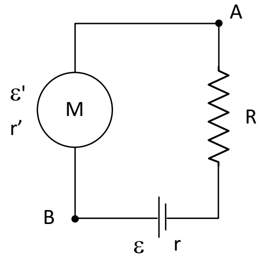
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA	Segundo parcial FFI **26 de Noviembre de 2018** curso 2018/19	Departamento de Física Aplicada

1. (**2,5 puntos**) En el circuito de la figura, se sabe que las potencias consumidas por **efecto Joule** en las resistencias internas de **motor** y **generador** y en la **resistencia R** son **10 W**: $P_R=P_r=P_{r'}=10$ W. Además, la diferencia de potencial entre los terminales de la resistencia R es 5 V: **V_R=5 V**, y el **rendimiento** del **motor** es del **80%**. Calcula (0,5 puntos cada apartado):

a) La **potencia transformada** por el motor en energía mecánica y la **generada** por el generador. Indica la **polaridad** del motor.
b) Calcula la **intensidad** que recorre el circuito.
c) Calcula las características de motor, generador y resistencia: **ε, r, ε', r' y R**.
d) Calcula la **diferencia de potencial** entre los puntos **A y B** del circuito.
e) Calcula el **rendimiento** del **generador**. **Razona** si este **rendimiento** podría, o no, ser menor o igual que el del motor.



Solución:

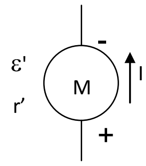
a) El rendimiento del motor es $\eta'=\frac{P_t}{P_c}=\frac{P_c-P_{r'}}{P_c}=\frac{P_c-10}{P_c}=0,8 \Rightarrow P_c=50\,w$

Entonces, $P_t=P_c-P_{r'}=50-10=40\,w$

Considerando el generador, podemos decir que la potencia proporcionada al circuito es la suma de la consumida en el motor y en la resistencia R. Es decir, $P_s=P_c+P_R=50+10=60\,w$

Entonces tenemos que $P_g=P_s+P_r=60+10=70\,w$

Acorde a la polaridad del generador, la intensidad I fuye en sentido horario, siendo la polaridad del motor la indicada en esta giguiente figura:



b) Si conocemos la potencia consumida en R y la diferencia de potencial entre sus bornes, podemos determinar facilmente R. $P_R=10=\frac{V_R^2}{R}=\frac{5^2}{R} \Rightarrow R=\frac{25}{10}=2,5\,\Omega$

Y tenemos que $V_R=IR \Rightarrow I=\frac{V_R}{R}=\frac{5}{2,5}=2\,A$

c) Al ser la potencia consumida en las resistencias r, r' and R igual, así como la corriente, entonces las tre resistencias son igaules siendo: $r=r'=R=2,5\,\Omega$

Consideramos ahora ε y ε': $P_g=70=\varepsilon I \Rightarrow \varepsilon=\frac{P_g}{I}=\frac{70}{2}=35\,V$ $\qquad P_t=40=\varepsilon' I \Rightarrow \varepsilon'=\frac{P_t}{I}=\frac{40}{2}=20\,V$

d) Si nos movemos de A a B via motor, tenemos que : $V_{AB}=-Ir'-\varepsilon'=-2\cdot 2,5-20=-25\,V$

Necesariamente por el otro lado, es decir, por el generador, tenemos el mismo resultado:

$V_{AB}=I(R+r)-\varepsilon=2(2,5+2,5)-35=-25\,V$

e) $\eta=\frac{P_s}{P_g}=\frac{60}{70}\approx 86\,\%$

El rendimiento de un generador no puede ser nunca menor o igual del rendimiento de un motor. En caso contrario, tendríamos una potencia generada (por el generador) igual o menor de la potencia consumida por el motor. Recuerda que la potencia consumida en las resistencia internas es la misma.

Esto es imposible porqué la resistencia R ctambien consume algo d epotencia y por ello podemos afirmar que es imposible que el rendimiento de un generador sea menor o igual que él de un motor. En formulas:

$$\left.\begin{aligned}\eta_g &= \frac{P_s}{P_g} = \frac{P_g - P_r}{P_g} = 1 - \frac{P_r}{P_g} \\ \eta_m &= \frac{P_t}{P_c} = \frac{P_c - P_{r'}}{P_c} = 1 - \frac{P_{r'}}{P_c}\end{aligned}\right\}$$ siendo $P_r = P_{r'}$, con $\eta_g \le \eta_m \Rightarrow -\frac{P_r}{P_g} \le -\frac{P_{r'}}{P_c} \Rightarrow P_c \ge P_g$ IMPOSIBLE!

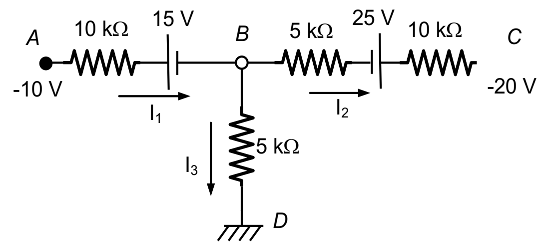
2. (**3 puntos**) Dado el **circuito** de la figura, calcula:

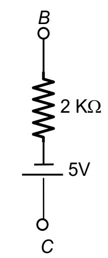
a) (1) La intensidad de corriente en cada rama con los sentidos mostrados, I_1, I_2 y I_3. Indica si los elementos de 15 y 25 V **actúan como generadores o receptores**.

b) (1) El **generador equivalente de Thevenin** entre los puntos **B y C**, indicando claramente su polaridad.

c) (0,5) Al circuito se le **añade** una **nueva rama** (la mostrada a la derecha) **entr**e los puntos **B** y **C**. Indica si el elemento de 5 V de la nueva rama, **genera o consume energía** y calcula su **valor**.

d) (0,5) El **generador equivalente de Thevenin** entre los puntos **A y D**, indicando claramente su polaridad.





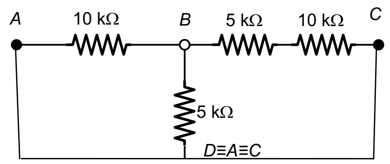
Solución:

Tenemos un circuito con dos mallas y dos nudos. Sacaremos una ecuación de nudo y dos de mallas:

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= I_2 + I_3 \\ V_{AD} = -10 &= 10I_1 + 15 + 5I_3 \\ V_{CD} = -20 &= -10I_2 + 25 - 5I_2 + 5I_3 \end{aligned}\right\} \Rightarrow I_1 = -1\,mA \quad I_2 = 2\,mA \quad I_3 = -3\,mA$$

Después de calcular las intensidades y viendo su sentido real, podemos afirmar que las baterías de 15 V y 25 V actúan como generadores.

a) $\varepsilon_T = V_{BC} = V_B - V_C = (5+10)I_2 - 25 = 15\cdot 2 - 25 = 5\,V$

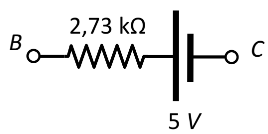


Ese es el circuito pasivo después de quitar los generadores

su resistencia equivalente entre B y C es:

$$\frac{1}{R_{eqBC}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5+10} \Rightarrow R_{eqBC} = \frac{30}{11} \approx 2{,}73\,k\Omega$$

El generador equivalente de Thevenin es

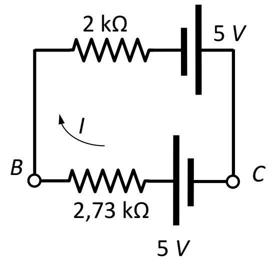


b) Si conectamos la nueva rama entre B y C, obtenemos el circuito de la figura. La corriente fluye en sentido horario con un valor de

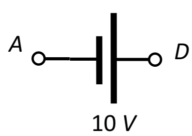
$$I = \frac{5+5}{2{,}73+2} = 2{,}11\,mA$$

La batería de 5 V en la nueva rama genera energía.

La potencia generada es: $P_g = \varepsilon I = 5\cdot 2{,}11 = 10{,}55\,mW$



d) $\varepsilon_T = V_{AD} = -10\,V$ y $R_{eqAD} = 0$ entonces el generador equivalente de Thevenin entre A y D es:

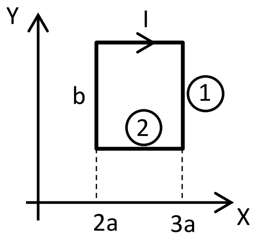


3. (2 puntos) Sea la **espira** rectangular de la figura de lados ***a*** y ***b***, recorrida por una corriente de intensidad ***I*** en el sentido indicado, situada en el interior de un campo magnético **no uniforme** de valor $B = B_0 \frac{a}{x} k$. Calcula:

a) (1) La **fuerza magnética** que aparece sobre los lados **1** y **2**.

b) (0,5) El **momento magnético** m de la espira.

c) (0,5) Si el campo magnético fuera $B = B_0 k$ (B_0 una constante positiva), calcula el **momento** M de las fuerzas magnéticas que actúan sobre la espira.



Solución:

a) $F_1 = I(-b)j \times B_0 \frac{a}{3a} k = -\frac{IbB_0}{3} i$ $\quad$ $F_2 = \int_{2a}^{3a} I(-dx\, i) \times B_0 \frac{a}{x} k = IB_0 a \int_{2a}^{3a} \frac{dx}{x} j = IB_0 a \ln\frac{3}{2} j$

b) Al tener solamente una espira: $\mu = IS = -Iabk$

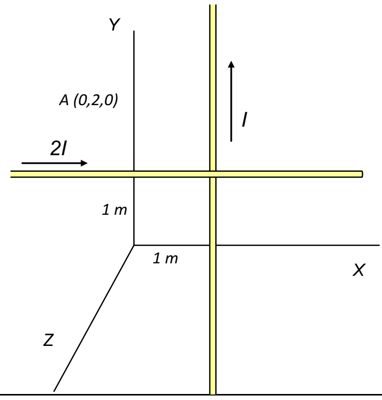
$\tau = \mu \times B = -Iabk \times B_0 k = 0$

4. (**2,5 puntos**) Dos **conductores** rectilíneos e **indefinidos** están colocados en el **plano XY**, paralelos a los ejes X e Y respectivamente, a una distancia de **1 m** cada uno, como se puede ver en la figura. Sus intensidades son **2I** e **I**. Halla:

a) El **vector campo magnético** producido por ambas corrientes en el punto **A (0,2,0)** m.

b) Un punto **P** del **eje X** donde se **anule el campo magnético** total. Da sus **coordenadas**.

c) Una **espira circular** (radio **0,5 m**) recorrida por una corriente **I'** es colocada en el **plano XY** con su centro en el punto **A**. ¿Cuál debe ser el **sentido** de **I'** (horario o antihorario) para que el **campo magnético** en **A** se **anule**? Calcula el **valor** que debe tener **I'** en este caso.



Solución:

En ambos casos el campo magnético es la suma de los campos producidos por cada conductor:

$$B_A = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 2I}{2\pi \cdot 1} k + \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot 1} k = \frac{3\mu_0 I}{2\pi} k = 6I \cdot 10^{-7} k$$

a) Para anular el campo magnético producido por ambos conductores, el punto P tiene que estar ubicado a la izquierda del conductor vertical. Si las coordenadas del punto P son (x,0,0) con x<1, se tiene que:

$$\frac{\mu_0 2I}{2\pi \cdot 1} = \frac{\mu_0 I}{2\pi \cdot (1-x)} \Rightarrow 2(1-x) = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{2} m$$

b) El campo magnético calculado en el punto A va hacia fuera de la página y el campo magnético creado por la espira circular va hacia dentro. Por ello la corriente I es horaria y su valor tiene que verificar la siguiente condición:

$$\frac{\mu_0 I'}{2 \cdot 0{,}5} = 6I \cdot 10^{-7} \Rightarrow I' = \frac{6I \cdot 10^{-7}}{\mu_0} = \frac{6I}{4\pi} = \frac{3I}{2\pi}$$

FORMULAS

corriente $V_A - V_B = I\sum R - \sum \varepsilon$ $\quad I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$ $\quad P = V \cdot I$ $\quad \varepsilon = \frac{dW}{dq}$ $\quad P_R = I^2 \cdot R$ $\quad P_g = \varepsilon \cdot I$

$P_t = \varepsilon' \cdot I$ $\quad P_g - P_r = P_s$ $\quad P_t + P_{r'} = P_c$ $\quad \eta_g = \frac{P_s}{P_g}$ $\quad \eta_r = \frac{P_t}{P_c}$

fuerza magnética $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ $\quad d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = N \cdot I \cdot \vec{S}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $\quad V_H = \frac{I \cdot B \cdot d}{n \cdot e \cdot S}$

fuentes del campo magnético $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \times \vec{r}}{r^3}$ $\quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ (I.S.units) $\quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$ $\quad \oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \sum I$ $\quad B = \frac{\mu_0 N I}{l}$