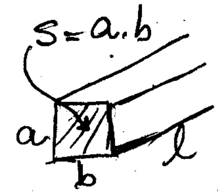
Una barra de cobre de sección transversal rectangular de 2 mm x 8 mm y largo 2 m, tiene una caída de potencial de 5 mV. Encontrar la resistencia, intensidad de corriente eléctrica, densidad de corriente, campo eléctrico y velocidad de desplazamiento de los electrones de conducción. (ρ_{cu}= 1,771 x 10^{-8} (Ωm) y n_{cu}= 8,4 x 10^{28} (elect/m³)).

Cálculo de R:



$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{1{,}77 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m \cdot 2m}{2 \cdot 10^{-3} m \cdot 8 \cdot 10^{-3} m}$$

$$\boxed{R \cong 2{,}2 \cdot 10^{-3} \Omega = 2{,}2\ m\Omega}$$

Cálculo de la corriente eléctrica:

$$i = \frac{V}{R} = \frac{5 \cdot 10^{-3} V}{2{,}2 \cdot 10^{-3} \Omega} \quad \therefore \quad \boxed{i \cong 2{,}26 A}$$

Cálculo de la densidad de corriente:

$$J = \frac{i}{S} = \frac{i}{a \cdot b} = \frac{2{,}26 A}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-3} m^2} \Rightarrow \boxed{J \cong 1{,}41 \cdot 10^{5} \frac{A}{m^2}}$$

Cálculo del campo eléctrico:

$$J = \sigma E \Rightarrow E = \frac{J}{\sigma} = \rho J = 1{,}77 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot 1{,}41 \cdot 10^{5} \frac{A}{m^2}$$

$$\boxed{E \cong 2{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{m}}$$

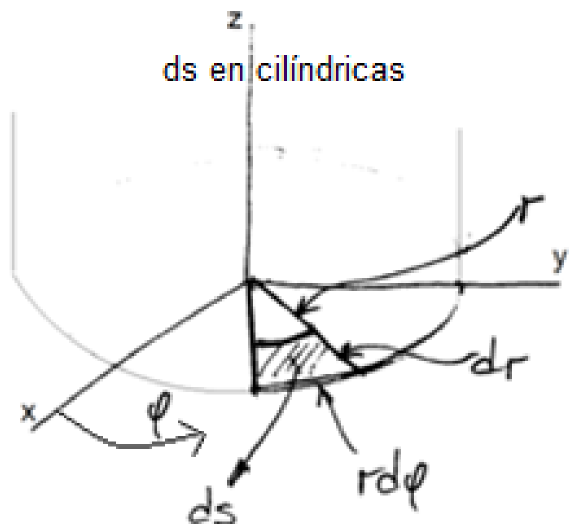
Cálculo de la velocidad de desplazamiento:

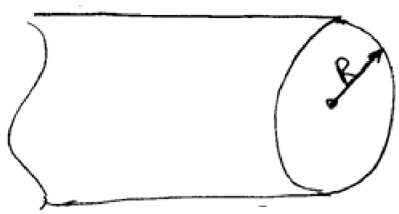
$$v_D = \frac{J}{Ne} = \frac{1{,}41 \cdot 10^{5}\ A/m^2}{8{,}4 \cdot 10^{28} \frac{e}{m^3} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \frac{C}{e}} \Rightarrow \boxed{v_D \cong 1{,}05 \cdot 10^{-5} \frac{m}{s}}$$

Se tiene un conductor cilíndrico de radio 2 mm. Hallar la intensidad de corriente eléctrica si:

a) $J = (25000/\pi)(A/m^2)$ (uniforme).

b) J varía con la distancia r, medida desde el eje, según la expresión: $J = (10^3/r)(A/m^2)$.





a) $I = J \pi r^2$

$= \frac{25000 \, A}{\cancel{\pi} \, \cancel{m^2}} \cancel{\pi} \, 4 \cdot 10^{-6} \cancel{m^2}$

$\boxed{I = 100 \, mA}$

b) $I = \int \vec{J} \cdot d\vec{S}$ No podemos evitar la integral, ya que J cae como 1/r

$\frac{10^3}{r}$ siendo ds: $dS = r \, d\varphi \, dr$ se debe integrar en **r** (0 y R) y en φ (0 y 2π)

$I = 10^3 \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{r} r \, d\varphi \, dr = 10^3 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^R dr = 10^3 \, 2\pi \, R$

$= \cancel{10^3} \, 2\pi \cdot 2 \cdot \cancel{10^{-3}}$

$\boxed{I = 4\pi \, [A]}$

Un calentador ambiental eléctrico posee un alambre de nichrome con una resistencia R de 8Ω a 0°C. Aplicando una diferencia de potencial de 120V, la corriente eléctrica calienta el nichrome a 1000°C($\alpha_{ni} = 0,4 \times 10^{-3}$ (1/ °C)).

a) ¿Cuál es la corriente inicial que circula por el elemento de calefacción frío?

b) ¿Cuál es la R del elemento de calefacción a 1000°C?

c) ¿Cuál es la potencia operativa de este calentador?

Nichrome es una aleación de Níquel, Cromo, Manganeso y Fe no se oxida y tiene una alta resistividad.

$R_{0°} = 8\,\Omega$; $V = 120V$; $T_{Trabajo} = 1000\,°C$

$\alpha = 0,4 \cdot 10^{-3}\ 1/°C$

a) $I_0 = \frac{V}{R_0} = \frac{120V}{8\Omega} = 15A$

b) $R_{1000°C} = R_0(1 + \alpha T) = 8\,\Omega\left(1 + 0,4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{°C} \cdot 1000°C\right)$

$R_{1000°C} = 11,2\,\Omega$

c) $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120V)^2}{11,2\,\Omega} = 1,28\,kW$

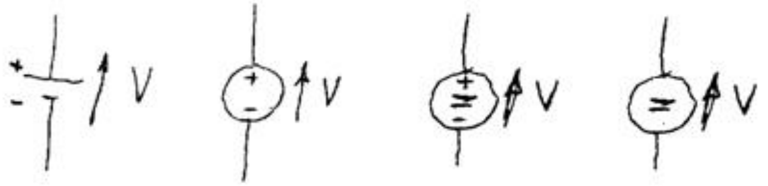
Si la intensidad de corriente que circula a través de la sección de un conductor es 30 mA ¿Cuánta carga habrá atravesado dicha sección durante 2 minutos?. ¿Cuántos electrones habrán circulado? q_e=1.6·10^{-19} C.

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t = 30 \cdot 10^{-3}\ A \cdot\ 120\ s \Rightarrow \boxed{q = 3.6\ C}$$

$$n_e = \frac{q}{q_e} = \frac{3.6\ C}{1.6 \cdot 10^{-19}\ C} \Rightarrow \boxed{n_e = 2.25 \cdot 10^{19}\ \text{electrones}}$$

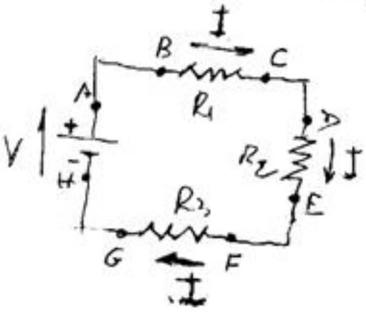
número deelectrones que circulan

En los circuitos encontraremos dispositivos activos (fuentes) y dispositivos pasivos (R)



Son diversas figuras de un mismo dispositivo activo

Para observar que en todos existe una flecha que apunta del borne de menor potencial, hacia el de mayor. Aunque la ddp es un ESCALAR, SIEMPRE LA FLECHA APUNTA $\ominus \xrightarrow{V} \oplus$



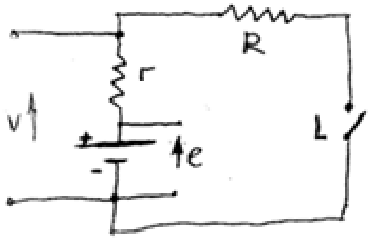
En el resistor, apunta del borne de mayor potencial, hacia el de menor. O sea, indico el sentido de la I. Cuando una I circula x una R, los portadores de carga pierden V atravesando la R ∴ cuando salen del extremo opuesto, tienen menor V:

$\oplus \xrightarrow{I} \ominus$ ¡ El R es disipativo !

Nótese que no se nombró a los conductores (cables) usados para interconectar los dispositivos: en gral. los tramos de conductor utilizados tienen una resistencia <<< las R utilizadas ∴ de no indicarse lo contrario, podemos razonar que en ellos $\rho = 0$ ó $\sigma = \infty$.

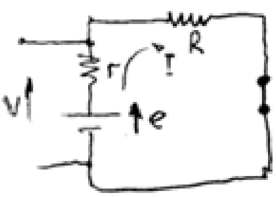
Esto significa que el potencial eléctrico en el punto A es = al potencial eléctrico en el punto B ⇒ $V_A = V_B$; $V_C = V_D$; $V_E = V_F$ y $V_G = V_H$.

Análisis resistencia interna de una fuente



La fem (e ó $\mathcal{E}$) de una fuente, puede ser definida circuitalmente como su ddp V cuando no circula I si L se encuentra abierta, la I del circuito es nula ∴ recordando a Ohm: $I = \frac{V_r}{R} \rightarrow V_r = 0$

Esto muestra que $V = e$, en cambio, cuando L se cierra:

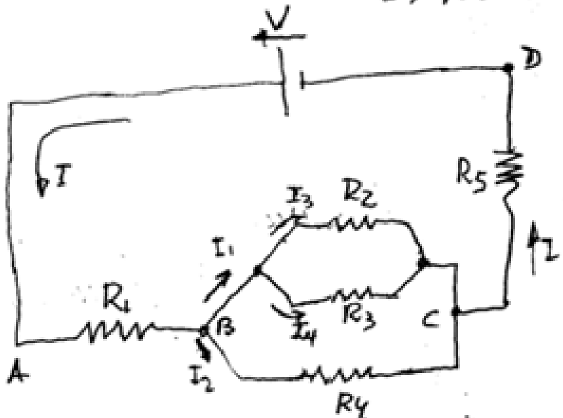


$V = e - rI$ con $I = \frac{e}{r+R}$

En muchas situaciones: $R >> r$ ∴ r se desprecia

---

a) Hallar la ddp en c/R del siguiente circuito b) la potencia disipada en todas las R y c) la potencia entregada por la fuente



$V = 100\,V$

$R_1 = 12{,}5\,\Omega$

$R_2 = R_3 = 100\,\Omega$

$R_4 = 50\,\Omega$

$R_5 = 12{,}5\,\Omega$

a)

$$R = R_1 \text{ s } \left\{ \left[(R_2 // R_3) // R_4 \right] \text{ s } R_5 \right\}$$

$R_2 || R_3 = 100\Omega || 100\Omega = 50\Omega$; $50\Omega || R_4 = 50\Omega || 50\Omega = 25\Omega$

$R_1 \text{ s } 25\Omega = 12{,}5\Omega \text{ s } 25\Omega = 37{,}5\Omega \rightarrow 37{,}5\Omega \text{ s } R_5$

$37{,}5\Omega \text{ s } 12{,}5 \Rightarrow R = 50\Omega \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{100V}{50\Omega} = 2A$

$V_{R_1} = V_{AB} = R_1 I = 12{,}5\Omega \cdot 2A = 25V \rightarrow \boxed{V_{R_1} = 25V}$

Si $V_{AB} = 25V$ ∴ $V_{BD} = 75V$ y como en R_5 circulan 2A ∴

$V_{R_5} = V_{CD} = R_5 I = 12{,}5\Omega \cdot 2A = 25V \Rightarrow \boxed{V_{R_5} = 25V}$

$V_{BC} = V - (V_{AB} + V_{CD}) = 100 - (25V + 25V) \Rightarrow V_{BC} = 50V$ ∴

$\boxed{V_{R_4} = 50V}$; Ídem $\boxed{V_{R_2} = 50V}$ y $\boxed{V_{R_3} = 50V}$

b) $P_{R_1} = I^2 R_1 = (2A)^2 \cdot 12{,}5A \Rightarrow \boxed{P_{R_1} = 50W}$

$P_{R_2} = \dfrac{(V_{R_2})^2}{R_2} = \dfrac{(50V)^2}{100} \Rightarrow \boxed{P_{R_2} = 25W}$

$P_{R_3} = \dfrac{(V_{R_3})^2}{R_3} \longrightarrow \boxed{P_{R_3} = 25W}$

$P_{R_4} = \dfrac{(V_{R_4})^2}{R_4} = \dfrac{(50V)^2}{50\Omega} \Rightarrow \boxed{P_{R_4} = 50W}$

$P_{R_5} = I^2 R_5 = (2A)^2\, 12{,}5\Omega \Rightarrow \boxed{P_{R_5} = 50W}$

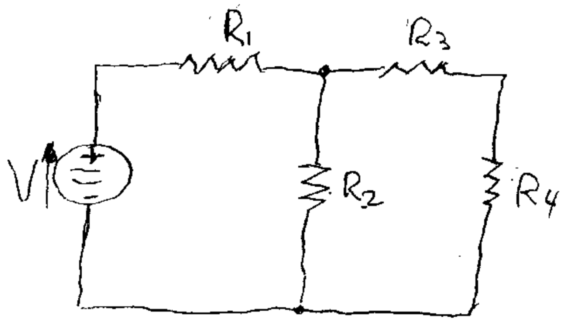
$P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3} + P_{R_4} + P_{R_5} = 200W$

$P_R = I^2 R = (2A)^2 \cdot 50\Omega = 200W$

c) $P_{fuente} = V \cdot I = 100V \cdot 2A \Rightarrow \boxed{P_{fuente} = 200W}$

Toda la potencia generada x la fuente se consume en las R ∴ ⇒ Balance de energía

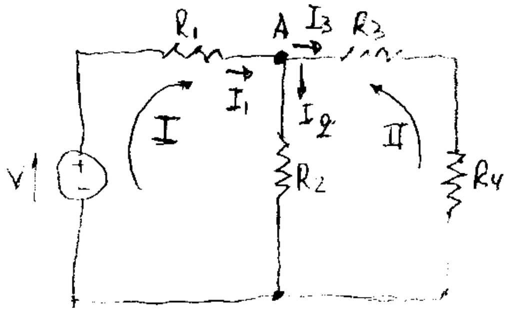
NOTA: Rehacer el problema hallando las potencias con las I en las R (cuando se lo hizo con las V) y con las V en las R (cuando se lo hizo con las I)



a) Encontrar la d.d.p en c/u de las R y b) La potencia disipada en c/u de las R y la potencia entregada por la fuente de V

$R_1 = 10\Omega \quad R_2 = 20\Omega \quad R_3 = 15\Omega \quad R_4 = 30\Omega \quad V = 200V$

- Resolución aplicando mallas y nodos



NODO A:

$I_1 - I_2 - I_3 = 0$ ①

MALLA I:

$-I_2 R_2 + V - I_1 R_1 = 0$

$-20 I_2 + 200 - 10 I_1 = 0$

$-I_1 - 2 I_2 + 20 = 0$ ②

MALLA II:

$-I_2 R_2 + I_3 R_4 + I_3 R_3 = 0 \rightarrow -20 I_2 + 30 I_3 + 15 I_3 = 0$

$-20 I_2 + 45 I_3 = 0 \rightarrow -4 I_2 + 9 I_3 = 0$ ③

① en ②: $I_1 = I_2 + I_3 \therefore -(I_2 + I_3) - 2 I_2 + 20 = 0$

$-I_2 - I_3 - 2 I_2 + 20 = 0 \Rightarrow -3 I_2 - I_3 + 20 = 0$ ④

③ y ④: 2 ecs con 2 incógnitas:

$-4 I_2 + 9 I_3$

$-3 I_2 - I_3 + 20 \; (\times 9) \Rightarrow$

$$\begin{array}{r} -4 I_2 + 9 I_3 \qquad \\ + \; -27 I_2 - 9 I_3 + 180 \\ \hline -31 I_2 \qquad\quad + 180 = 0 \end{array}$$

$\boxed{I_2 \cong 5{,}81\,A}$ ✓

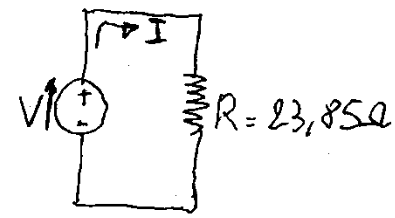
I_2 en ② $\Rightarrow \boxed{I_1 = 8{,}38\,A}$ ✓

I_2 e I_1 en ① $\Rightarrow \boxed{I_3 = 2{,}57\,A}$ ✓

• Resolución x d.d.p

$R_3 \text{ S } R_4 = 15 + 30 = 45\Omega$

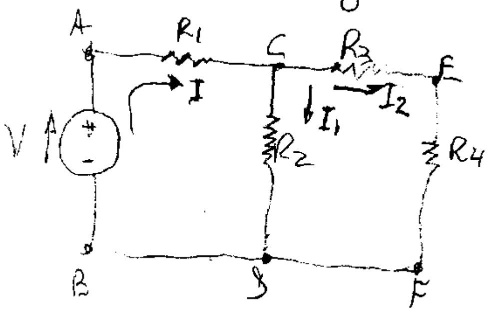
$R_2 // 45 = \frac{1}{20} + \frac{1}{45} \Rightarrow R_P \cong 13{,}85\Omega$ ⇒



$R_1 \text{ S } R_P = 10 + 13{,}85 = 23{,}85\Omega$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200V}{23{,}85\Omega} \Rightarrow \boxed{I \cong 8{,}38A}$$

El circuito original:



$I = 8{,}38A \therefore V_{R_1} = V_{AC} = I R_1$

$V_{AC} = 8{,}38 \cdot 10 = 83{,}8V$

$V_{BC} = +V - R_1 I_1 = 200 - 83{,}8 = 116{,}2V$

$V_{BC} = V_{DC} \therefore V_{DC} = 116{,}2V$

$$I_1 = \frac{V_{DC}}{R_2} = \frac{116{,}2}{20} \Rightarrow \boxed{I_1 = 5{,}81A}$$

$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = I - I_1 = 8{,}38 - 5{,}81 \Rightarrow \boxed{I_2 \cong 2{,}57A}$

$P_{R_1} = I^2 R_1 = \frac{V_{R_1}^2}{R_1} \Rightarrow \boxed{P_{R_1} \cong 702{,}2W}$

$P_{R_2} = I_1^2 R_2 = \frac{V_{R_2}^2}{R_2} \Rightarrow \boxed{P_{R_2} \cong 675{,}1W}$

$P_{R_3} = I_2^2 R_3 \Rightarrow \boxed{P_{R_3} \cong 99{,}1W}$

$P_{R_4} = I_2^2 R_4 \Rightarrow \boxed{P_{R_4} \cong 198{,}1W}$

$\boxed{P = 1674{,}5W}$ Es la P disipada en todas las R

La P generada x la fuente;

$P_f = V \cdot I = 200 \cdot 8{,}38$

$\boxed{P \cong 1676W}$

Obsérvese que se cumple el Principio de Conservación de la U ⇒ Toda la U_f se disipa en las R !