

6.002

**CIRCUITOS Y
ELECTRÓNICA**

**Introducción y abstracción de circuito
de constantes localizadas**

TRIVIALIDADES ADMINISTRATIVAS

- ☠ Profesor: Prof. Anant Agarwal
- Libro de texto: Agarwal y Lang (A&L)
- Las lecturas son importantes
Fotocopia 3
- Trabajos —
Ejercicios para casa
Ejercicios prácticos
Pruebas
Examen final

- Solamente pueden quedar sin entregar dos tareas para casa (excepto la 11).

- Política de colaboración

Tareas para casa

Puede colaborar con otros compañeros, pero el informe escrito debe ser personal.

Prácticas

Puede trabajar por parejas, pero el informe escrito debe ser personal.

- Fotocopia informativa

- Lectura para hoy —
Capítulo 1 del libro

¿Qué es la Ingeniería?

El empleo de la ciencia con un fin

¿Sobre qué versa el curso 6.002?

Empleo lucrativo de las ecuaciones de Maxwell

Desde los electrones a las puertas digitales y los amplificadores operacionales

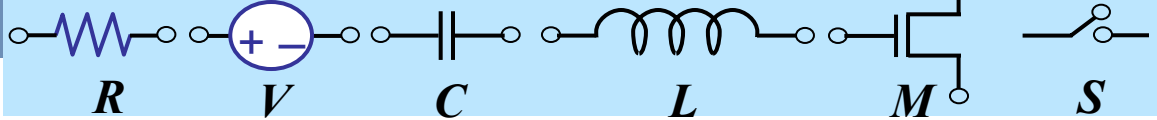
La naturaleza tal y como se observa en los experimentos

V	3	6	9	12	...
I	0,1	0,2	0,3	0,4	...

Leyes de la Física o "abstracciones"

- Maxwell
 - Ohm
- $V = R I$
- abstracción para las tablas de datos

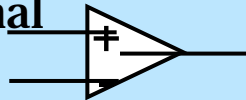
Abstracción de circuito de constantes localizadas



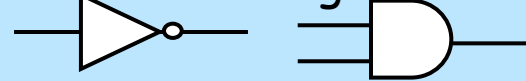
Abstracción de amplificador sencillo



Abstracción de amplificador operacional



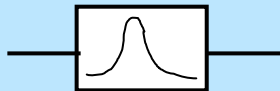
Abstracción digital



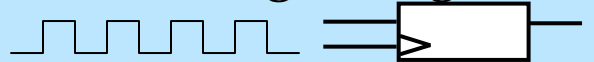
Lógica combinatoria



Filtros



Abstracción digital registrada



Componentes del sistema analógico:
 moduladores, osciladores,
 amplificadores RF,
 fuentes de alimentación
 6.061

Abstracción de conjunto de instrucciones
 Pentium, MIPS 6.004

Lenguajes de programación
 Java, C++, Matlab 6.001

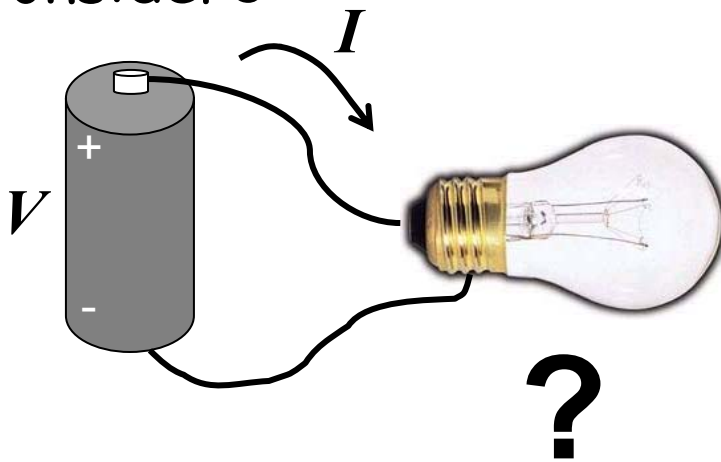
Sistemas de software 6.033
 Sistemas operativos, navegadores

Ratones, tostadores, sonares, estéreos, doom, lanzaderas
 6.455 6.170

Abstracción de circuito de constantes localizadas

El Gran Salto de
la Física a la Ing.
Eléct. e Inform.

Considere



Suponga que deseamos responder a la siguiente pregunta:

¿Qué corriente pasa a través de la bombilla?

Lo podríamos hacer de la forma difícil...

Aplique las ecuaciones de Maxwell

Forma diferencial

Forma integral

Faraday $\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$

$$\oint E \cdot dl = -\frac{\partial \phi_B}{\partial t}$$

Continuidad $\nabla \cdot J = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$

$$\oint J \cdot dS = -\frac{\partial q}{\partial t}$$

Otras $\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$

$$\oint E \cdot dS = \frac{q}{\epsilon_0}$$

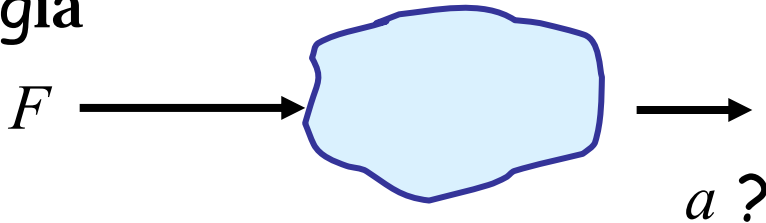
•
•
•

•
•
•

Sin embargo, hay una forma sencilla...

Primero, construyamos alguna percepción:

Analogía



Yo pregunto: ¿Cuál es la aceleración?

Usted responde rápidamente: ¿Cuál es la masa?

Yo le contesto: m

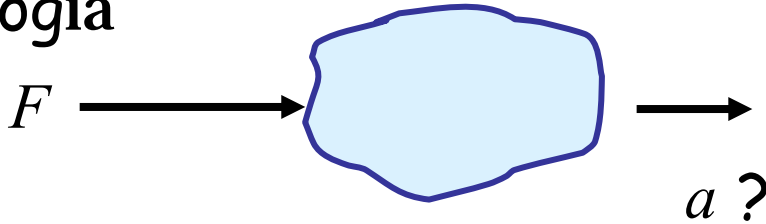
Usted responde: $a = \frac{F}{m}$

¡Listo!

Sin embargo, hay una forma sencilla ...

Primero, construyamos alguna percepción:

Analogía



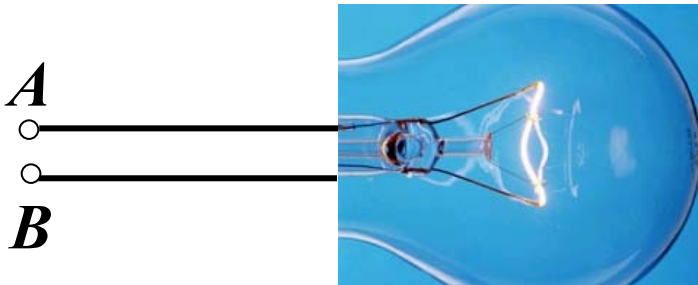
Al hacerlo, ha pasado por alto:

- la forma del objeto
- la temperatura
- el color
- la aplicación del punto de fuerza

→ Discretización de masa puntual

La forma sencilla...

Considere el filamento de la bombilla.



No nos interesa:

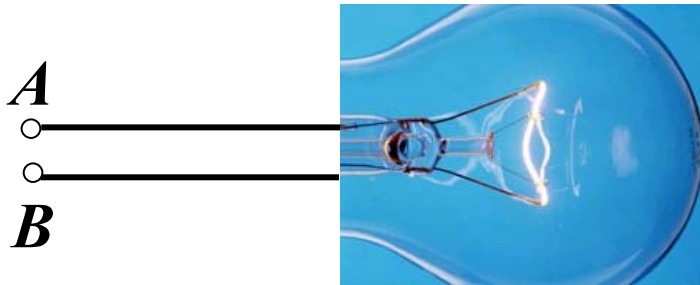
- cómo fluye la corriente dentro del filamento
- su temperatura, forma, orientación, etc.

Después, podemos sustituir la bombilla por una

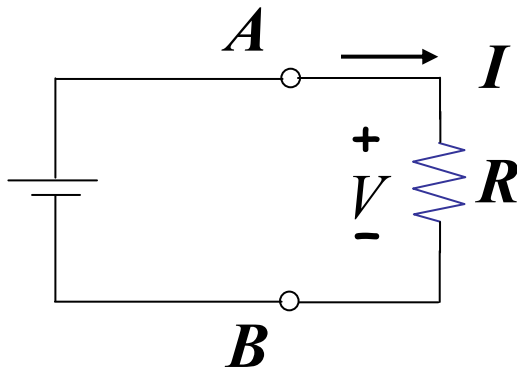
resistencia discreta

con el fin de calcular la corriente.

La forma sencilla...



Sustituya la bombilla por una *resistencia discreta* con el fin de calcular la corriente.

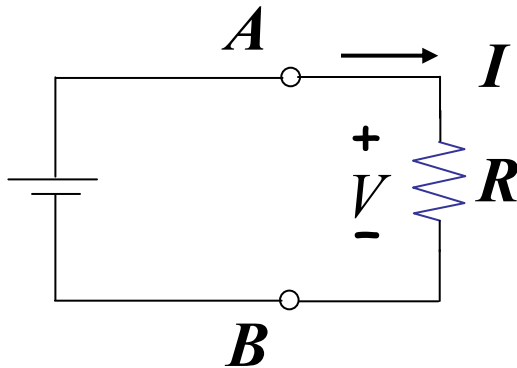


$$y \quad I = \frac{V}{R}$$

En Ing. Eléctr., hacemos las cosas de la forma sencilla...

R representa la única propiedad que nos interesa
Al igual que con la masa puntual: sustituya objetos
por su masa m para hallar $a = \frac{F}{m}$

La forma sencilla...



$$y \quad I = \frac{V}{R}$$

En Ing. Eléctr., hacemos las cosas de la forma sencilla...

R representa la única propiedad que nos interesa

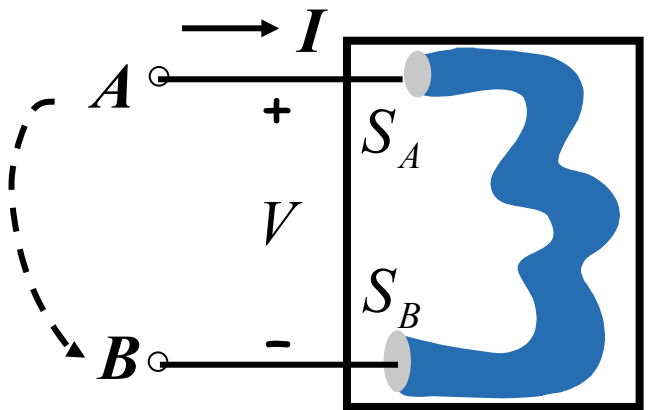
R relaciona el elemento v con el i

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{denominado relación } v-i$$

***R* es una abstracción de elemento
concentrado para la bombilla**

R es una abstracción de elemento concentrado para la bombilla

No obstante, no vayamos tan rápido ...



caja negra

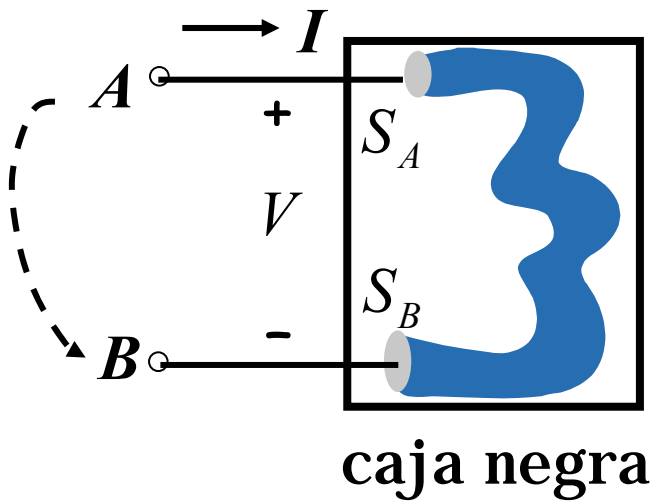
Aunque escogeremos la forma sencilla utilizando abstracciones concentradas para el resto del curso, debemos asegurarnos (al menos la primera vez) de que nuestra abstracción es razonable. En este caso, asegurándonos

de que

V I

se definen

para el elemento



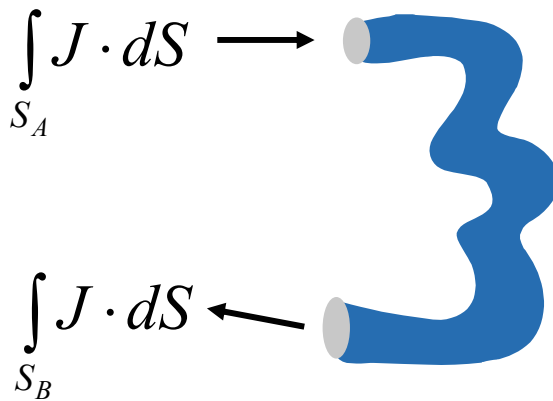
V I

deben definirse
para el elemento

I debe definirse. Es verdadero cuando

$$I \text{ en } S_A = I \text{ de cada } S_B$$

Verdadero sólo cuando $\frac{\partial q}{\partial t} = 0$ en el filamento



$$\int_{S_A} J \cdot dS - \int_{S_B} J \cdot dS = \frac{\partial q}{\partial t}$$

\uparrow \uparrow
 I_A I_B

a partir
de Maxwell

$$I_A = I_B \text{ sólo si } \frac{\partial q}{\partial t} = 0$$

Por tanto, supongamos esto

V debe definirse también.

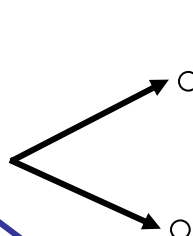
véase
A & L

Por tanto, supongamos esto también

V_{AB} definido cuando $\frac{\partial \phi_B}{\partial t} = 0$

Por tanto, $V_{AB} = \int_{AB} E \cdot dl$ elementos externos

Disciplina de materia concentrada (LMD) o restricciones auto impuestas:



$\frac{\partial \phi_B}{\partial t} = 0$ elementos externos

$\frac{\partial q}{\partial t} = 0$ elementos internos:
bombilla, cable, pila

Más inf.
en el Cap. 1
de A & L

La abstracción de circuito de constantes localizadas se aplica cuando los elementos se adhieren a la disciplina de materia concentrada.

Demo → Ejemplos de elementos concentrados cuyo comportamiento se recoge en sus relaciones $V-I$

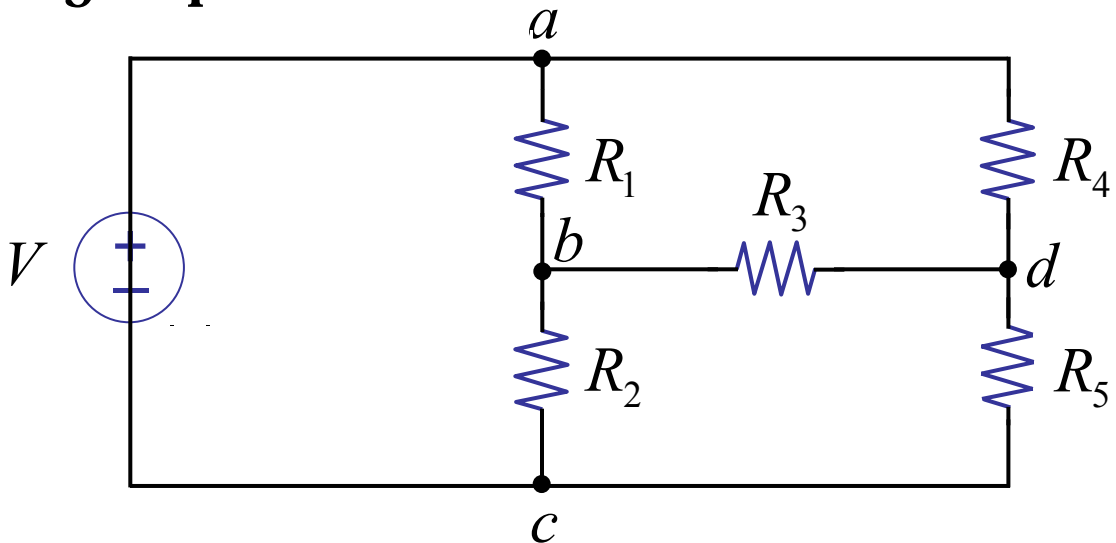
sólo para los tipos de preguntas que planteamos tal como se haría en Ing. Electrónica

Demo →
demo de resistencia de explosión
→ no se puede predecir
"Experimento del pepinillo"
→ no se puede predecir la luz, el olor...

Entonces, ¿qué conseguimos con esto?

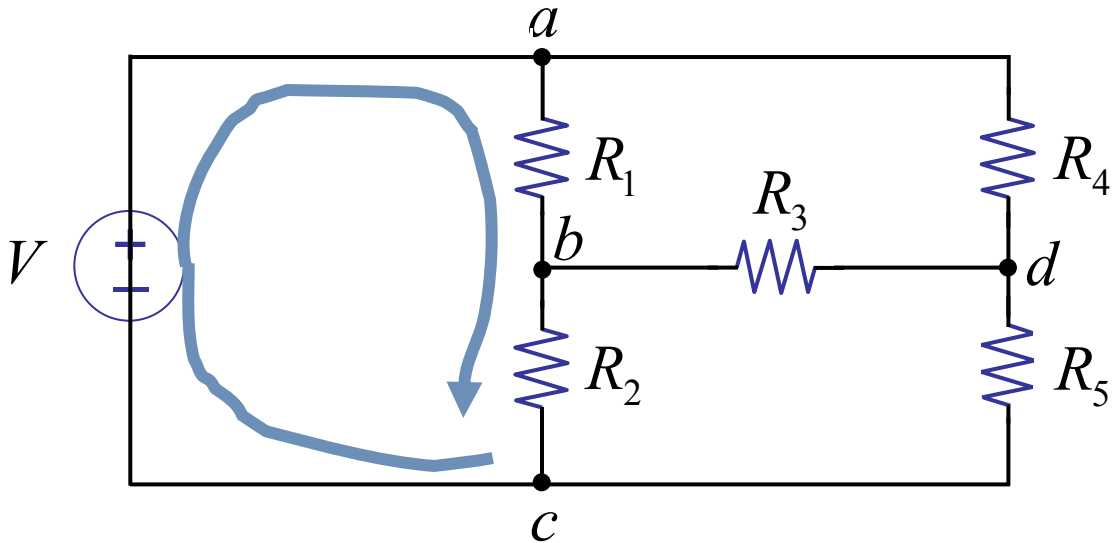
Sustituir las ecuaciones diferenciales por álgebra sencilla utilizando la abstracción de circuito de constantes localizadas (LCA).

Por ejemplo —



¿Qué podemos decir acerca de las tensiones en un bucle bajo la disciplina de materia concentrada (LMD)?

¿Qué podemos decir acerca de las tensiones en un bucle bajo LMD?



$$\oint E \cdot dl = -\frac{\partial \phi_B}{\partial t} \rightarrow 0 \text{ bajo DMD}$$

$$\Rightarrow \int_{ca} E \cdot dl + \int_{ab} E \cdot dl + \int_{bc} E \cdot dl = 0$$

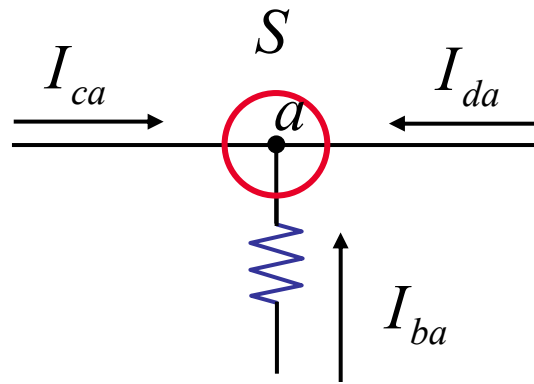
$$\Rightarrow + V_{ca} + V_{ab} + V_{bc} = 0$$

Ley de tensión de Kirchhoff (KVL):

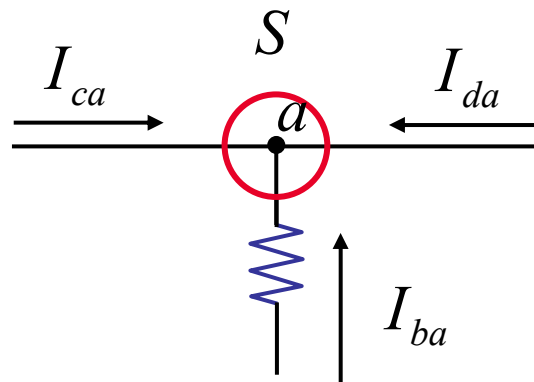
La suma de las tensiones en un bucle es 0.

¿Qué podemos decir sobre las corrientes?

Considere



¿Qué podemos decir sobre las corrientes?



$$\oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{\partial q}{\partial t} \quad \text{bajo LMD}$$

0

$$\implies I_{ca} + I_{da} + I_{ba} = 0$$

Ley de corriente de Kirchhoff (KCL):
La suma de las corrientes en un nodo es 0.

simplemente conservación de carga

Resumen de KVL y KCL

KVL:

$$\sum_j v_j = 0$$

bucle

KCL:

$$\sum_j i_j = 0$$

nodo