



Universidad de la República
Uruguay

nib

núcleo de ingeniería biomédica

ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA CON SEGURIDAD

Introducción a la Ingeniería Biomédica y al Curso - Electricidad A

**Curso EUTM, PROINBIO
11 de marzo de 2025**

Prof. Franco Simini, Lic. Natalia Garay,
Br. Alejandra Rial

núcleo de ingeniería biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería
HC piso 15 sala 2



Contenido de la clase

Primera parte:

Introducción a la ingeniería biomédica

Proyectos del NIB

Objetivos y contenido del curso

Segunda parte:

Estructura atómica

Electricidad y Corriente eléctrica

Tensión y Corriente

Tipos de corriente eléctrica

Elementos de un circuito

Materiales conductores y no conductores



Primera parte

Curso de electricidad, electrónica e instrumentación con seguridad

CEEIBS 2025

- Para las Licenciaturas de Neumocardiología y Neurofisiología Clínica de la Escuela Universitaria de Tecnología Médica (EUTM)
- Preparación de investigadores docentes de los Departamentos de Fisiología y Fisiopatología
- Para posgrados PROINBIO

Núcleo de Ing. Biomédica de Facultades Medicina e Ingeniería

simini@fing.edu.uy www.nib.fmed.edu.uy



Docentes del curso 2025

- Prof. Ing. Franco Simini
- Ing. Isabel Morales
- Lic. Natalia Garay
- Br. Alejandra Rial

Ingeniería Biomédica

Ingeniería: concepto y realización de soluciones cuantificadas, seguras y documentadas.

Medicina: acompañamiento de la vida para contrarrestar lo indeseable científica y sensiblemente.

Ingeniería Biomédica: contribuye a la medicina en equipamiento, métodos y prótesis.

Equipos Biomédicos

Situación en Uruguay

- 10% del gasto del PBI en Salud
- Tradición de calidad profesional
- Perspectiva MERCOSUR
- Necesidad de buscar nichos

¿Qué es el núcleo de ingeniería biomédica (NIB) ?

- Facultad de Medicina y Facultad de Ingeniería
- Docencia (asignaturas, proyectos de fin de carrera, maestría en Ing. Biomédica, etc.)
- Investigación y desarrollo
- Extensión (Convenios, transferencia tecnológica, DINABANG, BiliLED, ...)
- Concurso grado I y grado II del 17 al 28 de marzo de 2025

Solución tecnológica

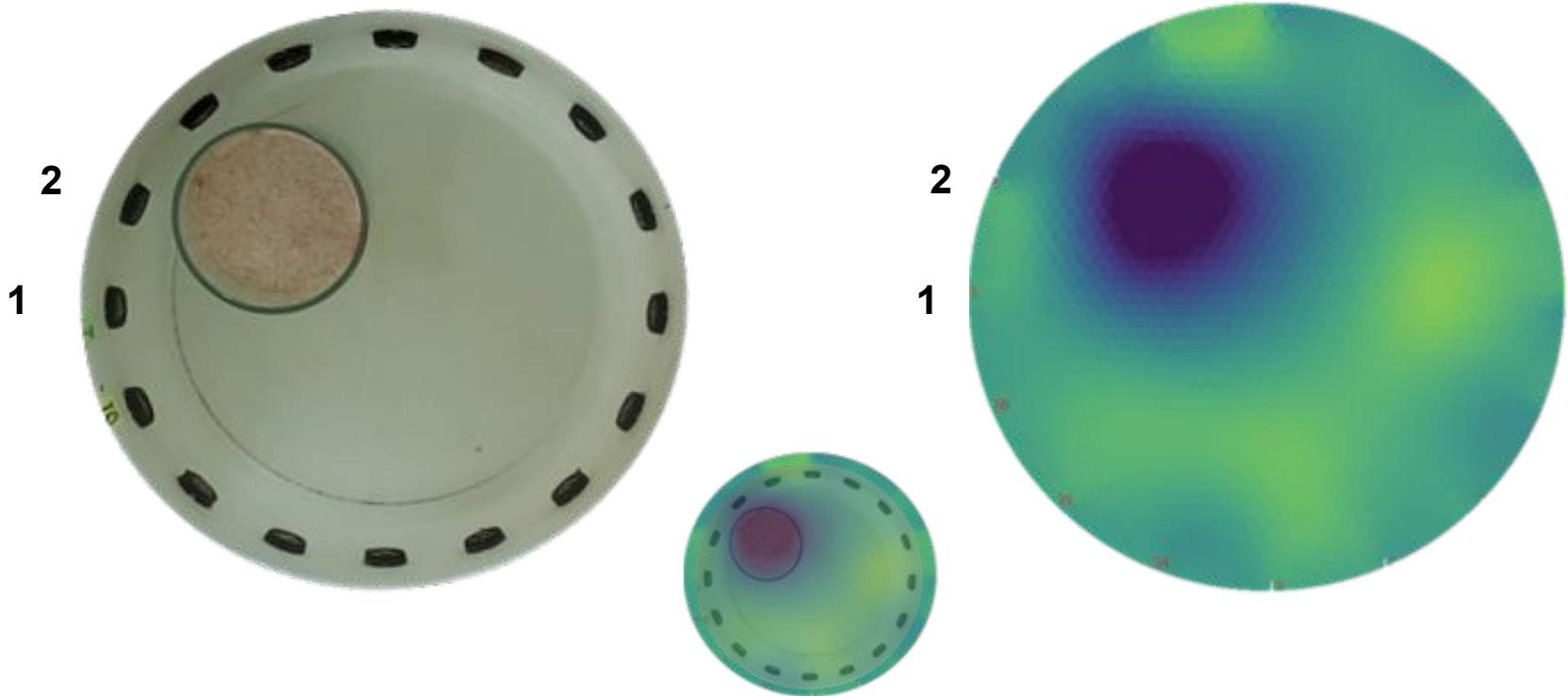
- Un equipo biomédico es una solución tecnológica a un problema de medidas (imagen, señal, etc.) de prótesis (marcapasos) o de tratamiento.
- Abarca tecnologías mecánicas, electrónicas, informáticas y de materiales, etc.

Ejemplos de proyectos del NIB



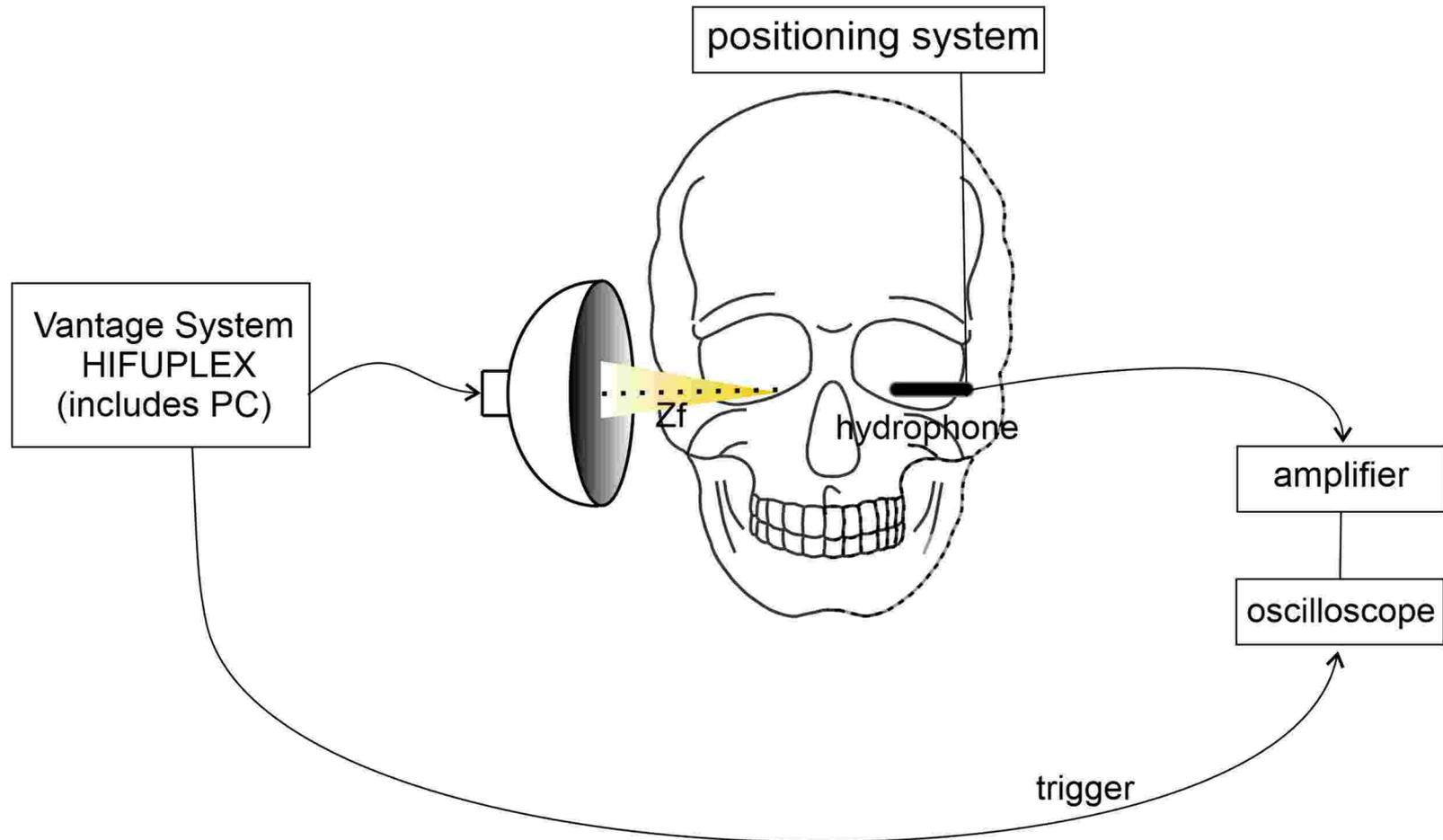
IMPETOM

Reconstrucción tomográfica de cortes del tórax por impedancia eléctrica



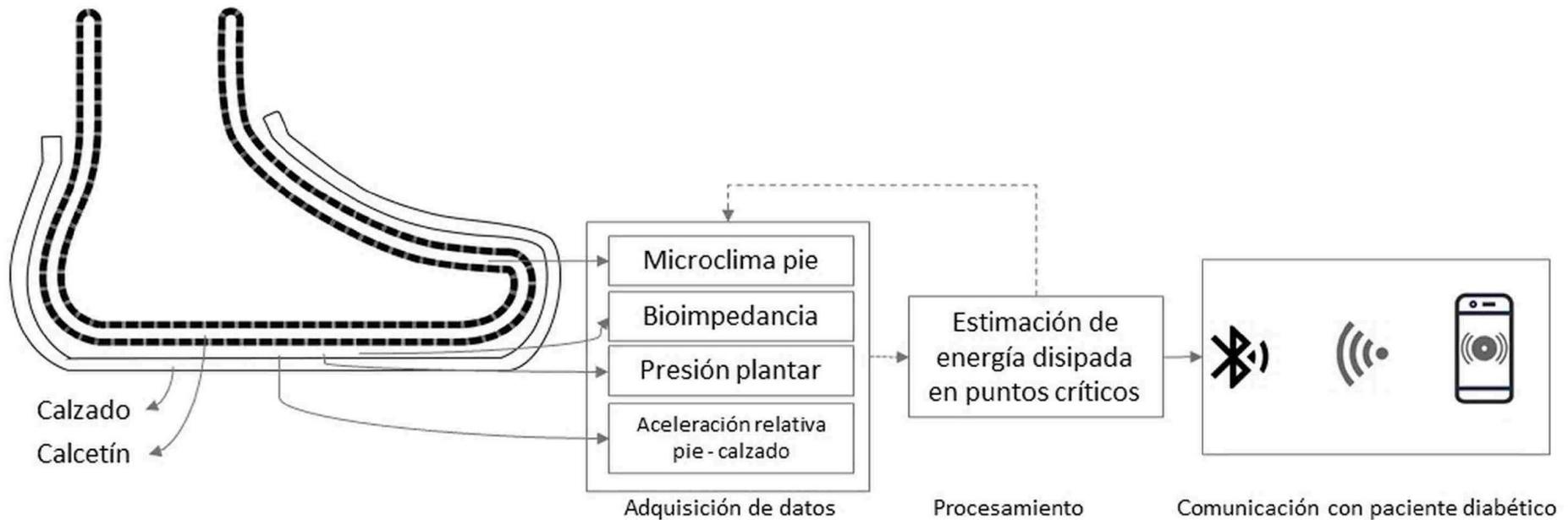
CENEPSIA

Concentración de energía para el tratamiento de focos epilépticos

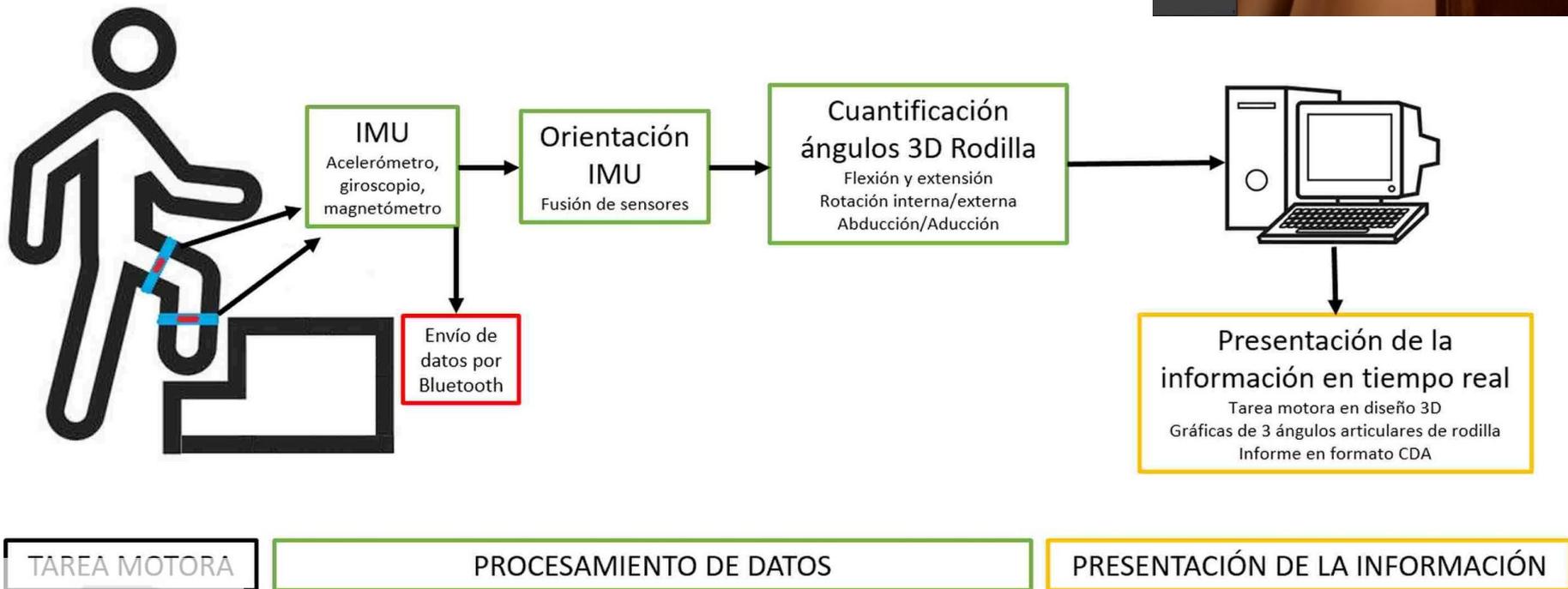
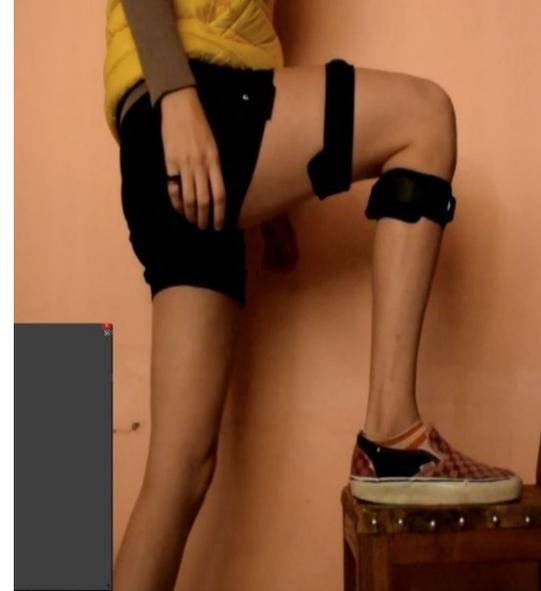


DIAPODAL

Alerta de lesión cutánea inminente durante la marcha en pie diabético



Instrumento de uso clínico para el estudio tridimensional del movimiento de la rodilla con sensores magneto-inerciales



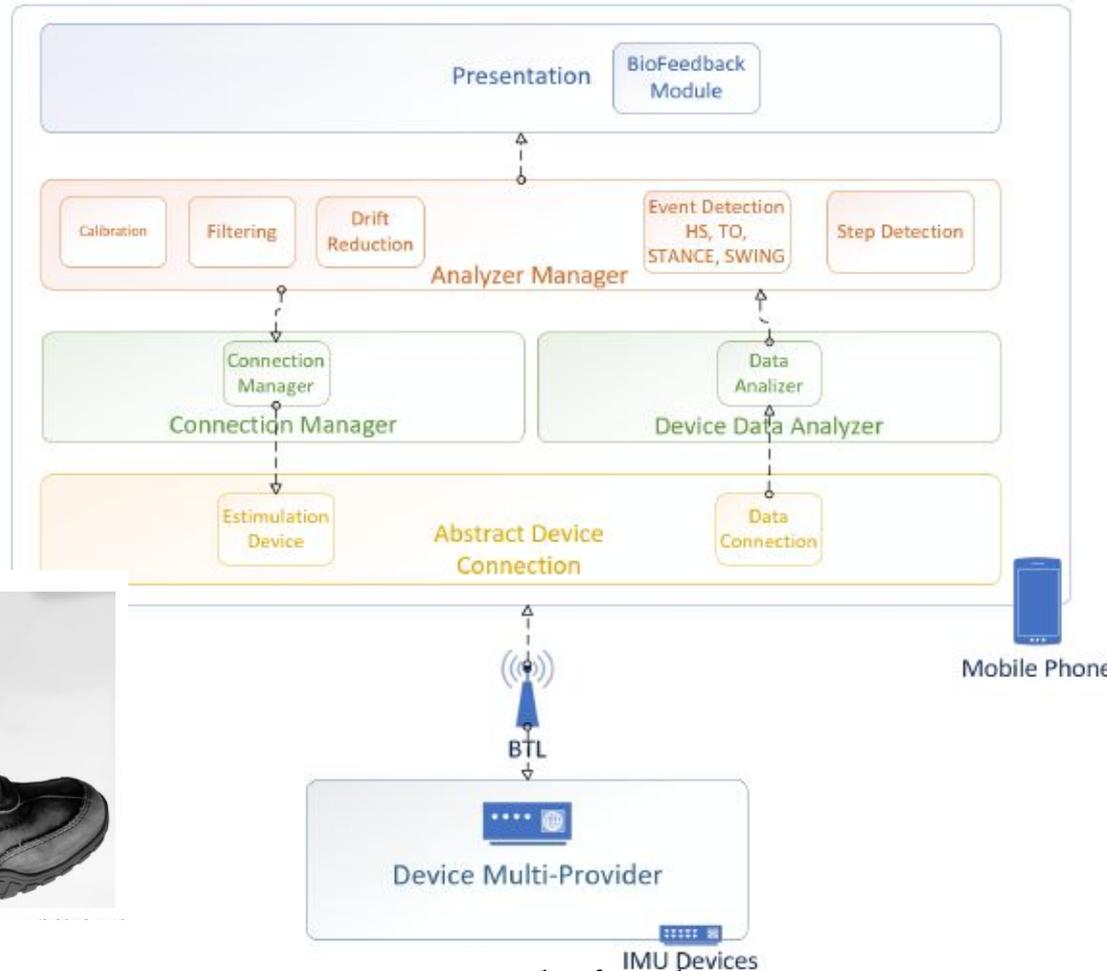
DINABANG

Medida de la fuerza muscular explosiva para la rehabilitación y el entrenamiento de miembros inferiores



PARKIBIP

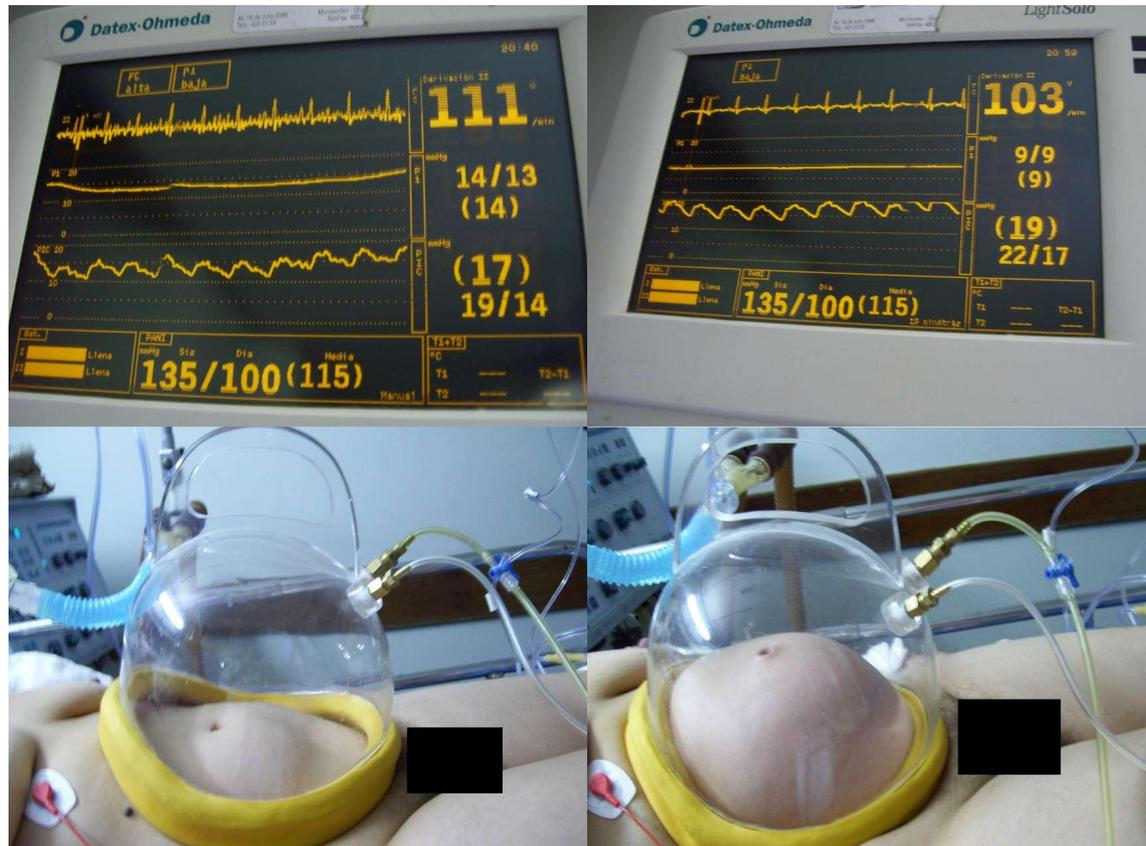
Sistema retroalimentado para la rehabilitación de la marcha de personas con enfermedad de Parkinson



Proyecto de fin de carrera EUTM Lic. en Fisioterapia y
Prof. Dr. Humberto Prinzo
Proyecto de investigación Br. Alejandra Rial

ABDOPRE

Reducción de la presión intra abdominal



Proyecto de investigación NIB desde 2007, Dr. Francisco Pracca, CTI Hospital de Clínicas

Objetivo general de CEEIBS

- Permitir al licenciado desempeñarse en forma segura en entornos de hospitales con respecto a la electricidad y la electrónica
- Permitirle comunicarse con otros profesionales (Ingenieros, Arquitectos, etc) en ámbitos de la salud

Contenidos de CEEIBS

- Instalaciones eléctricas de baja tensión y sus normas en hospitales.
- Elementos de los equipos biomédicos (transducción, amplificación, filtrado y digitalización de las señales).
- Seguridad eléctrica y prevención de accidentes.
- Obtención de señales electro-fisiológicas ECG y EEG.

Método de evaluación

Un semestre: de marzo a julio

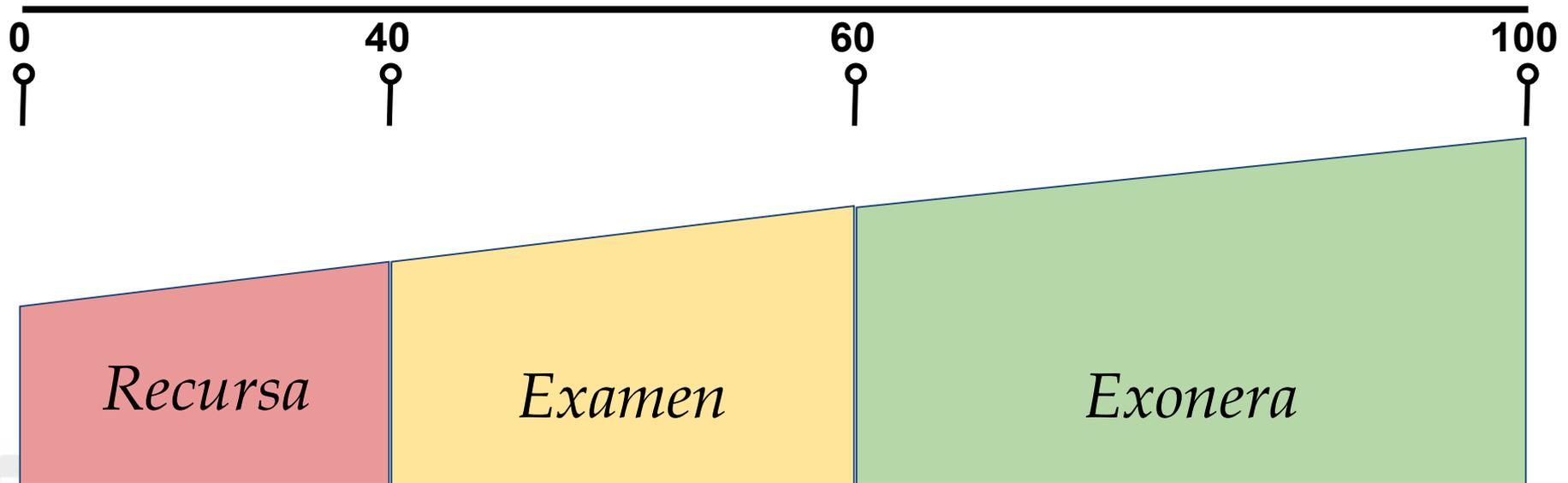
- Clases teóricas los martes 7:00 a 9:00 con control de asistencia
- **4 prácticos:** a distancia con cuestionario en EVA los jueves a las 7:00 hasta las 8:00
- 2 parciales presenciales

Calificaciones

Prácticos + parciales = 100 puntos

- 4 prácticos 5 puntos c/u
- 2 parciales 40 puntos c/u

Sobre el total:



Segunda parte

Electricidad

¿Qué es la electricidad?

Electricidad

Definiciones de electricidad:

- Propiedad física manifestada a través de la **atracción o del rechazo** que ejercen entre sí algunas partes de la materia.
- Forma de energía debida a cargas eléctricas estáticas o en movimiento.
- Conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas.
- Rama de la técnica que se ocupa de instalaciones eléctricas en hogares e industrias.

Carga eléctrica

Carga eléctrica:

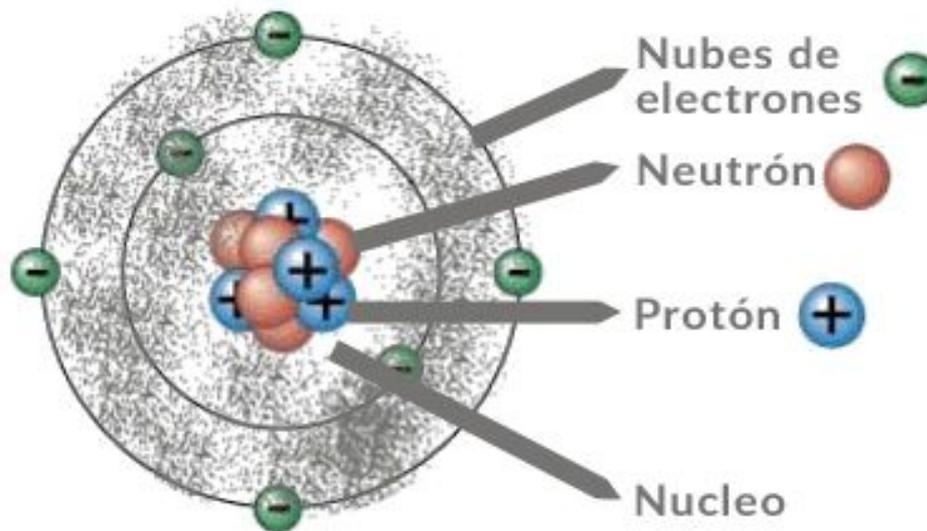
- Propiedad de la materia
- Atracción y repulsión

- q = carga eléctrica
 - Signo: positivo / negativo
 - Unidad: **Coulomb (C)**:
Cantidad de electricidad transportada en 1 segundo con una intensidad de 1 ampere.

Átomo

Átomo:

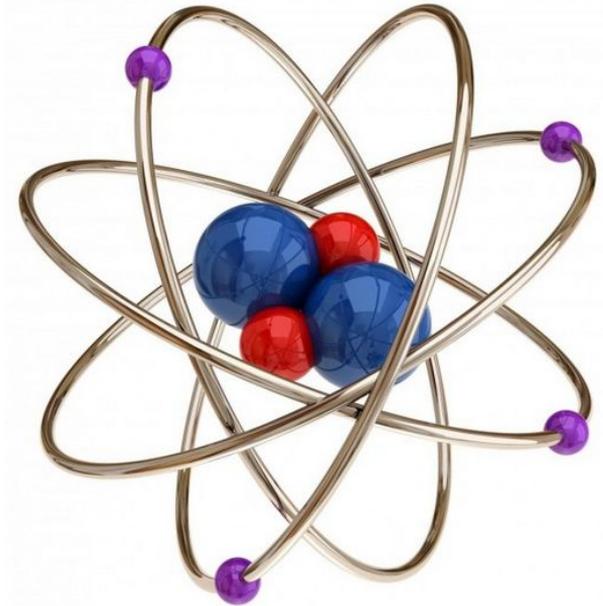
- Elemento básico de la constitución de la materia hasta que se encontraron las partículas subatómicas.



Estructura del átomo

Átomo:

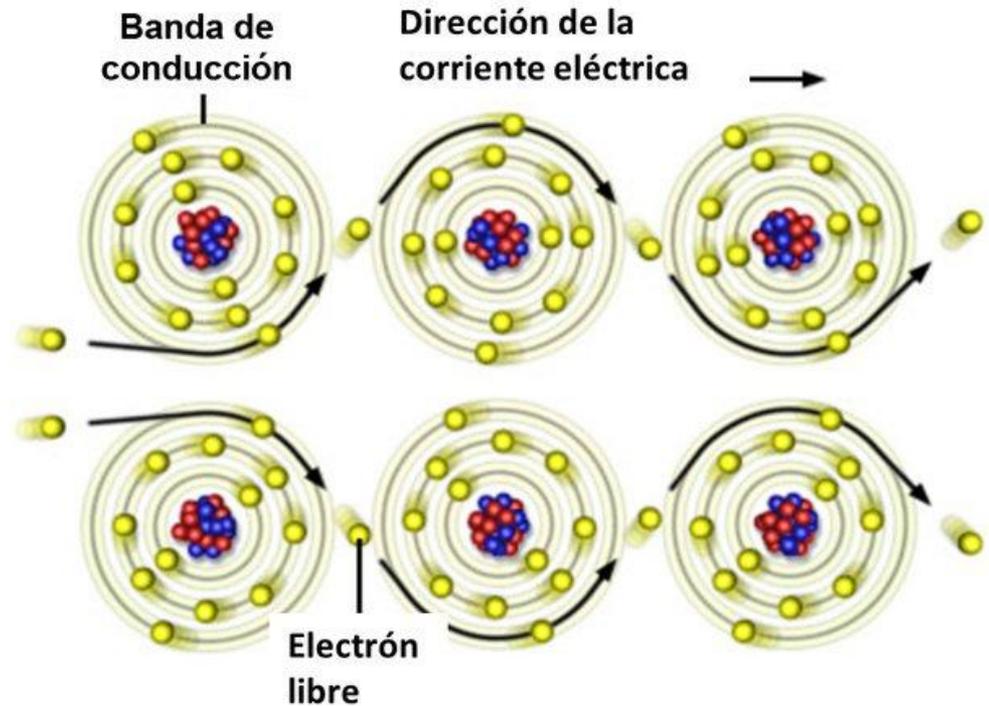
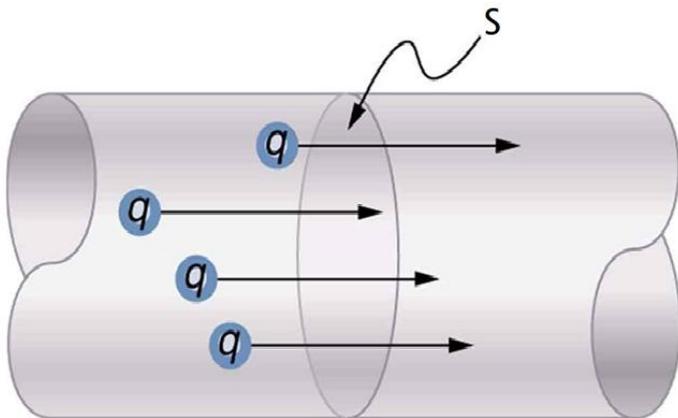
- Elemento básico de la constitución de la materia hasta que se encontraron las partículas subatómicas.
- Modelo:
 - Electrones (e^-)
 - Protones (p^+)
 - Neutrones (n^0)



Electrones libres o no

Corriente eléctrica:

- Flujo de carga a través de un conductor



Corriente eléctrica

Corriente eléctrica:

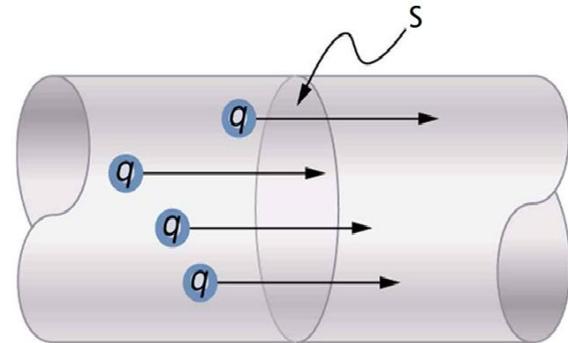
- Flujo de carga a través de un conductor

- Se usa la letra “I”

- Unidad: Ampere (A)

- $1 \text{ A} = 1 \text{ C} / 1 \text{ s}$

- $1 \text{ A} = 1 \text{ C}$ de carga que pasa en un segundo



Potencial

Potencial:

- Implica energía disponible debido a una posición en un campo.
Ej: campo gravitacional y la fuerza gravitacional.
- Ej: carga eléctrica en un campo eléctrico



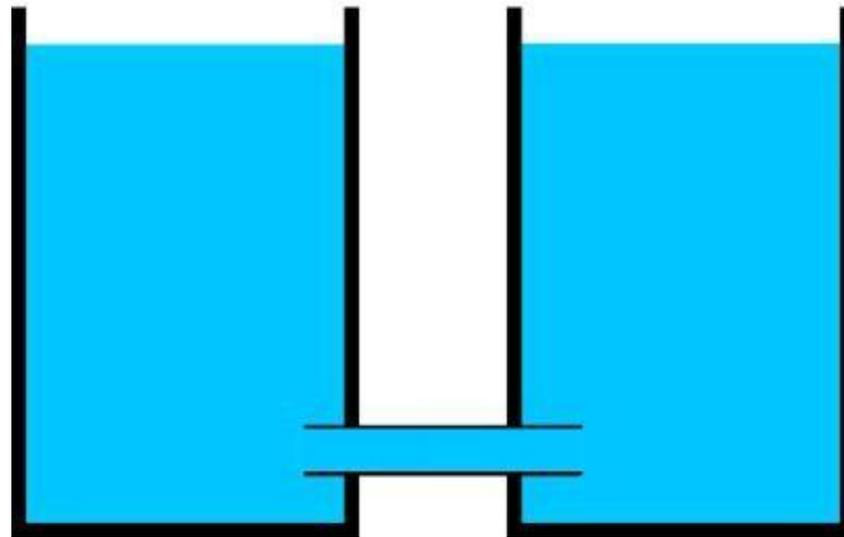
Diferencia de potencial

Diferencia de potencial:

- Para que exista un flujo de cargas entre 2 puntos debe existir una diferencia de potencial eléctrico entre ellos: campo eléctrico y fuerza eléctrica.
- Sinónimos: **Tensión, Voltaje, ddp (Diferencia de Potencial)**
- Unidad: Volt (V)

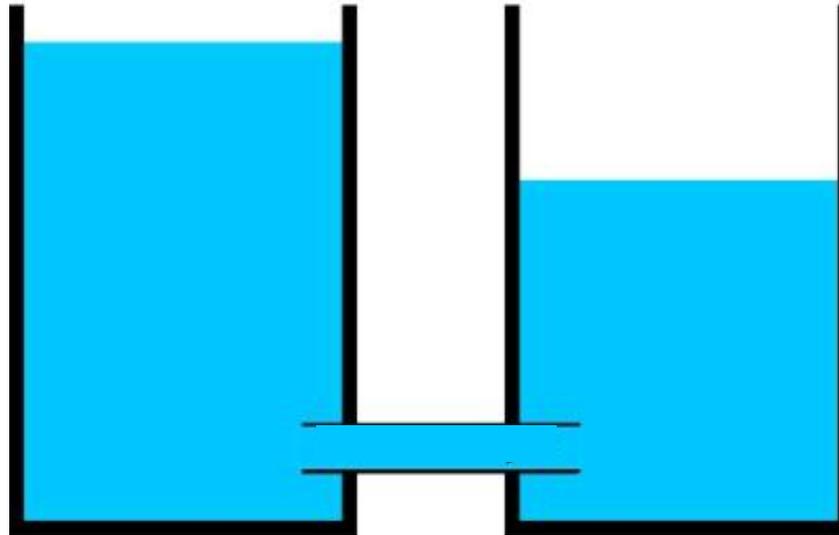
Analogía hidráulica de la electricidad

diferencia de potencial \sim diferencia de presión



Si las dos columnas de agua tienen la misma altura, no fluye agua.

Pregunta 1

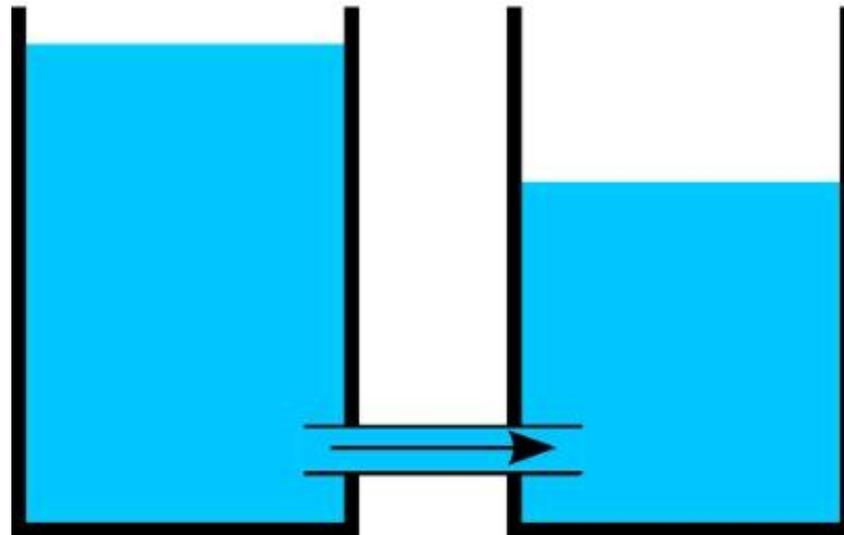


Con esta diferencia de agua entre las cubetas, ¿para donde cree que fluirá el agua?

- a- Hacia la izquierda
- b- Hacia la derecha
- c- No fluye

Analogía hidráulica de la electricidad

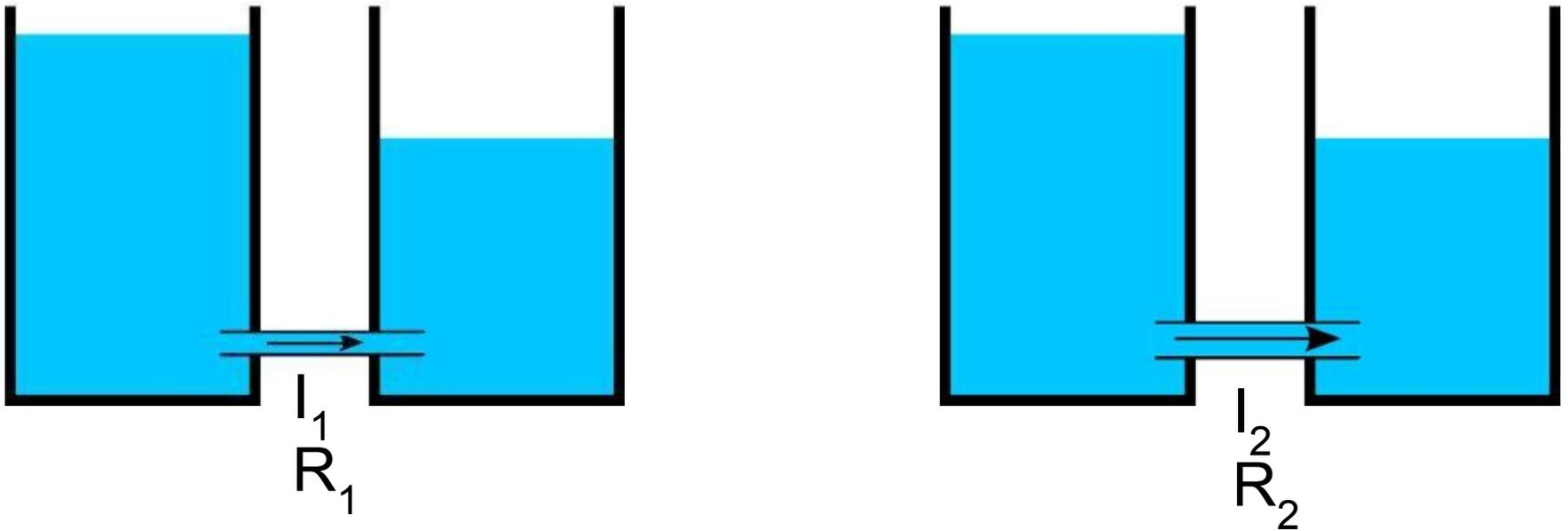
diferencia de potencial \sim diferencia de presión



El agua fluirá de la columna que ejerce mayor presión a la que ejerce menos.

Analogía hidráulica de la electricidad

Resistencia



Si el caño es más delgado, menos agua fluirá:

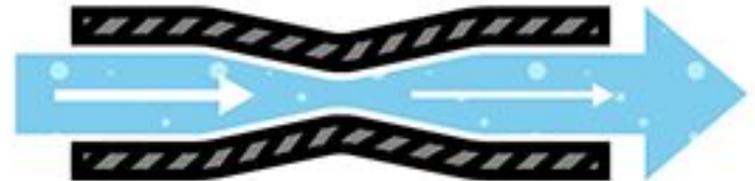
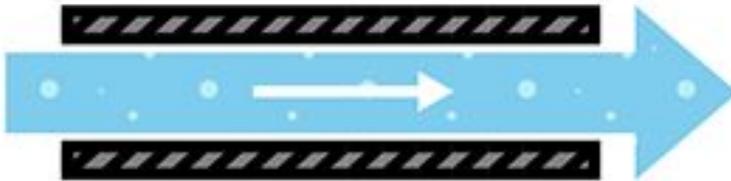
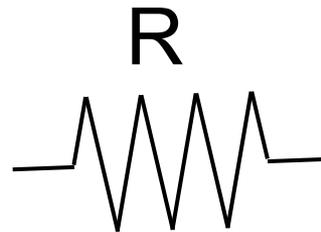
$$R_1 > R_2$$

$$I_1 < I_2$$

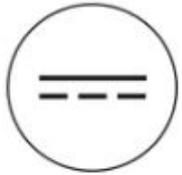
Circuitos eléctricos y sus componentes

Resistencia

Símbolo de resistencia



Si el caño es más delgado, menos agua fluirá:
MAYOR RESISTENCIA



Corriente continua (CC, DC)

Al existir una diferencia de potencial entre dos puntos, existe una diferencia de corriente.

Se trata de corriente continua.



Corriente alterna (AC, CA)

Esa diferencia de potencial entre dos puntos cambia en el tiempo.

El punto A positivo con respecto al punto B, pasa a ser punto A negativo con respecto a punto B positivo.

A + B -

A- B +

Fuente de corriente o Generador de corriente

La fuente de corriente es el elemento responsable de aportar energía al circuito.

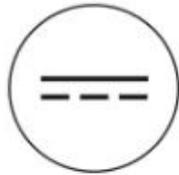
El cargador del celular es la fuente de energía para cargar la batería del celular.

La represa de Salto Grande es la fuente de la energía que la UTE distribuye a todo el país.

Muchos equipos biomédicos tienen una fuente de corriente para funcionar (marcapasos, electrocardiógrafo, electroencefalógrafo).

Corriente continua y alterna

Símbolo de corriente continua



Símbolo de corriente alterna

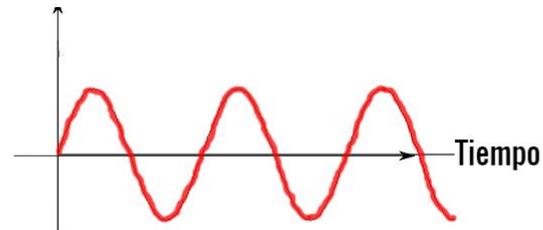


Corriente



Corriente Continua

Corriente



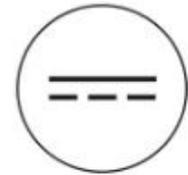
Corriente Alterna

I = corriente

Fuentes de corriente o de tensión

- **Continua:** Flujo constante de electrones a través de un conductor en un solo sentido.

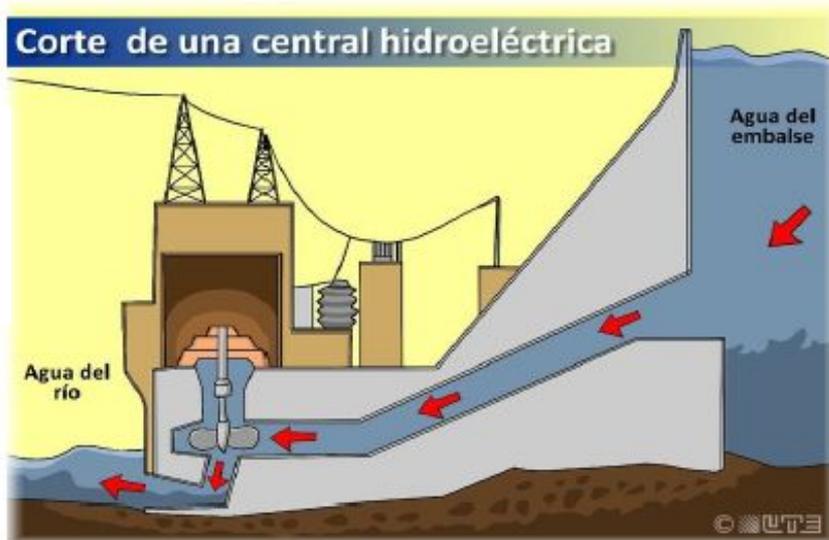
Pilas, baterías, dinamos, paneles solares



Fuentes de corriente o de tensión

- **Alterna:** Flujo de electrones a través de un conductor en ambos sentidos (Ej.: señal sinusoidal).

Generadores hidráulicos, generadores eólicos, alternadores



Conductores

- Materiales que permiten el pasaje de la corriente eléctrica con facilidad debido a que tienen cargas (electrones) libres (ej: metales).
- **Buenos conductores:** cobre, aluminio, acero, bronce, estaño, mercurio, etc.



- **Malos conductores (aislantes):** madera, porcelana, vidrio, goma, plástico, papel, etc.



Identificación de resistencias

Unidad: Ohm (Ω)

1 Ω es la resistencia que opone un resistor cuando es recorrido por una corriente de 1 Ampere estando sometido a una ddp de 1 Volt.



Unidades: Ohm

(Ω)



Los colores indican cifras significativas, orden de magnitud y tolerancia.

Capacitores e Inductores

Capacitores

Almacenan energía en forma de campo eléctrico



Unidades: Faradio

(F)



Inductores

Almacenan energía en forma de campo magnético



Unidades: Henrio

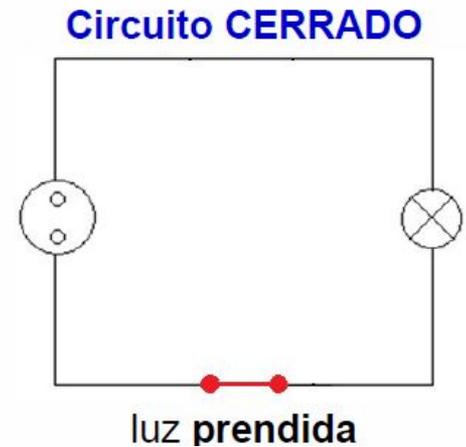
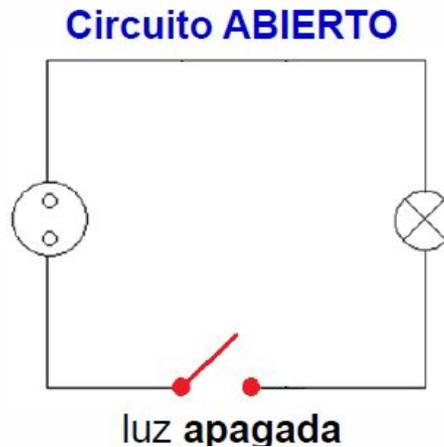
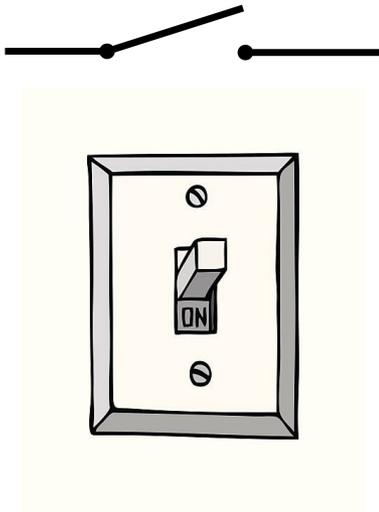
(Hy)



Interruptor o Llave

Llave o interruptor

- Componente que permite o no, el paso de la corriente dependiendo de su posición.

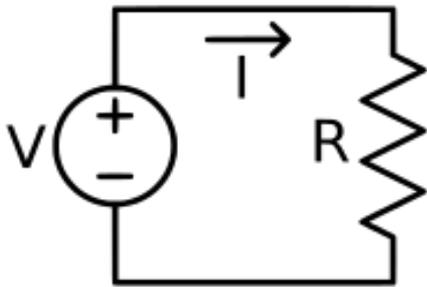


Circuito eléctrico

Circuito eléctrico:

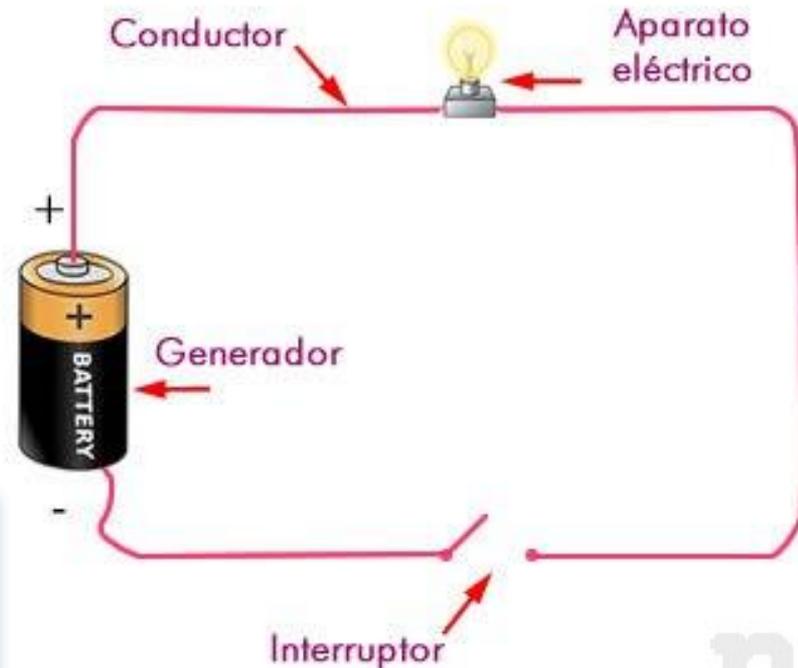
Camino cerrado por el cual circulan cargas eléctricas.

Esquemático



POR CONVENCIÓN: LA CORRIENTE SALE DEL POLO **POSITIVO HACIA EL NEGATIVO** DE LA FUENTE

Representación libre



¿Preguntas?

Muchas gracias

www.nib.fmed.edu.uy



Sitio EVA -
**ELECTRICIDAD,
ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN
BIOMÉDICA CON SEGURIDAD**

<https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=669>