

**FI2002-3 Electromagnetismo****Profesor:** Ignacio Andrade**Auxiliares:** Vicente Pedreros & Diego Rodríguez**Ayudante:** Matías Urrea

## Leyes de Kirchhoff

*Esta discusión está basada en el apunte de Domenico Sapone.*

Para circuitos complejos donde no se puede llegar a definir una resistencia o condensador equivalente, es necesario estudiarlos con más detalle. En general, hablaremos de *redes eléctricas* compuestas de *nodos* y *tramos*, tal que un *nodo* es un punto donde convergen al menos 3 conductores/tramos. Las redes contienen componentes activas (como condensadores) y pasivas (como resistencias). Será relevante identificar *mallas*, que son tramos que generan un camino cerrado. Para poder estudiar las redes eléctricas nos concentraremos en las leyes de Kirchhoff.

### Ley de corrientes de Kirchhoff

Establece que la suma de corrientes en un nodo es nula. Se puede expresar como

$$\sum_{j=1}^N I_j = 0, \quad (1)$$

donde es necesario asignarle signos a las corrientes que entran y salen del circuito. En este caso  $N$  es el número de tramos/corrientes que convergen en el nodo. Puede ser útil pensar en que a las corrientes entrantes se le asigna el signo positivo y a las salientes el signo negativo. Otra forma de pensarlo, es que la suma de corrientes entrantes es igual a las salientes, es decir

$$\sum_{j=1}^{N_e} I_j^{\text{entrantes}} = \sum_{j=1}^{N_s} I_j^{\text{salientes}}, \quad (2)$$

donde  $N_e$  y  $N_s$  son el número de corrientes entrantes y salientes, respectivamente.

### Ley de voltajes de Kirchhoff

Establece que en una malla, la suma total de voltajes es nula. Se puede expresar como

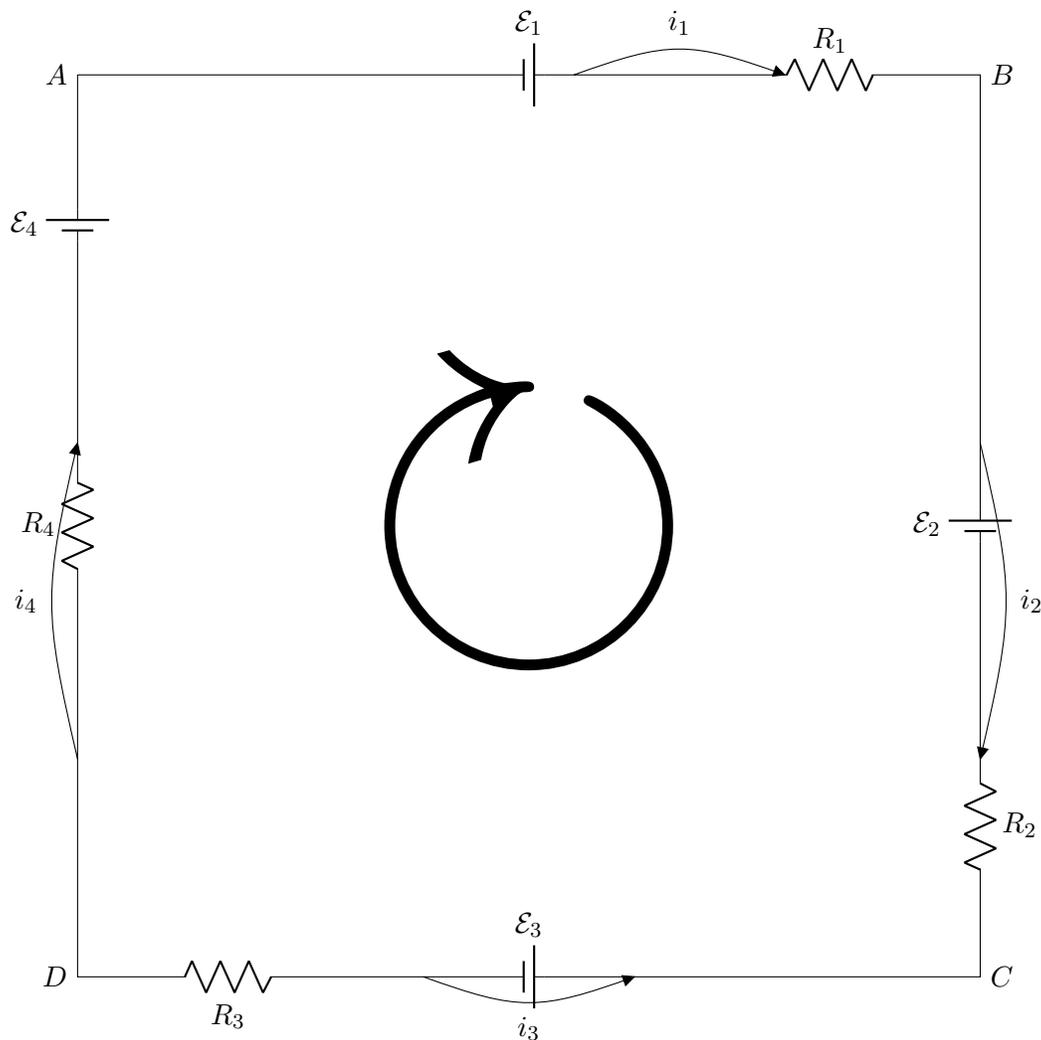
$$\sum_{j=1}^N V_j = 0, \quad (3)$$

donde es necesario asignarle signos a las subidas y bajadas de voltaje. Aquí  $N$  es el número de componentes activas y pasivas presentes en la malla. Puede ser útil pensar en que a las subidas de corrientes se le asigna el signo positivo y a las bajadas el signo negativo. Otra forma de pensarlo, es que en una malla la suma de subidas de voltajes debe ser igual a la bajada de voltajes, es decir

$$\sum_{j=1}^{N_a} V_j^{\text{subidas}} = \sum_{j=1}^{N_p} V_j^{\text{bajadas}}, \quad (4)$$

donde  $N_a$  y  $N_p$  son el número de componentes activas y pasivas, respectivamente.

A continuación, exploremos la siguiente red eléctrica.



Lo que se considerará, para las leyes de Kirchhoff son las ecuaciones (2) y (4). Para ello, se usan las siguientes reglas de signos.

- Para las fuentes de poder (o fuente electromotriz), si el sentido de la malla va del terminal negativo (línea corta) al positivo (línea larga), se toma el signo positivo.
- Para las resistencias, si el sentido de la malla coincide con el sentido de la corriente, se toma el signo positivo.
- En el caso contrario de alguna, se toma el signo negativo.

Para ello, es necesario definir el sentido de la malla. En la figura, el sentido de la malla es el horario que está siendo representado por la flecha gruesa en el centro de la red. El sentido de la corriente se toma en cada tramo. Podemos ver que la corriente  $i_1$  está yendo de izquierda a derecha (desde  $A$  a  $B$ ). Con esto, es posible escribir la siguientes ecuación para la ley de voltajes de Kirchhoff.

$$\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_4 = i_1 R_1 + i_2 R_2 - i_3 R_3 + i_4 R_4 \quad (5)$$

Lo relevante es notar que para  $\mathcal{E}_1$  y  $\mathcal{E}_4$  el sentido de la malla coincide con el sentido de la terminal negativa y positiva de cada fem, por lo que se toma el signo positivo. Para  $\mathcal{E}_2$  y  $\mathcal{E}_3$  ocurre lo contrario, por lo que se toma el signo negativo. Por otro lado, para las resistencias se puede notar que la única corriente que fluye en el sentido opuesto al sentido de la malla es  $i_3$ , por lo que se debe tomar el signo negativo para  $R_3$ .