

UNIVERSIDAD NACIONAL

AUTÓNOMA DE MÉXICO



LABORATORIO DE ELECTRICIDAD

Y MAGNETISMO

GRUPO: 29

PRÁCTICA No. 8

CORRIENTE Y RESISTENCIA ELÉCTRICA

FECHA: 15. Febrero. 2001

PRÁCTICA No. 8

CORRIENTE Y RESISTENCIA ELÉCTRICA

Introducción:

Diferencia de Potencial

El concepto de energía potencial fue muy útil para describir el comportamiento dinámico de objetos masivos en un campo gravitacional. La existencia de una energía potencial única (en relación con un cero arbitrario) es consecuencia del hecho de que la fuerza gravitacional es conservativa. Esta es una característica de todas las llamadas fuerzas centrales, esto es, fuerzas que actúan radialmente hacia o alejándose de la fuente del campo de fuerza. Evidentemente, la fuerza electrostática satisface éste criterio, y es otro ejemplo de una fuerza a partir de la que se puede definir una energía potencial.

La diferencia de energía potencial electrostática, δEP_{AB} de una carga q entre dos puntos en el espacio es el trabajo negativo efectuado por la fuerza electrostática al transportar esta carga desde la posición A hasta la posición final B .

La diferencia de potencial electrostático V_{AB} entre los puntos a y B es la diferencia de energía potencial electrostática δEP_{AB} de una carga q dividida entre la carga, esto es

$$V_{AB} = V_B - V_A$$

siendo V_B y V_A los potenciales de A y B en relación con algún punto de referencia arbitrario que se tome como de potencial cero.

Como en el caso del potencial gravitacional, en el caso electrostático también la única cantidad significativa es la diferencia de potencial entre dos puntos; la elección del cero es completamente arbitraria. Por conveniencia, el potencial cero se toma como el potencial de un punto alejado a una distancia infinita de cualquier carga desbalanceada. A veces se usa la frase "potencial absoluto" para designar al potencial electrostático con respecto a este cero de referencia. Sin embargo, en la práctica a la "tierra" a menudo se le asigna el potencial cero.

Por definición, la diferencia de potencial electrostático entre los puntos A y B es el trabajo negativo (o el negativo del trabajo) efectuado por el campo electrostático sobre una carga unitaria positiva, al mover dicha carga desde A hasta B . Como en el caso del campo gravitacional, no hay que especificar el camino que ha recorrido la carga al moverse. A diferencia del campo electrostático, el potencial es una función escalar de la posición. Es esta propiedad del potencial la que lo hace útil para muchos problemas.

El potencial en el espacio es un campo escalar, y el valor V , de este campo en determinado punto $\mathbf{r}$ depende de la distribución de las cargas en el espacio. El potencial obedece al principio de superposición. Esto es, el potencial en determinado punto $\mathbf{r}$ es la suma algebraica de los potenciales debidos a cada carga individual de la totalidad de la distribución de cargas.

La unidad de potencial, o de diferencia de potencial, es el volt [V], llamado así en honor de Alessandro Volta (1745–1827). De la definición de diferencia de potencial, se deduce dimensionalmente que:

$$[V] = [W] [Q]^{-1}$$

en donde hemos usado la letra W en lugar de E para representar la energía o el trabajo, para evitar confusiones con el campo eléctrico. Como la unidad de trabajo, el joule es un newton metro, un volt es igual a un newton metro por coulomb; esto es, $1 [V] = 1 [Nm/C]$. Pero la unidad del campo eléctrico es el newton por coulomb, y por tanto

$$[V] = Nm/C = [E][L] \text{ y } [E] = [V] [L]^{-1}$$

En otras palabras, un newton por coulomb es igual a un volt por metro.

Clasificación de los materiales desde un punto de vista eléctrico

En el centro de una esfera de un electroscopio de hojas metálicas se entiende que ciertos puntos, A y B , son los extremos de barras de distintos materiales que están en contacto, en A con la esfera y en B con una barra electrizada. Observemos que si las barras analizadas son metálicas, las hojas del electroscopio se electrizan y se separan, lo que significa que la electricidad pasa de B hacia A y de ahí a las hojas del electroscopio. Si las barras analizadas son de vidrio, corcho, ebonita, porcelana, etc., las hojas no se manifiestan electrizadas y por lo tanto no se separan. De esto deducimos que la electricidad puede pasar a través de unos materiales y de otros no. A los primeros se les llama conductores y a los segundos aisladores o dieléctricos.

Conductores. Son materiales que permiten el paso de la electricidad. Como ejemplo podemos citar a los metales, el carbón, las soluciones de ácidos, bases o sales.

Aisladores o dieléctricos. Son materiales que no permiten el paso de la electricidad. Como ejemplos podemos citar a todas las resinas, el aire seco, la seda, el vidrio, etc.

Como se pudo observar, mediante los experimentos anteriores se obtuvo la ley fundamental de la electricidad

o ley de las cargas eléctricas, que junto con los fenómenos observados en la electrización, vienen a originar el desarrollo de la energía eléctrica de nuestra época. Por ejemplo, antiguamente la luminosidad de los focos era originada por generadores de energía eléctrica basados en estos principios estudiados. El funcionamiento parcial de los receptores de televisión, radios, comunicaciones eléctricas, etc., también está basado en dichos principios. Podemos decir que en todo nuestro alrededor se manifiestan los fenómenos eléctricos, por ejemplo los rayos que se producen durante las tormentas, las descargas eléctricas que sentimos al quitarnos la ropa o al tocar la carrocería de un automóvil, los chasquidos escuchados al frotar el cabello con un peine, etc., es decir, que para poder explicar éstos fenómenos, tenemos que hacer uso de los conocimientos elementales de la electricidad.

Conexión de elementos en serie y paralelo

Existen tres formas de conectar aparatos resistores y reciben el nombre de *agrupamiento de resistores*, son:

- a) Agrupamiento en serie.
- b) Agrupamiento en paralelo.
- c) Agrupamiento mixto.

AGRUPAMIENTO EN SERIE

Supongamos tres aparatos eléctricos o resistores, cuya resistencia eléctrica individual es R_1 , R_2 y R_3 respectivamente, conectados a las terminales de un acumulador o fuente de energía eléctrica de C.C. cuya diferencia de potencial útil medida entre los puntos a y b es V_{ab} .

Observaciones

1) Al analizar un modelo gráfico de un agrupamiento de resistores en serie, observamos que tomando el sentido convencional de circulación de corriente eléctrica, ésta sale de la terminal positiva de la fuente de energía eléctrica, llega al punto a y para llegar al punto b de la misma, únicamente tiene un camino: pasar forzosamente a través de cada uno de los resistores R_1 , R_2 y R_3 y por los dos nodos que las unen.

Cuando esto sucede en una conexión de resistores, decimos que están conectados entre sí en serie, pues todos son atravesados por un mismo valor de intensidad de corriente eléctrica.

2) En un circuito de resistores conectados en serie, la diferencia de potencial medida en los extremos del agrupamiento (puntos a y b) es igual a la suma de las caídas de tensión a través de cada resistor o sea igual a la suma de las diferencias de potencial medidas en los extremos de cada resistor.

AGRUPAMIENTO EN PARALELO

Sean tres aparatos eléctricos o resistores cuya resistencia eléctrica respectiva es R_1 , R_2 y R_3 conectados como lo ilustraría un modelo real o gráfico de un agrupamiento de resistores en paralelo, a las terminales de una fuente de energía eléctrica de C.C: que bien podría ser un acumulador, cuyo voltaje útil o diferencia de potencial medido en los puntos a y b vale V_{ab} .

Observaciones:

1) Al analizar dicho modelo gráfico, observamos que la corriente eléctrica sale de la terminal positiva de la fuente de energía eléctrica, y al allegar al punto a se encuentra con tres caminos diferentes para llegar al punto b . De aquí se ramifica y parte de ella pasa a través de R_1 , otra por R_2 y una más por R_3 , reuniéndose

nuevamente en el punto b para volver a constituir la corriente que salió de la fuente, y finalmente cierra su circuito en la terminal negativa de dicha fuente. Cuando esto sucede, es decir; cuando la corriente eléctrica pasa por un punto de un circuito y se ramifica en varios caminos para luego llegar a otro punto del mismo circuito, y en cada camino existe un resistor, entonces decimos que esos resistores están conectados entre sí en paralelo y la intensidad de corriente del circuito es igual a la suma de las intensidades de corriente de cada rama en que se divide.

2) Como los extremos de cada resistor están conectados entre sí constituyendo los puntos a y b del circuito, que no son más que los extremos o terminales de la fuente de energía entonces decimos que la diferencia de potencial aplicada a cada resistor, es la misma que se aplica a todo el conjunto.

Corriente eléctrica

Se dice que hay una *corriente eléctrica* siempre que hay un flujo neto de carga. Casi siempre, las cargas en movimiento están confinadas en una región limitada, por ejemplo, el interior de un alambre metálico, el volumen cilíndrico de un tubo de neón, o la sección transversal de un haz de electrones en un cinescopio. La cantidad de corriente se define como la suma de la carga que atraviesa en la unidad de tiempo un área perpendicular de flujo; esto es,

$$I = \delta Q / \delta t$$

Aquí, δQ es la carga que durante el tiempo δt , cruza el área perpendicular al movimiento de dicha carga. La corriente instantánea se obtiene mediante el procedimiento al límite,

$$I = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \delta Q / \delta t$$

La unidad de corriente, un coulomb por segundo, se llama ampere [A], en honor de André Marie Ampere (1775–1836), un científico francés que hizo muchas contribuciones a la electricidad actual.

Por definición, la dirección de la corriente es la del flujo de las cargas positivas. Si las cargas negativas son las que se mueven, entonces la dirección de la corriente es contraria a la velocidad de las cargas negativas. Esta última circunstancia es con mucho la más común; entre los conductores metálicos, los electrones cargados negativamente son los que transportan la carga.

En un metal, los electrones móviles de conducción están en movimiento continuo, como las moléculas de un gas. Si la velocidad promedio de los electrones es cero, la corriente total también será cero. La corriente macroscópica que resulta de un movimiento neto de cargas es proporcional al número de cargas y a su velocidad promedio, también conocida como velocidad de desplazamiento o de corrimiento.

Consideremos un haz de partículas de densidad uniforme, n por m^3 , cada una portando una carga de q coulombs. En un tiempo δt , una carga que viaja con una velocidad vd cubre una distancia $\delta l = vd \delta t$. La carga total dentro del volumen $\delta V = A \delta l$ es $nq \delta V = \delta Q$, y ésta es la cantidad de carga que atraviesa la superficie transversal A durante el intervalo δt .

$$I = n q vd A$$

Energía y Potencia

La energía potencial (EP) es la capacidad de un sistema para hacer un trabajo de acuerdo de acuerdo a su posición o configuración.

La fuerza que sostiene una masa contra la acción de la gravedad es mg . Si esta masa se levanta una altura h , el

trabajo hecho por esta fuerza de soporte es: $W = mgh$.

Decimos que la energía potencial gravitacional de la masa m se ha aumentado en mgh , el trabajo hecho por la fuerza de soporte contra la fuerza de gravedad. Este trabajo se puede aprovechar; si dejamos que la masa caiga libremente bajo la acción de la gravedad, adquirirá energía cinética y, al pegar contra el suelo, puede romper un objeto, clavar un clavo o tirar al piso algún conjunto ordenado.

Aunque es más fácil visualizar la energía potencial en términos del trabajo hecho contra la fuerza de gravedad, la definición apropiada de la energía potencial gravitacional se da en términos de la fuerza gravitacional, que se dirige en sentido contrario al de la fuerza que soporta la masa.

La diferencia en la EP gravitacional de un objeto entre los puntos A y B es el trabajo negativo hecho por la gravedad al mover el objeto desde A hasta B:

$$\Delta EP_{AB} = EP_B - EP_A.$$

Observe que la ecuación anterior sólo define el cambio en la EP, la diferencia en la EP en B y en A. Esto es todo lo que se puede hacer porque la EP cero depende de dónde se localice el cero de nuestro sistema de referencia. Se podría colocar en el nivel del piso o en la superficie de la mesa, o en el nivel del mar, y cada uno de estos puntos, igualmente correctos para nuestros propósitos, corresponde a un cero distinto de la EP gravitacional

Si medimos la altura desde algún origen arbitrario, por ejemplo desde el nivel del mar, y usamos éste origen para nuestra EP cero, la EP de un cuerpo de masa m a una elevación h es

$$EP_h = mgh$$

Observe que la EP de un objeto sólo depende de su localización, y no de la vía por la cual llegó a es punto. En conclusión, si un cuerpo es transportado por una trayectoria cerrada, el cambio en la EP es cero.

En una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme $\mathbf{E}$, se quiere conocer la diferencia de potencial V_{AB} entre dos puntos arbitrarios A y B. Esta diferencia de potencial se hace calculando el trabajo efectuado por el campo sobre una carga positiva unitaria, al transportarla desde A hasta B. Ya que en toda esta región la carga q experimenta una fuerza constante

$$\mathbf{F} = q \mathbf{E}$$

el trabajo efectuado por esa fuerza es

$$W_{AB} = F_{SAB} \cos \theta$$

siendo θ el ángulo entre la fuerza $\mathbf{F}$ y el desplazamiento SAB en el que actúa la fuerza.

En este caso, el producto del desplazamiento por el $\cos \theta$ es precisamente la distancia AB' . Como $\mathbf{F}$ actúa en la dirección de AB' , la definición de diferencia de potencial da

$$V_{AB} = - F_{SAB'} / q = - E_{SAB'}$$

En un campo electrostático uniforme, la diferencia de potencial V_{AB} es el producto negativo del campo eléctrico $\mathbf{E}$ por la componente del desplazamiento desde el punto A hasta el punto B en la dirección del campo.

Con frecuencia, nos interesa mucho saber la rapidez con la que se puede hacer determinada tarea, a la vez que la energía que se consumirá en ella. Si pensamos que hay un sótano anegado se puede planear utilizar una cubeta o una bomba de motor para elevar la **EP** del agua a la correspondiente al nivel del piso, esto es sacarla del sótano. La energía empleada, sin tomar en cuenta las pérdidas por fricción, serán igual, sea cual fuere el método empleado, pero si nos dan a escoger, no vacilaremos en utilizar el método más rápido y potente.

La velocidad a la que se realiza un cierto trabajo se llama potencia. Esto es, la potencia, representada por P , es el trabajo efectuado por unidad de tiempo.

La unidad de potencia en el SI, es el joule por segundo, se llama watt [W], en conmemoración a James Watt (1736–1819), quie, quizá más que nadie, demostró al mundo los beneficios que se pueden tener al controlar la potencia de las máquinas de vapor.

1. Objetivos de aprendizaje

- a) Conocer y utilizar el concepto de corriente eléctrica.
- b) Definir la cantidad llamada resistencia eléctrica.
- c) Conocer la ley de Ohm.
- d) Definir y calcular la resistividad de materiales o medios diversos.
- e) Calcular la potencia eléctrica de un elemento conductor y experimentar con sus efectos.

2. Conceptos teóricos antecedentes

- a) Diferencia de potencial
- b) Clasificación de los materiales desde un punto de vista eléctrico
- c) Conexión de elementos en serie y paralelo
- d) Corriente eléctrica
- e) Energía y potencia

3. Equipo y material

Para el alumno

- 2 soportes universales con una pinza de sujeción cada uno
- 1 fuente de 0 – 60 [V] y 0 – 3.5 [A] de C.D.
- 1 multímetro con sus cables
- 1 tablero con alambres de nicromel de diámetros diferentes
- 1 alambre de nicromel de longitud variable
- 1 recipiente de plástico con muestras de tierra y dos electrodos planos (placas)

1 termistor

1 recipiente de vidrio pyrex

1 parrilla eléctrica

1 variac

1 regla métrica

1 amperímetro de carátula de 0 – 5 [A] de C.A.

1 amperímetro de carátula de 0 – 1 [A] de C.A.

3 metros de alambre de nicromel de calibre 34 ó 32 AWG (código de identificación comercial), (aportado por el alumno)

4. Desarrollo

I. Corriente eléctrica y Ley de Ohm

La corriente eléctrica se define matemáticamente del modo siguiente: