

PRÁTICA II

Superfícies Equipotenciais

1 Objetivos

- Entender o conceito de superfícies equipotenciais.
- Determinar as superfícies equipotenciais em torno de eletrodos metálicos.
- Aprender a utilizar um voltímetro.

2 Fundamentação Teórica

A diferença de potencial pode ser definida como a variação da energia potencial do sistema campo-carga, quando uma partícula de prova se desloca entre dois pontos. Desse modo:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_p} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (1)$$

Como o potencial elétrico é a variação da energia potencial por unidade de carga, pode-se questionar: O que ocorre ao se deslocar uma partícula mantendo-se o potencial constante?

Observando que em um potencial elétrico constante o trabalho realizado sobre a partícula (igual a menos a variação da energia potencial) será nulo, define-se:

Definição 2.1. *Uma superfície equipotencial, são pontos adjacente que possuem o mesmo potencial elétrico, e no qual o trabalho realizado pela força elétrica sobre uma partícula é nulo, $W = 0$.*

As linhas de campo e as superfícies equipotenciais podem ser representadas de maneira pictórica. Observe a figura 1; nela pode-se reparar que para um dado campo elétrico existe, a uma distância fixa das cargas, linhas equipotenciais para um campo uniforme. Entretanto, para um dipolo elétrico por exemplo, existe pequenas variações nas superfícies devido a proximidade das cargas, implicando que as superfícies equipotenciais deixam de ter uma simetria esférica e passam a ter uma simetria elipsoidal.

A partir dessas definições se pode representar como ficariam as superfícies equipotenciais para eletrodos, com sinais opostos, e com diferentes formatos geométricos.

Considere então os exemplos ilustrados na Figura 2.

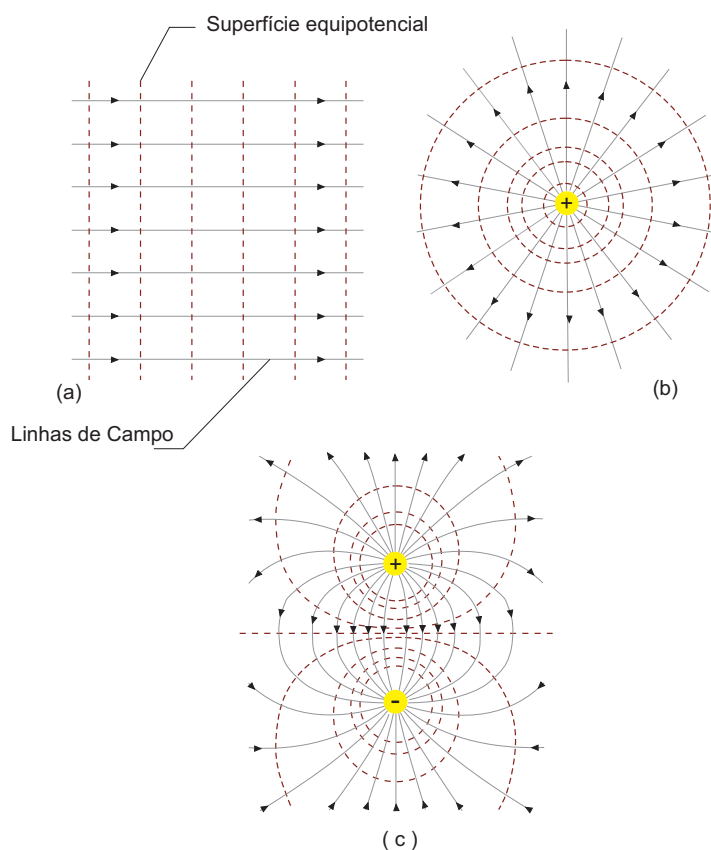


Figura 1: Superfícies equipotenciais e linhas de campo para algumas configurações de carga. (a) Linhas de campo e um corte transversal com as equipotenciais de um campo uniforme. (b) uma carga pontual e (c) um dipolo elétrico.

Vê-se que as superfícies equipotenciais vão estar distribuídas no espaço de acordo com a simetria do condutor que está gerando o campo elétrico.

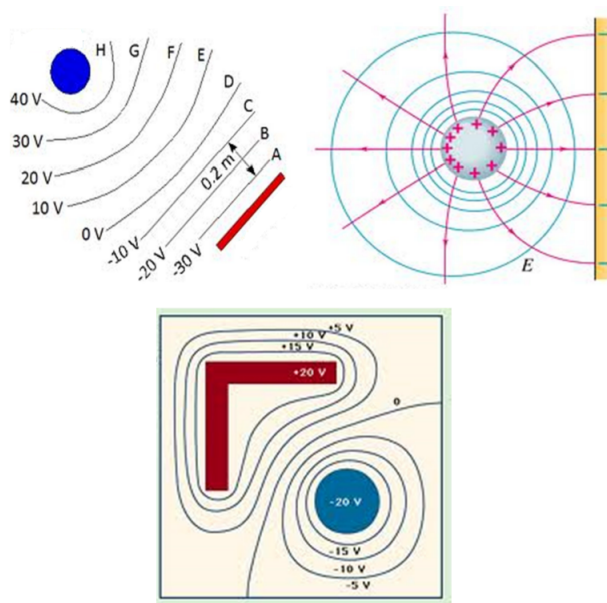


Figura 2: Representação para superfícies equipotenciais considerando-se eletrodos com geometrias diferentes.

A seção a seguir apresenta quais equipamentos e como proceder para determinar as superfícies equipotenciais.

3 Equipamentos e Materiais Complementares

3.1 Equipamentos

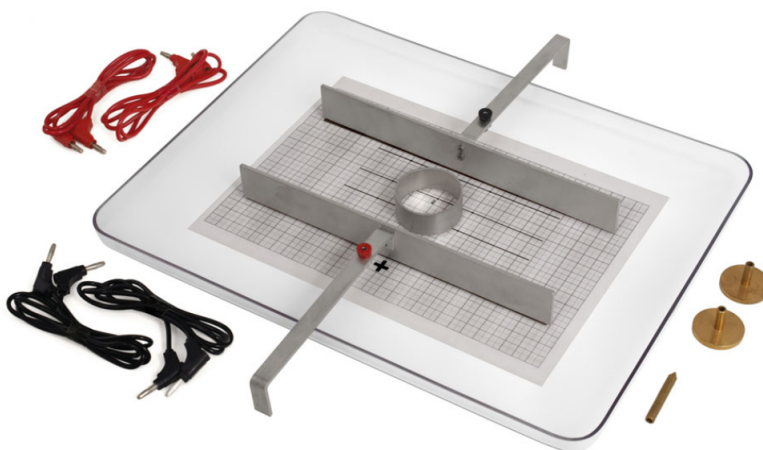


Figura 3: Equipamentos necessários para a obtenção das medidas de potencial elétricos e determinação das superfícies equipotenciais.

- Cuba transparente com dimensões 43×30 cm;
- 1 eletrodo barra;
- 2 eletrodos disco;
- Ponteira de metal para medições;
- Cabos de ligação com derivação banana/banana.

3.2 Material Complementar

- Fonte de alimentação de 0 a 20 VDC - 3A;
- Multímetro digital

3.3 Utilizando o Multímetro

A precisão em um voltímetro pode ser calculada da seguinte forma:

- $\epsilon_c = \pm (\% \text{leitura} + n^\circ D)$, onde D é a resolução do multímetro, e está indicada na tabela abaixo.

A tabela abaixo indica para cada faixa de tensão qual é resolução do voltímetro, bem como sua precisão.

FAIXA	RESOLUÇÃO	PRECISÃO
200mV	100μV	±(0.5%+2D)
2V	1mV	
20V	10mV	
200V	100mV	
600V	1V	±(0.8%+2D)

Figura 4: Faixas, resolução (D) e precisão (ϵ_c) para a tensão em um multímetro Minipa et 1110.

Se estivéssemos utilizando o equipamento Minipa Digital e estivéssemos utilizando a faixa de 200v teríamos:

- Fundo de Escala 200V - $D = 0,1V$, $\epsilon_c = 0,5\% + 2D$. Em que D é o resolução e ϵ é a precisão do voltímetro para cada medida obtida.
- O desvio padrão da média pode ser calculado como: $\sigma_m = D/2$ ou $\sigma_m = \frac{\text{máx-míni}}{2}$, dessa forma a incerteza sobre cada medida será:

$$\sigma^2 = \sigma_m^2 + \epsilon_c^2$$

- Por exemplo: se ao realizar um medição, obtem-se uma leitura de 1,2 V, a incerteza para essa medida será: $\sigma = \pm 0,3V$.

4 Montagem e Procedimentos Experimentais

O primeiro passo é determinar quais os valores de tensão serão adotados, ou seja, qual faixa de leitura será utilizada, e a partir disso determinar o fundo de escala do multímetro.

Dessa forma determine a acurácia para o fundo de escala de 200 V e preencha a tabela:

D	ϵ_c

As medidas serão realizadas procurando determinar as equipotenciais nas faixas: 1V, 2V, 2,5V, 3V e 4V.

A partir da acurácia para o fundo de escala, preencha a tabela abaixo com as incertezas máximas e mínimas para cada faixa:

Superfície (V)	Incerteza	Mínimo	Máximo
1,000			
2,000			
2,500			
3,000			
4,000			

A determinação da incerteza e da amplitude dos valores (valor máximo menos o valor mínimo) permite um melhor procedimento para se obter as medidas, pois com esses valores trabalha-se com valores dentro da incerteza do aparelho, assim nenhuma das medidas possuirá incerteza maior do que a desejada.

Com esses dados em mãos, siga os passos da próxima seção para determinar as equipotenciais em duas montagens experimentais.

4.1 Superfície equipotencial - Dois eletrodos cilíndricos;

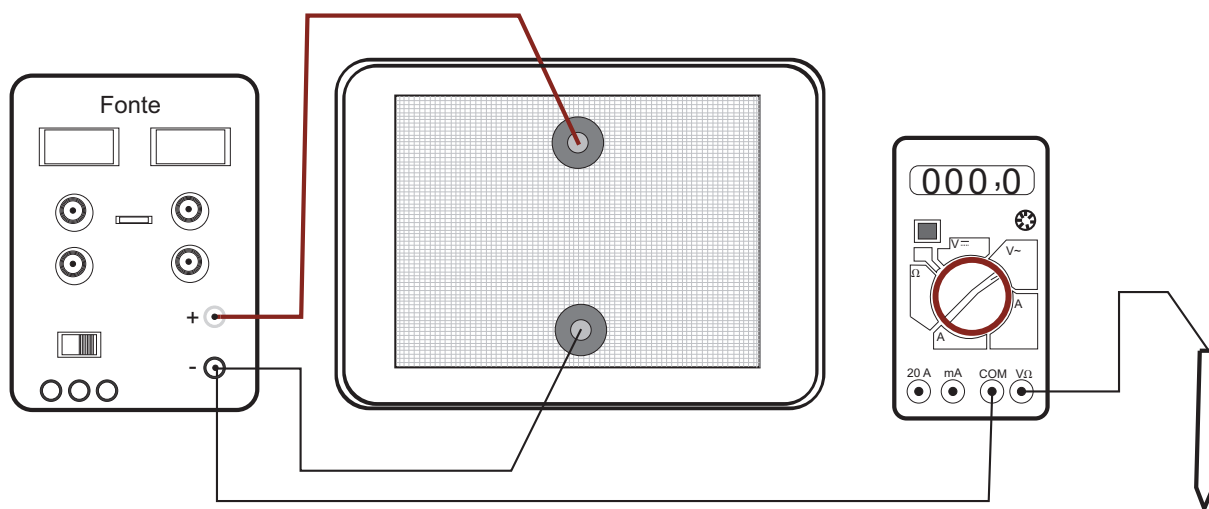


Figura 5: Esquema para montagem experimental utilizando dois eletrodos com geometria cilíndrica.

1. Montar o equipamento como a Figura 5.
2. Marcar em uma folha de papel milimetrado o formato dos eletrodos, de tal modo que os eletrodos fiquem a 10 cm um do outro.
3. Colocar a folha embaixo da cuba transparente, colocando os eletrodos por sobre as marcas.
4. Colocar uma lâmina d'água de aproximadamente 5 mm de altura.
5. Ligar a fonte de tensão ajustada em 5,0 V.
6. Ligar o terminal negativo do voltímetro ao terminal negativo da fonte.
7. Ligar os terminais da fonte aos eletrodos utilizando dois cabos de ligação banana/banana.
8. Ligar o terminal positivo do voltímetro na ponteira verticalmente na água e procurar os pontos em que a tensão se ajusta ao procurado (Tabelas abaixo).
9. Repita o procedimento anterior para os cinco valores de tensão 1V, 2V, 2,5V, 3V e 4V.

10. Plote o conjunto de dados utilizando um software (scidavis). Os valores para as diferentes tensões serão plotados em um único gráfico.

	1 V		
i	x	y	V
1			
2			
3			
4			
5			

	2 V		
i	x	y	V
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Construa tabelas para as outras tensões utilizando de modelo as tabelas anteriores. Observe que apenas as medições para 1V vão de um a cinco. Para os outros valores realize sempre 9 medições.

4.2 Superfície equipotencial - Dois eletrodos barra;

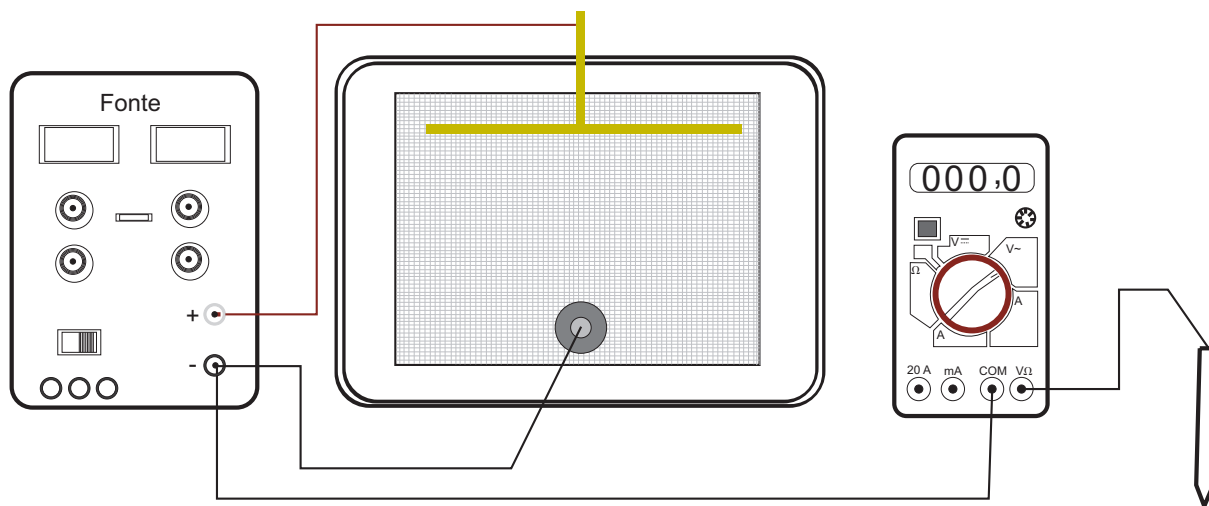


Figura 6: Esquema para montagem experimental utilizando dois eletrodos, um com geometria cilíndrica e o segundo com geometria retangular.

1. Refaça o experimento para o caso de eletrodos barra e um disco como na Figura 6.

Construa e preencha as tabelas exatamente como realizado no procedimento anterior.

5 Discussão

- Crie no SciDavis uma planilha com os eixos x, y para cada valor de tensão equipotencial. Plote um gráfico com os pontos obtidos.
- Compare o resultado obtido com as superfícies equipotenciais apresentadas na Figura 1.

6 Conclusões

A partir de suas observações e cálculos, discuta se os métodos experimentais e teóricos adotados permitiram atingir os objetivos propostos. Caso os objetivos não tenham sido alcançados tente explicar o motivo.

7 Referências

- [1] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. - **Fundamentos de Física 1** - São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora, 4a Edição, 1996.
- [2] K. R. JURAITIS, J. B. DOMICIANO, **Guia de Laboratório de Física Geral** - Mecânica da Partícula, 1ª Edição, Eduei, 2010.
- [3] VASSALLO, F. R. - **Manual de Instrumentos de Medidas Eletrônicas** - São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1978.
- [4] www.stefanelli.eng.br
- [5] AZEHEB - **Laboratórios de Física, Manual de Instruções e Guia de Experimentos.**