



Clase 1

Circuitos de Corriente Continua: Resistencias y fuentes de poder

fernando.guzman@ing.uchile.cl

Objetivos del curso

- Los estudiantes aprenderán métodos experimentales básicos de las Ingenierías y Ciencias Físicas con énfasis en el uso de instrumentos y técnicas de medición en el laboratorio.

Instrumentos y equipos

- Multímetro digital
- Fuente de poder (voltaje-corriente DC)
- Osciloscopio
- Generador de funciones (voltaje-corriente AC)
- Tarjeta de adquisición análoga-digital
- Amplificador de potencia
- Micrófono

Técnicas que se usarán

- Análisis de circuitos
- Caracterización de curvas corriente-voltaje (VI)
- Fabricación y uso de filtros en circuitos
- Adquisición de datos
- Análisis de Fourier de señales temporales
- Análisis de modos de vibración de estructuras
- Regresión lineal

Circuitos eléctricos

- ¿Qué es un circuito?
 - *Es una asociación de elementos que generan, disipan o acumulan energía.*
- Elementos de un circuito eléctrico:
 - *Fuentes de voltaje y corriente (**potencia, energía**)*
 - *Resistencia eléctricas (**disipadores de energía**)*
 - *Condensadores e inductancias (**acumuladores de energía**)*
 - *Otros (Diodos, amplificadores operacionales,...)*

Circuitos eléctricos



- Electromagnetismo y circuitos
 - *Una carga produce un campo eléctrico $\vec{E}(\vec{r}, t)$*
 - *Una carga en movimiento (o cargas, i.e. corriente) produce un campo magnético $\vec{B}(\vec{r}, t)$*
- **Electromagnetismo:** *es el estudio de la física de las cargas, estáticas o en movimiento, discretas o modeladas en forma continua*
 - *Electroestática, Magnetoestática, Campos electromagnéticos y propagación de ondas E-M*

Circuitos eléctricos

- El tratamiento que haremos en este curso supone que:
 - *Si existe una dependencia temporal en voltajes y corrientes, esta es “lenta”...*
 - *Esto implica que la longitud de onda de las ondas electromagnéticas asociadas es **MUY GRANDE** comparado con el tamaño del circuito .*
 - *En el límite $\lambda \gg L$, podemos suponer que lo que ocurre en una parte del circuito **ocurre en todas partes instantáneamente!***

Unidades en el SI

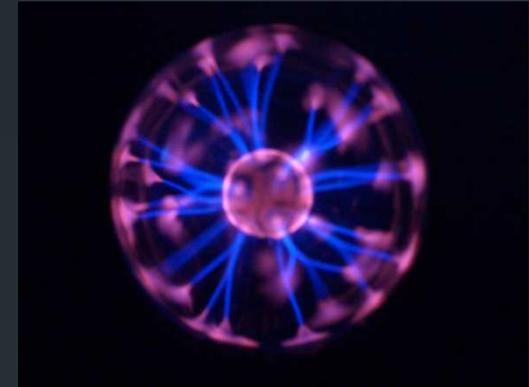


Magnitud	Unidad (Símbolo)	Equivalencia
Longitud	Metro (m)	
Masa	Kilogramo (kg)	
Tiempo	Segundo (s)	
Corriente eléctrica	Amperio (A)	
Carga eléctrica	Coulomb (C)	As
Potencial eléctrico	Volt (V)	J/C
Resistencia eléctrica	Ohm (Ω)	V/A
Capacitancia eléctrica	Faraday (F)	C/V
Inductancia	Henry (H)	Vs/A

Unidad 1: Corriente continua

Conceptos:

1. Ley de Coulomb
2. Campo Eléctrico
3. Potencial Eléctrico
4. Corriente Eléctrica
5. Resistencia y Resistividad
6. Ley de Ohm
7. Potencia Eléctrica
8. Ley de Kirchoff
9. Asociación de resistores
10. Multímetros

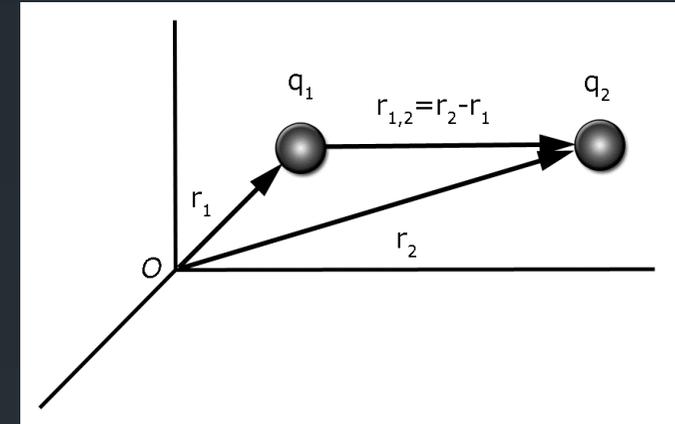


Ley de Coulomb

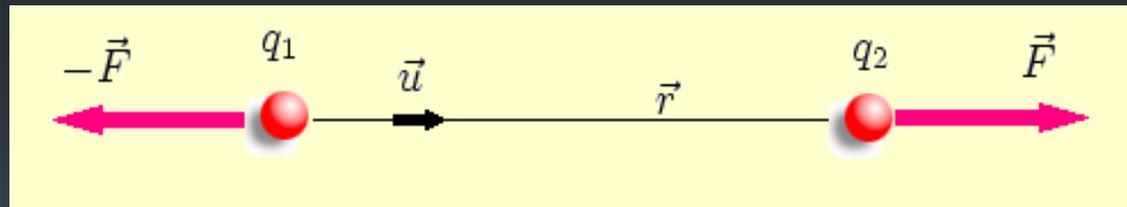
- Válida en condiciones estacionarias
- Vectorialmente:

$$\vec{F}_{12} = k_E \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{r}_{12}$$

$$\vec{F} = k_E \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_{12} = k_E q_1 q_2 \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}$$



- En dos cargas del mismo signo:



¿Cómo se ejerce la fuerza en la distancia?

- Una carga crea un campo eléctrico **E** en todo el espacio el cual ejerce una fuerza sobre otras cargas...

Campo eléctrico

- Si consideramos una carga en posición fija, q_1 , y se mueve una segunda carga a su alrededor se nota que en todas partes existe una fuerza sobre esta segunda carga.
- Esta segunda carga muestra la existencia de un **campo de fuerzas**.

- Fuerza sobre la segunda carga (de prueba) q_0 es:
$$\vec{F}_0 = k_E \frac{q_1 q_0}{r_{10}^2} \vec{a}_{10}$$

- La fuerza puede ser descrita como **fuerza por unidad de carga**:

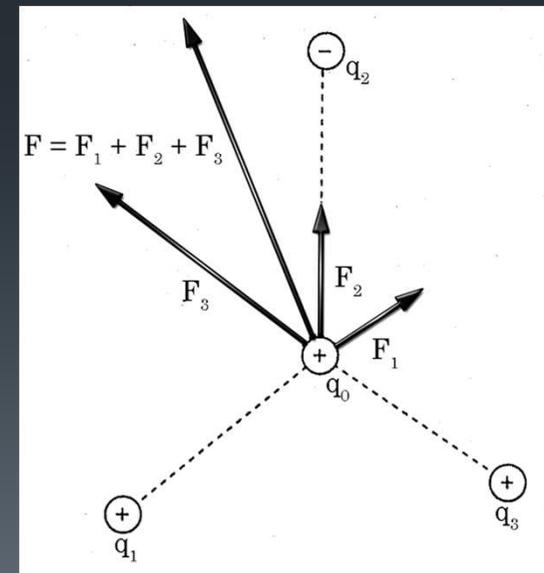
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} = k_E \frac{q_1}{r_{10}^2} \vec{a}_{10}$$

Intensidad de campo eléctrico
SI: Newtons/Coulomb = N/C

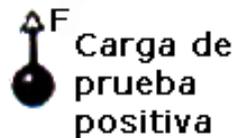
- Si la carga está en el origen:
$$\vec{E}(r) = k_E \frac{q}{r^2} \vec{r}$$

- Para una distribución de cargas puntuales:

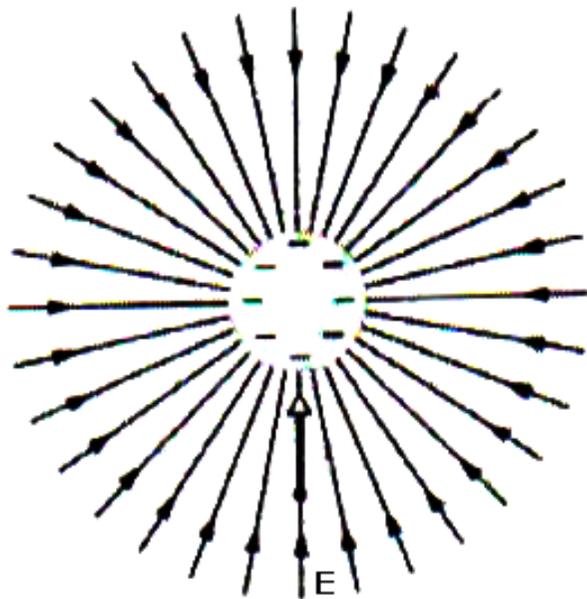
$$\vec{E}_0 = \sum_i E_{i,0} = \sum_i k_E \frac{q}{r_{i,0}^2} \vec{r}_{i,0}$$



Líneas de campo eléctrico



(a)

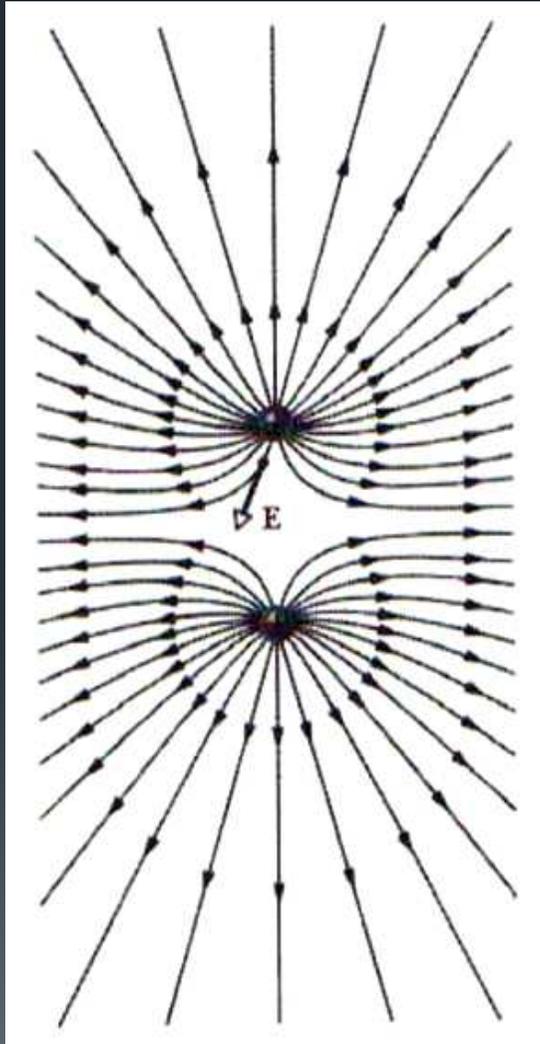


(b)

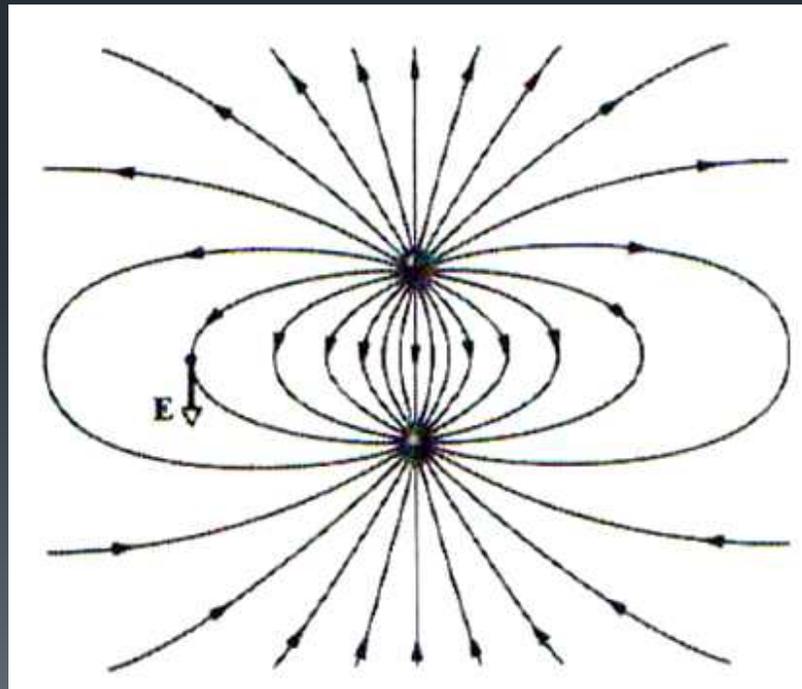
- Si colocamos una carga de prueba positiva en cualquier lugar en las proximidades de una esfera cargada, una fuerza electrostática actuará sobre la carga de prueba.
- Los vectores de campo eléctrico en todos los puntos próximos a la esfera estarán orientados hacia dentro de la esfera.
- Por definición, el vector de campo eléctrico es tangente a las líneas de fuerza.
- Las líneas de campo se extienden apuntando hacia fuera de una carga positiva y hacia dentro de una carga negativa

Líneas de campo eléctrico

- Si las cargas tienen igual cantidad y mismo signo las líneas de campo se repelen, siendo mínimo en la región entre las cargas.



- A una distancia muy grande las líneas de campo actuarán como una carga puntual $2q$.
- Para un dipolo eléctrico (cargas iguales y signo distinto) las líneas de campo salen de la carga positiva y entran en la negativa. **El campo es máximo entre las cargas.**



Campo eléctrico para una distribución continua de carga volumétrica

- Si se tiene una región del espacio con un enorme número de cargas separadas por distancias diminutas, se tiene que es posible reemplazar esta distribución de muchas partículas pequeñas por una distribución suave y continua de carga, la *densidad volumétrica*.

- Densidad de carga volumétrica:

$$\rho_v = \frac{dq}{dV} \text{ (C/m}^3\text{)}$$

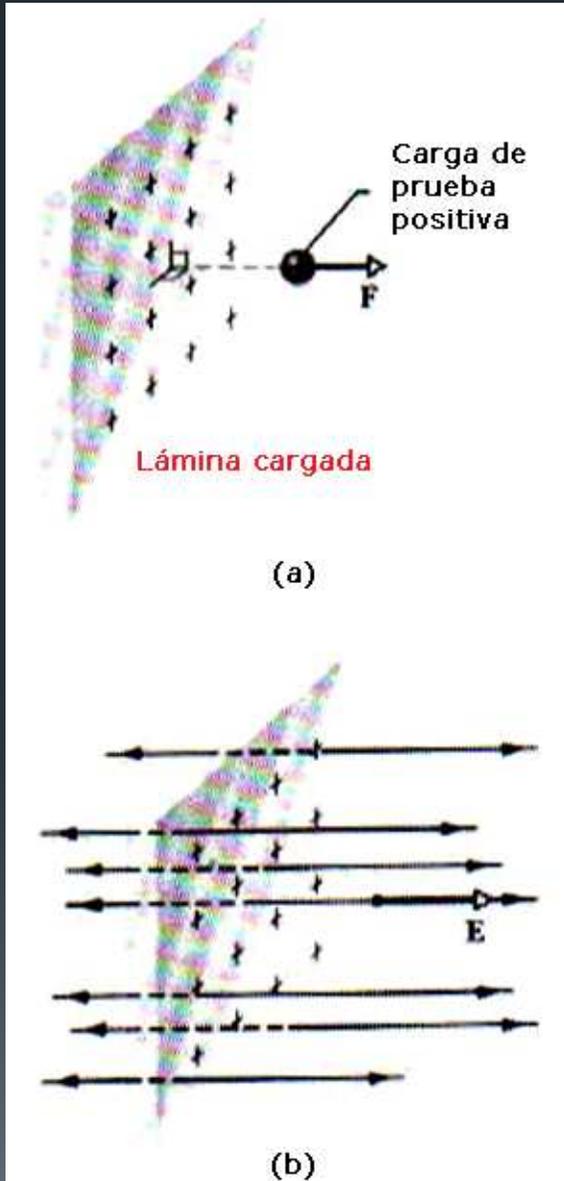
- De la ley de Coulomb se tiene que:

$$dE = \frac{k_E dq}{dr^2} \hat{r}$$

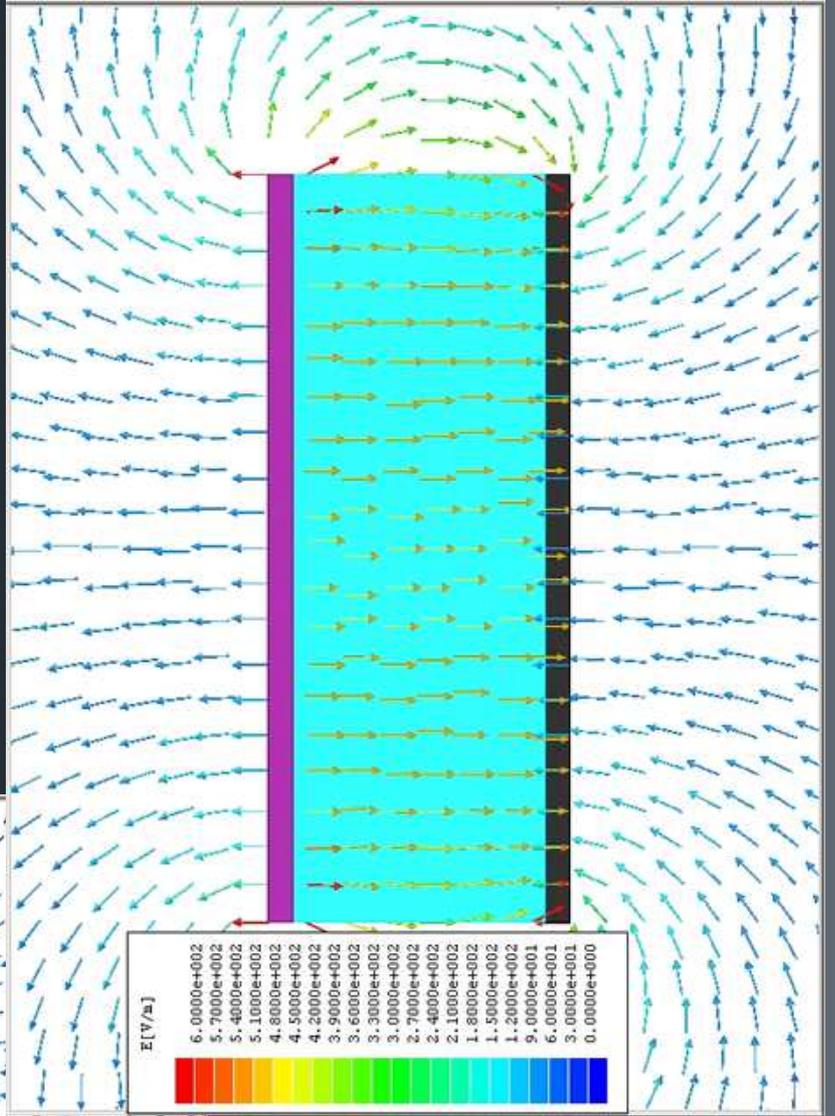
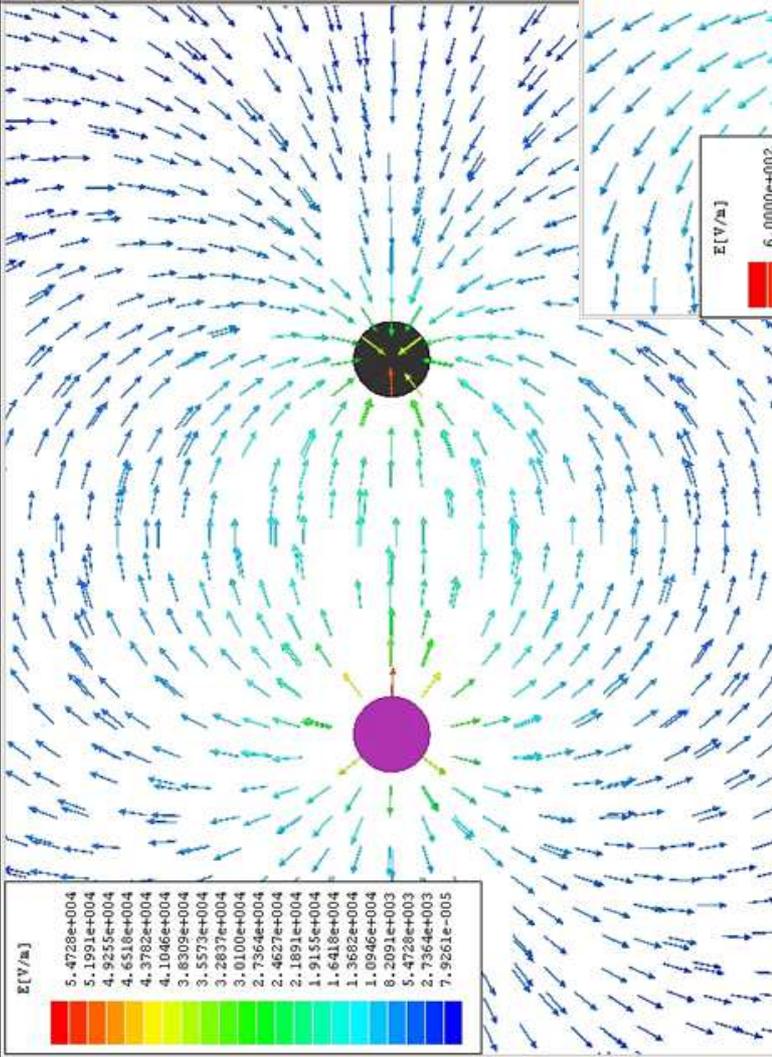
- La carga total dentro de cualquier volumen finito se obtiene por integración sobre todo el volumen:

$$Q = \int_V \rho_v dV \quad \vec{E}(r) = \int_V \frac{\rho dV}{r^2} \hat{r}$$

Campo eléctrico de una lámina de carga



- a) Si consideramos una lámina delgada infinitamente grande, con carga positiva distribuida uniformemente.
- Para una carga de prueba positiva próxima a la lámina, la fuerza estática resultante que actúa sobre la carga de prueba será perpendicular a la lámina, pues todas las direcciones serán rechazadas por la simetría.
 - La fuerza resultante apuntaría hacia fuera de la lámina.
- b) El vector campo eléctrico, en cualquier punto de la lámina también es perpendicular a la lámina y orientado hacia fuera.



Trabajo

- La intensidad del **campo eléctrico** se definió como la **fuerza por cada unidad de carga** que se ejerce sobre una pequeña carga de prueba unitaria colocada en el punto en donde se desea encontrar el valor de este campo vectorial.
 - Para desplazar la carga de prueba en contra del campo eléctrico, se tiene que ejercer una fuerza igual y opuesta al campo.
- ⇒ **Gasto de energía debido al trabajo que se desea realizar.**
- Si la carga se mueve en la dirección de campo, el gasto de energía se torna negativo; no hay que realizar trabajo, el campo eléctrico lo realiza.

Definición de Fuerza

$$F = QE$$

$$dW = -F \cdot dl = -QE \cdot dl$$

$$W = -Q \int_{\text{inicial}}^{\text{final}} E \cdot dl$$

Definición de Trabajo

$$dW = F \cdot dl$$

Definición de trabajo para un fuerza igual y opuesta a la que ejerce el campo

El trabajo necesario para mover la carga a una distancia finita

Diferencia de potencial

- Diferencia de potencial V es el **trabajo** que se realiza (por un agente externo) al mover una unidad de carga de un punto a otro en un campo eléctrico.

$$W = -Q \int_{\text{inicial}}^{\text{final}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = U$$

El trabajo necesario para mover la carga a una distancia finita. Equivalente a la variación de energía potencial en un **campo conservativo**

$$V = - \int_{\text{inicial}}^{\text{final}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = \frac{U}{Q}$$

Diferencia de potencial o variación de energía potencial por unidad de carga. Unidades: J/C o V

$$V_{AB} = - \int_B^A \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_{r_B}^{r_A} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dl = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

- Si $r_B > r_A$, la diferencia de potencial V_{AB} es positiva, lo que indica que el agente externo gasta energía para llevar la carga positiva de r_B a r_A .

Potencial de una carga puntual

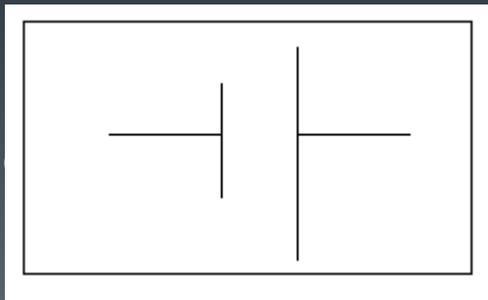
$$V_{AB} = -\int_B^A \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\int_{r_B}^{r_A} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dl = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

- Si alejamos r_B al infinito, el potencial r_A se convierte en:

$$V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_A}$$

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

- Superficie equipotencial** es la superficie que compone todos aquellos puntos cuyo potencial tiene el mismo valor.
- No es necesario realizar ningún trabajo para mover una carga sobre la superficie equipotencial, ya que por definición no hay diferencia de potencial entre cualquier par de puntos situados en la superficie.



Representación de una fuente de voltaje donde el extremo de línea más larga tiene el mayor potencial eléctrico.

Corriente eléctrica

- Por definición, la corriente eléctrica corresponde a un flujo de cargas en movimiento:

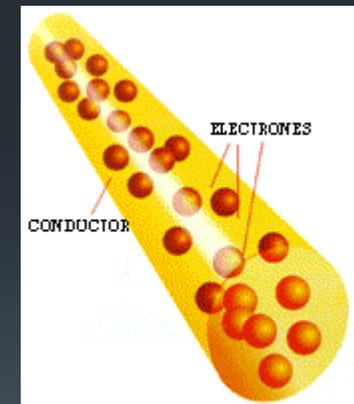
$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (\text{C/s}) \text{ o Ampere}$$

- Densidad de corriente:

$$J = \frac{\Delta I}{\Delta s} \quad (\text{A/m}^2)$$

- Energía potencial:

$$U = W \rightarrow W = -Q \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \rightarrow \frac{W}{Q} = V_{AB} = -\int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$
$$\rightarrow dU = V_{AB} dQ \rightarrow dU = V_{AB} Idt$$



- Potencia eléctrica:

$$P = \frac{dU}{dt} = IV_{AB} \quad \text{VA o J/s o W}$$

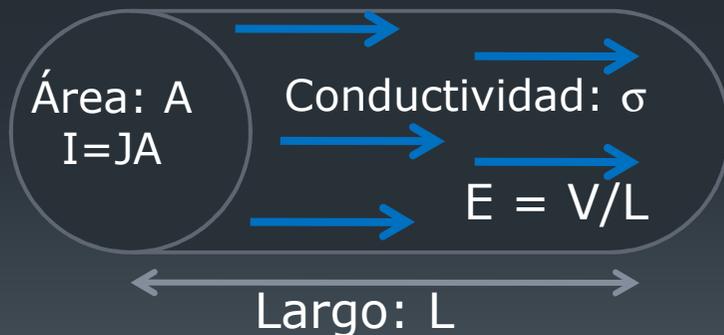
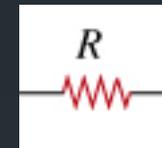
- Variación de energía en tiempo

Resistencia eléctrica

- Al aplicar la misma diferencia de potencial entre dos barras, una de cobre y una de vidrio, obtenemos dos medidas de corriente bien distintas. ¿Por qué?

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Unidades SI: Volt/Ampere o comúnmente Ohm } (\Omega)$$

- En un circuito comúnmente se representan como:



$$J = \frac{I}{Ar} = \sigma E = \sigma \frac{V}{L}$$

$$\Rightarrow V = \frac{L}{\sigma Ar} I; \text{ tomando que } R = \frac{L}{\sigma Ar}$$

$$\Rightarrow V = IR$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{Resistividad } (\rho): \Omega\text{m}$$

Corriente eléctrica

Potencia eléctrica (P)

- Transferencia de energía eléctrica para un dispositivo cualquiera

$$P = \frac{dU}{dt} = \frac{dQ}{dt} V = IV_{AB} \quad \text{Ampere Volt o J/s o W (Watt)}$$

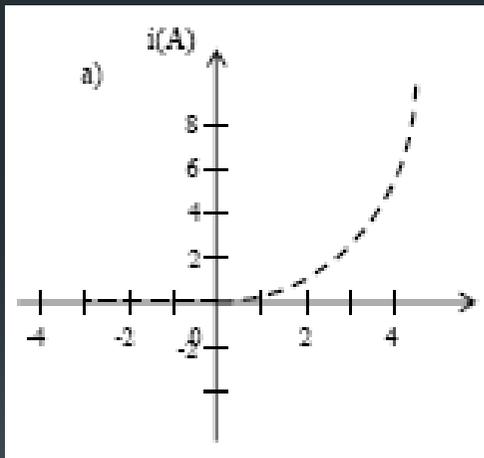
- **Energía disipada en un conductor por unidad de tiempo, como energía térmica**

- Potencia resistiva: $R = \frac{V}{I} \Rightarrow P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$

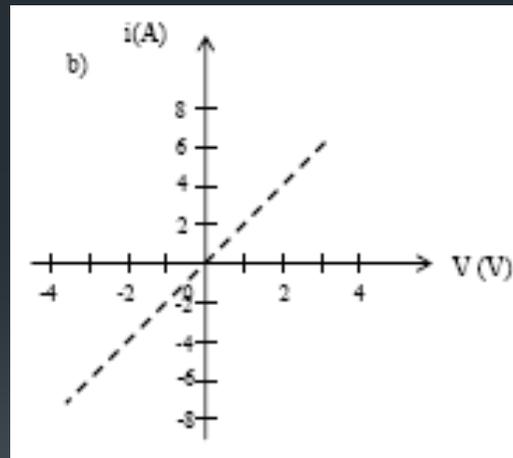
Ley de Ohm (1825)

- La corriente que fluye a través de un dispositivo es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada al dispositivo.
- Un dispositivo obedece a la ley de Ohm cuando su resistencia es independiente del valor y de la polaridad de la diferencia de potencial aplicada.

No obedece a la ley de Ohm

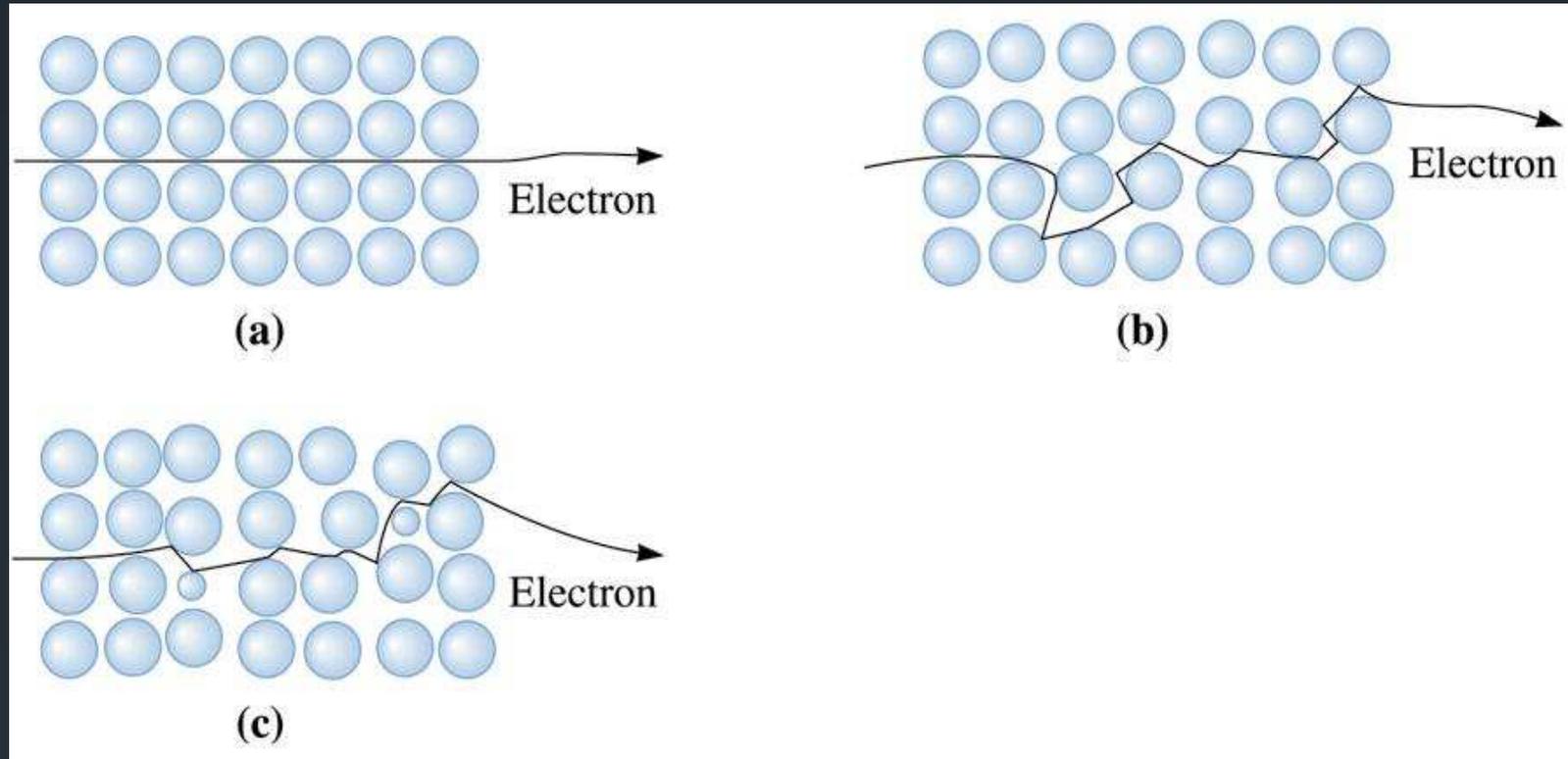


Obedece a la ley de Ohm



$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Constante}$$

- En general, la ley de Ohm es válida en materiales **conductores**



Movimiento del electrón a través de:

- a) Un cristal perfecto**
- b) Un cristal calentado a alta temperatura**
- c) Un cristal con defectos a nivel atómico**

La dispersión de los electrones reduce la movilidad y, por tanto, la conductividad.

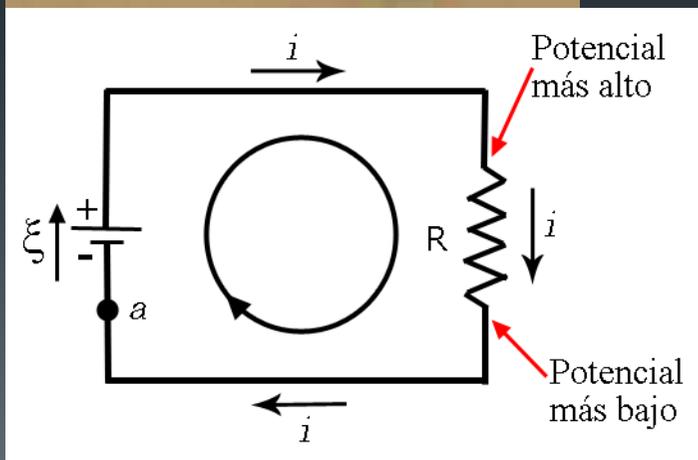
Semana	L	Ma	Mi	J	V	Laboratorio
Julio						
1	28	29	30	31	1	
Agosto						
2	4	5	4	5	6	
3	11	12	13	14	15	
4	18	19	20	21	22	L1
5	25	26	27	28	29	L2
Septiembre						
6	1	2	3	4	5	Cexp 1
7	8	9	10	11	12	L3
8	15	16	17	18	19	Semana de vacaciones
8	22	23	24	25	26	L4
Octubre						
SO	29	30	1	2	3	Semana olimpica
9	6	7	8	9	10	L5
10	13	14	15	16	17	Cexp 2
11	20	21	22	23	24	L6
12	27	28	29	30	31	practicass (feriado viernes)
Noviembre						
13	3	4	5	6	7	L7
14	10	11	12	13	14	L8
15	17	18	19	20	21	Cexp 3
	24	25	26	27	28	Exámenes (recuperaciones)
Diciembre						
	1	2	3	4	5	Exámenes (recuperaciones)

Fuerza electromotriz

Las fuentes que hacen que las cargas se muevan, históricamente han sido llamadas fuentes de *fuerza electromotriz*.

Aunque realmente sean fuentes de energía, por lo que para evitar el empleo de la palabra fuerza se utiliza el acrónimo *FEM* o *fem*.

...lo que es yo, a cualquier fuente de energía eléctrica le voy a llamar **BATERÍA...**



$$\Delta V = 0$$

$$\xi - Ri = 0$$



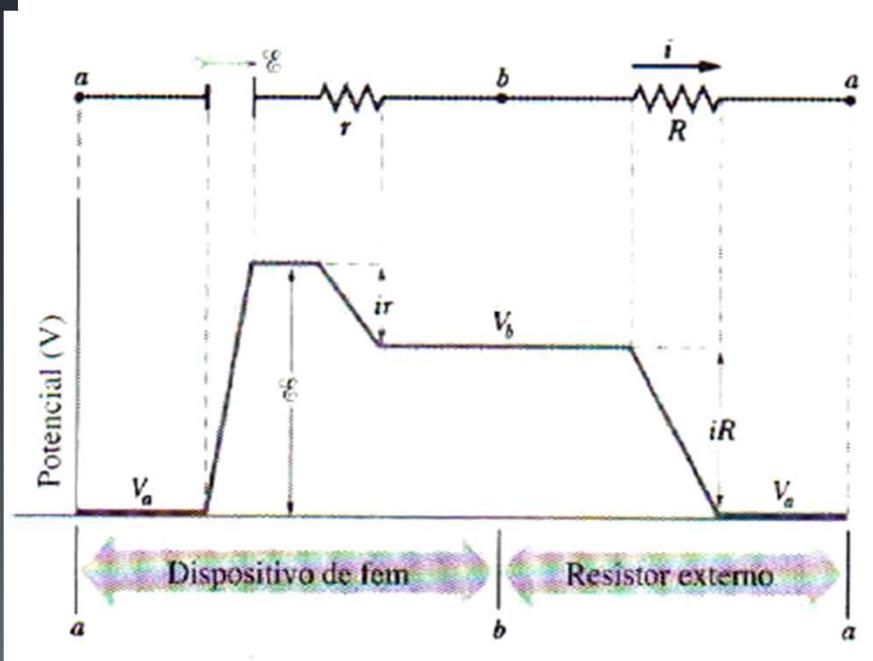
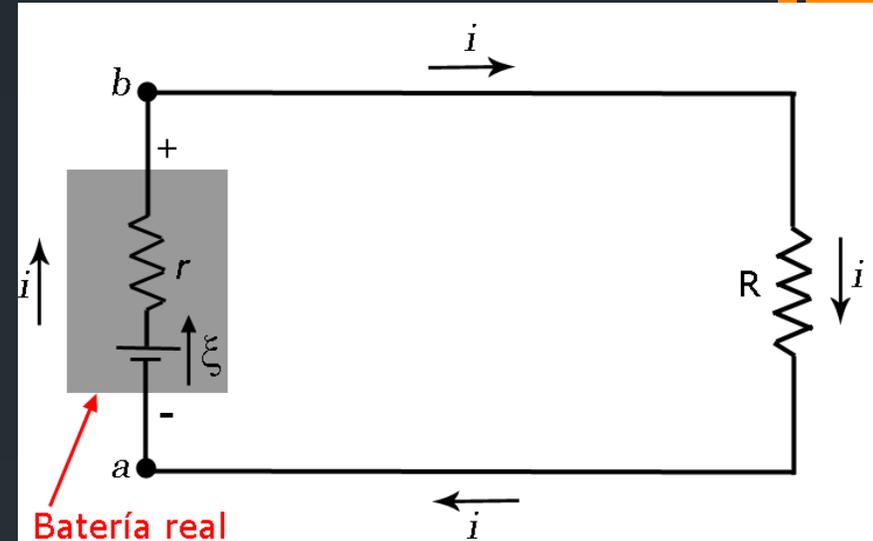
Resistencia interna de baterías

La resistencia interna de una batería (r) es la resistencia eléctrica del material conductor de la batería y, por tanto, una característica inherente a la batería.

Aplicando la regla de mallas, en el sentido horario desde el punto a:

$$\xi - ri + Ri = 0$$

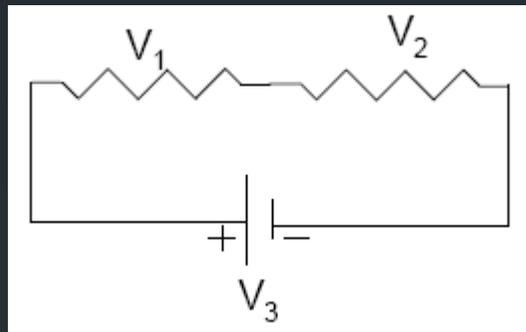
Comparando con las variaciones de potencial:



1ª Ley de Kirchoff

Ley de los voltajes (o ley de las mallas):

- En un circuito cerrado, la suma algébrica de los voltajes a lo largo de una malla cualquiera de un circuito es igual a cero.



- La suma algebraica de las subidas de tensión (voltaje) es igual a la suma de las bajadas de tensión en los elementos pasivos:

$$V_3 = V_1 + V_2$$

- **Activos:** entregan energía (fuente)
- **Pasivos:** reciben energía (resistencia)

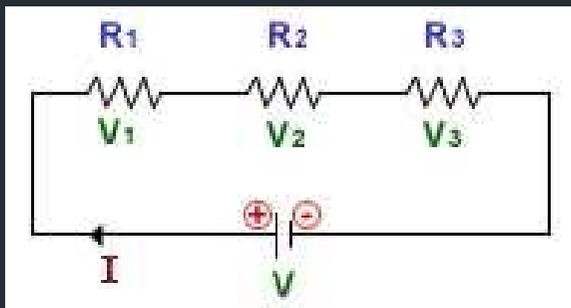
Cambios de potencial a través de elementos individuales



1. Al pasar de la terminal negativa a la positiva de una batería cuya *f.e.m.* es ξ , el cambio de potencial es **positivo**. Al pasar de la terminal positiva a la negativa, el cambio de potencial es **negativo**.
2. Al pasar por una resistencia, R , *en la misma dirección* que la corriente, I , el cambio de potencial es **negativo**. El signo es opuesto al avanzar en el *sentido contrario* al de la corriente.

Resistencias conectadas en serie

- Dos resistencias están conectadas en serie cuando el final de una esta conectada al principio de otra.



- La corriente es la misma por todas las resistencias ya que no hay mas que un camino posible.
- En cambio, la tensión en cada resistencia será distinta (excepto en el caso que las resistencias sean iguales), y de valor $V=IR$.
- La suma de todas las tensiones será igual a la de la fuente.
- El conjunto es equivalente a una sola resistencia de valor igual a la suma de todas ellas.

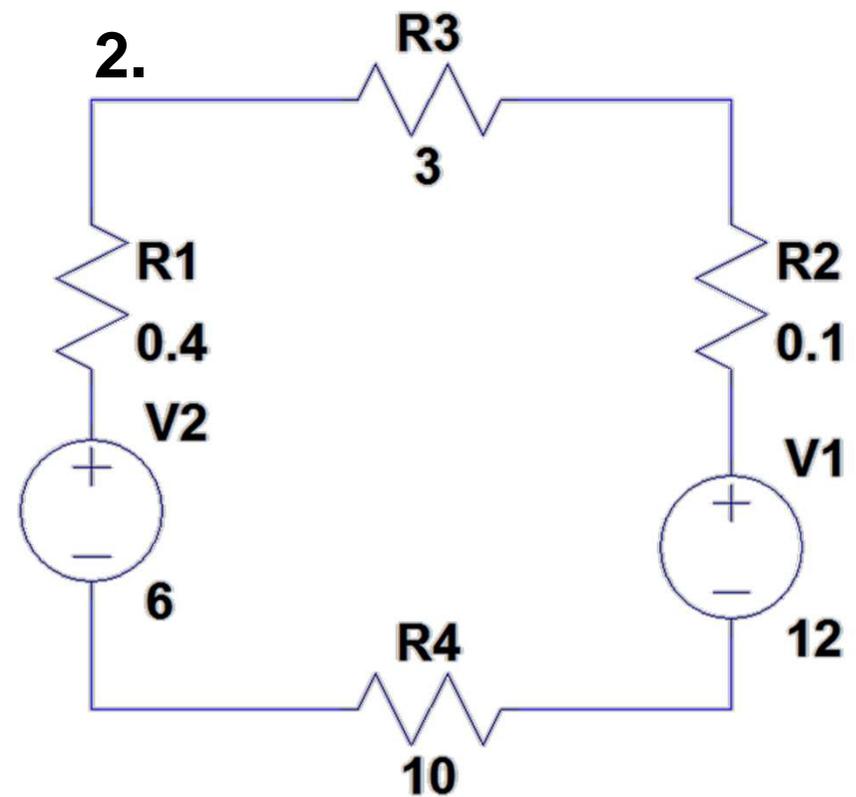
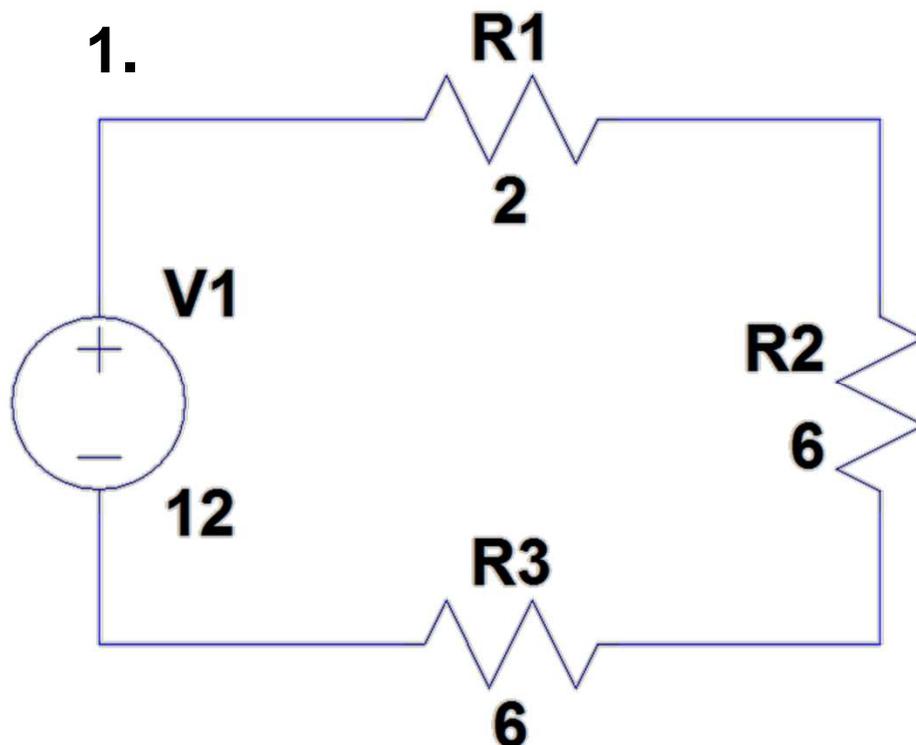
$$V_{\text{Total}} = V_1 + V_2 + V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\Rightarrow \frac{V_T}{I} = R_{\text{Equivalente}} = R_1 + R_2 + R_3$$

Ejemplos



1. Calcule la corriente en el primer circuito.
2. Calcule la corriente para el segundo circuito.

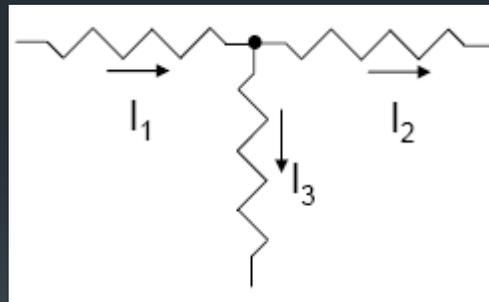
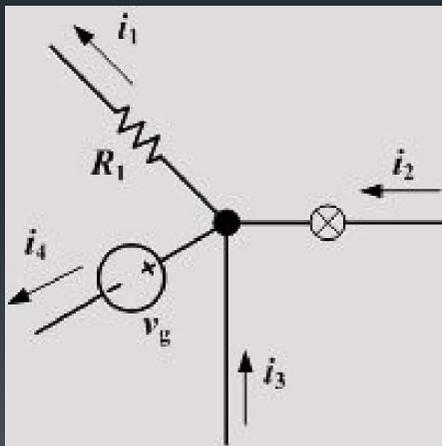


2ª Ley de Kirchoff

- Base de la deducción de esas leyes son la conservación de la carga y de la energía.

Ley de las corrientes (o ley de los nodos):

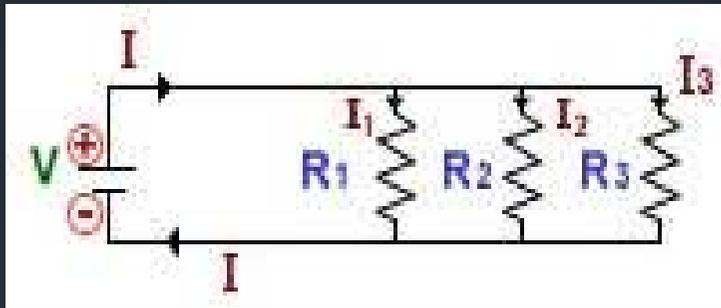
- La suma de intensidades de corriente que llegan a un punto común (un nodo) es igual a la suma de intensidades que salen de él.



$$I_1 = I_2 + I_3$$
$$\sum_i I_i = 0$$

Resistencias conectadas en paralelo

- Un conjunto de resistencias están conectadas en paralelo entre sí cuando tienen conectado los principios entre si y todos los finales entre si.



- Cuando a este conjunto se conecta una fuente, esta entregará una corriente, pero esta corriente se dividirá en cada nodo.
 - La suma de todas las corrientes es igual a la corriente total y cada una de ellas poseen valor V/R .
- En cambio, la diferencia de potencial en los extremos de todas es la misma e igual a la que impone la fuente.

$$I_{\text{Total}} = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V_T}{R_1} + \frac{V_T}{R_2} + \frac{V_T}{R_3} = V_T \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$
$$\Rightarrow \frac{I_T}{V_T} = \frac{1}{R_{\text{Equivalente}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Técnicas de solución de problemas



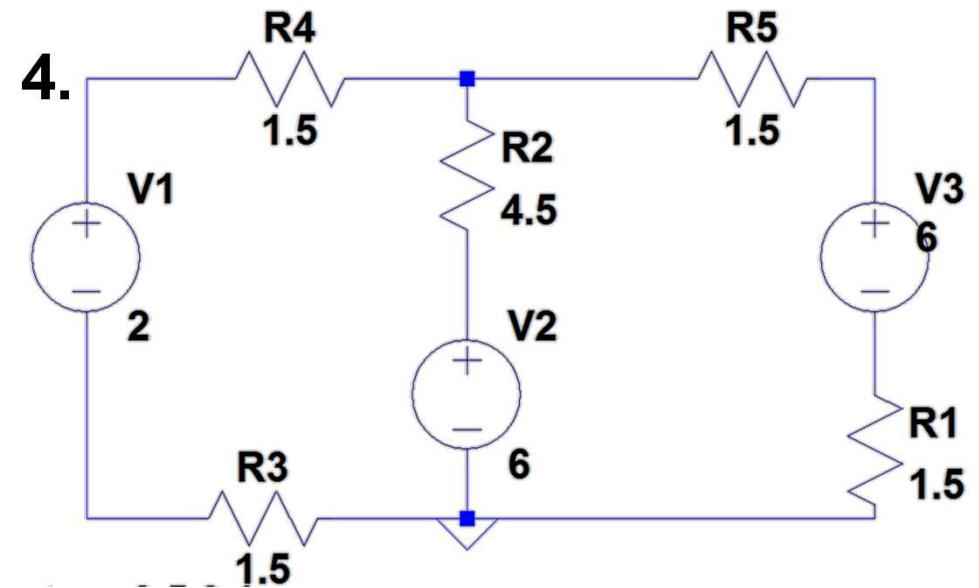
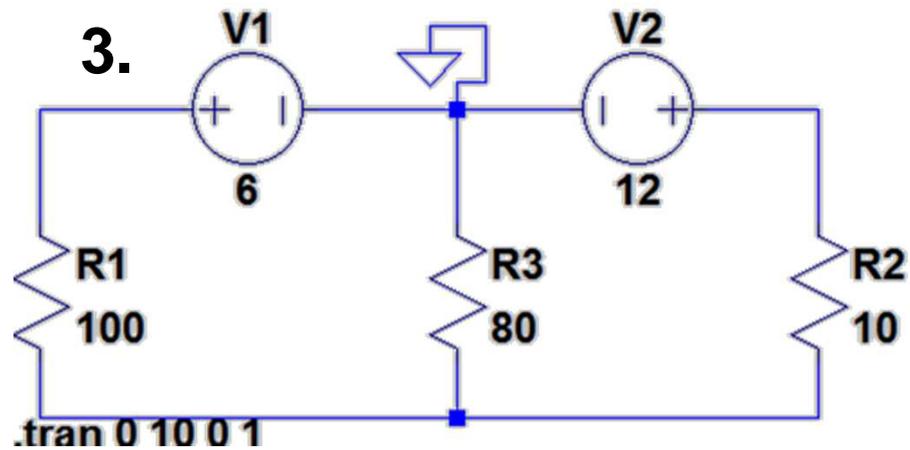
1. Trace un diagrama en el cual se encuentren claramente especificados fuentes de *fem*, resistencias, capacitores, etc. Haga una lista de cuales parámetros se conocen y cuáles no.
2. Asigne una corriente separada para cada ramal del circuito, e indique esa corriente en el diagrama. Se puede suponer cualquier dirección de la corriente, y la solución algebraica final determinará la dirección correcta.
3. Aplique la segunda ley de Kirchhoff.
4. Identifique el número de mallas contando el número de maneras en las que es posible recorrer el circuito.
5. Aplique la primera ley de Kirchhoff.
6. Compruebe que el número de ecuaciones en los pasos 3 y 5 coincida con el número de incógnitas.
7. Resuelva el sistema de ecuaciones y calcule las incógnitas, sean corrientes u otros parámetros del circuito.

Otros ejemplos

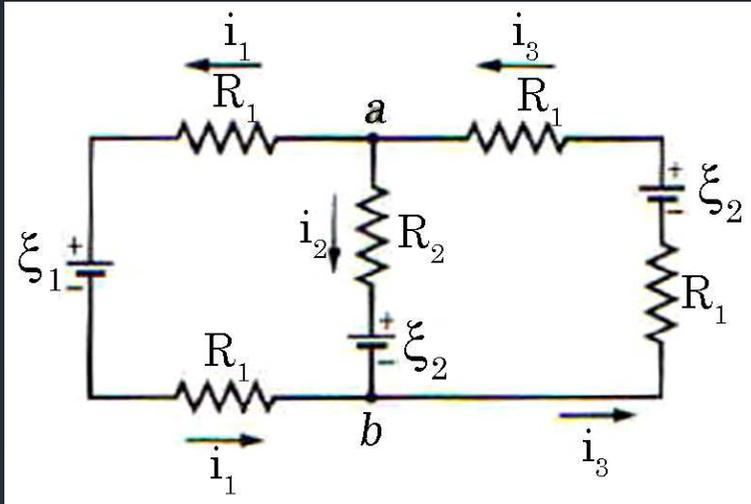


3. Calcule las corrientes para el circuito 3.

4. Calcule las corrientes en el circuito 4.



Circuito de mallas múltiples



Por ejemplo:

- Determine las corrientes en cada uno de los tramos. Datos
- $\xi_1 = 2 \text{ V}$ y $\xi_2 = 6 \text{ V}$
- $R_1 = 1,5 \Omega$ y $R_2 = 4,5 \Omega$
- Las corrientes se pueden elegir de forma arbitraria.

$$i_2 = -0,3 \text{ A}$$

$$i_1 = 0,83 \text{ A}$$

$$i_3 = -0,5 \text{ A}$$

Instrumentos de medición

▪ Amperímetro

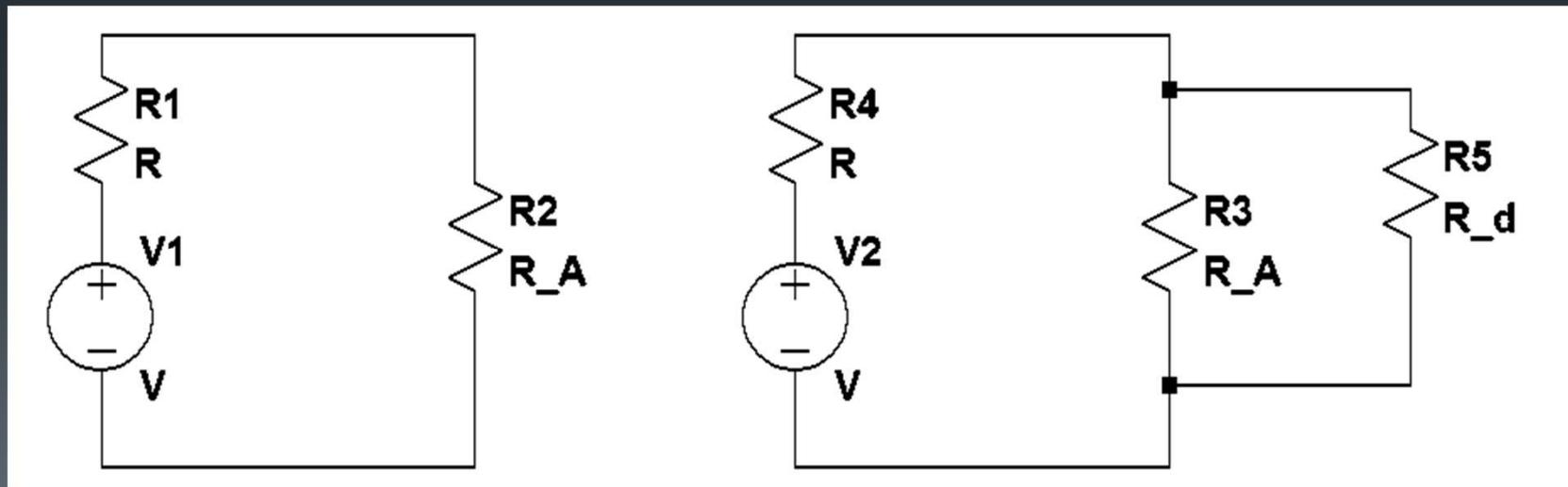
Sirve para medir corriente (obvio, sin embargo deben ir conectados en serie).

“Un buen amperímetro debe tener una resistencia pequeña en comparación con las demás resistencias del circuito”.

¿Por qué es necesario?

$$I = \frac{\xi}{R + R_A}$$

¿Cómo controlamos las corrientes altas?



■ Voltímetro

Miden la diferencia de potencial (conectado en paralelo).

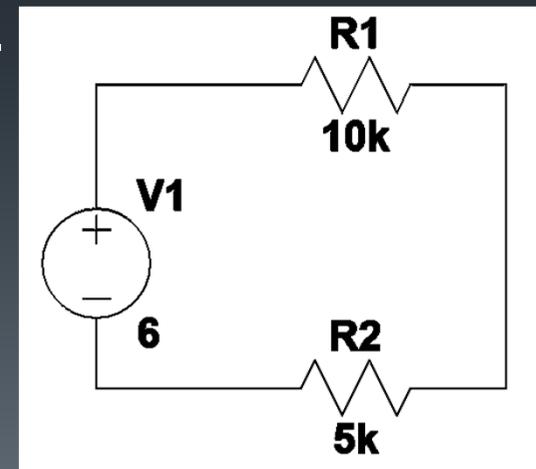
“Un buen voltímetro debe tener una gran resistencia”.

¿Por qué es necesario?

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_V} + \frac{1}{R}$$

Un voltímetro con $10^5 \Omega$ de resistencia interna se usa para medir el voltaje a través de un resistor R_1 en un circuito.

Compare la caída de potencial con y sin el voltímetro cuando $\xi = 6V$, $R_1 = 10k$ y $R_2 = 5k$. Esto describe un error en la medición originado por el multímetro mismo.



■ Óhmetro

Miden la resistencia (conectado en paralelo). Contiene una resistencia interna de referencia R_{ref} y una batería de voltaje conocido.

Primero es necesario calibrarlo para medir la “resistencia cero”.

$$I = \frac{V}{R_{ref}}$$

La resistencia a medir se aísla y se conecta con las terminales del óhmetro. Por consiguiente:

$$I = \frac{V}{R_{ref} + R}$$

¿Qué debe tener un informe?

3.1. Portada (0,5 puntos)

La portada debe mostrar adecuadamente la identificación de:

- Universidad
- Facultad
- Departamento
- Curso y sección
- Título descriptivo del contenido de la experiencia, que incluye el número de laboratorio
- Integrantes del equipo de trabajo o autores (ordenados alfabéticamente, según el apellido)
- Número del mesón de trabajo
- Integrantes del equipo docente (profesor, auxiliares)
- Fecha de entrega

Fuente, instructivo oficial del curso. Lo pueden encontrar en la página web del dfi/~metodos

3.2. Resumen (0,5 puntos)

El resumen debe permitir al **lector** hacerse una idea general de la experiencia. Para ello, debe incluir los **objetivos** del trabajo, la **metodología** empleada y las principales **conclusiones** alcanzadas una vez realizada la experiencia, en **media plana**.

Es importante también que el resumen incluya una breve descripción (en 2 – 3 líneas) del **tema de estudio**, a modo de contextualización.

Este informe reporta... En este laboratorio se estudia...

Los objetivos más importantes son...

Para esto se realiza... La experiencia se lleva a cabo utilizando...

Finalmente se concluye / verifica que...

Las conclusiones más relevantes que se pueden obtener...

3.3. Descripción (metodología) (0,5 puntos)

En esta sección se presentan las “instrucciones” para realizar la experiencia: qué se mide, con qué se mide, cómo se arma el circuito, qué hay que hacer con los datos, etc.

Es importante aclarar que esta sección **no consiste en una mera copia de la guía** de laboratorio. La **descripción** de la metodología debe ser realizada con un nivel de **detalle** que permita replicar la experiencia, especificando las **características** de los **componentes** utilizados, la **manera en que estos se disponen** entre sí y los **valores nominales** utilizados en la experiencia.

Se deben **describir todos los montajes** de la experiencia e incluir **esquemas (figuras)** de los circuitos que se utilizan, incluyendo los valores nominales de los componentes, los rangos de medición, la cantidad de mediciones, etc.

Es importante recordar que las **figuras** deben estar **numeradas**, tener una **descripción** al pie y se debe hacer **referencia** a ellas en el texto, describiendo brevemente sus componentes si es necesario.

Montaje 1:

Con el objetivo de... se realizan diversos montajes experimentales que permiten medir...

Para ello, se arma, en primer lugar, el circuito que indica la Figura 1, con $V_0 = \dots$

Después, se toman n mediciones de x magnitud física, variando y magnitud física

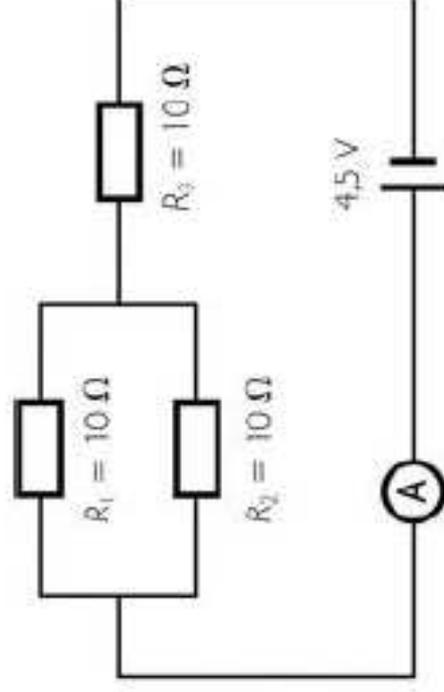


Figura 1: Circuito 4

3.4. Resultados (1,5 puntos)

Esta sección debe presentar los resultados obtenidos con una **frase concisa y efectiva**. Después, aparecen las tablas y los gráficos necesarios para **mostrar los datos**, teniendo en cuenta las siguientes indicaciones para su elaboración:

- Las **tablas** deben incluir las unidades de medida, estar numeradas y tener una descripción al pie. Se debe hacer referencia a ellas en el texto, con una breve descripción si es necesario. Véase el siguiente ejemplo:

f[Hz]	V[V]
40	0.715
50	0.716
63	0.721

Tabla 1: Medición del rango de validez del multímetro

- Los **gráficos** deben estar numerados, tener un título informativo, incluir la leyenda y estar en la escala adecuada. En ellos, se deben indicar y rotular claramente los ejes y las unidades. Además, se debe hacer referencia a los gráficos en el texto, con una breve descripción si es necesario. Véase el siguiente ejemplo:

Gráfico Voltaje vs Tiempo

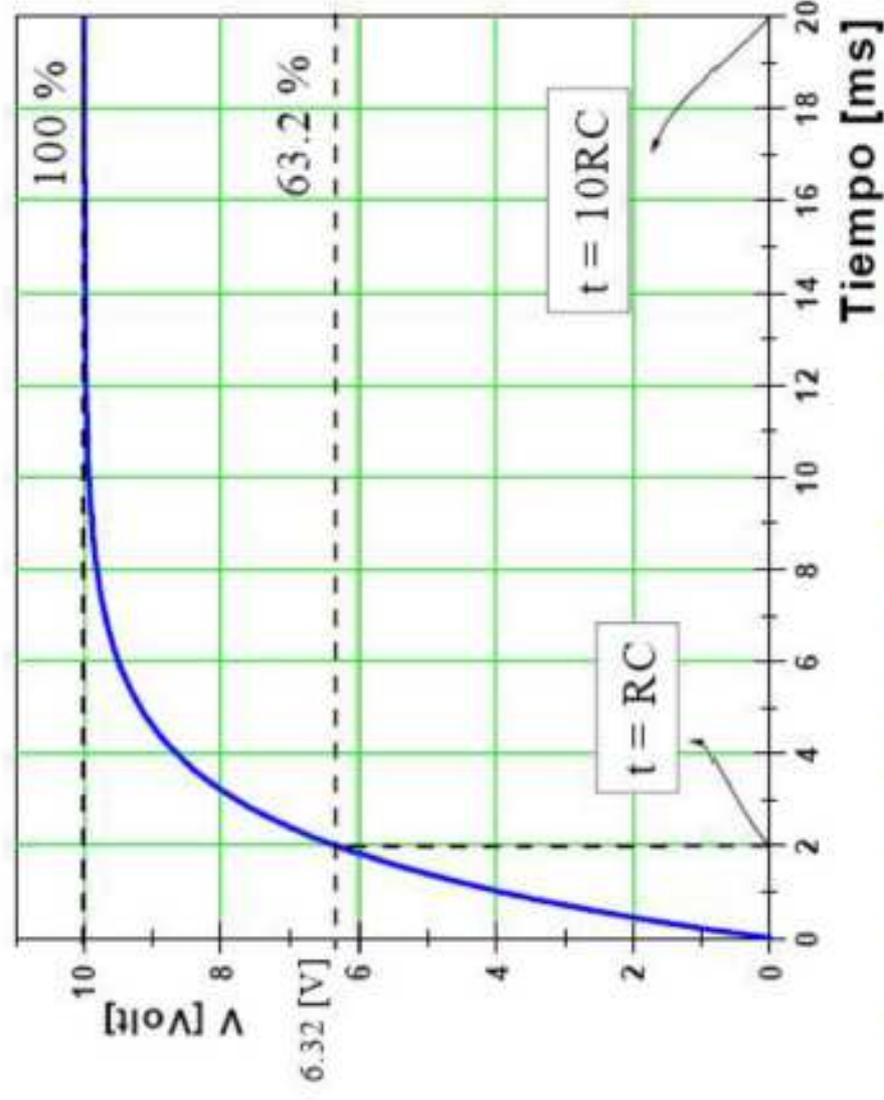


Figura 3: Gráfico de Voltaje en el Capacitor en función del tiempo, para un condensador de...

3.5. Análisis de resultados (0,5 puntos)

En esta sección se responden las **preguntas** planteadas en la guía y **se comenta sólo lo observable** en los resultados (comportamiento de las variables y relaciones entre ellas). **Se examinan** los datos obtenidos, haciendo referencia a las tablas y los gráficos.

En la Tabla n se observa que...

En el Gráfico x se puede ver que la variable y tiene un comportamiento lineal/cuadrático/proporcional con respecto a la variable z...

Si se duplicara el valor nominal de... ocurriría que... y el gráfico se desplazaría hacia...

3.6 Discusión (1,0 punto)

Se examinan los **comportamientos** observados en el análisis y se detallan los **errores** encontrados, haciendo referencia a las tablas y los gráficos. **Se explican las posibles causas** de estos comportamientos (leyes, fórmulas, errores), realizando una **comparación con la teoría** (guías teóricas y clases de cátedra).

En el caso de **laboratorios que incluyen más de una experiencia**, es posible redactar pequeñas discusiones referidas a los resultados de cada una de esas experiencias en particular. No obstante, la evaluación se enfocará en la **discusión global**, que debe contener las discusiones particulares previas y darles a un sentido más general, vinculado con el tema de estudio del laboratorio.

De acuerdo a lo esperado, en el Gráfico/Tabla n se puede observar el cumplimiento de la ley/fórmula/ecuación...

Se observa que el Gráfico x no tiene el comportamiento esperado según la teoría. Esto puede deberse a...

Algunos errores de medición se producen por/se deben a...

3.7. Conclusiones (1,0 punto)

En esta sección se declara y justifica el **cumplimiento o no de los objetivos** de la experiencia, planteados al inicio.

Además, se señalan las **dificultades** de la experiencia, permitiendo al lector hacerse una idea clara del **aprendizaje** obtenido en ella. De acuerdo a esas dificultades, se proponen **posibles cambios** a la experiencia o **consideraciones futuras** que permitan mejorar los resultados.

Es importante recordar que:

- Las conclusiones deben ser **objetivas** y estar referidas a la experiencia misma, no a las personas que intervienen en ella ni a sus vivencias personales.
- No hay conclusiones malas o buenas *a priori*; lo importante es que las conclusiones sean **consistentes con los resultados** obtenidos.

Laboratorio 1



A. Medidas básicas con un multímetro

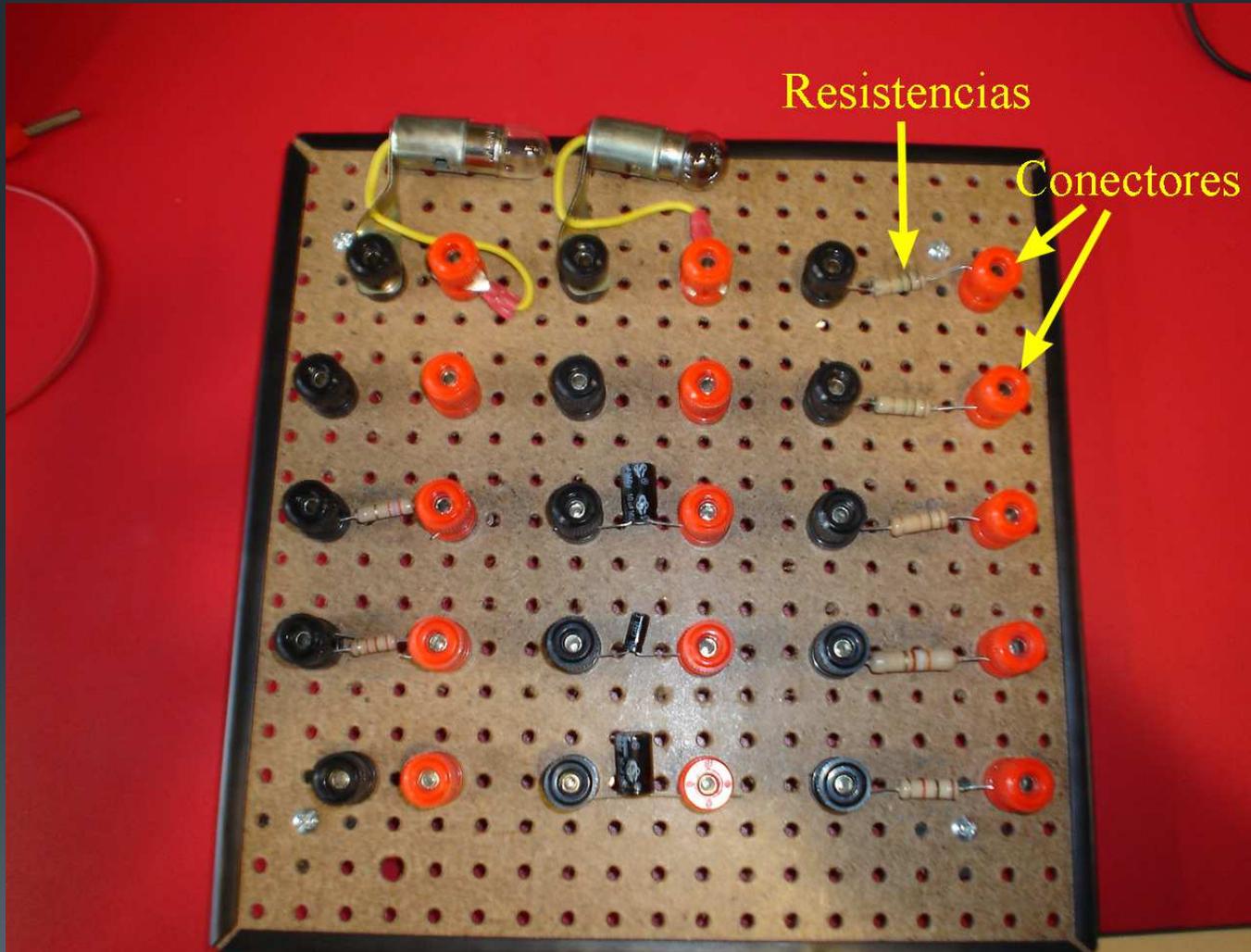
- Resistencia, voltaje, corriente, continuidad

B. Medida de caída de tensión en una resistencia y en una ampolleta

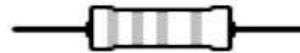
- Medición de voltaje y corriente simultánea

C. Asociación de resistencias

- Conexión de resistencias en serie y en paralelo
- Conexión de ampolletas y cálculos de potencia



Códigos y series de las Resistencias



Código de colores

Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	0	
Café	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Dorado			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plateado			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$

Ejemplo: Si los colores son: **Café - Negro - Rojo - Dorado**

- Su valor en Ohms es: $10 \times 10^2 = 1000\Omega = 1 \text{ K}\Omega$, tolerancia de $\pm 5\%$.
- Los valores nominales de las resistencias usualmente son: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 76, 89, 100 y sus potencias de 10 según la notación científica $\times 10^X$, donde X es el valor de la tercera banda.

Resistencias y medición

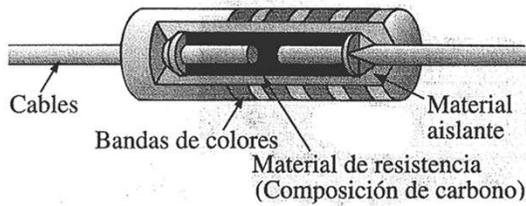
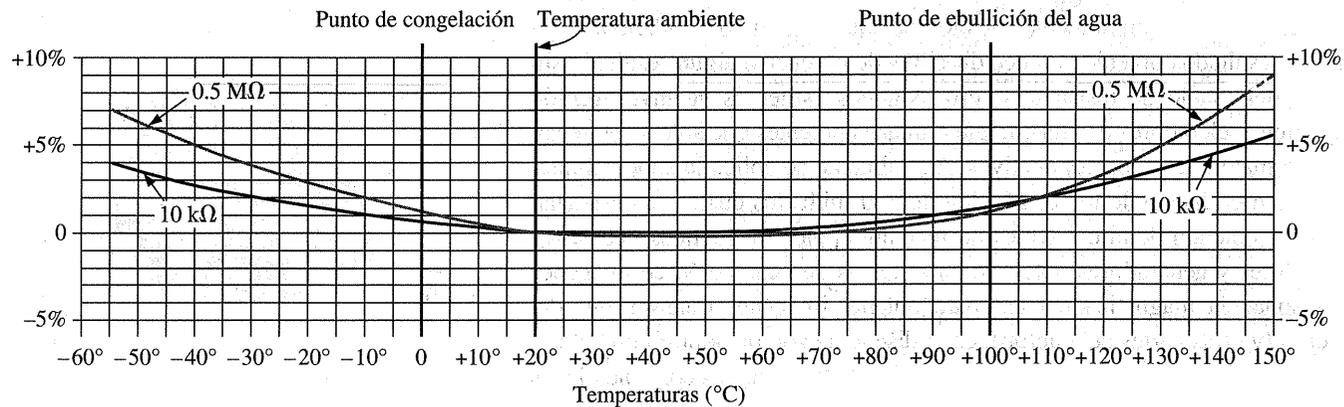
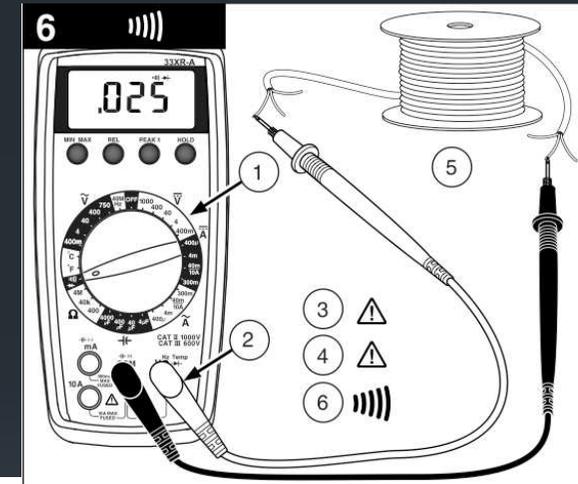
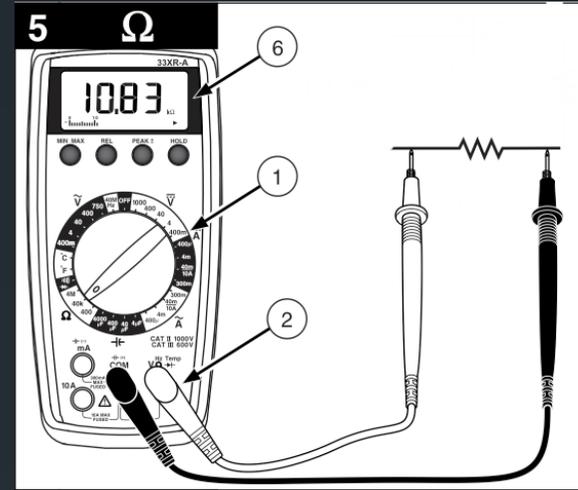
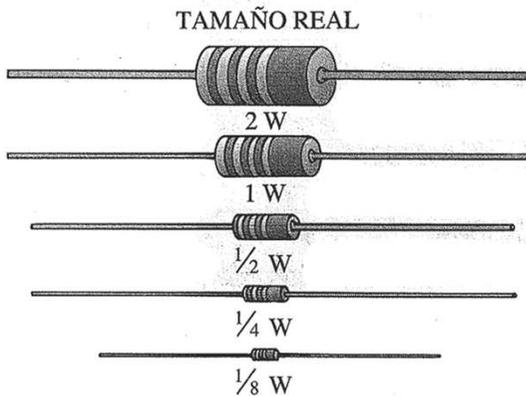
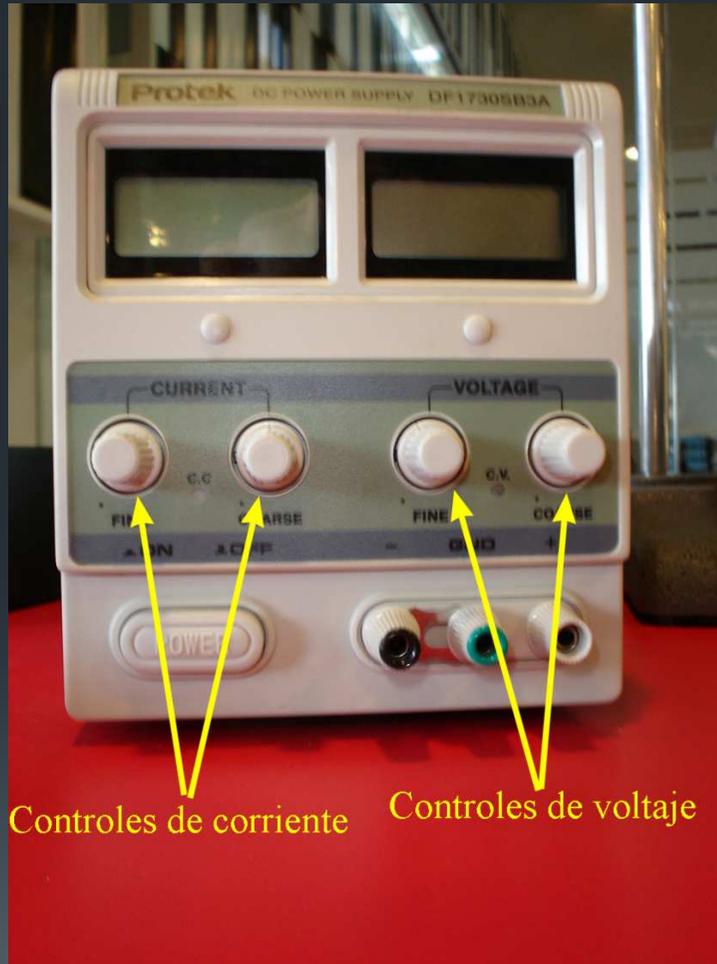


FIGURA 3.19
Resistor de composición fija.



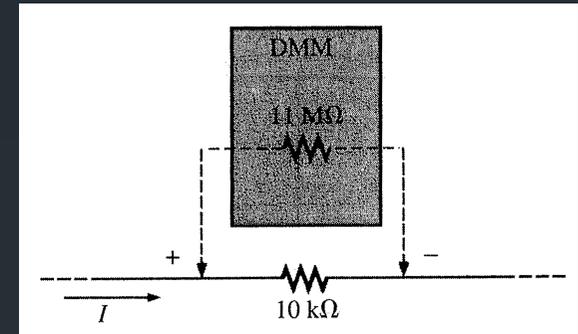
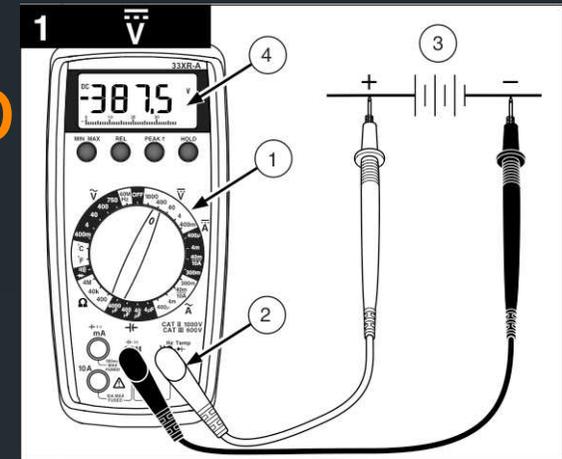
Fuente de poder y multímetro



Mediciones con el multímetro

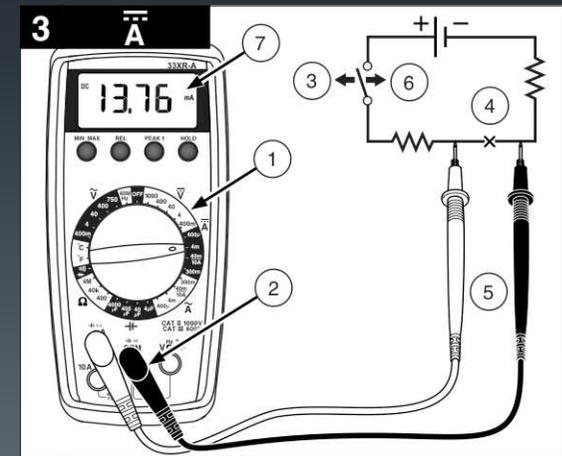
■ *Medidas de voltaje (diferencia de potencial):*

- Conectar el voltímetro en paralelo con el elemento.
- Mide la diferencia de potencial entre 2 puntos.
- **Resistencia interna máxima.**

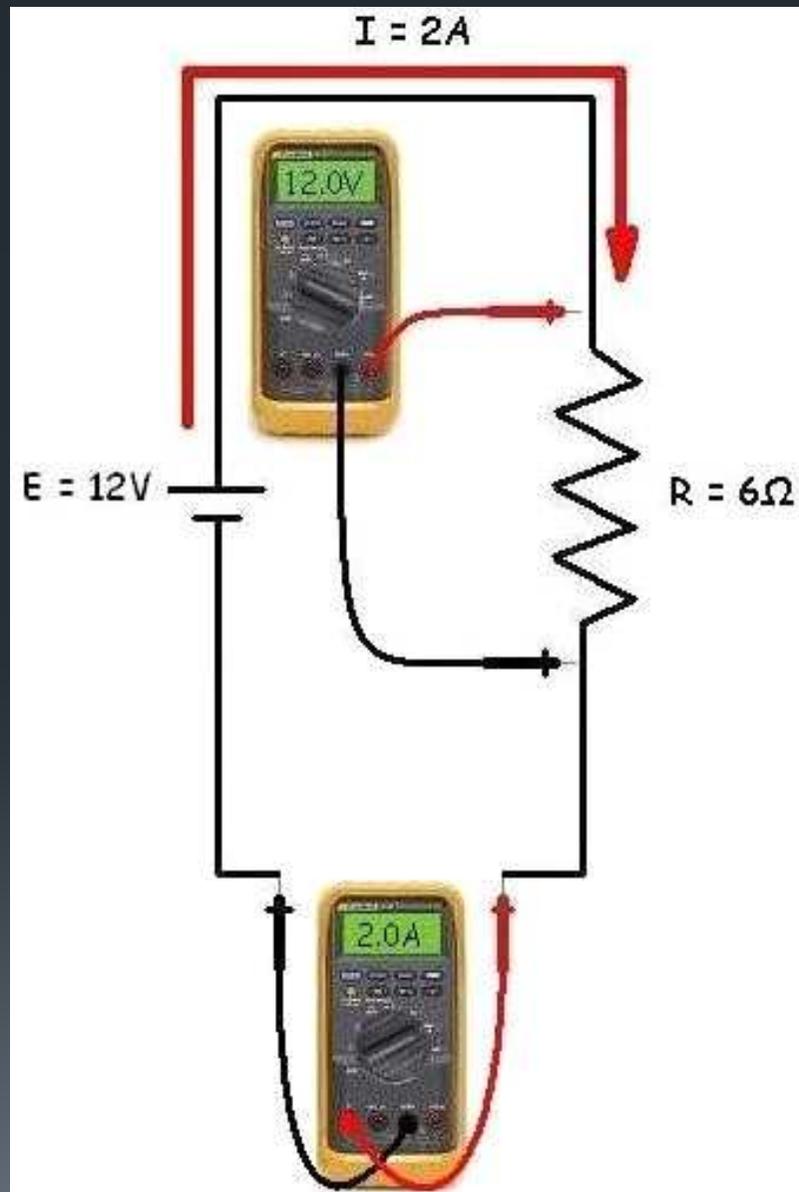


■ *Medida de corriente:*

- Conectar el amperímetro en serie con el circuito.
- Miden la velocidad del flujo de carga.
- **Resistencia interna mínima.**



Medición de voltaje y corriente



Medición de voltaje y corriente

