

Tema 1

Leyes de Kirchhoff. Referencias de polaridad

Curso OCW de:

Fundamentos de Electrotecnia



**Centro Universitario
de la Defensa Zaragoza**

Tema 1.- Leyes de Kirchhoff. Referencias de polaridad.

1.1.- Generalidades.

1.2.- Unidades.

1.3.- Definiciones.

1.4.- Referencias de polaridad.

1.5.- Leyes de Kirchhoff.

1.5.1- Ley de Kirchhoff de las intensidades.

1.5.2- Ley de Kirchhoff de las tensiones.

1.1. Generalidades

- Se llama **circuito eléctrico** a un conjunto de elementos (interconectados entre sí o acoplados eléctrica o magnéticamente) por donde pueden moverse las cargas eléctricas.
- La **Teoría de Circuitos** se dedica al estudio de las propiedades y el comportamiento de los circuitos eléctricos.
- **Analizar un circuito** consiste en hallar para cada elemento de dicho circuito:
 - la diferencia de potencial existente entre sus bornes
 - la corriente eléctrica que lo atraviesa

1.2. Unidades

- *Se va a utilizar fundamentalmente el sistema internacional de unidades (S.I.)*

Magnitud	Unidad (S.I.)
Carga eléctrica (q)	Culombio (C)
Tensión o caída de tensión (u)	Voltio (V)
Corriente eléctrica o intensidad (i)	Amperio (A)
Resistencia (R)	Ohmio (Ω)
Capacidad (C)	Faradio (F)
Coeficiente de autoinducción (L)	Henrio (H)
Densidad de flujo magnético (B)	Tesla (T)
Flujo magnético (ϕ)	Weber (Wb) [1T = 1Wb/m ²]
Intensidad de campo magnético (H)	Amperio por metro (A/m)

1.3. Definiciones

- Se define la **intensidad de corriente eléctrica** (*intensidad o corriente*) como la cantidad neta de carga que atraviesa la sección de un conductor por unidad de tiempo debido a la existencia de un campo eléctrico.

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

- Su símbolo es la letra «*i*».
- Su unidad es el **amperio (A)**, que corresponde a un culombio de carga eléctrica transferida por segundo.

1.3. Definiciones

- Se define la **tensión eléctrica** (*diferencia de tensión, caída de tensión, caída de potencial, etc.*) entre dos puntos, 1 y 1', de un circuito como la diferencia entre los potenciales eléctricos de esos puntos.

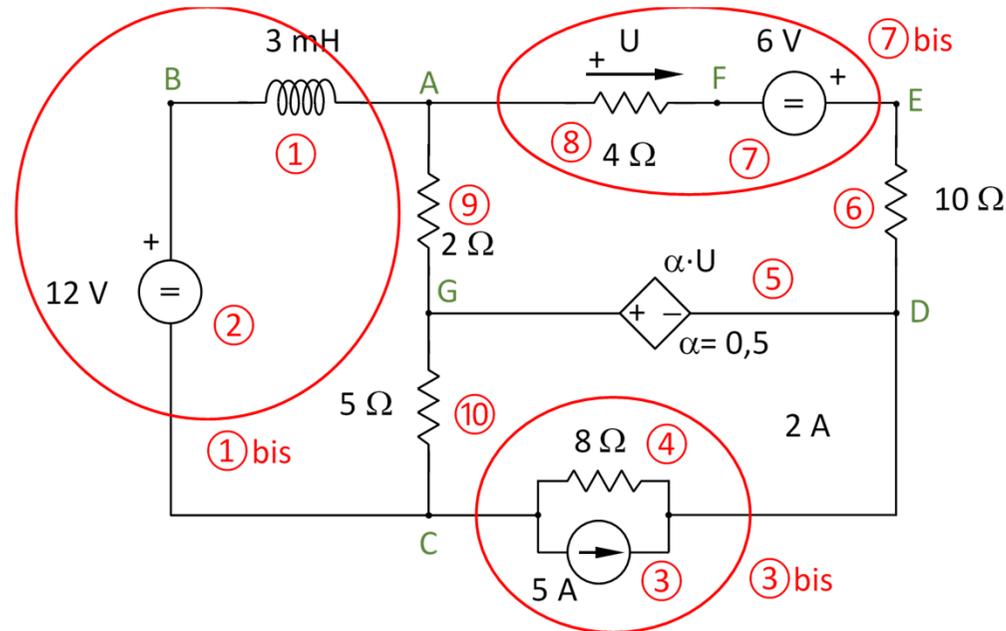
$$u_{11'}(t) = V_1 - V_{1'}$$

- Su símbolo es la letra «**u**»
- Su unidad es el **voltio (V)**, que corresponde a un julio de trabajo por culombio de carga eléctrica transferida entre dos puntos.

1.3. Definiciones

- Se define **rama** de un circuito como un elemento o conjunto de elementos que se interconectan con el resto del circuito únicamente a través de dos puntos, denominados **terminales**, y donde existe una relación matemática entre la tensión de estos terminales y la corriente que atraviesa este elemento o grupo de elementos.
- Se llama **nudo** de un circuito al punto en el que se unen dos o más ramas de un circuito.

1.3. Definiciones



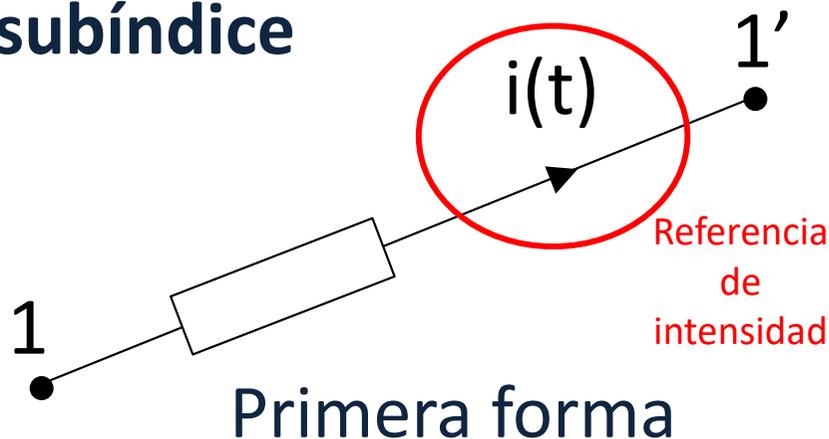
- *Ramas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 o bien 1bis, 3bis, 5, 6, 7bis, 9 y 10 ; etc.*
- *Nudos: A, B, C, D, E, F y G o bien A, C, D, E y G ; etc.*

1.4. Referencias de polaridad

- *A la hora de determinar la tensión en bornes de, o la intensidad que circula por, un elemento de un circuito:*
 - **No basta con indicar sólo el valor** de dichas magnitudes, también **es necesario determinar el sentido** en que circula la corriente por el elemento y cuál de sus dos extremos se encuentra a mayor potencial eléctrico.
 - Para poder determinar de una forma sencilla estos sentidos, es necesario asignar a cada elemento de un circuito lo que se conoce como **referencias de polaridad**.
- *(Por convenio, se toma como sentido de la corriente el opuesto al movimiento de los electrones, esto es, el sentido del movimiento que seguirían unas supuestas cargas ideales positivas).*

1.4. Referencias de polaridad

- *Referencia de intensidad:*
 - Dado elemento de un circuito, establecer la referencia de intensidad en él es presuponer e indicar el sentido que lleva la corriente en dicho elemento, **dibujando sobre un conductor una flecha en sentido arbitrario.**
 - Otra manera de establecer la referencia de corriente en un conductor consiste en la **utilización de un doble subíndice**



$$i_{11'}(t) = -i_{1'1}(t)$$

Segunda forma

1.4. Referencias de polaridad

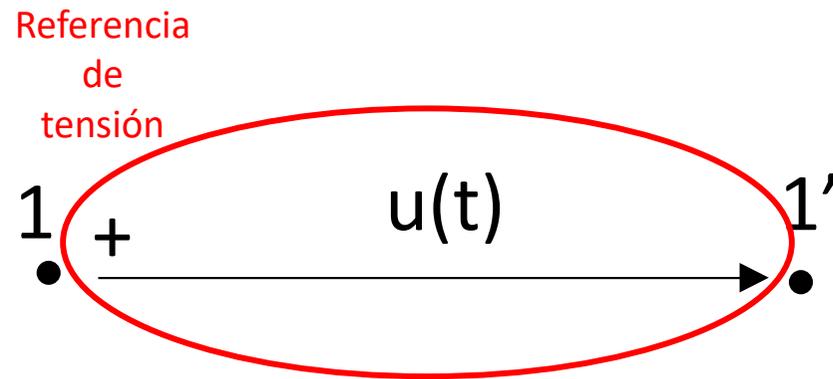
- *Referencia de polaridad de tensión:*
 - Una forma de dar referencia a la tensión que existe entre dos puntos es **a través de los subíndices**, colocando en segundo lugar el subíndice correspondiente al punto que se toma como referencia para el cálculo de la diferencia de potencial eléctrico.
 - Otra forma (*la usada en la asignatura*) es **dibujar una flecha** que, partiendo del punto supuesto a mayor potencial eléctrico, apunte al punto que se toma como referencia para el cálculo de la diferencia de potencial eléctrico.

1.4. Referencias de polaridad

- Para reforzar la indicación, al punto que se supone a mayor potencial eléctrico se le señala con un signo «+».

$$u_{11'}(t) = V_1 - V_{1'}$$

Primera forma

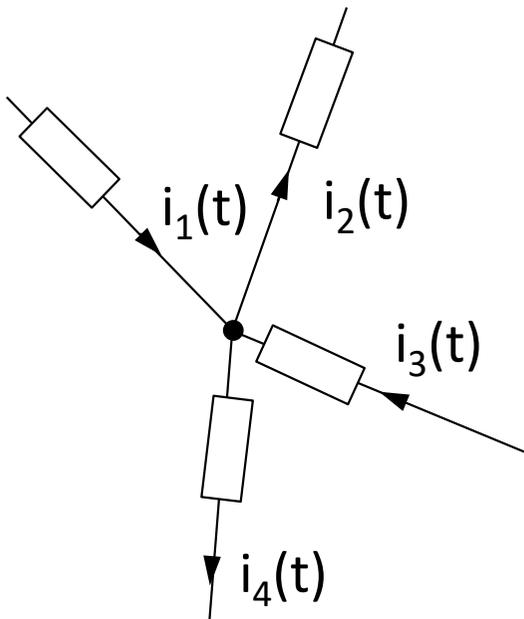


Segunda forma

1.5. Leyes de Kirchhoff

• 1.5.1. Ley de Kirchhoff de las intensidades (LKI)

- La suma algebraica de todas las intensidades que entran (salen) en (de) un nudo a través del conjunto de conductores que concurren en él es, *en todo instante*, cero.



$$\sum_{\text{algebraica}} i_{\text{entran}}(t) = 0$$

$$\sum_{\text{algebraica}} i_{\text{salen}}(t) = 0$$

$$\sum i_{\text{entran}}(t) = \sum i_{\text{salen}}(t)$$

Ejemplos:

$$\begin{cases} i_1(t) - i_2(t) + i_3(t) - i_4(t) = 0 \\ -i_1(t) + i_2(t) - i_3(t) + i_4(t) = 0 \end{cases} \left\| \begin{aligned} & i_1(t) + i_3(t) = i_2(t) + i_4(t) \end{aligned} \right.$$

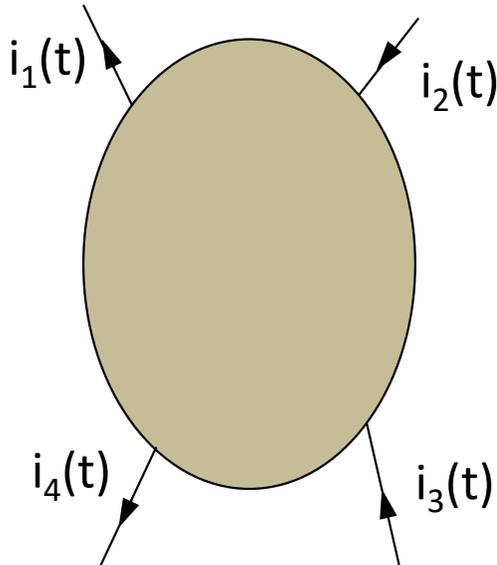
1.5. Leyes de Kirchhoff

- **Generalización de la Ley de Kirchhoff de las intensidades (LKIG)**

- La suma algebraica de las intensidades que entran (salen) en (de) un recinto cerrado por todos los conductores que atraviesan su frontera es, en todo instante, cero

$$\sum_{\text{algebraica}} i_{\text{entran}}(t) = 0 \qquad \sum_{\text{algebraica}} i_{\text{salen}}(t) = 0$$

$$\sum i_{\text{entran}}(t) = \sum i_{\text{salen}}(t)$$



Ejemplos:

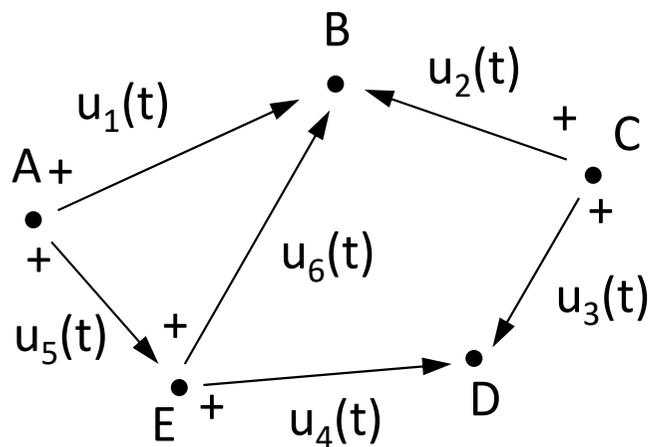
$$\begin{aligned} -i_1(t) + i_2(t) + i_3(t) - i_4(t) &= 0 \\ i_1(t) - i_2(t) - i_3(t) + i_4(t) &= 0 \end{aligned} \left\| \begin{aligned} i_1(t) + i_4(t) &= i_2(t) + i_3(t) \end{aligned} \right.$$

1.5. Leyes de Kirchhoff

• 1.5.2. Ley de Kirchhoff de las tensiones (LKT)

- La suma algebraica de las tensiones a lo largo de cualquier **trayectoria cerrada** de un circuito es, *en todo instante*, cero.

Ejemplos:



Trayectoria ABCDEA $u_1(t) - u_2(t) + u_3(t) - u_4(t) - u_5(t) = 0$

Trayectoria ABEA $u_1(t) - u_6(t) - u_5(t) = 0$

Trayectoria EBCDE $u_6(t) - u_2(t) + u_3(t) - u_4(t) = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow u_6(t) = u_2(t) - u_3(t) + u_4(t)$

Trayectoria EBAE $u_6(t) - u_1(t) + u_5(t) = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow u_6(t) = u_1(t) - u_5(t)$

$$u_{EB}(t) = u_6(t) = \underbrace{-u_5(t) + u_1(t)}_{\text{Trayectoria EAB}} = \underbrace{u_4(t) - u_3(t) + u_2(t)}_{\text{Trayectoria EDCB}}$$

Referencias

- PARRA, V. M.; ORTEGA, J.; PASTOR, A.; PEREZ, A.: **“Teoría de Circuitos (Tomo I)”**. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- BAYOD, A.A.; BERNAL, J.L.; DOMINGUEZ, J.A.; GARCIA GARCIA, M.A.; LLOMBART, A.; YUSTA, J.M.: **“Análisis de circuitos eléctricos I”**. Colección *Textos Docentes*, vol. 58. *Prensas Universitarias de Zaragoza*.