

DISCUSIÓN DE PROBLEMAS No. 4

UNIDAD IV: CORRIENTE ELÉCTRICA Y CIRCUITOS CD

A – REVISIÓN DE CONCEPTOS

1° Argumente acerca de la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- La corriente eléctrica (**I**) es independiente del valor del área de la sección transversal del conductor por la cual circula.
- La densidad de corriente (**J**) para dos secciones transversales de distinta área en un mismo conductor debe ser la misma.
- La velocidad de deriva de los electrones en un conductor es por efecto único del campo eléctrico en dicho conductor.
- La velocidad de deriva es proporcional a la intensidad del campo eléctrico.
- Para cualquier elemento resistivo sea óhmico o no óhmico, la resistencia eléctrica se define como:
 $R = V/I$
- La resistencia eléctrica de diferentes alambres hechos del mismo material es proporcional a la longitud de éstos e inversamente proporcional a su diámetro.
- La resistividad de un material es una propiedad extensiva, es decir que depende de la cantidad de masa que se tenga de éste.
- La fuerza electromotriz y la diferencia de potencial en las terminales de una fuente de energía eléctrica son conceptos equivalentes.
- La resistencia interna de una batería hace que la diferencia de potencial entre sus terminales en un circuito sea mayor que su fem.
- La potencia disipada por efecto Joule en un elemento resistor es proporcional al valor de su resistencia.
- La corriente (**I**) a través de cada una de las resistencias conectadas en serie, es proporcional a la diferencia de potencial respectiva.
- La potencia disipada por dos resistencias en serie es mayor que la potencia disipada por las mismas conectadas en paralelo y con la misma fem.
- La primera regla de Kirchhoff (de los nodos) se sustenta en el principio de cuantización de la carga.
- La segunda regla de Kirchhoff (de las mallas) es una forma particular de expresar el principio de conservación de la energía.
- La constante de tiempo de un circuito RC (τ), es el tiempo en que un capacitor se carga o se descarga completamente.

2° Responda las siguientes preguntas:

- Se aplica una diferencia de potencial **V** a un alambre de cobre de diámetro **d** y longitud **L**. ¿Cuál es el efecto en la velocidad de arrastre (o de deriva) de los electrones (i) al duplicar **V**, (ii) al duplicar **L**, y (iii) al duplicar **d**?
- ¿Cambia la densidad de los transportadores de carga “**n**” en un conductor si se cambia la velocidad de deriva de éstos?
- ¿Qué dificultades considera usted se tienen al tratar de probar que el filamento de un foco eléctrico obedece la ley de Ohm?

- d) ¿Cómo se aplica la relación $V = IR$ a los resistores que no obedecen la ley de Ohm?
- e) ¿Cuál es la diferencia entre resistencia y resistividad?
- f) Si la velocidad de arrastre (o deriva) de los electrones en un conductor en condiciones ordinarias es muy pequeña, ¿por qué la luz en el cuarto se enciende tan rápidamente después de haber accionado el interruptor?
- g) Si al duplicar la diferencia de potencial a un cierto elemento resistivo la corriente se incrementa en un factor de cuatro ¿qué se puede concluir acerca de dicho elemento?
- h) La ecuación $P = I^2R$ parece sugerir que el ritmo de aumento de la energía térmica en una resistencia se reduce si ésta se hace menor y la ecuación $P = V^2/R$ parece indicar lo contrario. ¿Cómo se puede conciliar esta aparente paradoja?
- i) ¿Es la resistencia del filamento más baja o más alta en un foco de 500 W que en otro de 100 W? Ambos están diseñados para operar a 120 V.
- j) ¿Por qué es mejor enviar 10 MW de potencia eléctrica a largas distancias a 10 kV más bien que a 220 V?
- k) ¿Cómo a partir de datos experimentales podría determinarse el valor de la fem y la resistencia de una batería?
- l) ¿Cuál es la diferencia entre fem y diferencia de potencial?
- m) ¿La dirección de la fem suministrada por una batería depende de la dirección del flujo de la corriente en la batería?
- n) ¿Por qué se dice que la regla de mallas (o del circuito cerrado) se basa en la conservación de la energía?
- o) ¿Se aplican las reglas del nodo y del circuito cerrado a un circuito que contenga un capacitor?
- p) En un circuito RC conectado a una batería, la carga almacenada por el capacitor es independiente del valor de la resistencia. ¿Cuál es, entonces, el propósito del resistor?
- q) ¿Alcanzan, en el proceso de carga de un capacitor, al mismo tiempo la mitad de su valor final la carga, la diferencia de potencial y la energía?

B- PROBLEMAS

Corriente eléctrica.

- 1- En un tubo de rayos catódicos la corriente del haz de electrones es de $30 \mu\text{A}$. ¿Cuántos electrones golpean la pantalla del tubo en 40 s?
- 2- Una pequeña esfera con una carga de 8 nC se pone a girar atada al extremo de un hilo aislante. La frecuencia angular es de $100\pi \text{ rad/s}$. ¿Cuál es la corriente promedio debido al movimiento de la carga?

Densidad de corriente, velocidad de arrastre.

- 3- Una corriente pequeña pero mensurable de 123 pA existe en un alambre de cobre de 2.46 mm de diámetro. Calcule (a) la densidad de corriente y (b) la velocidad de arrastre de los electrones asumiendo un electrón de conducción por átomo.

- 4- A un alambre de cobre de 4.00 mm de diámetro se aplica un campo eléctrico uniforme de 0.2 V/m. Determinar: a) La densidad de corriente en el alambre si su resistividad es $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega\cdot\text{m}$. b) La velocidad de arrastre, asumiendo que hay un electrón de conducción por átomo. (La densidad del cobre es de 8.96 g/cm^3 y su masa molar es de 63.5 g/mol .)
- 5- Un alambre de diámetro de 1.02 mm, transporta una corriente con densidad de $1.50 \times 10^6 \text{ A/m}^2$. Calcule la corriente en el alambre

Resistencia, resistividad y conductividad

- 6- Un alambre de aluminio de sección circular constante con un diámetro de 4.00 mm es sometido a un campo eléctrico uniforme de 0.2 V/m. Determinar: a) La corriente que atraviesa el conductor si su conductividad es de $3.64 \times 10^7 \Omega^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$. b) El número de electrones libres por unidad de volumen si se asume un electrón de conducción por átomo de aluminio. (La densidad es 2.7 g/cm^3 y la masa molar es 27 g/mol) c) La velocidad de deriva.
- 7- Un alambre de 20 m de longitud y de 1.50 mm de diámetro tiene una resistencia de 2.50Ω . ¿Cuál es la resistencia de otro alambre del mismo material pero de 35 m de longitud y 3.00 mm de diámetro?
- 8- Un alambre con una resistencia de 6.0Ω se estira de modo que su nueva longitud es tres veces mayor que su longitud inicial. Halle la resistencia del alambre estirado, asumiendo que la densidad del material y su resistividad no cambian por efecto del estiramiento.

Resistencia y temperatura.

- 9- Un alambre de 3 m de longitud y 0.45 mm^2 de área de sección transversal tiene una resistencia de 41Ω a 20°C . Si la resistencia del alambre aumenta a 41.4Ω a 29°C . a) ¿Cuál es el valor del coeficiente térmico de resistividad? b) ¿Cuál es el valor medio de la resistividad del material de que está hecho el alambre en el intervalo de las temperaturas indicadas?
- 10- El embobinado de cobre de un motor tiene una resistencia de 50Ω a 20°C ; cuando el motor está inactivo. Después de funcionar varias horas la resistencia aumenta a 58Ω , ¿cuál es la temperatura del embobinado? ($\alpha = 4.3 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$)

11- Una bombilla que recibe energía de una batería tiene filamento de tungsteno. Cuando el interruptor que conecta la bombilla con la batería se enciende por primera vez y la temperatura de la bombilla es de 20°C , la corriente en la bombilla es de 0.860 A . Una vez que la bombilla ha estado encendida durante 30 s , la corriente es de 0.220 A . Pasado ese tiempo, ¿cuál es la temperatura del filamento? ($\alpha = 4.5 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$)

Energía eléctrica y potencia.

12- En un dispositivo eléctrico hipotético, la diferencia de potencial V en volts, medida entre sus extremos, se relaciona con la corriente I en mA según $V = 3.55 I^2$. (a) Determine la resistencia cuando la corriente es de 2.40 mA . (b) ¿A qué valor de la corriente la resistencia es igual a $16\ \Omega$?

13- Un calefactor de inmersión de 500 W se coloca en un recipiente que contiene 2 L de agua a 20°C .
(a) ¿Cuánto tiempo tarda el agua en llegar a la ebullición suponiendo que el agua absorbe el 80% de la energía disponible? (b) ¿Cuánto tiempo más tardará en evaporarse la mitad del agua?
($L_v = 540\text{ cal/g}$)

14- Una batería de automóvil de 12 V tiene una carga inicial $Q = 120\text{ A.h}$ (amperios-hora). Suponiendo que la diferencia de potencial en las terminales de la batería permanece constante hasta que la batería se descargue totalmente, ¿durante cuántas horas puede suministrar una potencia de 100 W ?

Fuerza electromotriz, resistencia interna

15- Una batería tiene una fem de 15 V . La diferencia de potencial entre sus terminales es de 11.6 V cuando se conecta una resistencia R que genera energía térmica a un ritmo de 20 W . (a) ¿Cuál es el valor de R ? (b) ¿Cuál es la resistencia interna de la batería?

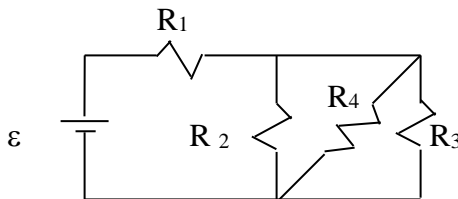
16- Una fem de 24 V tiene una resistencia interna $r = 1\ \Omega$ y está conectada a una resistencia variable con la que se pueden obtener valores de resistencia de $0.1\ \Omega$ a $1\text{ k}\Omega$. Determinar:

- El valor de la resistencia variable R para el cual la fem entrega la máxima potencia.
- El valor de la máxima potencia que la fem puede entregar a R .
- Ilustre cualitativamente el gráfico de P vrs. R .

Combinación de resistencias.

17- Para el circuito que se muestra en la figura calcular (a) La resistencia equivalente de la red. (b) La corriente en cada resistor.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 6.22 \text{ V} \\ R_1 &= 112 \, \Omega \\ R_2 &= 42.0 \, \Omega \\ R_3 &= 61.6 \, \Omega \\ R_4 &= 75.0 \, \Omega\end{aligned}$$

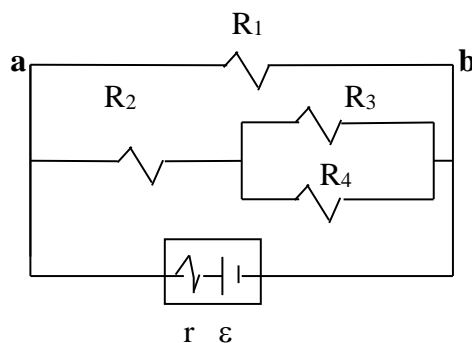


18- Una batería de 9.0 V tiene una resistencia interna de $0.50 \, \Omega$ y está conectada a un circuito tal como se ilustra en la figura.

a) ¿Cuál es el valor de la corriente que proporciona la batería?

b) ¿Cuál es la diferencia de potencial $V_a - V_b$?

c) ¿Cuál es el valor de la corriente en R_1 ?

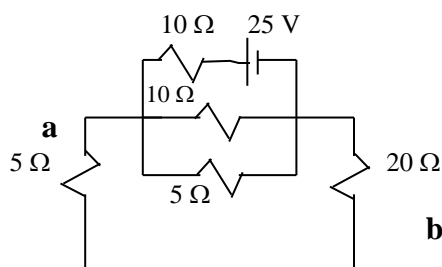


$$\begin{aligned}R_1 &= 10 \, \Omega \\ R_2 &= 6 \, \Omega \\ R_3 &= 8 \, \Omega \\ R_4 &= 4 \, \Omega \\ \varepsilon &= 9.0 \text{ V} \\ r &= 0.50 \, \Omega\end{aligned}$$

19- Para el siguiente circuito determinar:

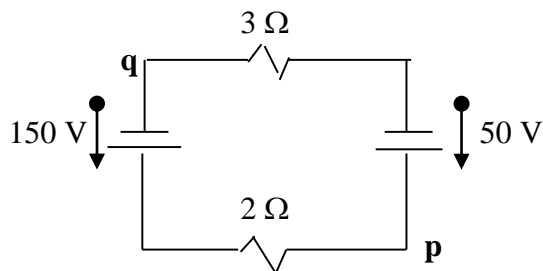
a) La corriente en la resistencia de $20 \, \Omega$.

b) La diferencia de potencial $V_a - V_b$

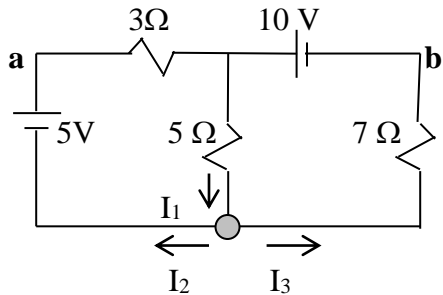


Reglas de Kircchhoff.

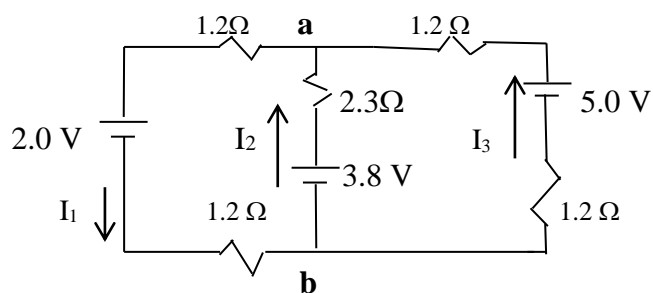
20- En la figura el potencial en el punto **p** es de 100 V. ¿Cuál es el potencial en el punto **q**?



21- Determinar las corrientes I_1 , I_2 e I_3 indicadas en el circuito y la diferencia de potencial $V_a - V_b$.

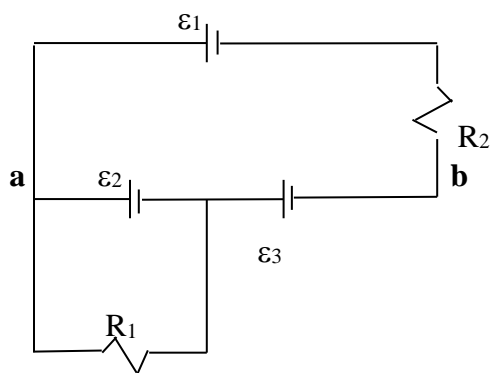


22- Para el siguiente circuito determinar:



- a) La corriente por cada fem.
- b) $V_b - V_a$

23- Para el circuito que se muestra en la figura determinar: a) La corriente en cada resistor y b) la diferencia de potencial entre los puntos a y b.



- $\varepsilon_1 = 6.0 \text{ V}$
- $\varepsilon_2 = 5.0 \text{ V}$
- $\varepsilon_3 = 4.0 \text{ V}$
- $R_1 = 100 \Omega$
- $R_2 = 50 \Omega$

Circuito serie RC.

- 24- Un capacitor en un circuito RC se carga hasta un 75% de su máximo valor en 1.4 s. a) ¿Cuál es el valor de la constante de tiempo τ del circuito? y b) Si la resistencia en el circuito es de $27\text{ k}\Omega$ ¿cuál es el valor del capacitor?
- 25- Una resistencia de $4\text{ M}\Omega$ y un capacitor de $3\text{ }\mu\text{F}$ se conectan en serie con una fem de 12 V. (a) De terminar el valor de la constante de tiempo del circuito. (b) Exprese la corriente y la carga como una función del tiempo en el proceso de carga.
- 26- Un resistor de $3.0\text{ M}\Omega$ y un capacitor de $1.0\text{ }\mu\text{F}$ están conectados formando un circuito de una sola malla con una fuente de fem de 4.0 V. En un segundo después de haber cerrado el circuito, ¿cuál es el valor en que (a) crece la carga del capacitor, (b) se almacena la energía en el capacitor, (c) aparece la energía interna en el resistor y (d) la fuente de fem entrega energía?
- 27 - Un circuito RC se descarga al cerrar un interruptor en el tiempo $t=0$. La diferencia de potencial inicial en el capacitor es de 100 V. Si la diferencia de potencial disminuyó a 1.06 V después de 10.0 s.
- a) Calcule la constante de tiempo del circuito
 - b) Si el capacitor tiene un valor $C= 1.5\text{ }\mu\text{F}$, calcule el valor de la resistencia
 - c) Calcule la corriente en $t=5.0\text{ s}$

RESPUESTAS DISCUSIÓN 4

- 1)** $7.5 \times 10^{15} \text{ e}^-$
- 3)** a) $25.9 \mu\text{A}/\text{m}^2$ b) $1.9 \times 10^{-15} \text{ m/s}$
- 5)** a) 91.5 A b) $6.022 \times 10^{28} \text{ e}^-/\text{m}^3$ c) $7.6 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
- 8)** 54Ω
- 9)** a) $1.08 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ b) $6.21 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$
- 10)** $57.2 ^\circ\text{C}$
- 11)** $666 ^\circ\text{C}$
- 12)** a) $8.52 \text{ k}\Omega$ b) $4.51 \mu\text{A}$
- 13)** a) 28 min b) 1.6 h
- 14)** 14.4 h
- 15)** a) 6.73Ω b) 1.98Ω
- 16)** a) 1Ω
- 17)** a) 131Ω b) $I_1 = 47.5 \text{ mA}$, $I_2 = 21.2 \text{ mA}$, $I_3 = 14.4 \text{ mA}$ $I_4 = 11.9 \text{ mA}$
- 19)** a) 0.227 A b) 1.14 V
- 20)** -10 V
- 21)** $V_a - V_b = 10.4 \text{ V}$
- 22)** a) $I_1 = 668 \text{ mA}$, $I_2 = 85.7 \text{ mA}$, $I_3 = 582 \text{ mA}$ b) -3.60 V
- 24)** a) $\tau = 1.01 \text{ s}$ b) $37.4 \mu\text{F}$
- 26)** a) 955 nC/s b) $1.08 \mu\text{W}$ c) $2.74 \mu\text{W}$ d) $3.82 \mu\text{W}$
- 27)** a) 2.2 s