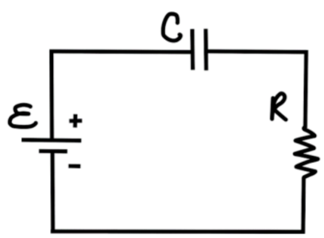
Contenido

Se llama circuito RC a un circuito que contiene una combinación en serie de resistores y capacitores, por lo que al obtener un circuito equivalente que represente su mínima expresión, únicamente se tendrá un circuito que contenga una resistencia en serie con un capacitor.

Considerando un circuito como el mostrado a continuación:



Aplicando LVK

$$V_R + V_C = \varepsilon$$

Tomando en cuenta la Ley de Ohm para V_R

$$RI + V_C = \varepsilon$$

Sabiendo que: $q(t) = C\,V_C\,(t)$, derivando se obtiene: $\frac{dq(t)}{dt} = I_C(t) = C\,\frac{dV_C(t)}{dt}$

Por tanto, $I = I_C = I_R = C\,\frac{dV_C}{dt}$

Entonces:

$$(R)C\frac{dV_C}{dt} + V_C = \varepsilon$$

Resultando la ecuación diferencial de primer orden, no homogénea, de coeficientes constantes:

$$\frac{dV_C}{dt} + \frac{V_C}{RC} = \frac{\varepsilon}{RC}$$

Para encontrar la solución homogénea, se resuelve por separación de variables y se determina que:

$$\frac{dV_C}{dt} + \frac{V_C}{RC} = 0$$

Y resolviendo por el método de separación de variables, se determina que:

$$\boxed{V_C(t) = Ke^{-\frac{t}{RC}}}$$

Para la solución particular, cuando $t = 0$, la ecuación diferencial se convierte en:

$$\frac{K}{RC} = \frac{\varepsilon}{RC}$$

Y por lo tanto $K = \varepsilon = V_C$,

$$V_C(0) = Ke^{-\frac{0}{RC}} + \varepsilon$$

Sustituyendo la solución de la ecuación homogénea y la solución particular,

$$V_C(0) = Ke^0 + \varepsilon$$

Se sustituye $K = -\varepsilon$ en la solución homogénea, obteniendo

$$\boxed{\boldsymbol{V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-\frac{t}{RC}})}}$$

Que es la solución general de la ecuación.

Y como la corriente la definimos anteriormente como:

$$I_C\,(t) = C\,\frac{dV_C}{dt}$$

$$\boxed{\boldsymbol{I_C(t) = \frac{\varepsilon}{R}(e^{-\frac{t}{RC}})}}$$

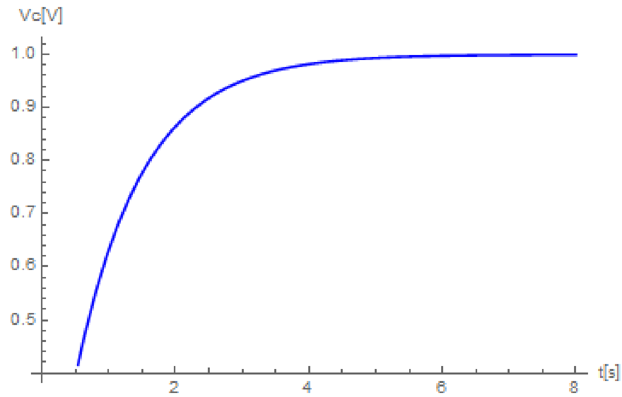
Considerando una constante de tiempo $\tau_C = RC$

Las ecuaciones para determinar el voltaje y la intensidad de corriente quedan como:

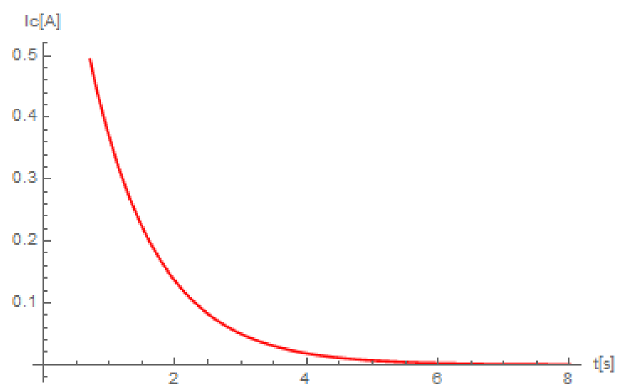
$$\boxed{\boldsymbol{V_C(t) = \varepsilon(1 - e^{-\frac{t}{\tau_C}})}}$$

$$\boxed{\boldsymbol{I(t) = \frac{\varepsilon}{R}(e^{-\frac{t}{\tau_C}})}}$$

Las siguientes gráficas muestran el comportamiento de ambas variables con el paso del tiempo:



Se observa que con el paso del tiempo, la diferencia de potencial comienza a tender a un solo valor, lo cual indica que alrededor de los primeros cuatro segundos se aproxima a una condición estable donde la variación con el tiempo ya no afecta.



En el caso de la intensidad de corriente ocurre algo similar, a partir de los cuatro segundos la variación con respecto del tiempo en todos los puntos del circuito es mínima y comienza a tender a cero, esto debido a que una vez estabilizada la diferencia de potencial, la corriente circula con la misma intensidad a lo largo de todo el circuito.