Física 3

Guía 6-clase 3

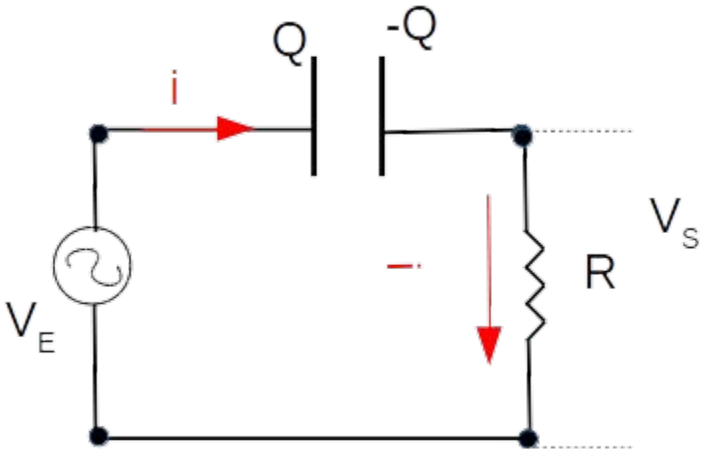
Andrea Buccino

Filtros

Muchas veces en los circuitos de corriente alterna, es necesario implementar filtros, ya sea para eliminar inestabilidades propias de las fuentes o porque es necesario que el dispositivo funcione a una determinada frecuencia.

En esta clase presentaremos dos tipos filtros y una breve aplicación a cargo de Pablo Olivar.

Filtro pasa-alto



Analizamos cómo es la salida en la resistencia:

$$Z_C = -\frac{j}{\omega C} \quad Z_R = R$$

$$V_E = \varepsilon_0 e^{j\omega t}$$

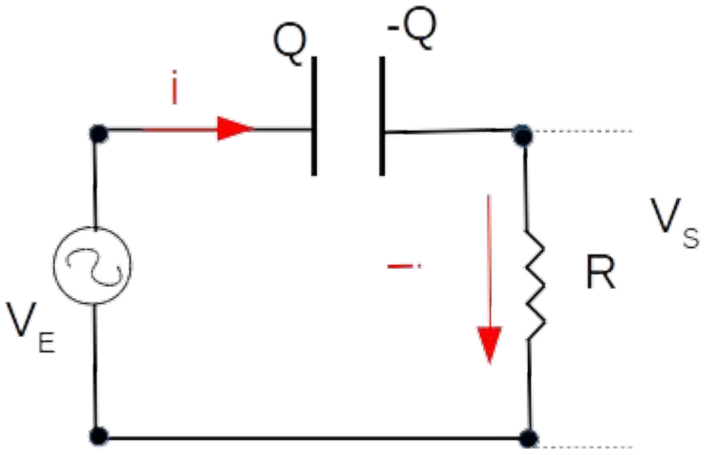
$$V_E - IZ_C - IZ_R = 0$$

$$V_S = IR$$

Donde

$$I = I_0 e^{j\omega t} = \frac{V_E}{Z_C + Z_R} = \frac{V_E}{-\frac{j}{\omega C} + R} = \frac{V_E(R + \frac{j}{\omega C})}{(\frac{1}{\omega C})^2 + R^2}$$

Filtro pasa-alto



Entonces

$$V_S = IR$$

$$V_S = R\frac{V_E(R + \frac{j}{\omega C})}{(\frac{1}{\omega C})^2 + R^2}$$

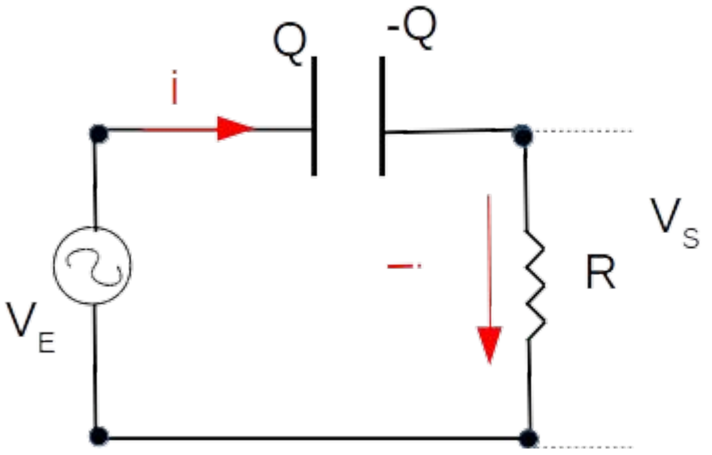
$$|V_S| = |V_E|\frac{R}{\sqrt{(\frac{1}{\omega C})^2 + R^2}}$$

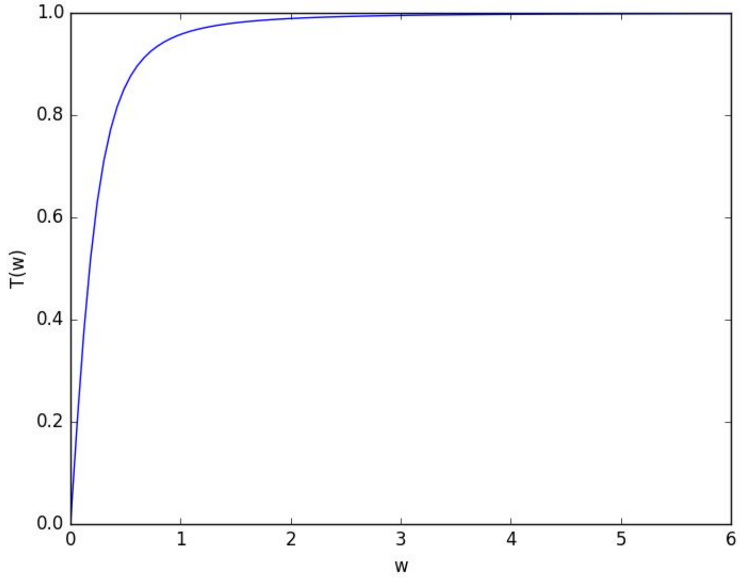
Definimos

$$T(\omega) = \frac{|V_S|}{|V_E|} = \frac{R}{\sqrt{(\frac{1}{\omega C})^2 + R^2}}$$

Filtro pasa-alto

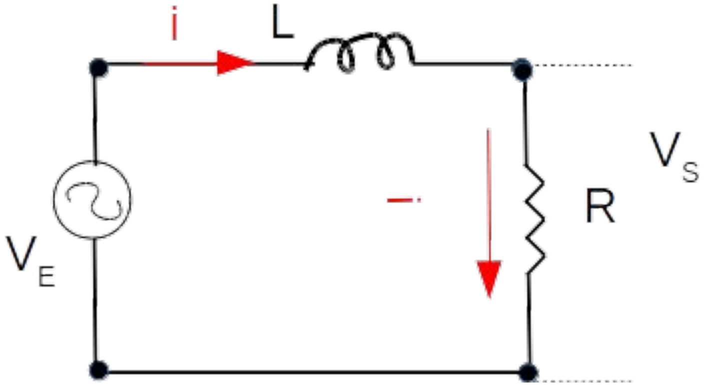
$$T(\omega) = \frac{|V_S|}{|V_E|} = \frac{R}{\sqrt{(\frac{1}{\omega C})^2 + R^2}}$$





A frecuencias altas el condensador no opone resistencia (actúa como un cable).

Filtro pasa-bajo



Analizamos cómo es la salida en la resistencia:

$$Z_L = j\omega L$$

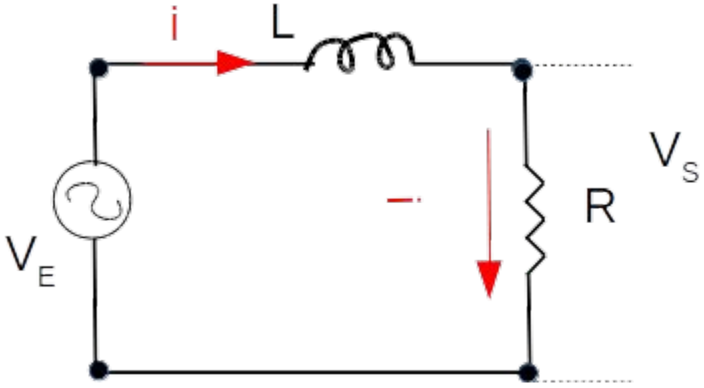
$$V_E - IZ_R - IZ_L = 0$$

$$V_S = IR$$

Donde

$$I = \frac{V_E}{Z_R + Z_L} = \frac{V_E}{R + j\omega L}$$

Filtro pasa-bajo



Entonces

$$V_S = I R$$

$$V_S = \frac{V_E R}{R + j\omega L}$$

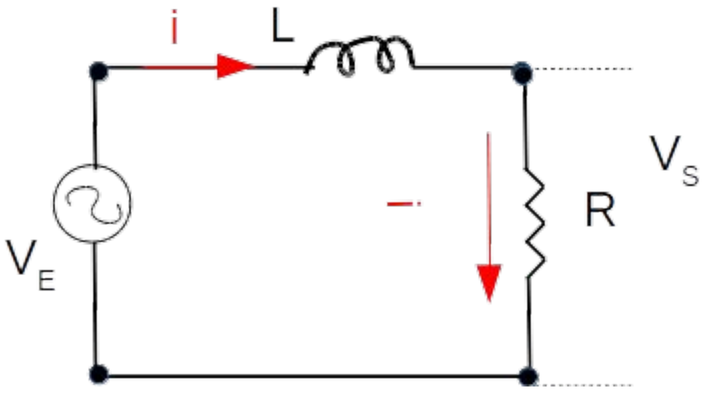
$$|V_S| = |V_E| \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

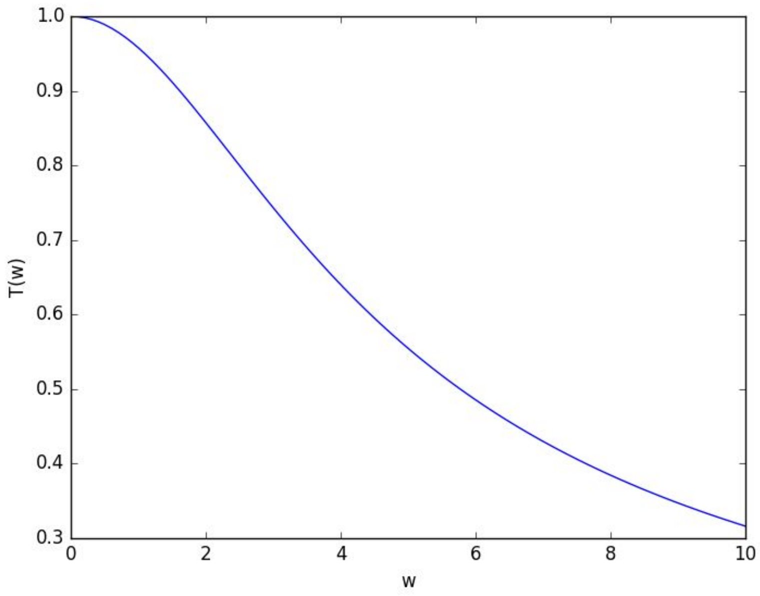
$$T(\omega) = \frac{|V_S|}{|V_E|} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$$

Trasmitancia

Filtro pasa-bajo

Entonces $T(\omega) = \frac{|V_S|}{|V_E|} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

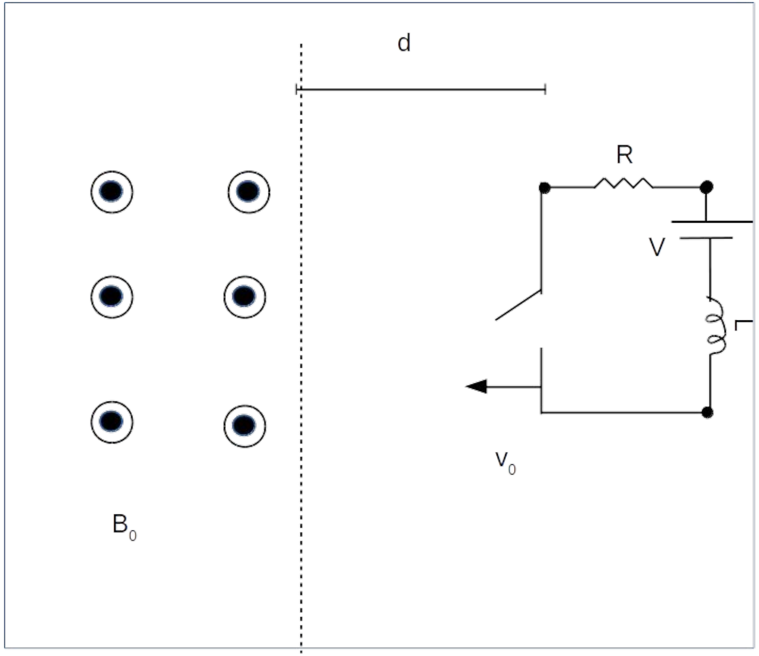




A frecuencias bajas la inductancia no opone resistencia (actúa como un cable).

Ejercicio integrador Guía 5

Dado el circuito de la figura se mueve con velocidad uniforme v_o, se cierra la llave a un tiempo inicial. Teniendo en cuenta que $d/v_0 >> L/R$. Determine:



a) La corriente en el circuito antes de que ingrese a la zona de campo magnético.
b) Si siempre el circuito se mueve con vo, describa cualitativamente qué ocurre a medida que el circuito ingresa a la zona de campo magnético. Calcule la corriente en cada tramo.

c) Obtenga la fuerza que se debe hacer en cada tramo sobre el circuito para que siempre se mueva con velocidad uniforme.

Ejercicio integrador Guía 5

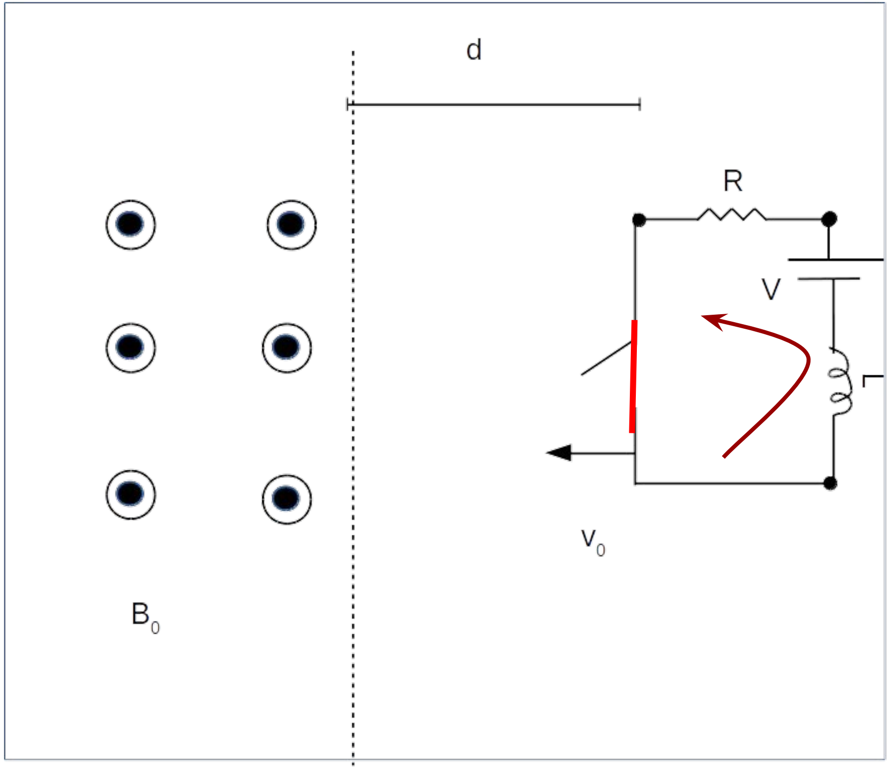
$d/v_0 >> L/R$. Determine:

a) La corriente en el circuito antes de que ingrese a la zona de campo magnético.

$$V - L\frac{di}{dt} - iR = 0$$

$$\frac{di}{dt} + i\frac{R}{L} = \frac{V}{L}$$

$$i = i_H + i_P$$



Ejercicio integrador Guía 5

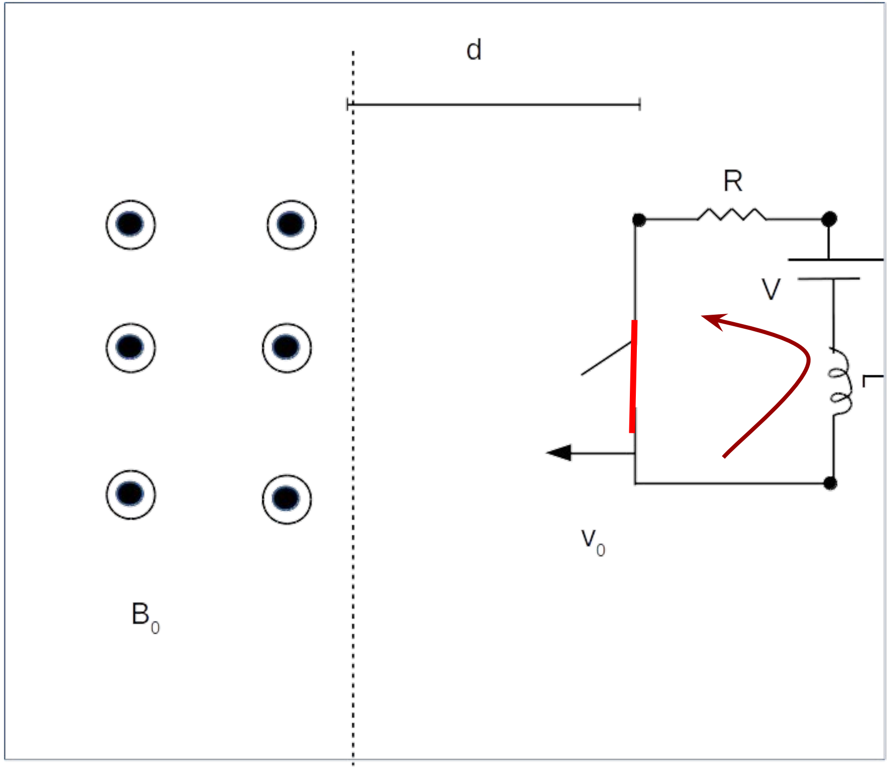
$d/v_0 >> L/R$. Determine:

a) La corriente en el circuito antes de que ingrese a la zona de campo magnético.

$$V - L\frac{di}{dt} - iR = 0$$

$$\frac{di}{dt} + i\frac{R}{L} = \frac{V}{L}$$

$$i = i_H + i_P$$



Ejercicio integrador Guía 5

$d/v_0 >> L/R$. Determine:

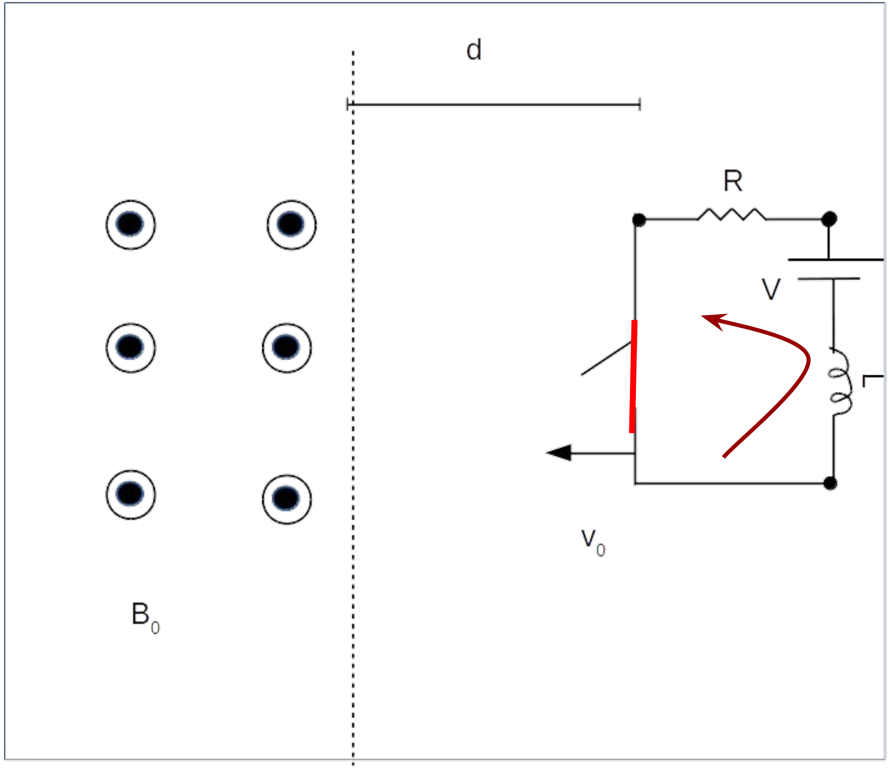
a) La corriente en el circuito antes de que ingrese a la zona de campo magnético.

$$\frac{di_H}{dt} + i_H \frac{R}{L} = 0$$

$$i_H(t) = Ae^{-\frac{R}{L}t}$$

$$i_P = \frac{V}{R}$$

$$i(t) = \frac{V}{R} + Ae^{-\frac{R}{L}t}$$



Ejercicio integrador Guía 5

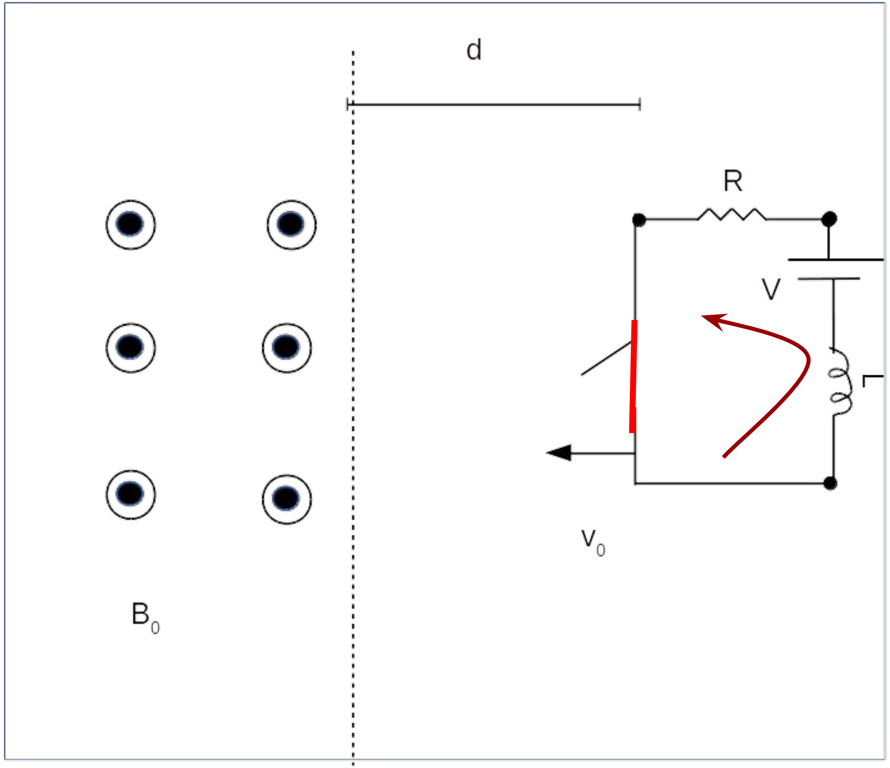
$d/v_0 >> L/R$. Determine:

a) La corriente en el circuito antes de que ingrese a la zona de campo magnético.

$$i(t) = \frac{V}{R} + Ae^{-\frac{R}{L}t}$$

$$i(0) = 0 \rightarrow A = -\frac{V}{R}$$

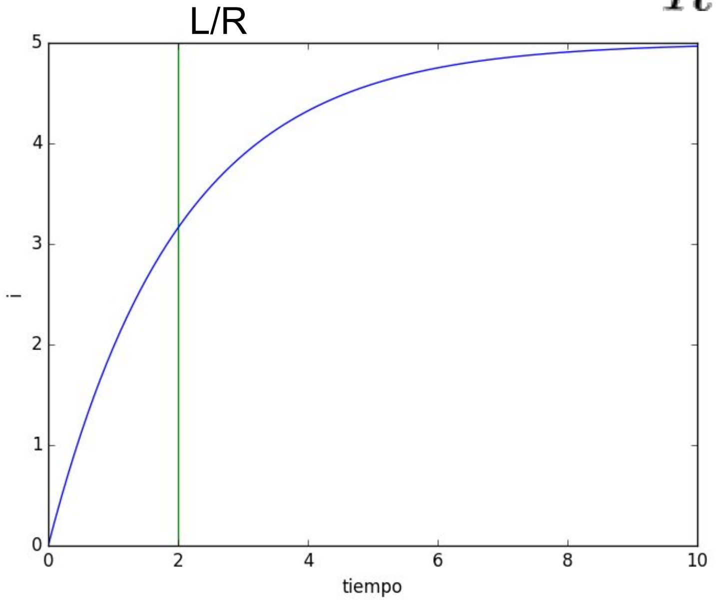
$$i(t) = \frac{V}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

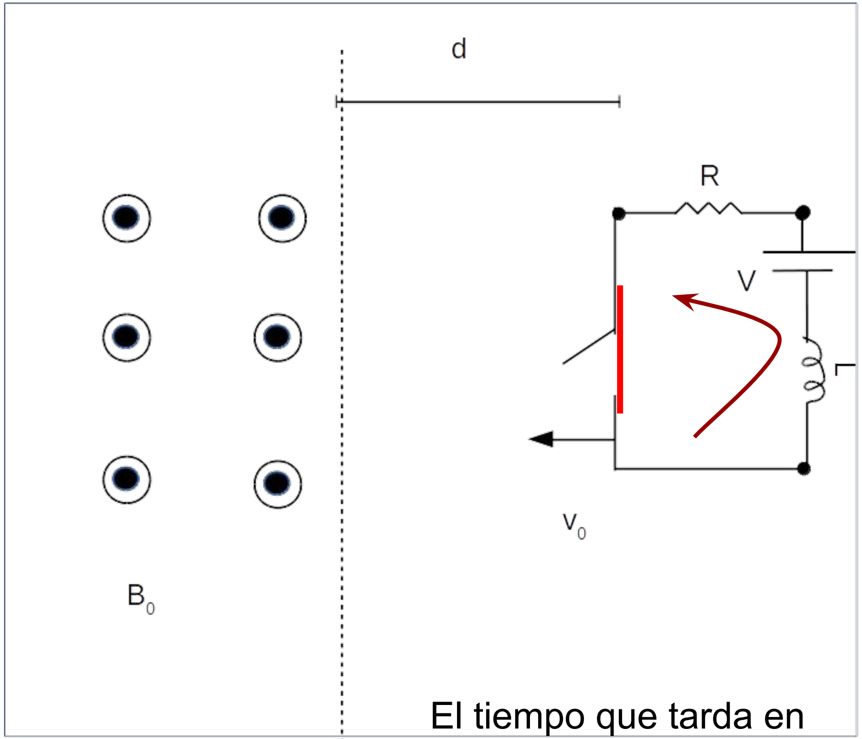


Ejercicio integrador Guía 5

$$i(t) = \frac{V}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

$$i \xrightarrow{t>>L/R} \frac{V}{R}$$





$$d = v_o t$$

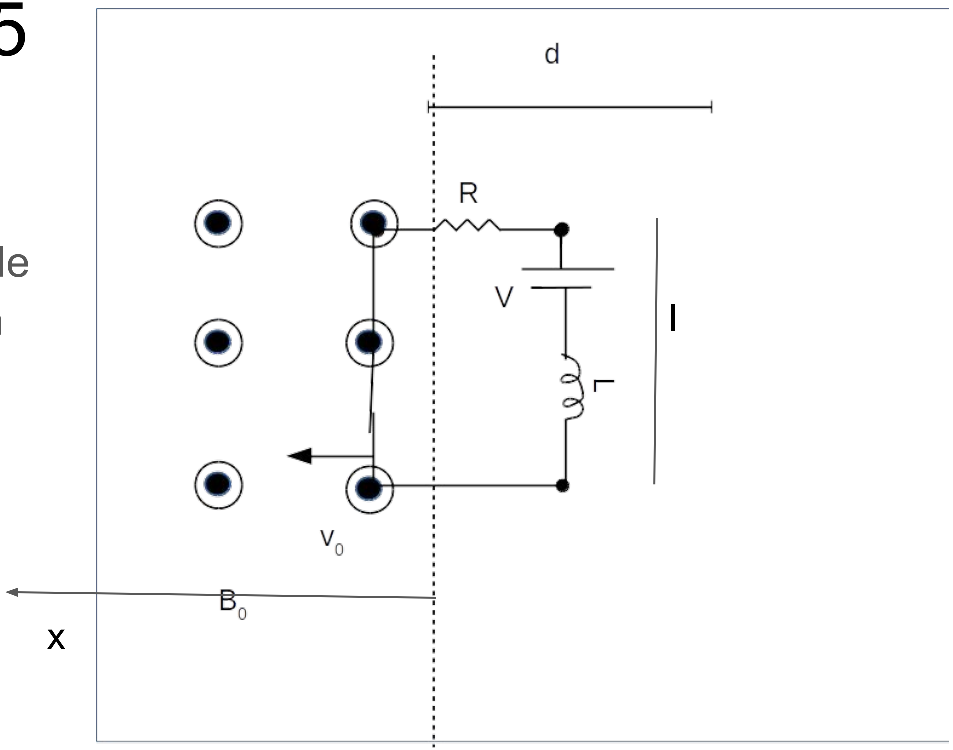
$$t = \frac{d}{v_o}$$

El tiempo que tarda en entrar a la zona con campo magnético. Como t>>L/R la corriente va a estar estabilizada.

Ejercicio integrador Guía 5

b)Si siempre el circuito se mueve con vo, describa cualitativamente qué ocurre a medida que el circuito ingresa a la zona de campo magnético. Calcule la corriente en cada tramo.

$$i \xrightarrow{t>>L/R} \frac{V}{R}$$



Al ingresar en la zona de campo magnético, comienza a aumentar el flujo que concatena y por lo tanto aparece una fem inducida.

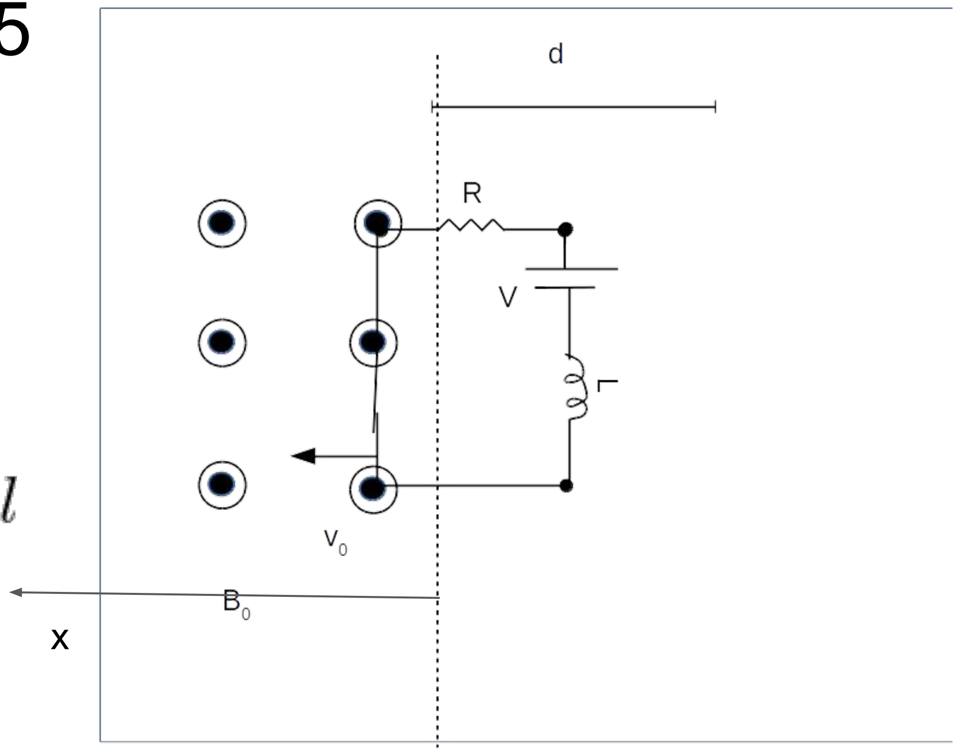
Ejercicio integrador Guía 5

Al ingresar en la zona de campo magnético, comienza a aumentar el flujo que concatena y por lo tanto aparece una fem inducida.

$$\boxed{\varepsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt}}$$

$$\phi = \int_o^x \int_0^l B_o \hat{z} dx dy \hat{z} = B_o x l$$

$$\frac{d\phi}{dt} = B_o l \dot{x} = B_o l v_o$$



Ejercicio integrador Guía 5

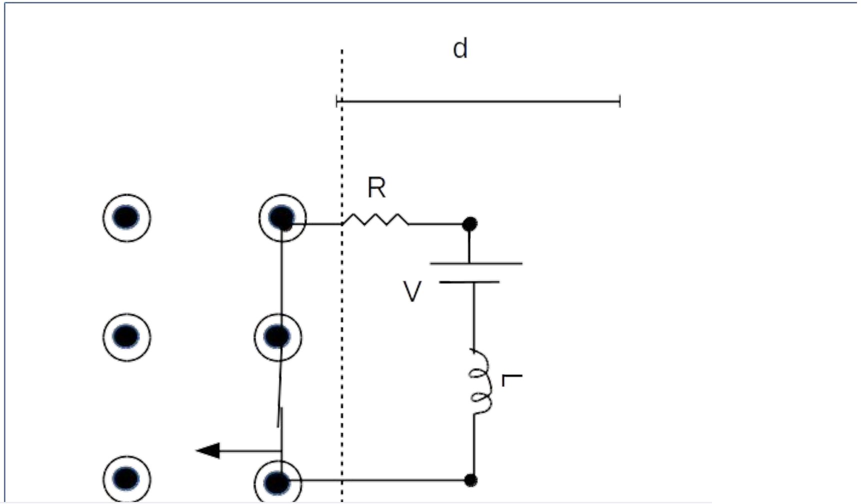
Al ingresar en la zona de campo magnético, comienza a aumentar el flujo que concatena y por lo tanto aparece una fem inducida.

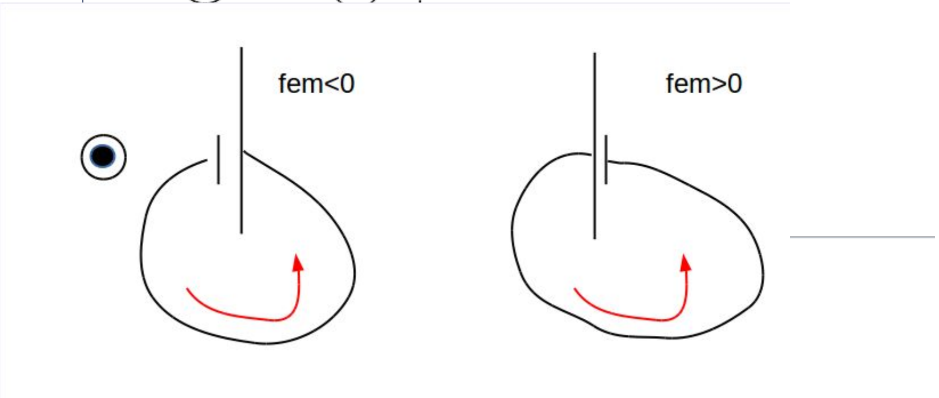
$$\boxed{\varepsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt}}$$

$$\phi = \int_o^x \int_0^l B_o \hat{z} dx dy \hat{z} = B_o x l$$

$$\frac{d\phi}{dt} = B_o l \dot{x} = B_o l v_o$$

$$\varepsilon_{ind} = -B_o l v_o$$





Ejercicio integrador Guía 5

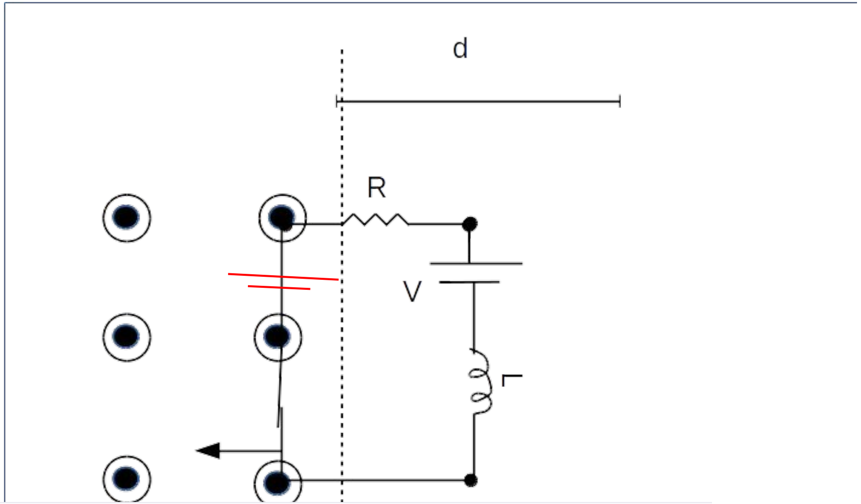
Al ingresar en la zona de campo magnético, comienza a aumentar el flujo que concatena y por lo tanto aparece una fem inducida.

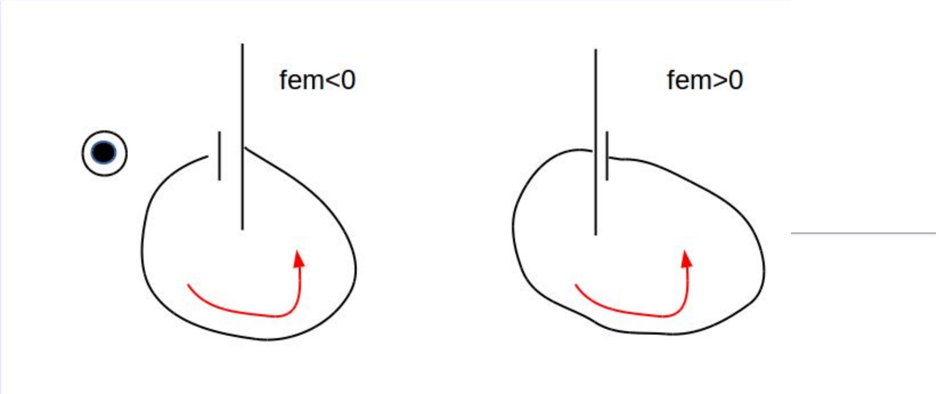
$$\boxed{\varepsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt}}$$

$$\phi = \int_o^x \int_0^l B_o \hat{z} dx dy \hat{z} = B_o x l$$

$$\frac{d\phi}{dt} = B_o l \dot{x} = B_o l v_o$$

$$\varepsilon_{ind} = -B_o l v_o$$





Ejercicio integrador Guía 5

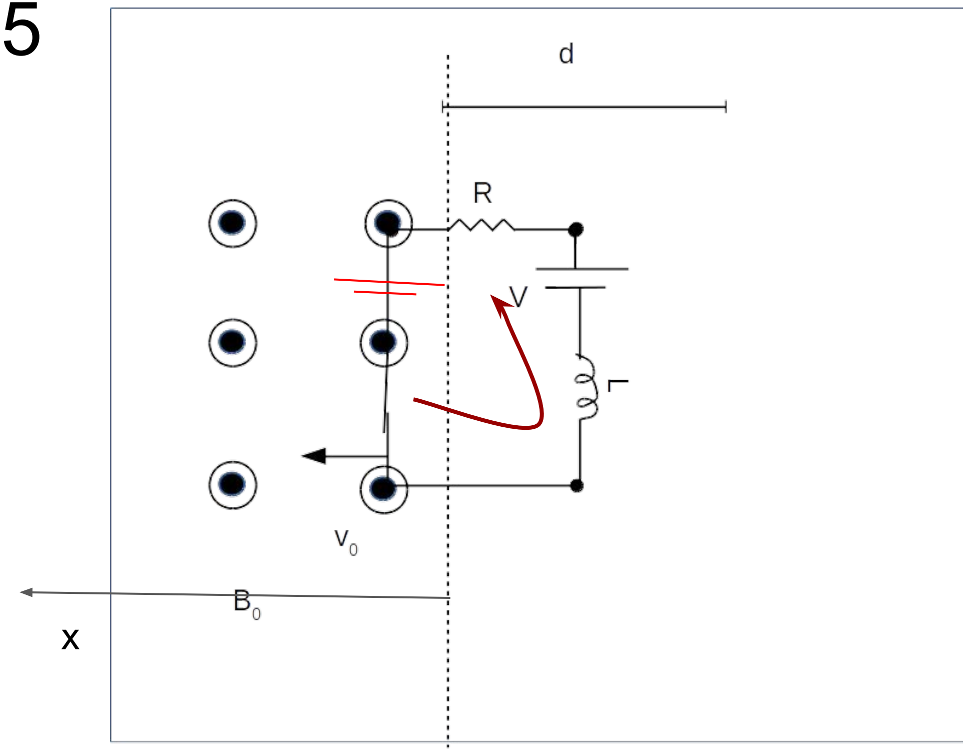
Al ingresar en la zona de campo magnético, comienza a aumentar el flujo que concatena y por lo tanto aparece una fem inducida.

$$\varepsilon_{ind} = -B_o l v_o$$

$$V - iR - L\frac{di}{dt'} - B_o l v_o = 0$$

$$i(t' = 0) = \frac{V}{R}$$

$$\frac{di}{dt'} + \frac{R}{L}i = \frac{B_o l v_o}{L} - \frac{V}{L}$$



Ejercicio integrador Guía 5

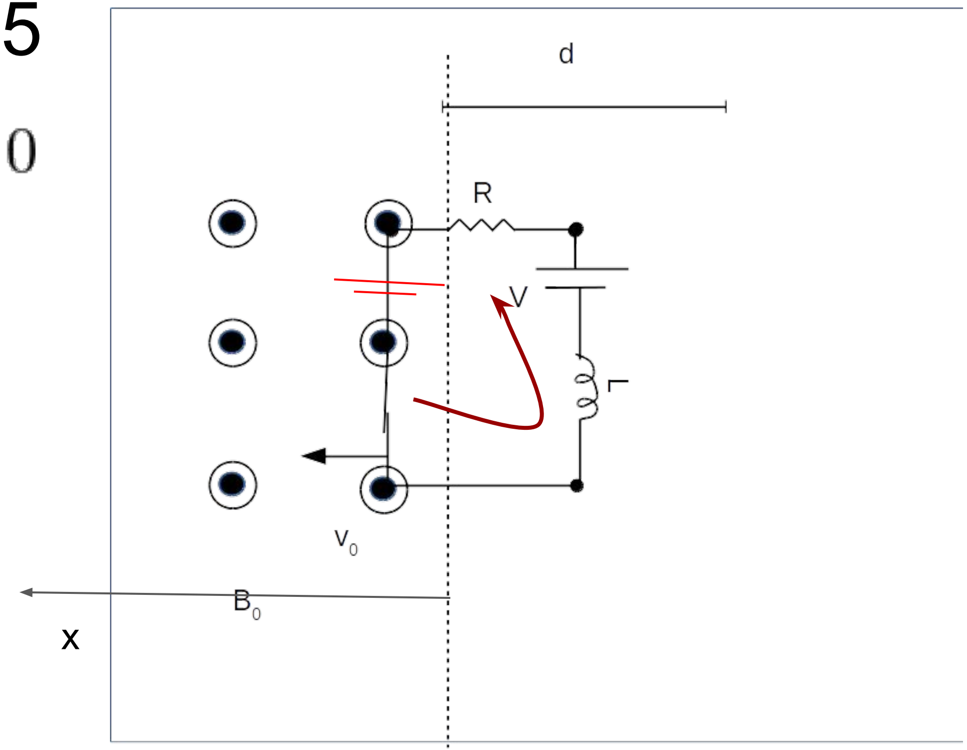
$$V - iR - L\frac{di}{dt'} - B_o l v_o = 0$$

$$i(t'=0) = \frac{V}{R}$$

$$\frac{di}{dt'} + \frac{R}{L}i = \frac{-B_o l v_o}{L} + \frac{V}{L}$$

t'=0 es cuando empieza a entrar en la zona con campó magnético.

$$i(t') = \frac{-B_o l v_o}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t'}) + \frac{V}{R}$$



Ejercicio integrador Guía 5

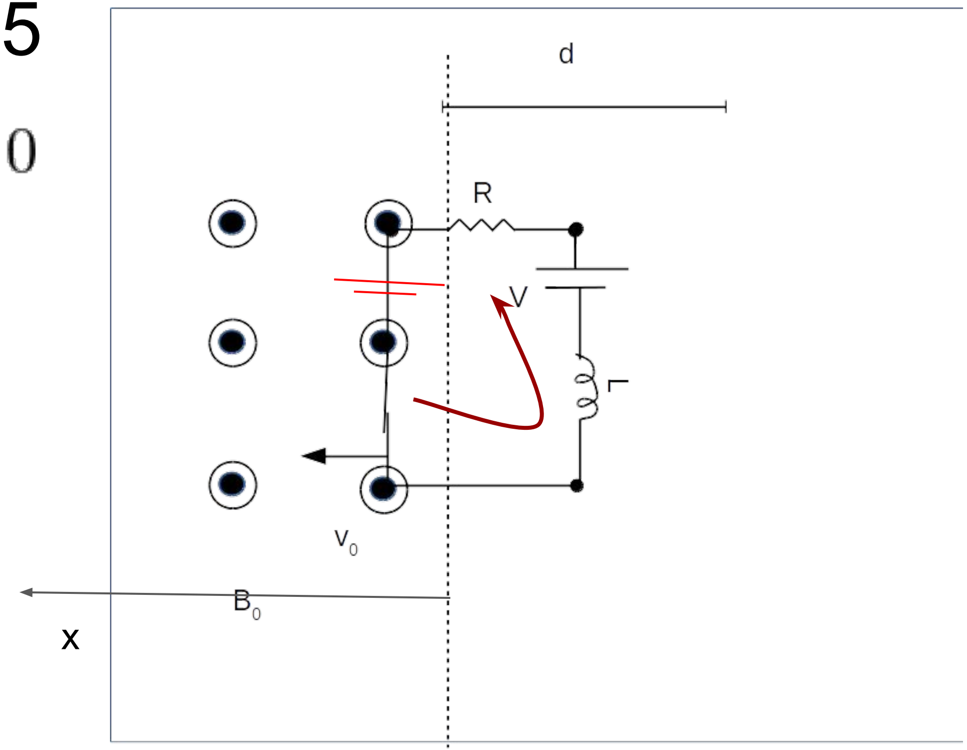
$$V - iR - L\frac{di}{dt'} - B_o l v_o = 0$$

$$i(t' = 0) = \frac{V}{R}$$

$$\frac{di}{dt'} + \frac{R}{L}i = \frac{-B_o l v_o}{L} + \frac{V}{L}$$

t’=0 es cuando empieza a entrar en la zona con campó magnético.

$$i(t') = \frac{-B_o l v_o}{R}(1 - e^{\frac{-R}{L}t'}) + \frac{V}{R}$$



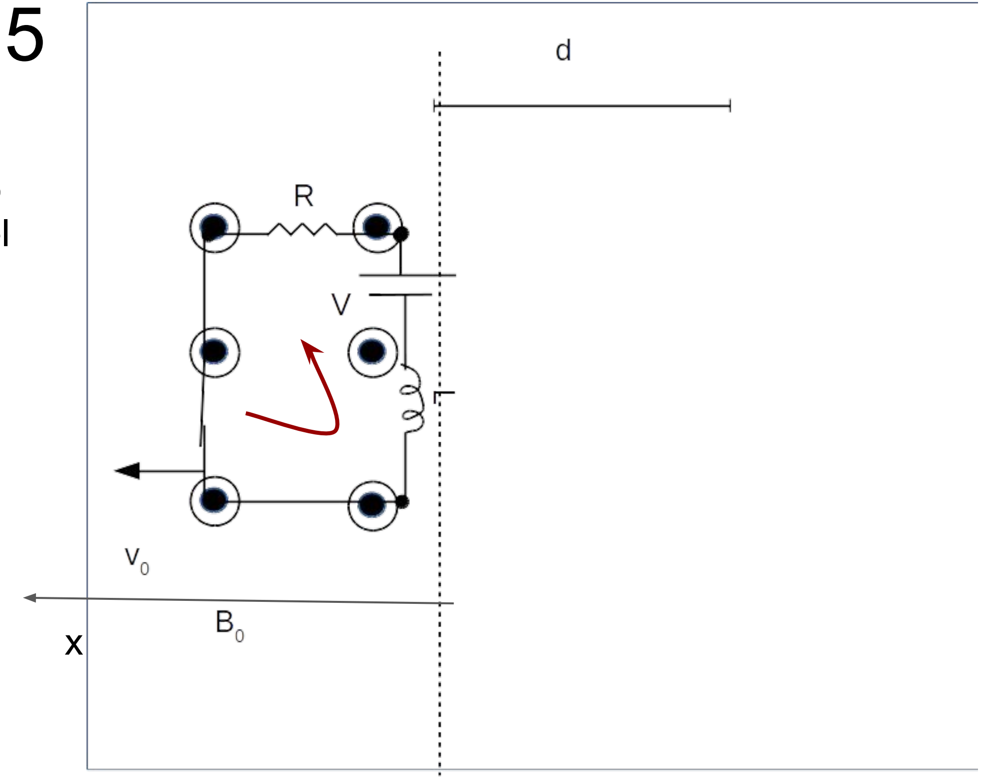
Ejercicio integrador Guía 5

Al ingresar en toda la zona de campo magnético, no hay variación de flujo magnético y por lo tanto no hay fem inducida y volvemos a la situación del inicio.

$$\frac{di}{dt''} + \frac{R}{L}i = \frac{V}{L}$$

$$i(t''=0) = \frac{V}{R} - \frac{B_o v_o l}{R}$$

$$i(t'') = -\frac{B_o v_o l}{R}e^{-\frac{R}{L}t''} + \frac{V}{R}$$

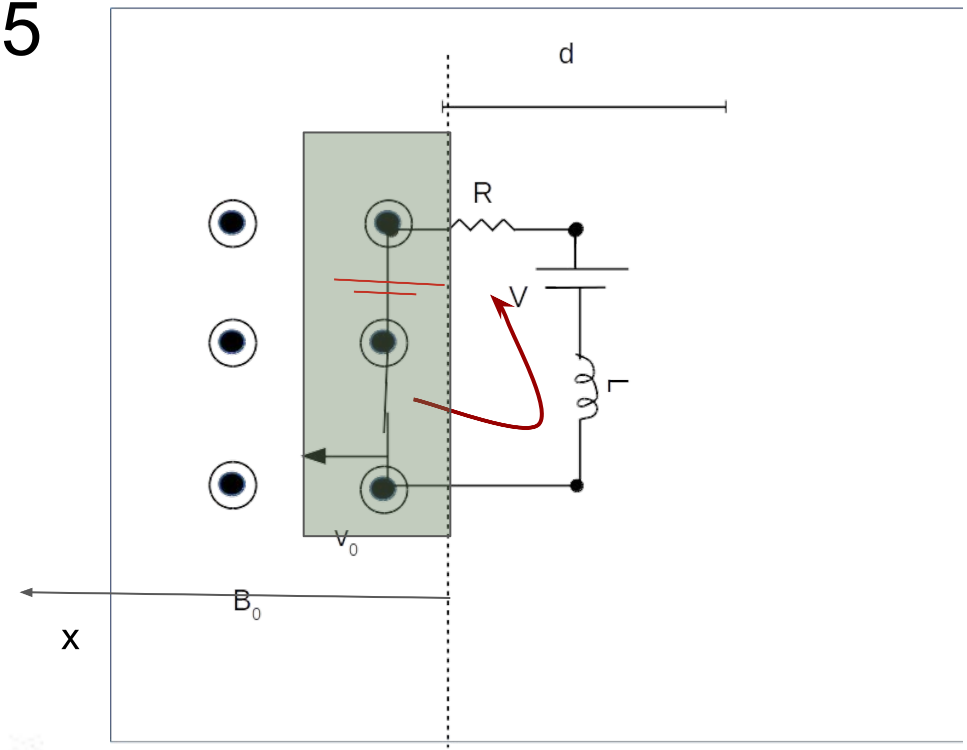


t''=0 cuando toda la espira está en la zona de campo magnético.

Ejercicio integrador Guía 5

c) Obtenga la fuerza que se debe hacer en cada tramo sobre el circuito para que siempre se mueva con velocidad uniforme.

Cuando la espira comienza entrar en la zona de campo magnético, la acción de la fuerza Lorentz sobre el tramo de circuito indicado comienza a actuar. En los tramos horizontales se compensan, pero en el tramo vertical no.

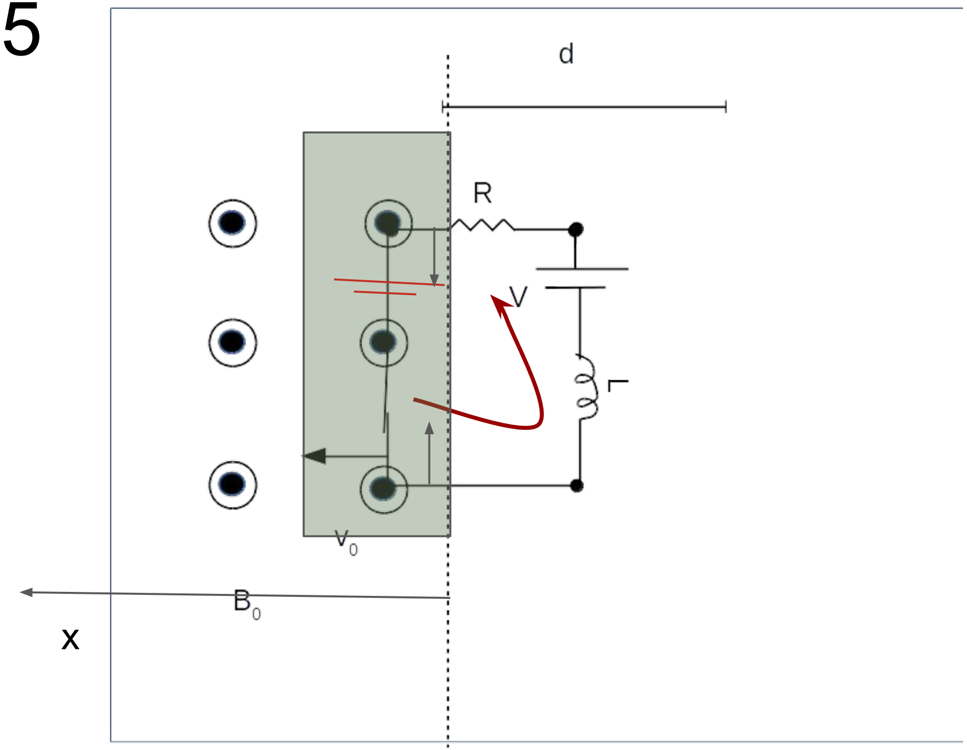


$$\vec{F} = \int_0^l i(t')dy(-\hat{y}) \times B_o\hat{z}$$

$$i(t') = \frac{B_o l v_o}{R}(1 - e^{\frac{R}{L}t'}) + \frac{V}{R}$$

Ejercicio integrador Guía 5

Cuando la espira comienza entrar en la zona de campo magnético, la acción de la fuerza Lorentz sobre el tramo de circuito indicado comienza a actuar. En los tramos horizontales se compensan, pero en el tramo vertical no.



$$\vec{F} = \int_0^l i(t')dy(+\hat{y}) \times B_o\hat{z}$$

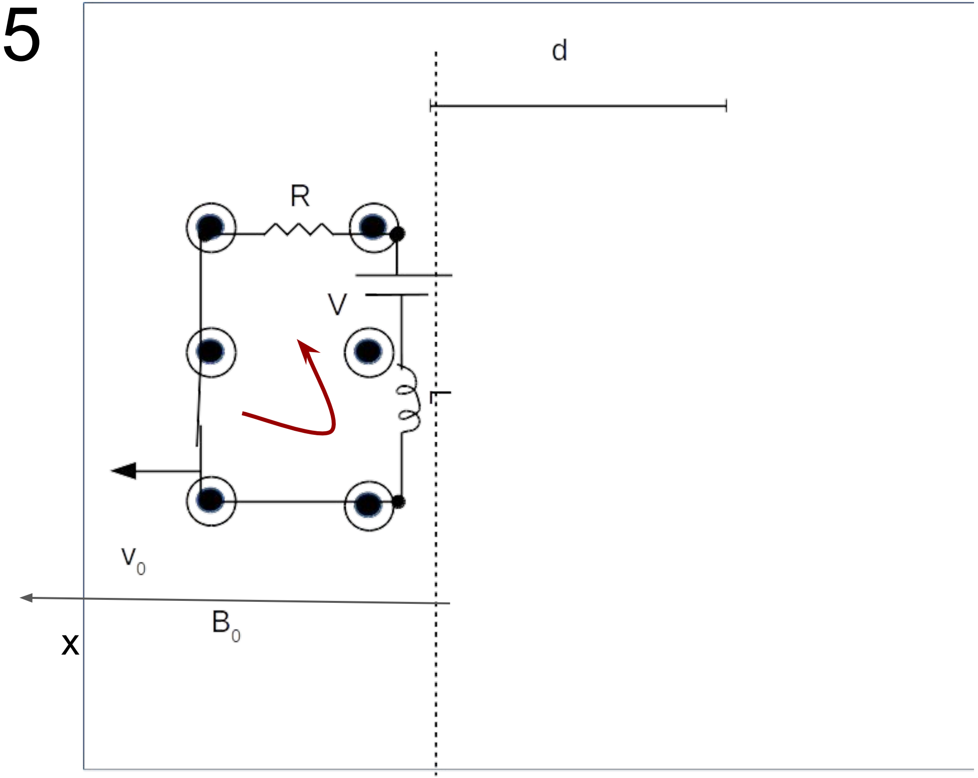
$$i(t') = -\frac{B_o l v_o}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t'}) + \frac{V}{R}$$

$$\vec{F} = +[-\frac{B_o^2 l^2 v_o}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t'}) + \frac{B_o l V}{R}]\hat{x}$$

Se debe hacer una fuerza opuesta para lograr que vaya en MRU.

Ejercicio integrador Guía 5

Una vez que entró como sigue circulando una corriente en presencia de un campo magnético, sigue actuando una fuerza de Lorentz .
Pero al tratarse de un campo uniforme en un circuito cerrado, la fuerza total es nula.



Agradecimiento

Gracias a todos por entender y acompañarnos en esta nueva modalidad. Gracias al DF por darnos las mejores herramientas y la libertad para usarlas de la manera que no sea más cómoda. Gracias a los y las estudiantes que como pudieron siempre siguieron las clases y participaron y comprenden que dar y tomar clases desde casa no siempre era lo más cómodo ya que la rutina familiar había cambiado. Gracias por bancarse hijos, perros y herramientas eléctricas de fondo.

Todo este cuerpo docente hizo lo que sabe y lo que pudo para que sigan estudiando en una Universidad pública de excelencia como es la UBA (perón la formalidad, pero nunca hay que olvidarlo). Esperamos que hayan aprendido y que un poco se hayan divertido.

Los vamos a extrañar!