

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Conceptos Básicos

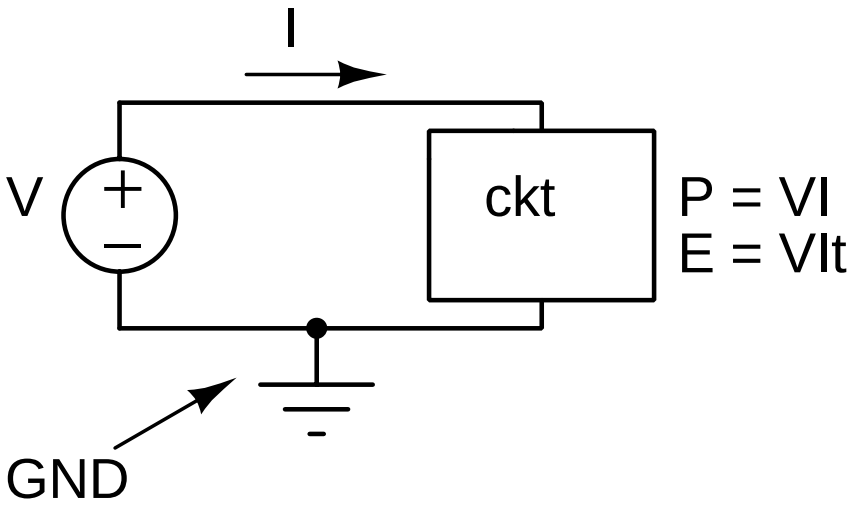
Profesor Álvaro Lorca

IEE2123 – Circuitos Eléctricos
Segundo Semestre 2018

Agradecimientos material: Ángel Abusleme, Enrique Álvarez, Daniel Olivares

Introducción

En esta clase discutiremos brevemente sobre de qué se trata la teoría de circuitos, sus alcances, y su uso. También estudiaremos algunos conceptos básicos de esta disciplina, tales como corriente eléctrica, voltaje, tierra, energía, y potencia.



Teoría de circuitos

- La teoría de circuitos comprende los fundamentos para el análisis de circuitos eléctricos (principalmente lineales, pero también no-lineales) de parámetros concentrados (simplificación de teoría electromagnética).
  - Permite determinar todos los voltajes de nodos y corrientes de rama de un circuito sometido a cierto estímulo eléctrico.

- Desde un punto de vista matemático la teoría de circuitos lineales no es más que una disciplina orientada a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales!

$$A\vec{v} = B\vec{i}$$

$$\begin{aligned} a_{11}v_1 + a_{12}v_2 &= b_1 i_1 \\ a_{21}v_1 + a_{22}v_2 &= b_2 i_2 \end{aligned}$$

Teoría de circuitos

- En este contexto no interesan *todas* las propiedades físicas de los componentes utilizados, sólo las ecuaciones que describen su comportamiento en términos de voltaje y corriente.

- Disciplina fundamental de la Ingeniería Eléctrica
  - Muy importante en el contexto de la electrónica y microelectrónica, sistemas de potencia, robótica, tracción eléctrica, instrumentación astronómica, etc.
  - Permite analizar circuitos! (Se usan circuitos para prácticamente todo, **TODO**).
  - Técnicas extrapolables a otras disciplinas!

Corriente eléctrica

- La corriente eléctrica es una medida de *cuánta carga* circula a través de la sección transversal de un material conductor en un determinado intervalo tiempo:

$$i(t) = \frac{\mathrm{d}q(t)}{\mathrm{d}t}$$

$$q(t) = \int_{-\infty}^{t} i(t)\mathrm{d}t$$

- La corriente se mide en *amperes* (de Ampère) [A]:

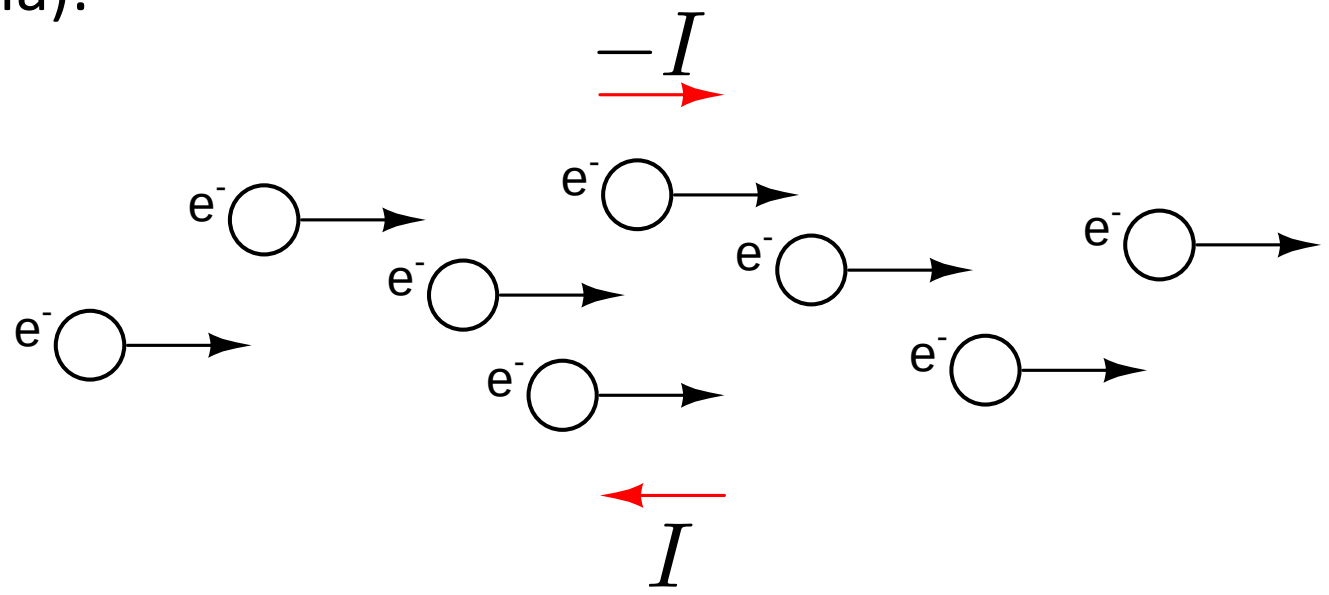
$$1\ [\mathrm{A}] = 1\ \left[\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{s}}\right]$$

$$-1\ [\mathrm{C}] = 6.24 \cdot 10^{18} e^{-}$$

$$e^{-} = -1.602 \cdot 10^{-19}\ [\mathrm{C}]$$

Corriente eléctrica

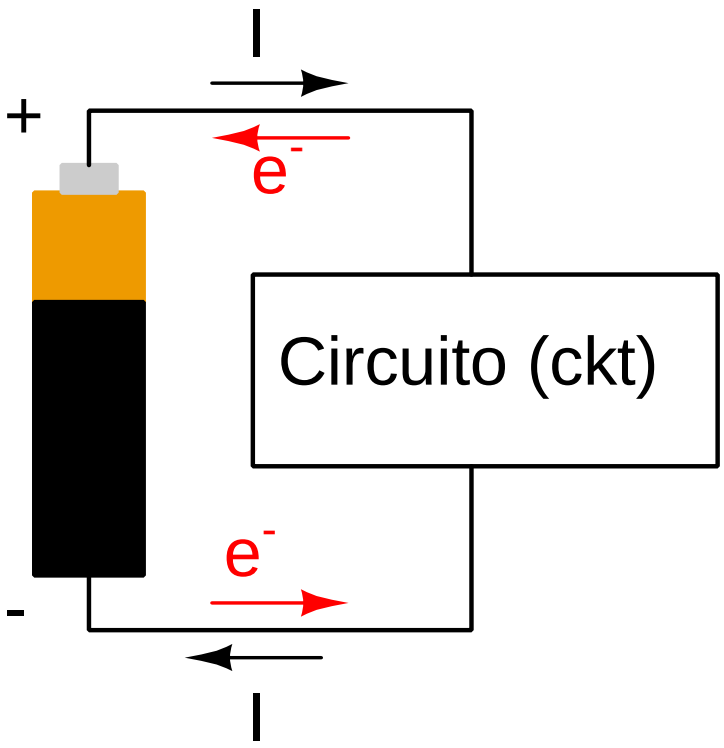
- Por convención, la corriente I (de *intensité*) va en dirección opuesta al flujo de electrones (la flecha indica la dirección de referencia):

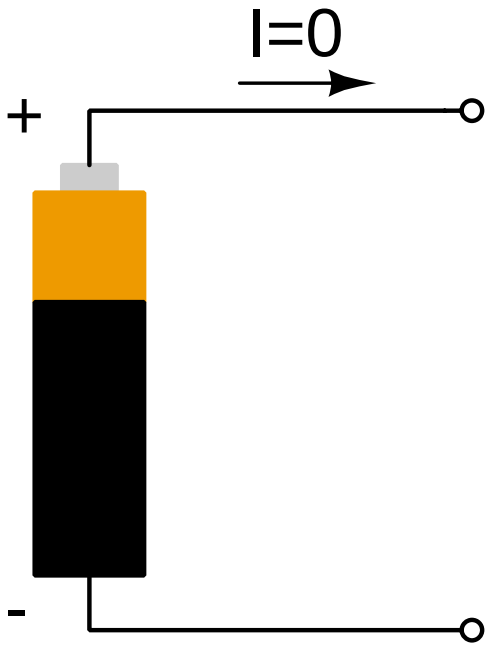


- En términos hidráulicos, la corriente eléctrica es análoga al caudal (i.e. cantidad de fluido que circula por una sección de un ducto/tubería/río/etc. por unidad de tiempo).

Corriente eléctrica

- **Ejemplo**:





Fin ej.

Voltaje

- El voltaje (también llamado tensión eléctrica o *diferencia de potencial*) es la *diferencia* de potencial eléctrico entre dos puntos.
  - El potencial eléctrico es la energía que tendría una carga unitaria al ubicarse en un cierto punto del espacio (energía por unidad de carga), y es igual al trabajo que se debe realizar para mover dicha carga en un campo electrostático E desde el infinito hasta el punto donde se encuentra.

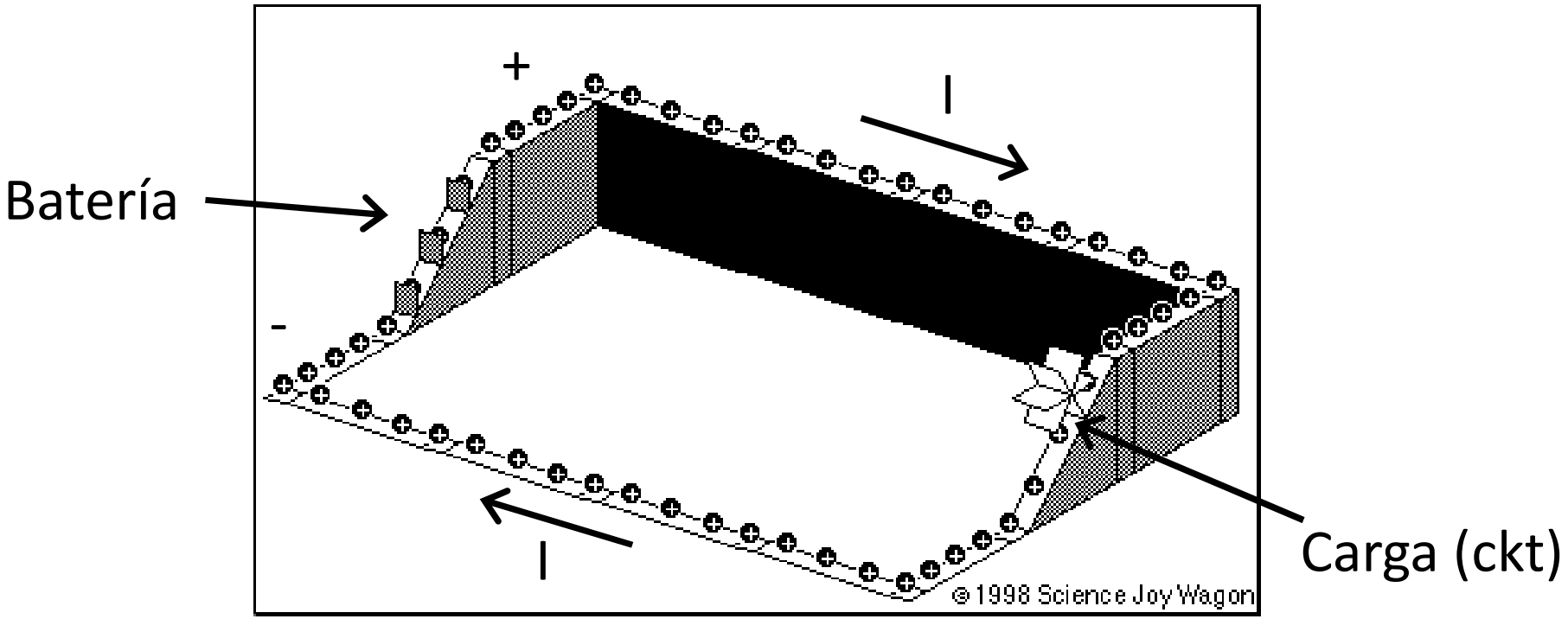
$$v(t) = \frac{\mathrm{d}W(t)}{\mathrm{d}q(t)}$$

- El voltaje se mide en *volts* (de Volta) [V]:

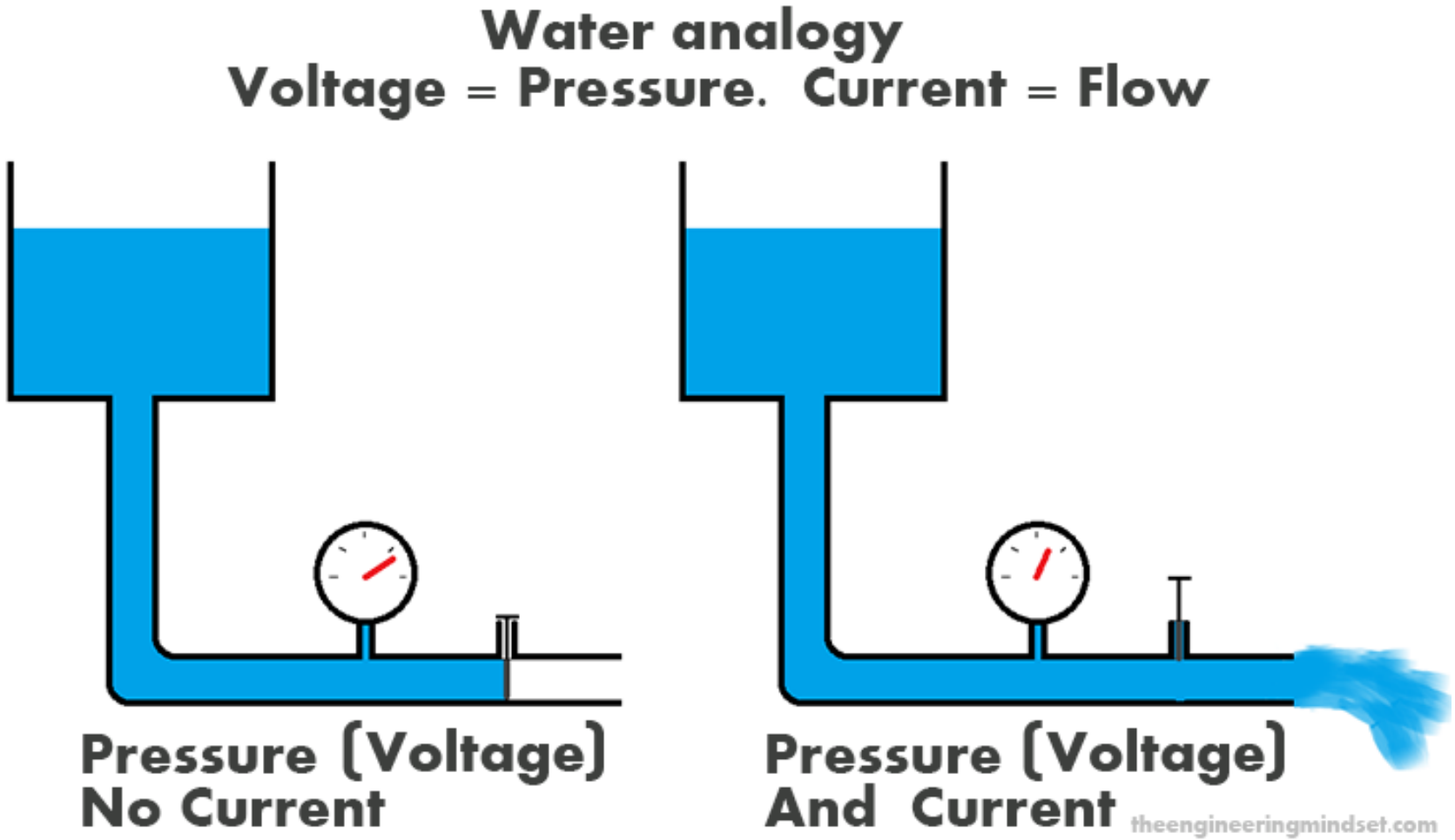
$$1\ [\mathrm{V}] = 1\ \left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}}\right]$$

Voltaje

Para generar una corriente de un punto a otro se necesita un trabajo o gasto de energía → diferencia de potencial (asumamos portadores de carga positivos):

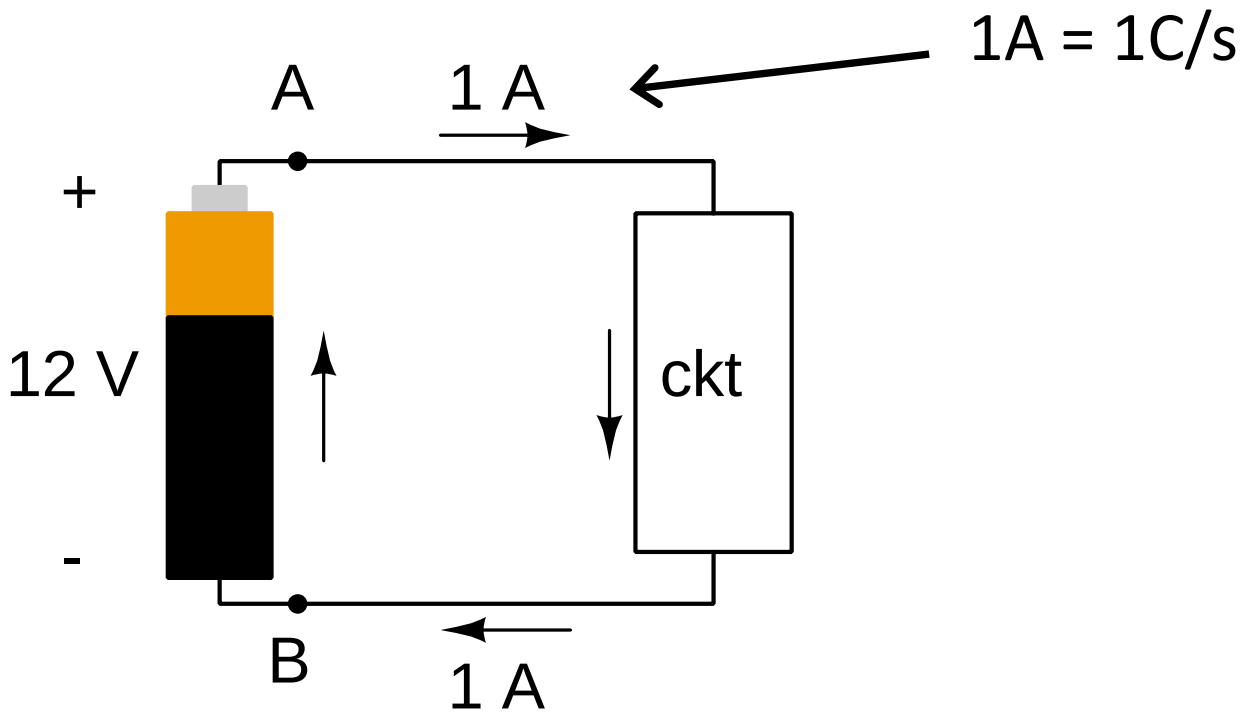


Voltaje: Analogía Hidráulica



Voltaje

- **Ejemplo**:



- Cargas en el punto A tienen mayor energía que en B.
- Cada coulomb de carga pierde 12 J de energía en el circuito.
- En el caso de la figura, la carga absorbe 12 J por segundo.
- Si I = 2 A, la carga absorbería 24 J por segundo (circulan 2 C/s).

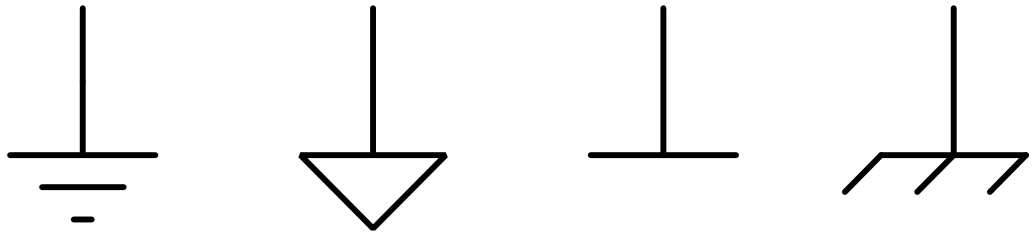
Tierra

- La tierra es un nodo de referencia en un circuito, con respecto al cual se miden todos los voltajes.

$$V_{tierra} = 0 \text{ V}$$

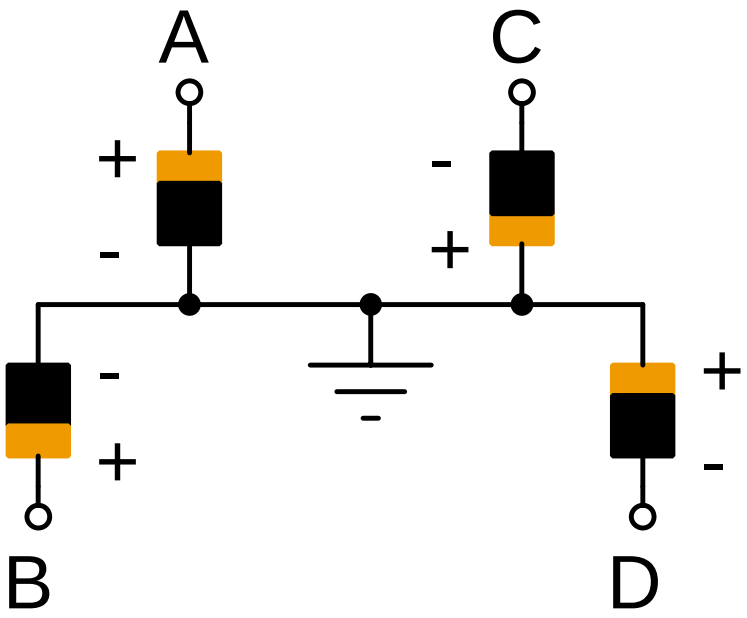
- Típicamente la tierra es un nodo de *baja impedancia*. Idealmente, no importa cuánta corriente entre a este nodo, es imposible cambiar su voltaje.

- Existen varios símbolos para representar la tierra de un circuito:



Tierra

- El planeta tierra es realmente un gran terminal de tierra!



- Los nodos A y B tienen un potencial positivo con respecto a tierra, mientras que los nodos C y D tienen un potencial negativo con respecto a tierra.

Algunos Comentarios

- Muchos circuitos prácticos operan con voltajes de alimentación, también llamados *rieles*. Por ejemplo, en un circuito alimentado con una batería de 9 V, un riel corresponde al terminal negativo de la batería y el otro riel corresponde al terminal positivo.

- Típicamente se utilizan los siguientes nombres para denominar voltajes de alimentación:

V_{CC} V_{DD}	V_{EE} V_{SS}
+ c/r a tierra	- c/r a tierra

- Voltaje y corriente son conceptos duales. Esto es; son intercambiables en el análisis de circuitos eléctricos (más sobre esto más adelante…)

Energía y Potencia

- La energía es la capacidad de obrar/ hacer un trabajo/ transformar. Se mide en joule (de Joule) [J] o Watt-hora [Wh].

- La potencia es la transferencia de energía por unidad de tiempo. En términos eléctricos:

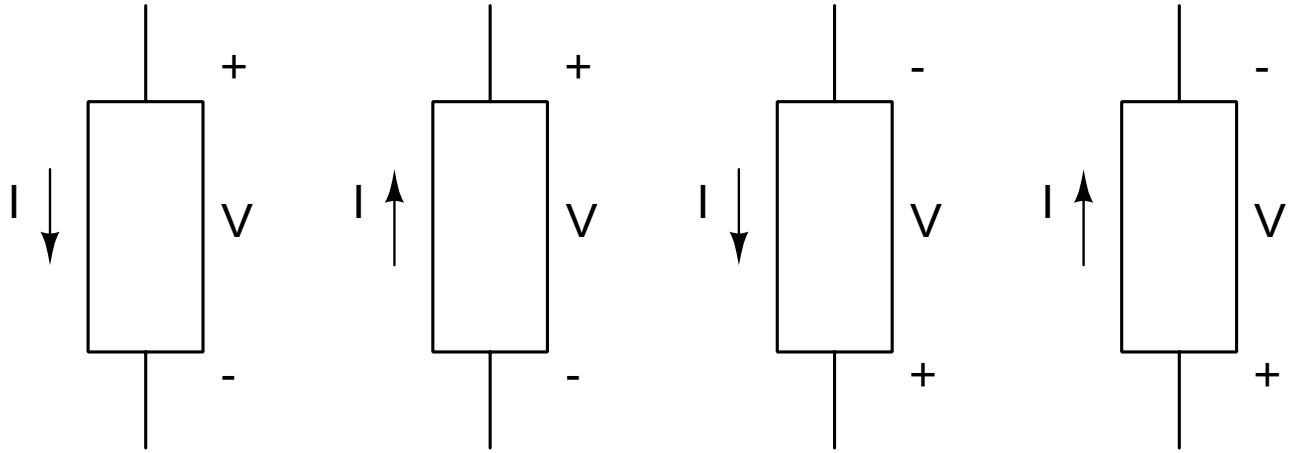
$$P(t) = V(t) \cdot I(t) = \frac{\mathrm{d}W(t)}{\mathrm{d}q(t)} \cdot \frac{\mathrm{d}q(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}W(t)}{\mathrm{d}t}$$

- La potencia se mide en *watt* (en honor a James Watt) [W]:

$$1\ [\mathrm{W}] = 1\ \left[\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}}\right]$$

Energía y Potencia

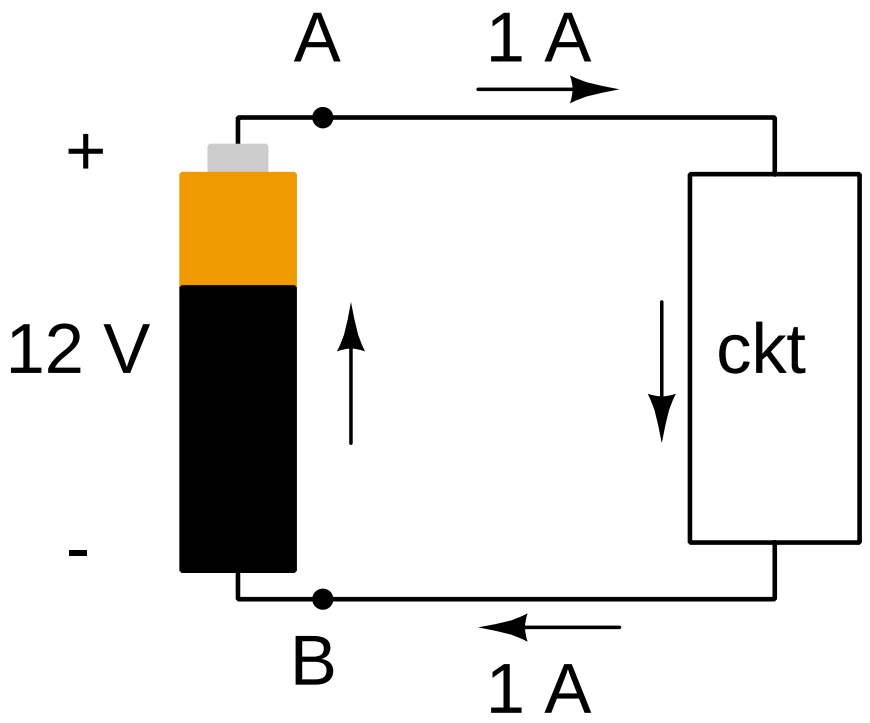
- Cuando la corriente entra por el terminal positivo de un elemento, el elemento *absorbe* energía; en el caso contrario, el elemento *entrega* energía.



- a) y d): $$P_{absorbida} = -P_{entregada} = VI$$
- b) y c): $$P_{entregada} = -P_{absorbida} = VI$$

Energía y Potencia

- **Ejemplo**:



  - La carga absorbe 12 J por segundo, es decir, absorbe 12 W (o entrega -12 W).
  - En una hora, la carga absorbe 12 Wh de energía.

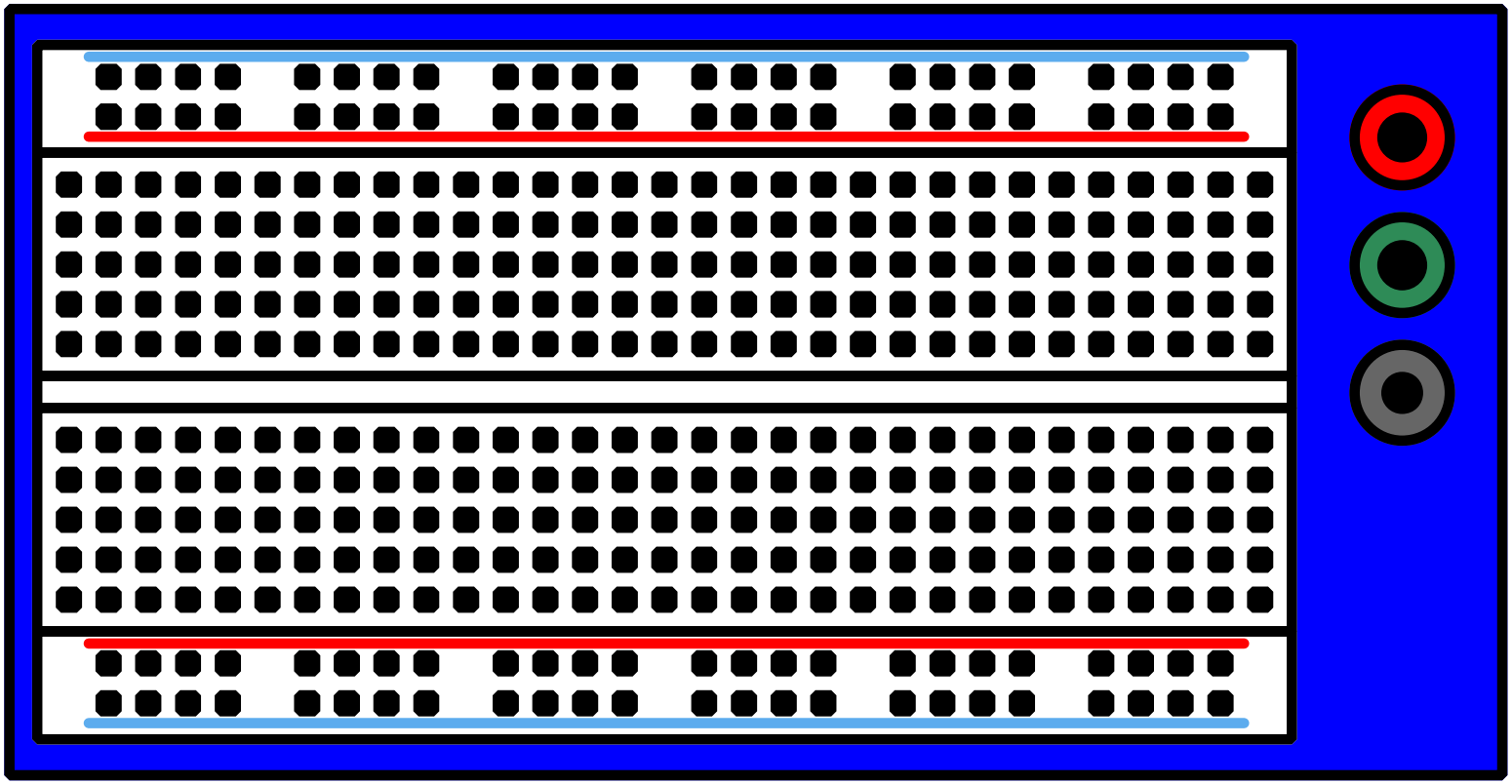
Fin ej.

Prefijos Métricos

- Para que los tengan a mano:

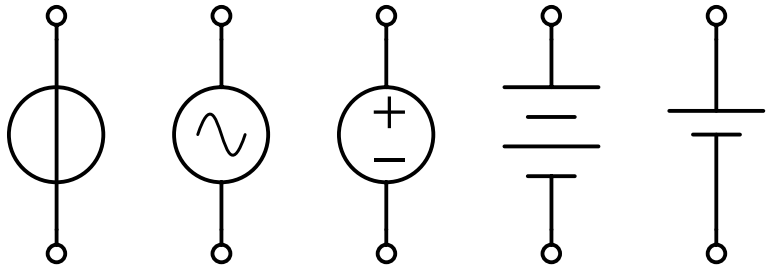
Femto (f)	1e-15
Pico (p)	1e-12
Nano (n)	1e-9
Micro (μ)	1e-6
Mili (m)	1e-3
Kilo (k)	1e3
Mega (M)	1e6
Giga (G)	1e9
Tera (T)	1e12

Protoboard (o *breadboard*)

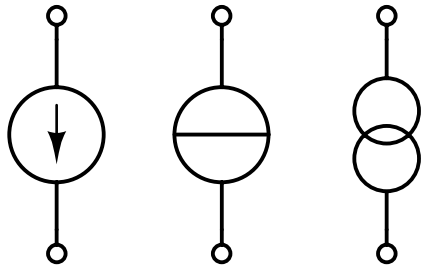


Fuentes independientes

- Una fuente independiente de voltaje (V) o de corriente (I) entrega un V o una I independientemente de lo que ocurra en el resto del circuito.
  - Una fuente independiente de voltaje *ideal* entrega un voltaje **que no depende** de la corriente que entrega.
  - Una fuente independiente corriente *ideal* entrega una corriente **que no depende** del voltaje que entrega.
  - Una fuente independiente de V o I *real* entrega un V o I **que sí depende** de la I o V que entrega.



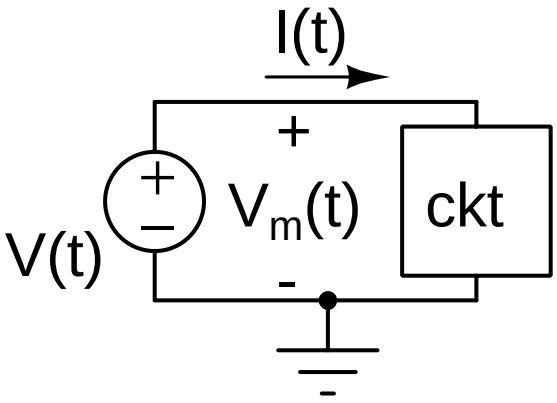
Fuentes de voltaje

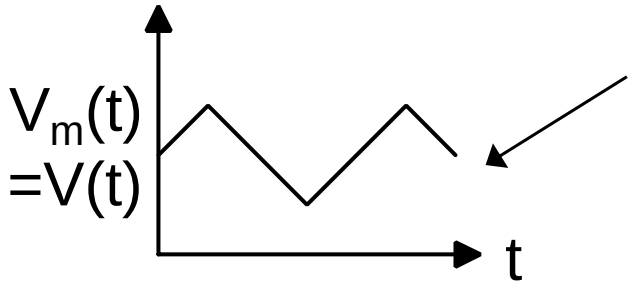


Fuentes de corriente

Fuentes independientes ideales

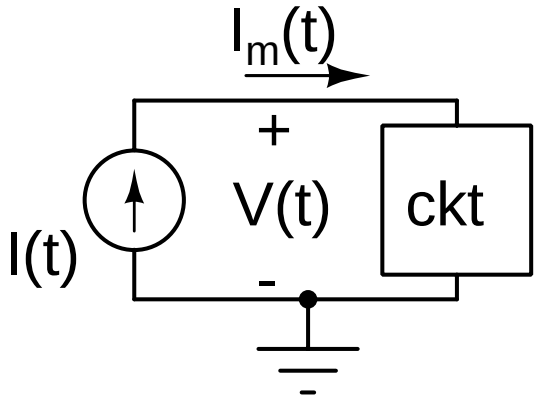
- Fuente independiente de voltaje (caso ideal):

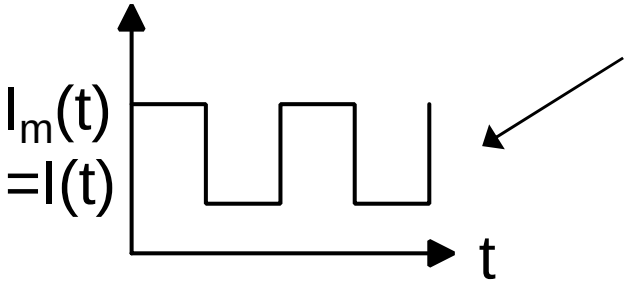




El voltaje medido no depende de I(t)!

- Fuente independiente de corriente (caso ideal):

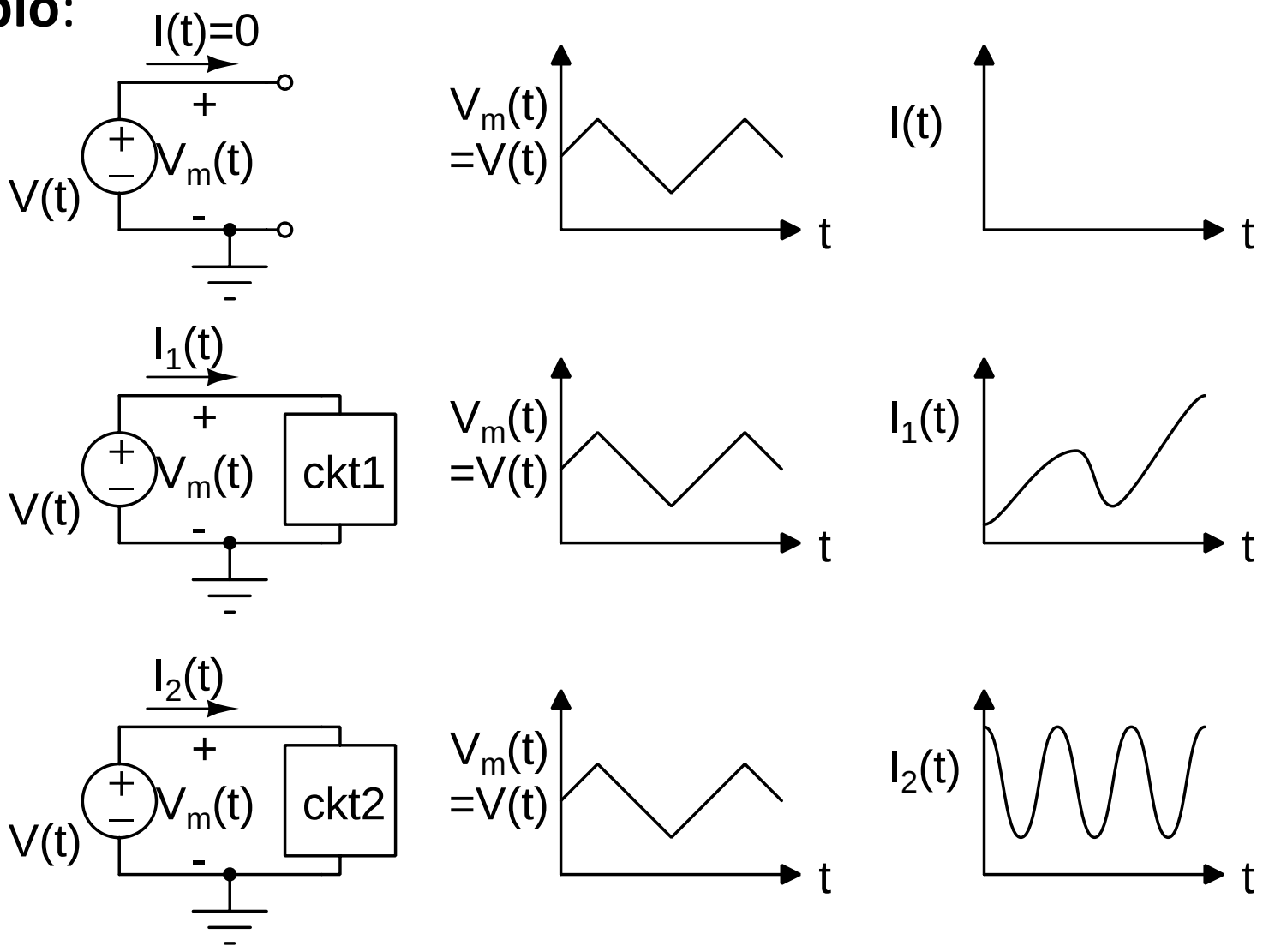




La corriente medida no depende de V(t)!

Fuentes independientes ideales

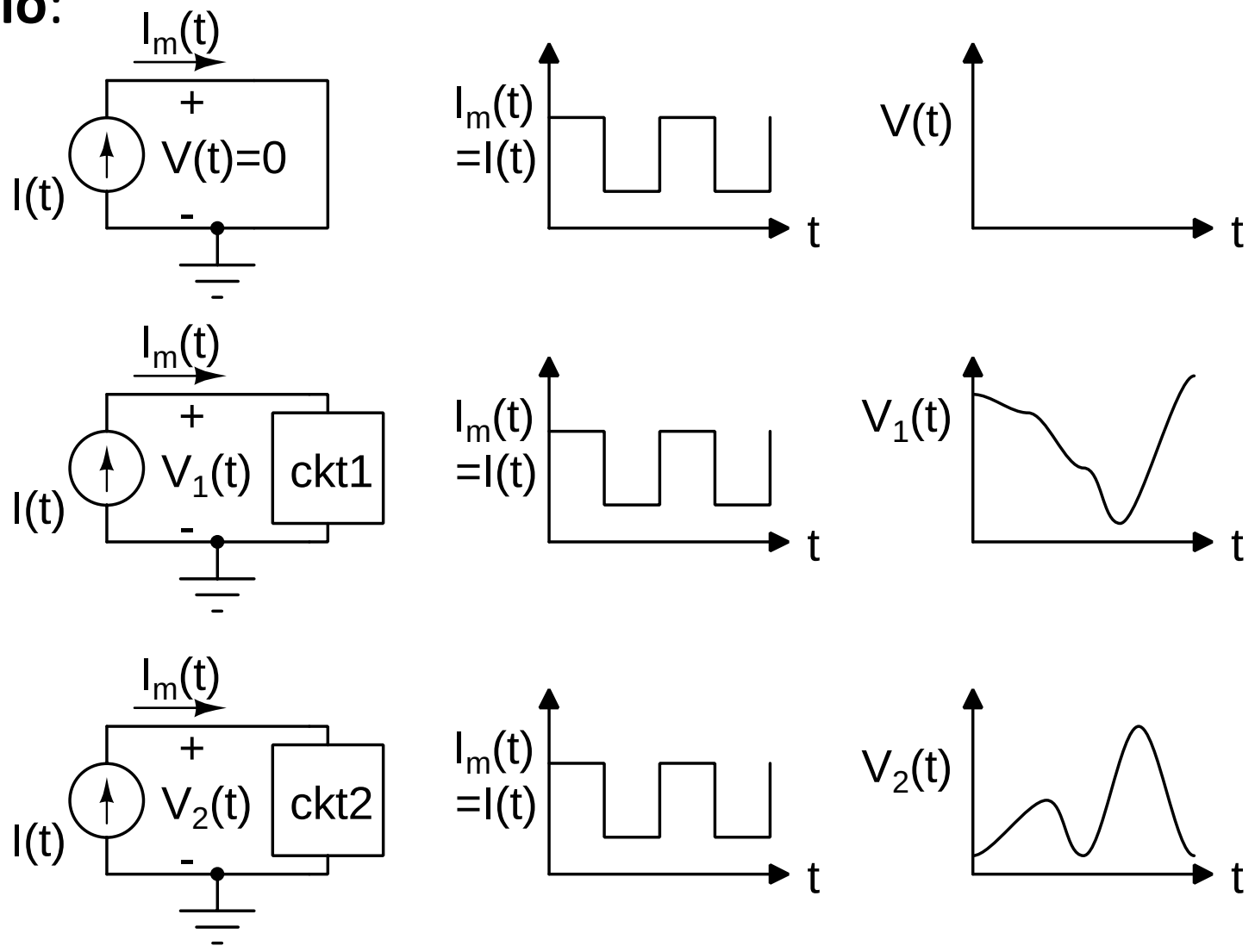
- **Ejemplo**:



Fin ej.

Fuentes independientes ideales

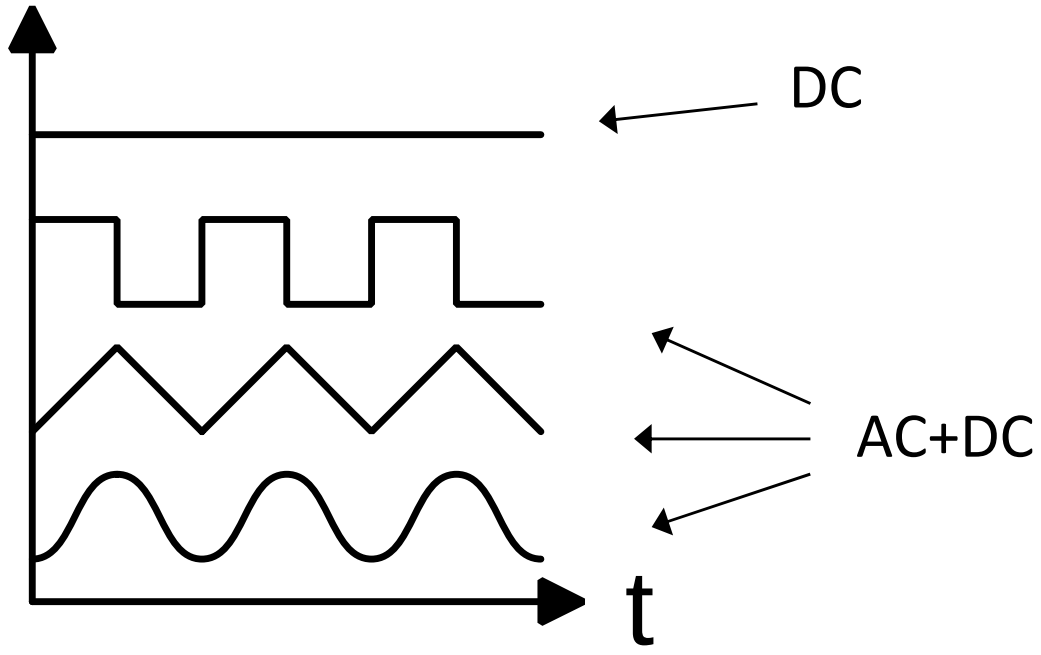
- **Ejemplo**:



Fin ej.

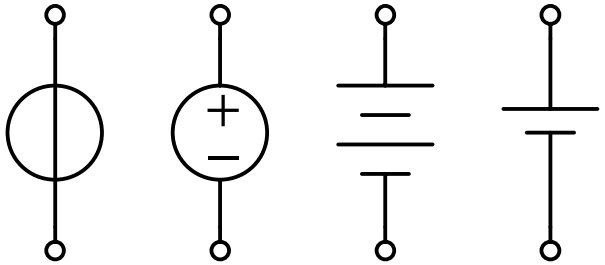
Fuentes independientes ideales

- Una fuente independiente puede ser constante en función del tiempo (DC) o variar en función del tiempo (AC):

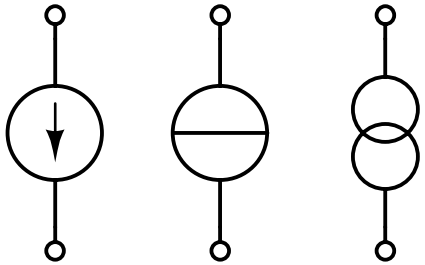


Fuentes independientes ideales

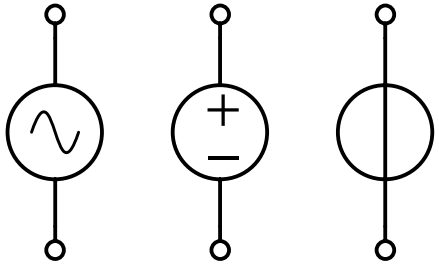
- Típicamente:



Fuentes DC de voltaje



Fuentes AC y DC de corriente

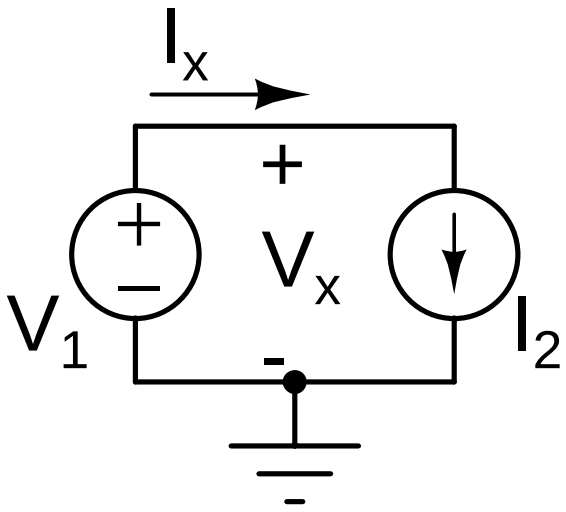


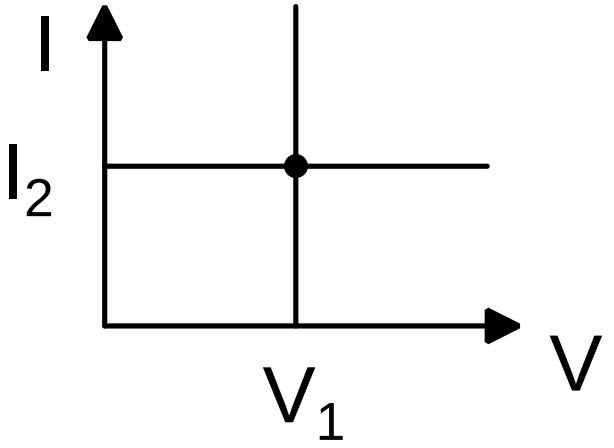
Fuentes AC de voltaje

- En realidad siempre hay que fijarse en el contexto.

Fuentes independientes ideales

- **Ejemplo**: determinar V_x e I_x.





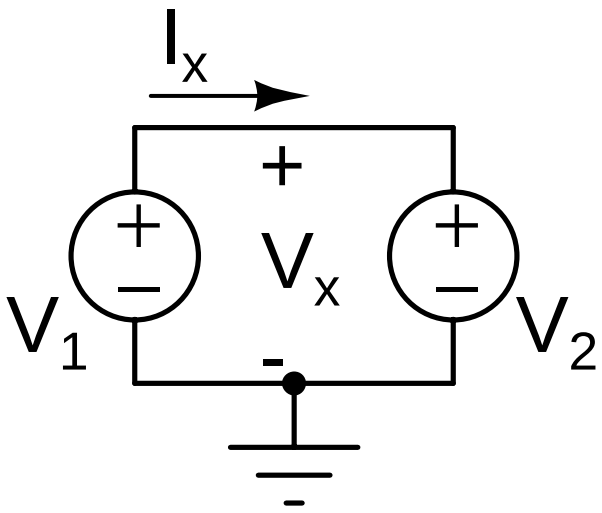
- Claramente:

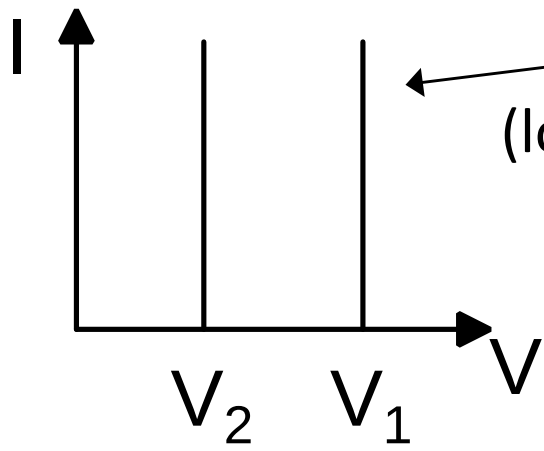
$$V_x = V_1$$
$$I_x = I_2$$

Fin ej.

Fuentes independientes ideales

- **Ejemplo**: determinar V_x e I_x.





No se intersectan!
(lo hacen en I=∞)

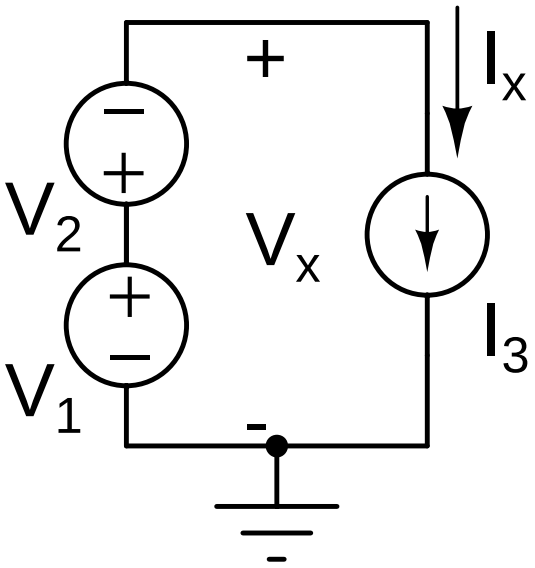
- Este circuito plantea un sistema de ecuaciones sin solución. Sólo tiene solución si $V_1=V_2=V_x$. Como veremos, ya que el cable es ideal la corriente está dada por:

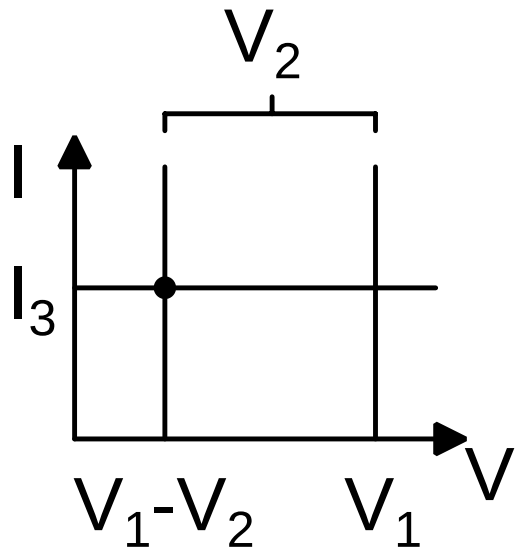
$$I_x = \infty$$

Fin ej.

Fuentes independientes ideales

- **Ejemplo**: determinar V_x e I_x.





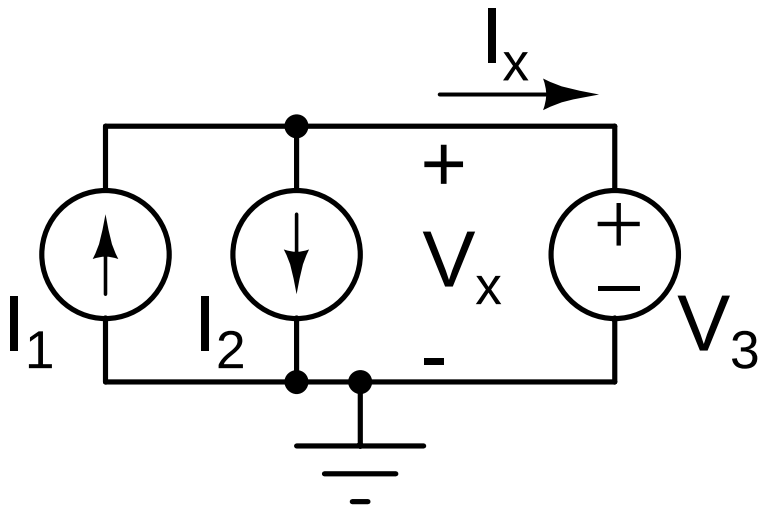
- En este caso:

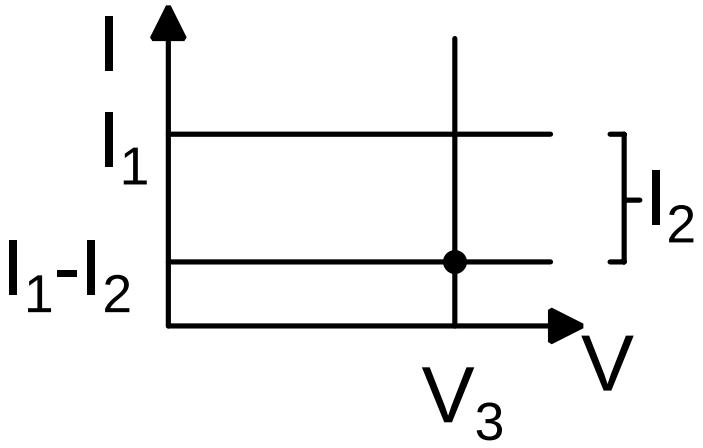
$$V_x = V_1 - V_2$$
$$I_x = I_3$$

Fin ej.

Fuentes independientes ideales

- **Ejemplo**: determinar V_x e I_x.



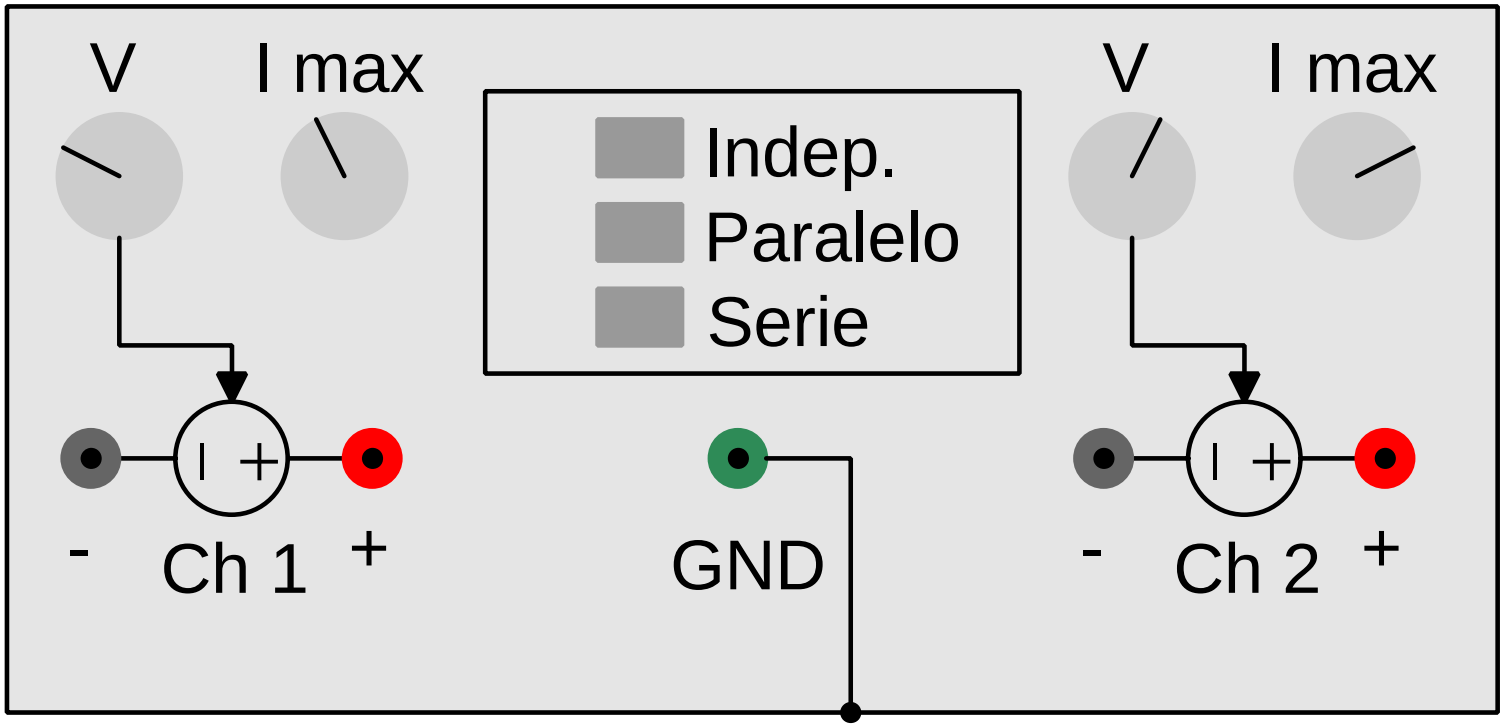


- En este caso:

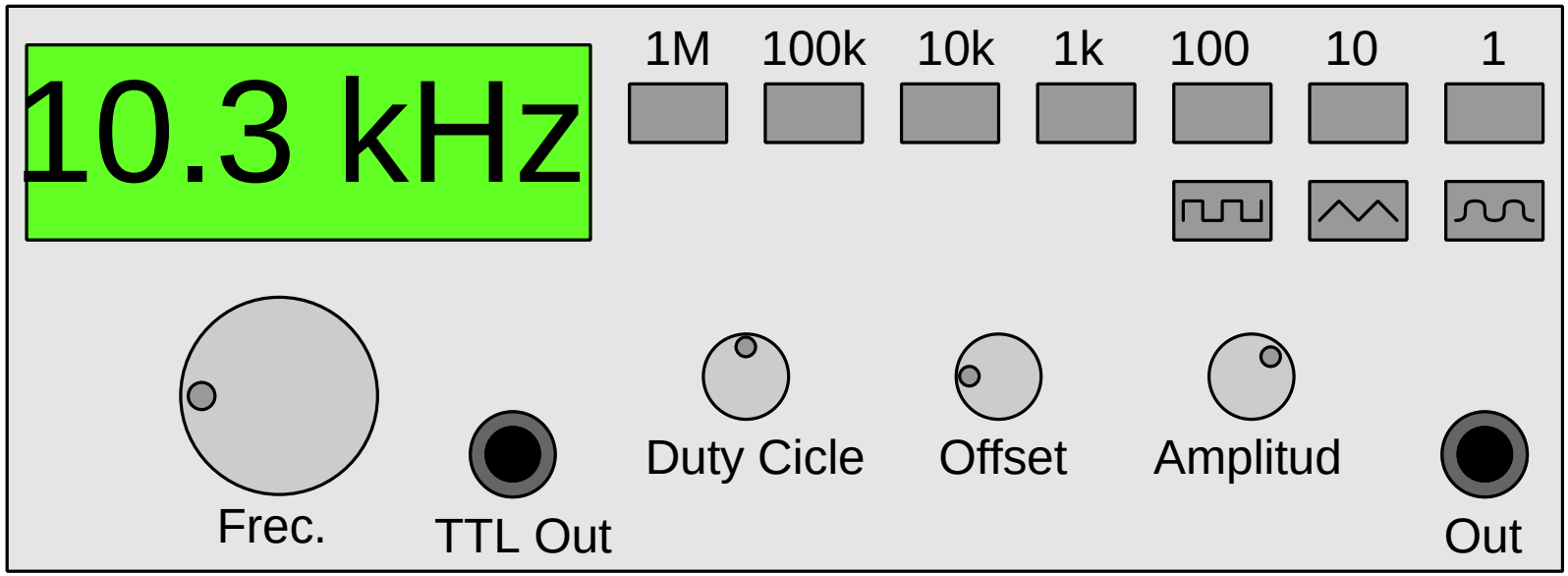
$$V_x = V_3$$
$$I_x = I_1 - I_2$$

Fin ej.

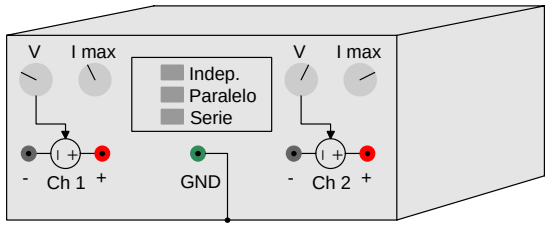
Fuente de potencia

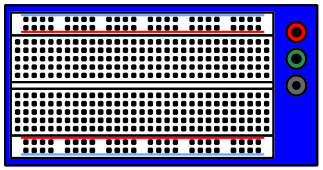


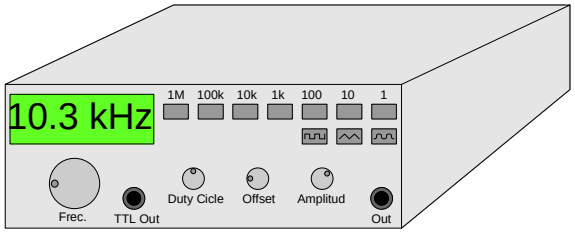
Generador de señales



Generador de señales







Instrumentos de laboratorio