

# Medidas Electricas en Ingeniería de Procesos

Curso opcional, Ing. Química, Ing.  
Alimentos





# Docentes del Curso

Dr. Nicolás Pérez

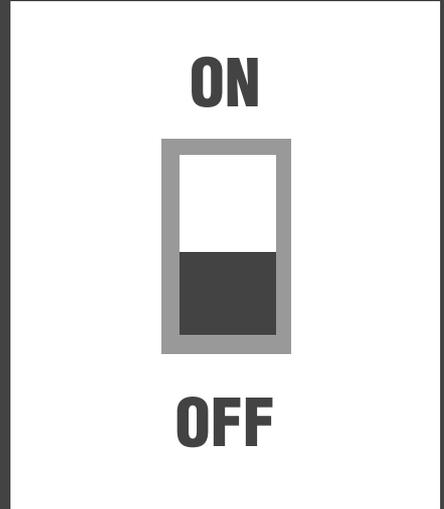
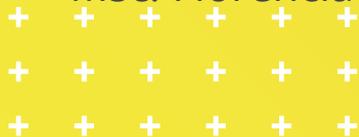
Teórico y Práctico

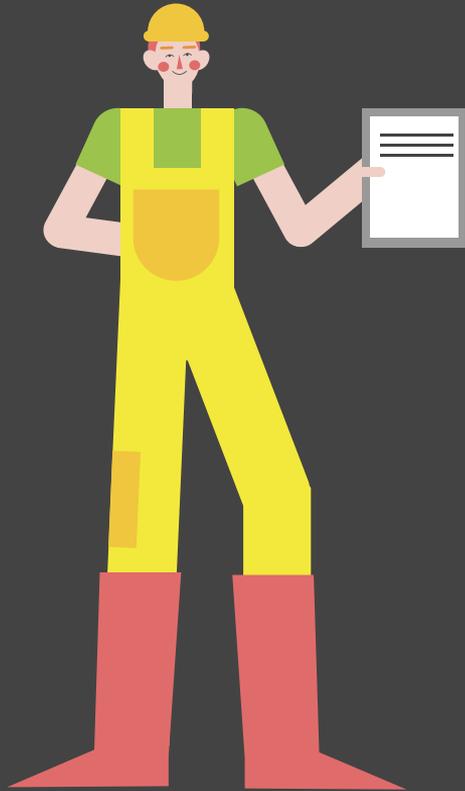
Dra. Eliana Budelli

Práctico

Msc. Florencia Blasina

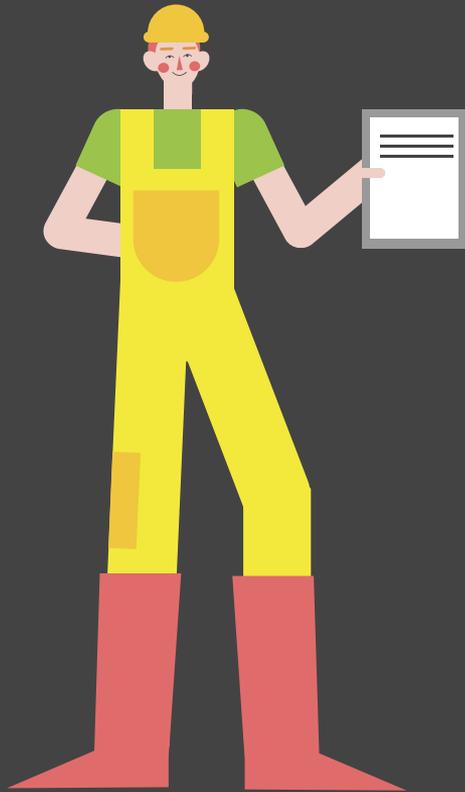
Práctico





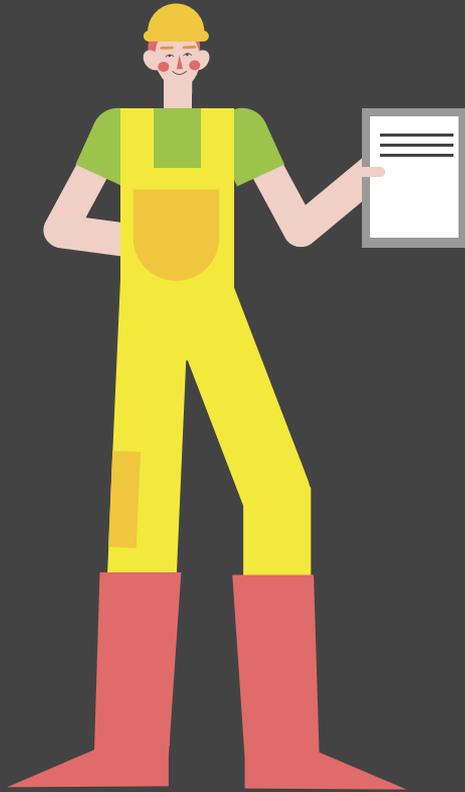
# Objetivos

Familiarizar a los estudiantes con algunas técnicas de medición que uso habitual en la industria



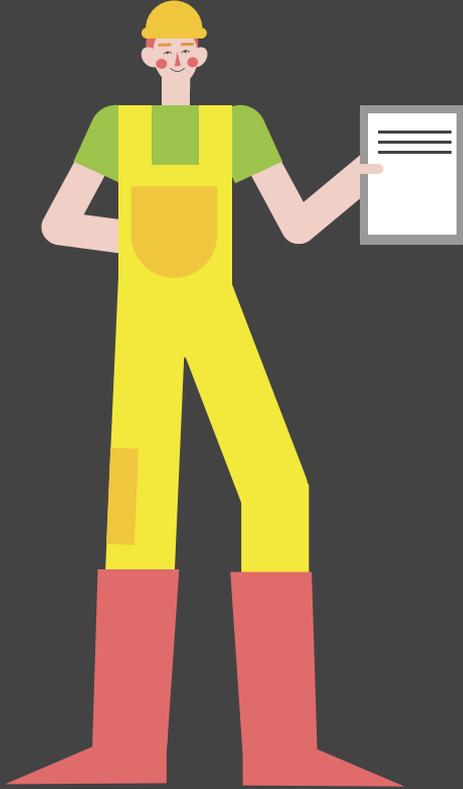
# Objetivos

Introducir conceptos  
sobre la adquisición de  
datos y señales  
eléctricas



# Objetivos

Implementación de  
medidas eléctricas  
automatizadas e ideas  
generales de  
comunicaciones



# Objetivos

Ejemplo de uso en un sistema de control

# Temas del cursos



## 01

### Medidas en CC

Medidas básicas en corriente continua. Corriente, voltaje y resistencia.

## 02

### Medidas en CA

Medidas en corriente alterna. Valor eficaz, valor de pico, contenido armónico

## 03

### Potencia

Medidas de potencia. Potencia activa, reactiva y aparente.



# Temas del cursos



## 04

### Analisis de fourier

Interpretación de las señales en el dominio de la frecuencia.

## 05

### Adquisición digial

Muestreo, discretización y almacenamiento de datos. Ejemplos de procesamiento de señal

## 06

### Ejemplo de un sensor

Implementación de un termómetro basado en la plataforma Arduino



# Temas del cursos



## 07

### Lazo de Control

Ideas elementarles de un lazo de control y control PID

## 08

### Comunicación remota

Serial RS232  
Modbus  
USB  
TCPIP





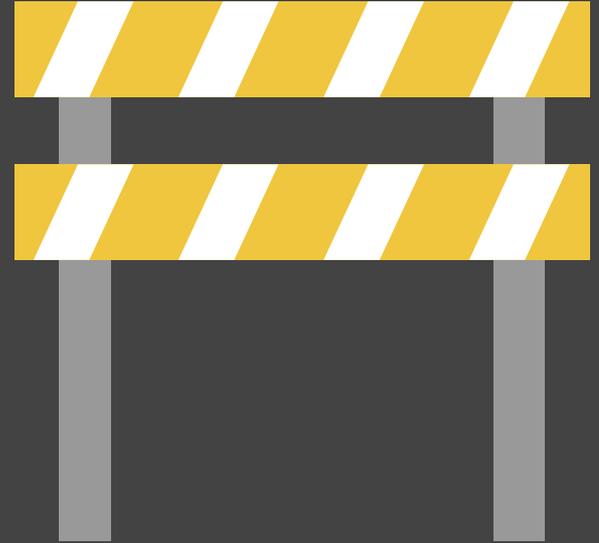
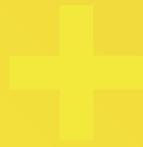
# Forma de aprobación



Asistir a los laboratorios

Entrega de un informe grupal de laboratorio (2 a 3 páginas)

Trabajo final individual (monografía breve)



01

**MEDIDAS DE CORRIENTE  
CONTINUA E INCERTIDUMBRE  
DE MEDIDA**



# ¿Qué veremos en este capítulo?



Breve repaso del significado físico de las magnitudes.



Tipos de instrumentos utilizados para las medias.



Características de los instrumentos, simbología.



Determinación de la incertidumbre de medida en casos prácticos.



# Corriente eléctrica

Flujo de cargas en un conductor por unidad de tiempo



$$\Delta Q = n q \langle v \rangle A \Delta t$$

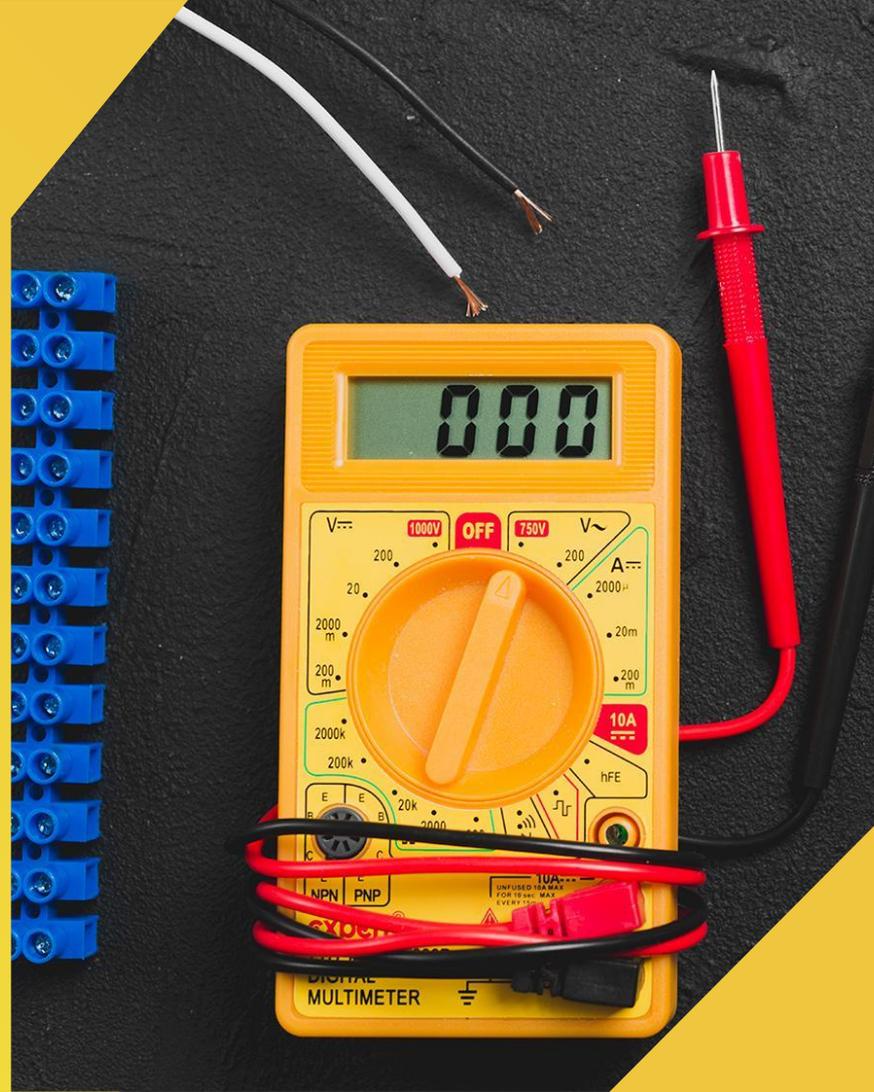
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = n q \langle v \rangle A$$

$$J = \frac{I}{A} = n q \langle v \rangle$$


+

# La corriente se mide con un instrumento llamado amperímetro

+





# Voltaje o diferencia de potencial

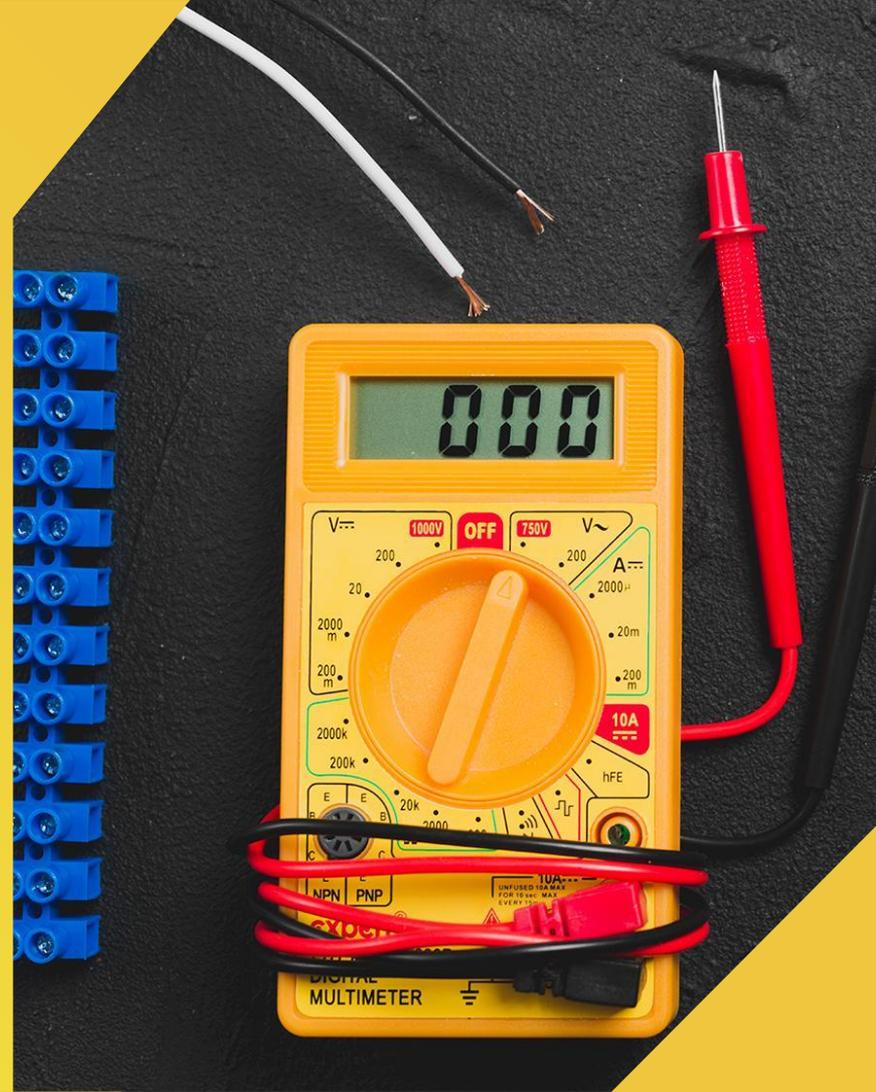


Magnitud que mide el potencial de mover cargas asociado a una distribución de cargas de diferentes signos

$$F = qE$$

$$E = \frac{\Delta V}{\Delta x}$$


El voltaje se mide con un instrumento llamado voltímetro





# Resistencia eléctrica

Cuando se establece una diferencia de potencial en un medio conductor, se establece una corriente.

Esta corriente es limitada por una característica del material llamada resistencia

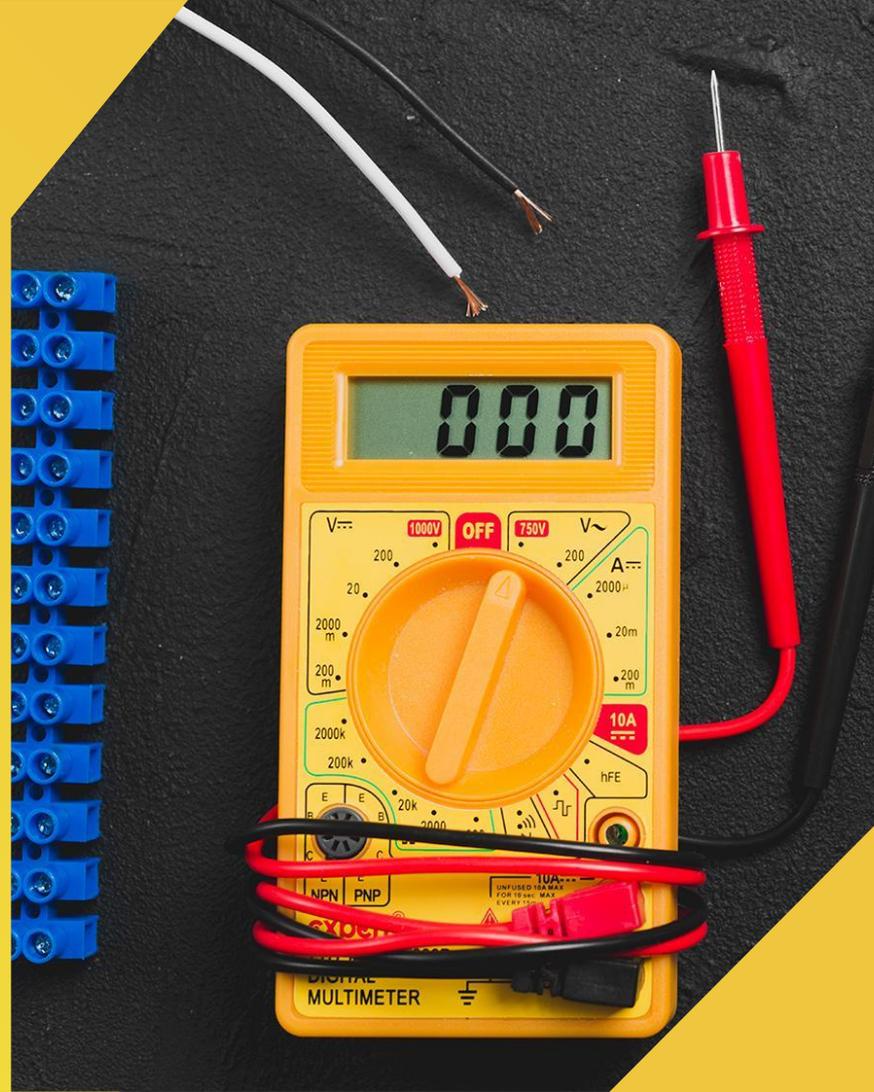


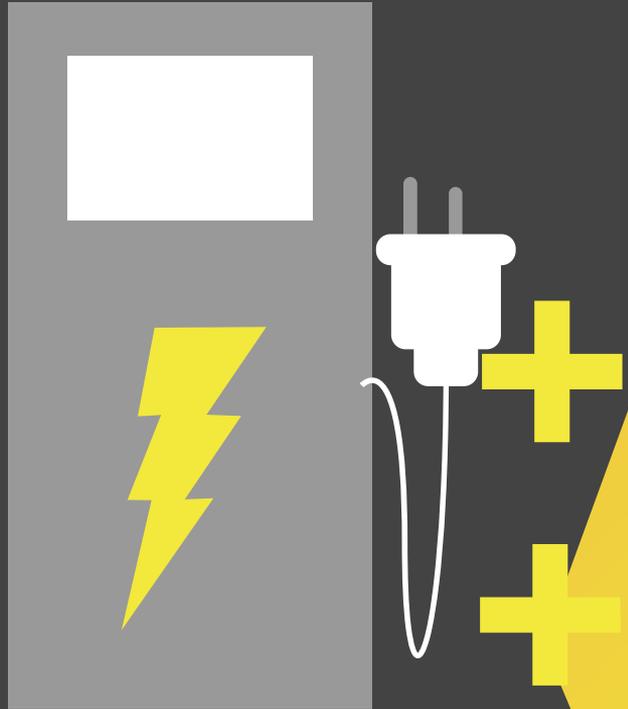
$$V = R I$$


+

# La resistencia se mide con un instrumento llamado óhometro

+





# Instrumentos ideales vs. instrumentos reales.

Un **amperímetro ideal** es un instrumento que se intercala en serie con la corriente que quiere medir y no altera para nada el circuito a medir. Esto es, su resistencia interna es cero.

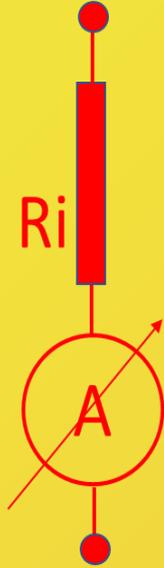
Un **voltímetro ideal** se conecta en paralelo con el voltaje a medir, su resistencia interna es infinita.





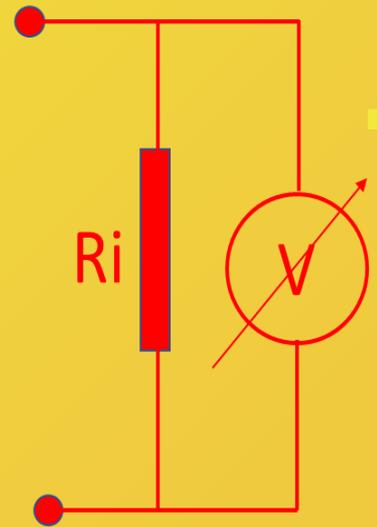
Ideal:

$R_i = 0$

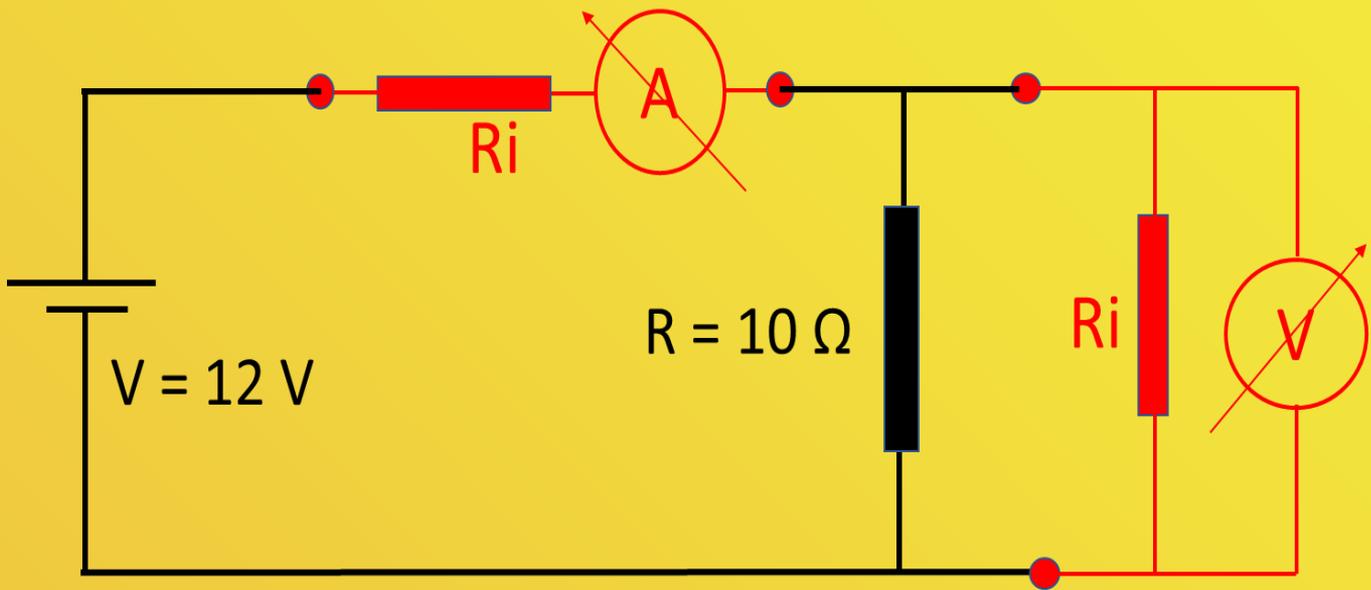


Ideal:

$R_i = \infty$



# Ejemplo



# Instrumentos Analógicos



# Simbología

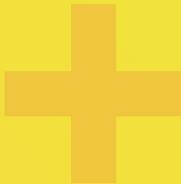
Magnitud	Aparato	Unidad de medida	Símbolo
Voltaje o tensión	Voltímetro	voltio (V)	$\text{V}$
Intensidad	Amperímetro	ampere (A)	$\text{A}$
Potencia activa	Vatímetro	vatio (W)	$\text{W}$
Potencia reactiva	Varímetro	Voltamperio reactivo (VAr)	$\text{VAr}$
Resistencia	Ohmímetro	Ohmio ( $\Omega$ )	$\Omega$
Energía eléctrica	Contador de energía activa	Vatio hora (Wh)	$\text{kWh}$



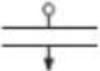
# Simbología



Corriente	Símbolo
Continua (CC)	—
Alterna (CA)	~
Continua y alterna	~ —



# Simbología

Mecanismo	Símbolo	Mecanismo	Símbolo
Bobina móvil		Vibratorio	
Hierro móvil		Térmico	
Imán móvil		Bimetálico	
Electrodinámico sin hierro		Electroestático	
Electrodinámico con circuito de hierro		Inducción	
Dispositivo electrónico en un circuito de medida		Dispositivo electrónico en circuito auxiliar	
Termopar aislado		Termopar no aislado	



# Simbología



Tensión de prueba	Símbolo
500 V	
1000 V	
2000 V	



# Simbología

Clase	Límite de error	Aplicación	Símbolo
0,1	$\pm 0,1\%$	Instrumentos de gran precisión para investigación	0,1
0,2	$\pm 0,2\%$		0,2
0,5	$\pm 0,5\%$	Instrumentos de precisión para laboratorio	0,5
1	$\pm 1\%$	Instrumentos de medidas portátiles de CC	1
1,5	$\pm 1,5\%$	Instrumentos de tableros y portátiles de CA	1,5
2,5	$\pm 2,5\%$	Instrumentos de tableros	2,5
5	$\pm 5\%$		5

# Instrumentos Digitales



# Instrumentos Digitales



Los instrumentos digitales miden tensión mediante un módulo de conversión analógico-digital **ADC**.

Un ADC tiene como entrada un voltaje analógico y da como resultado un número digital codificado, generalmente en binario.

Todos los conversores ADC tienen una tensión de referencia  $V_{ref}$ , y el número resultante será una fracción de esta tensión.

Las características más relevantes de un conversor ADC son su **velocidad de conversión**, el **número de bits** (o número de cuentas) y su **tensión de referencia**



# Ejemplo



Actualmente son muy populares las aplicaciones basadas en el sistema Arduino

Arduino es una plataforma de uso general que nos permite realizar medidas analógicas, tener salidas y entradas digitales (ej: botones) y comunicación remota con otros dispositivos.

En los modelos básicos tienen un conversor ADC de 10 bits y 5 V de tensión de referencia.





# Laboratorio 1



**Objetivo 1)** Aprender a programar una fuente de tensión continua y medir tensión y corriente entregada.

**Objetivo 2)** Determinar el modelo real de una batería.

**Objetivo 3)** Analizar la incertidumbre en la medida de tensión de la batería utilizando instrumentos digitales.

