravada no Solo



Secção Transversal da Haste Circular e em Cantoneira

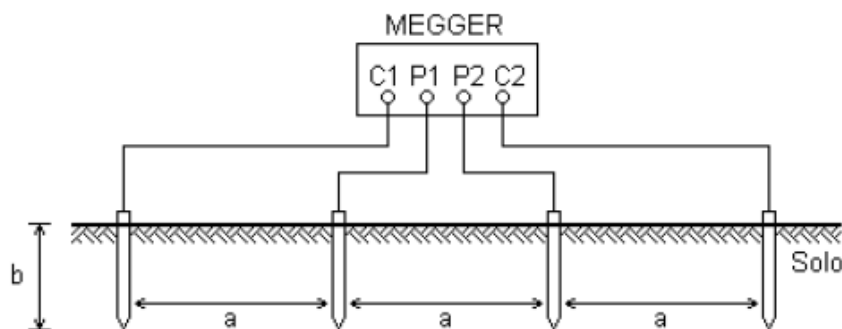
$$R_{1haste} = \frac{\rho_a}{2\pi L} \ln \left(\frac{4L}{d} \right) [\Omega]$$

Qual é a resistência da haste considerando seu comprimento igual a 2,4 m?

R.: $R_{1hste} = 0,658 \times 10^{-8}$

5) Os dois esquemas mostrados abaixo apresentam medições realizadas com o instrumento denominado MEGGER.

ESQUEMA 1

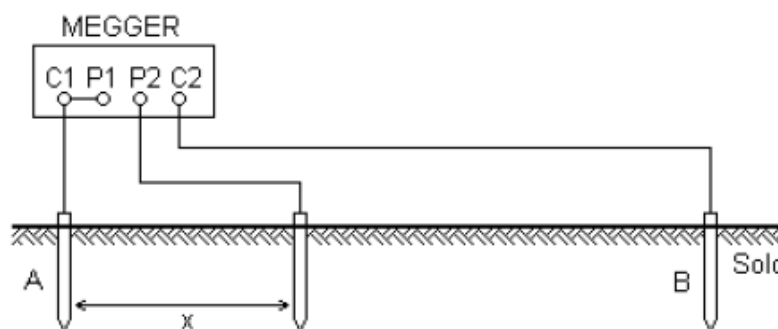


$$\Rightarrow R_{(a)} = \frac{V}{I}$$

$$b = 20 \text{ a } 30 \text{ cm.}$$

$$a = 1\text{m, } 2\text{m, } 4\text{m, ...}$$

ESQUEMA 2



$$\Rightarrow R_{(x)} = \frac{V_{(x)}}{I}$$

$$x = \text{se desloca de A até B.}$$

- Descreva o princípio de funcionamento do circuito do Esquema 1.
- Descreva o princípio de funcionamento do circuito do Esquema 2.
- O circuito do Esquema 1 é utilizado para determinação de qual parâmetro do solo?
- O circuito do Esquema 2 é utilizado para determinação de qual parâmetro do solo?