

Bioinstrumentación

Clase 1

Juan Pablo Restrepo Uribe

Instituto Tecnológico Metropolitano

December 19, 2024

Juan Pablo Restrepo Uribe
Ingeniero Biomédico
MSc. Automatización y Control Industrial
[Enlace del curso](#)

Contenidos

- ▶ Unidad 1: Semana 1
 - ▶ Introducción a la bioinstrumentación
 - ▶ Principios de bioinstrumentación
 - ▶ Básicos sobre bioinstrumentación
- ▶ Unidad 2: Semana 2 y semana 3
 - ▶ Biopotenciales
- ▶ Unidad 3: Semana 5 a semana 7
 - ▶ Acondicionamiento de señales biomédicas
 - ▶ Tratamiento de señales biomédicas
- ▶ Unidad 4: Semana 8 a semana 10
 - ▶ Filtros
 - ▶ Análisis de respuesta en frecuencia

Contenidos

- ▶ Unidad 5: Semana 11 y semana 12
 - ▶ Sensores
- ▶ Unidad 6: Semana 13 a semana 16
 - ▶ Desarrollo de un bioinstrumento
 - ▶ entrega final

Evaluación

Fechas importantes

- ▶ Desarrollo Curricular: Desde 5 de agosto al 30 de noviembre de 2024
- ▶ Primera evaluación de estudiantes a docentes: Desde 2 de septiembre al 7 de septiembre de 2024
- ▶ Evaluaciones institucionales: Desde 15 de octubre al 21 de octubre de 2024
- ▶ Registro en el SIA del 60 % evaluado: Desde 28 de octubre al 3 de noviembre de 2024
- ▶ Segunda evaluación de estudiantes a docentes: Desde 28 de octubre al 2 de noviembre de 2024
- ▶ Fecha límite para cancelación de asignaturas semestrales y cancelación de matrícula: 18 de noviembre de 2024

Fechas importantes

- ▶ Exámenes Finales: Desde 25 de noviembre al 30 de noviembre de 2024
- ▶ Fecha límite para el registro del 100 % evaluado: 1 de diciembre de 2024
- ▶ Exámenes de Habilitación: Desde 2 de diciembre al 6 de diciembre de 2024
- ▶ Fecha límite para registro de calificaciones de habilitaciones: 7 de diciembre de 2024
- ▶ Jornadas Institucionales: Desde el 12 de septiembre al 14 de septiembre de 2024

Laboratorios y trabajo final

- ▶ Amplificadores
- ▶ Filtros
- ▶ Diseño de un equipo para adquisición de señales biomédicas.

Diseño de un equipo para adquisición de señales biomédicas

- ▶ Diseño de un bio-dispositivo (ECG)
- ▶ Soldado
- ▶ Funcional (sin ruido)
- ▶ Diseño en simulador (proteus o multisim)
- ▶ Frecuencias entre 0 y 150 Hz
- ▶ Ganancia entre 800 y 1500
- ▶ Filtro Notch
- ▶ Caja con diseño

Circuitos Básicos

¿Circuito?

Un Circuito Eléctrico es un conjunto de elementos conectados entre sí por los que puede circular una corriente eléctrica

¿Tensión?

La tensión eléctrica o diferencia de potencial es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

¿Corriente?

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica que recorre un material.

¿Generador?

Son la fuente de energía, corriente continua (directa) y alterna.

- ▶ **Pilas y Baterías:** Son generadores de corriente continua.
- ▶ **Alternadores:** Son generadores de corriente alterna.

¿Conductores?

Es por donde se mueve la corriente eléctrica de un elemento a otro del circuito. Materiales que ofrecen muy poca resistencia a que pase la corriente por ellos.

Circuitos Básicos

¿Receptores?

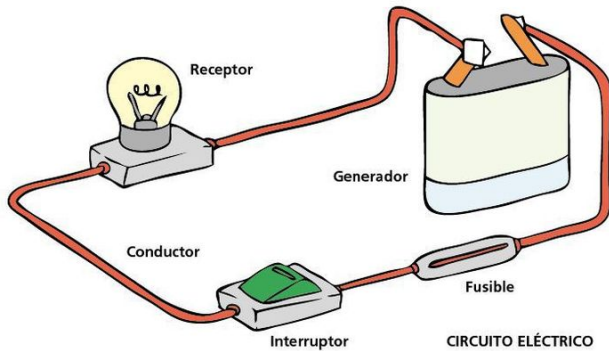
Son los elementos que transforman la energía eléctrica que les llega en otro tipo de energía. **Ej:** Bombilla

Elementos de protección

Protegen los circuitos y a las personas cuando hay peligro o la corriente es muy elevada y puede haber riesgo de quemar los elementos del circuito.

Ej: Fusibles.

Circuitos Básicos



Ejemplos

- ▶ **Circuito de LED:** Enciende un LED con una resistencia para limitar la corriente.
- ▶ **Divisor de tensión:** Divide el voltaje de entrada en una proporción definida por las resistencias.
- ▶ **Circuito de sensor de luz (LDR):** El LDR cambia su resistencia según la luz.
- ▶ **Oscilador con 555 (LED parpadeante):** Configura el temporizador 555 en modo astable. Esto genera una onda cuadrada que hace parpadear el LED.
- ▶ **Detector de temperatura:** Usa el termistor en serie con la resistencia fija para formar un divisor de tensión. Mide el voltaje en el termistor para observar cómo cambia con la temperatura.

Circuito en serie

Es una configuración de conexión en la que las terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, inductores, interruptores...) se conectan secuencialmente.

- ▶ La corriente es la misma en todos los componentes, ya que solo hay una trayectoria para el flujo de carga.

$$I_{\text{total}} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

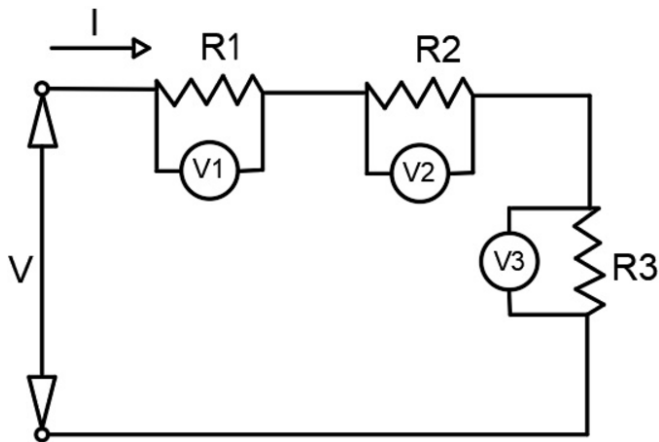
- ▶ El voltaje total del circuito es igual a la suma de los voltajes en cada componente individual.

$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

- ▶ El voltaje en cada componente depende de su resistencia.

$$V_i = I \cdot R_i$$

Circuito en serie



Circuito en paralelo

Es una conexión de dispositivos (resistencias, condensadores, bobinas...) en la que las terminales de entrada de todos los dispositivos conectados coinciden entre sí, al igual que sus terminales de salida

- El voltaje es el mismo en todos los componentes

$$V_{\text{total}} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

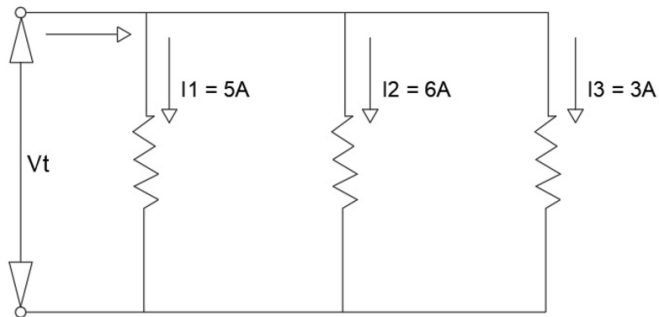
- La corriente total del circuito es igual a la suma de las corrientes individuales que fluyen por cada rama.

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

- La corriente en cada rama depende de la resistencia de ese componente.

$$I_i = \frac{V}{R_i}$$

Circuito en paralelo



Ley de OHM

Corresponde a la diferencia de potencial, a la resistencia de la intensidad de la corriente Las unidades de esas tres magnitudes en el sistema internacional de unidades son, respectivamente, voltios, ohmios y amperios

$$V = I \cdot R$$

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

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

Potencia

Es una medida de la cantidad de energía que un dispositivo consume, genera o transfiere por unidad de tiempo en un circuito eléctrico.

$$P = V \cdot I$$

Utilizando la Ley de Ohm, puede expresarse como:

$$P = I^2 \cdot R \quad \text{y} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Ejercicios

Un circuito tiene una resistencia de $10\ \Omega$ y una corriente de $2\ A$
¿Cuál es el voltaje?

Ejercicios

Un circuito tiene una resistencia de $10\ \Omega$ y una corriente de $2\ A$
¿Cuál es el voltaje?

$$V = 2\ A \cdot 10\ \Omega = 20\ V$$

Ejercicios

Un circuito tiene una resistencia de $5\ \Omega$ y está conectado a una fuente de 15 V . ¿Cuál es la corriente que circula por el circuito?

Ejercicios

Un circuito tiene una resistencia de $5\ \Omega$ y está conectado a una fuente de 15 V . ¿Cuál es la corriente que circula por el circuito?

$$I = \frac{15\text{ V}}{5\ \Omega} = 3\text{ A}$$

Ejercicios

Un circuito tiene un voltaje de 12 V y una corriente de 4 A. ¿Cuál es la resistencia?

Ejercicios

Un circuito tiene un voltaje de 12 V y una corriente de 4 A. ¿Cuál es la resistencia?

$$R = \frac{12 \text{ V}}{4 \text{ A}} = 3 \Omega$$

Ejercicios

Un LED necesita 2 V y 20 mA para funcionar. Si se alimenta con una fuente de 5 V, ¿qué resistencia debes colocar en serie?

Ejercicios

Un LED necesita 2 V y 20 mA para funcionar. Si se alimenta con una fuente de 5 V, ¿qué resistencia debes colocar en serie?

1. Primero, calculamos el voltaje en la resistencia:

$$V_R = V_{\text{fuente}} - V_{\text{LED}} = 5\text{ V} - 2\text{ V} = 3\text{ V}$$

Ejercicios

Un LED necesita 2 V y 20 mA para funcionar. Si se alimenta con una fuente de 5 V, ¿qué resistencia debes colocar en serie?

1. Calculamos el voltaje en la resistencia:

$$V_R = V_{\text{fuente}} - V_{\text{LED}} = 5\text{ V} - 2\text{ V} = 3\text{ V}$$

2. Calculamos la resistencia necesaria:

$$R = \frac{3\text{ V}}{0.02\text{ A}} = 150\ \Omega$$

Ejercicios

Si una resistencia de $10\ \Omega$ está conectada a una fuente de 5 V ,
¿cuánta potencia disipa?

Ejercicios

Si una resistencia de $10\ \Omega$ está conectada a una fuente de 5 V , ¿cuánta potencia disipa?

1. Calculamos la corriente

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5\text{ V}}{10\ \Omega} = 0.5\text{ A}$$

Ejercicios

Si una resistencia de $10\ \Omega$ está conectada a una fuente de 5 V , ¿cuánta potencia disipa?

1. Calculamos la corriente

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5\text{ V}}{10\ \Omega} = 0.5\text{ A}$$

2. Calculamos la potencia

$$P = (0.5\text{ A})^2 \cdot 10\ \Omega = 0.25 \cdot 10 = 2.5\text{ W}$$

Seguridad eléctrica

Es un conjunto de prácticas, normativas y medidas diseñadas para prevenir accidentes, lesiones, daños a equipos y pérdidas humanas causados por el uso incorrecto, el mal estado o la manipulación indebida de sistemas eléctricos.

Seguridad eléctrica: Riesgos eléctricos

- ▶ Choque eléctrico (electrocución): Los efectos dependen de la intensidad de la corriente, el tiempo de exposición y el trayecto a través del cuerpo.
- ▶ **Arco eléctrico:** Puede causar quemaduras graves, incendios o explosiones.
- ▶ Incendios eléctricos
- ▶ Explosiones
- ▶ Daño a equipos

Seguridad eléctrica: Medidas de seguridad eléctrica

- ▶ Aislamiento y protección
- ▶ Puesta a tierra
- ▶ Interruptores diferenciales
- ▶ Dispositivos de protección
- ▶ Diseño adecuado
- ▶ Normativas
- ▶ Uso de equipo de protección personal (EPP)
- ▶ Educación y señalización

Seguridad eléctrica: Prácticas seguras

- ▶ No manipular dispositivos eléctricos con las manos mojadas.
- ▶ Desconectar equipos antes de repararlos.
- ▶ Utilizar herramientas aisladas para trabajar con electricidad.
- ▶ Inspeccionar regularmente instalaciones y equipos.

Importancia de la seguridad eléctrica

- ▶ Protección de la vida humana
- ▶ Cuidado de los equipos
- ▶ Prevención de incendios
- ▶ Cumplimiento normativo

Efectos fisiológicos de la corriente

Los efectos fisiológicos dependen de factores como:

- ▶ Intensidad de la corriente
- ▶ Frecuencia
- ▶ Trayectoria
- ▶ Duración de la exposición
- ▶ Resistencia del cuerpo
 - ▶ La piel seca tiene una resistencia alta
 - ▶ La piel mojada reduce significativamente la resistencia, aumentando el flujo de corriente.

Estos efectos pueden ser leves o severos, desde una ligera sensación de cosquilleo hasta lesiones graves e incluso la muerte.

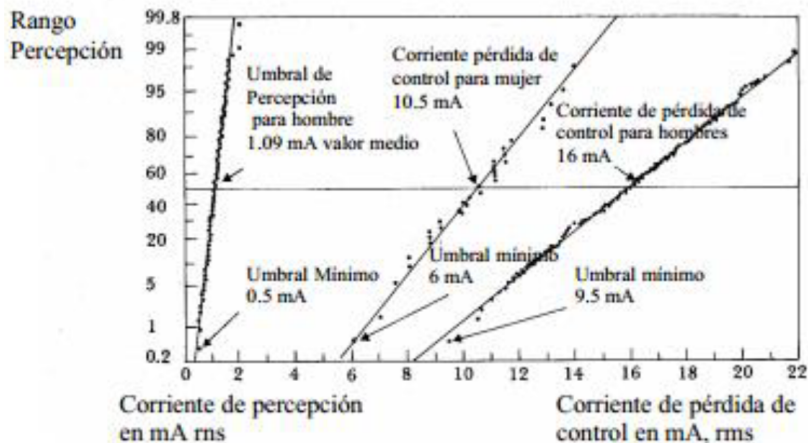
Efectos fisiológicos de la corriente: Afectaciones del tejido

- ▶ Excitación eléctrica de los tejidos
- ▶ Incremento de la temperatura
- ▶ Quemaduras

Efectos fisiológicos de la corriente: Efectos en el cuerpo

Corriente (mA)	Efecto fisiológico
1 mA	Umbral de percepción: leve cosquilleo.
5-10 mA	Contracciones musculares leves, sensación incómoda.
10-20 mA	Contracciones musculares fuertes, dificultad para soltar la fuente de corriente.
20-50 mA	Parálisis muscular, dolor intenso, dificultad para respirar.
50-100 mA	Fibrilación ventricular (latido irregular del corazón), riesgo de paro cardíaco.
>100 mA	Quemaduras graves, daño a órganos internos, paro cardíaco casi seguro.

Efectos fisiológicos de la corriente: Rango de percepción



Efectos fisiológicos de la corriente: Rango de percepción

- ▶ Intensidad de la corriente: La percepción generalmente comienza en torno a 1 mA para corriente alterna y 5 mA para corriente continua.
- ▶ Frecuencia de la corriente: Corrientes alternas de 50 Hz o 60 Hz son más perceptibles que corrientes continuas debido a la estimulación repetitiva de los nervios.
- ▶ Trayectoria de la corriente: Las sensaciones son más intensas cuando la corriente atraviesa áreas con una alta densidad de terminaciones nerviosas.
- ▶ Condiciones de la piel

Efectos fisiológicos de la corriente: Rango de percepción (Simulación)

Queremos calcular la corriente percibida en un circuito, utilizando la Ley de Ohm

Parámetros para la simulación

- ▶ Varía desde 1 V hasta 240 V.
- ▶ Resistencia corporal
 - ▶ Piel seca: 100 k Ω
 - ▶ Piel húmeda: 10 k Ω
 - ▶ Piel mojada: 1 k Ω
- ▶ Umbrales de percepción y efectos fisiológicos:
 - ▶ 1 mA: Cosquilleo leve.
 - ▶ 5 a 10 mA: Contracciones musculares leves.
 - ▶ 10 a 20 mA: Contracciones musculares fuertes.
 - ▶ > 50 mA: Peligro de fibrilación ventricular.

Puntos de entrada de la corriente

- ▶ Trayectoria de la corriente: La corriente eléctrica siempre busca el camino de menor resistencia a través del cuerpo, típicamente siguiendo los tejidos que contienen agua y electrolitos.
- ▶ Órganos afectados: Si la corriente pasa por órganos vitales, como el corazón o el cerebro, los efectos pueden ser graves.

Puntos de entrada de la corriente

- ▶ Mano a mano: La corriente entra por una mano y sale por la otra. Pasa a través del tórax, incluyendo el corazón y los pulmones. Posible fibrilación ventricular.
- ▶ Mano a pie: La corriente entra por una mano y sale por un pie. Afecta corazón, pulmones y otros órganos abdominales. Altísimo riesgo de fibrilación ventricular. Quemaduras en los puntos.
- ▶ Cabeza a pie: La corriente entra por la cabeza y sale por uno o ambos pies. Afecta cerebro, corazón y sistema nervioso central. Pérdida de consciencia instantánea. Posibles daños neurológicos permanentes. Paro cardíaco o respiratorio.
- ▶ Mano a codo o brazo: La corriente entra y sale por la misma extremidad. Menor impacto en órganos vitales. Dolor local intenso. Contracciones musculares. Quemaduras locales.

Macroshock

Es un choque eléctrico en el que una pequeña corriente eléctrica pasa directamente por el corazón u otros tejidos sensibles, generalmente a través de dispositivos médicos invasivos, como catéteres o electrodos. Aunque las corrientes involucradas son bajas, pueden causar fibrilación ventricular y ser potencialmente mortales.

Microshock

Hace referencia a un choque eléctrico causado por el paso de corriente a través del cuerpo humano en un circuito externo. La corriente ingresa al cuerpo desde una fuente externa y atraviesa órganos o tejidos significativos, como el corazón, los pulmones o el cerebro.

Macroshock Vs Microshock

Aspecto	Microshock	Macroshock
Corriente peligrosa	$>10 \mu\text{A}$	$>50 \text{ mA}$
Trayectoria	Directamente al corazón	A través de grandes áreas del cuerpo
Condiciones típicas	Entornos médicos, dispositivos invasivos	Exposición general a fuentes eléctricas
Riesgo principal	Fibrilación ventricular	Fibrilación ventricular, quemaduras

Analizadores de seguridad eléctrica

- ▶ Detectores de continuidad
- ▶ Detectores de aislamiento
- ▶ Interruptores de fallo de puesta a tierra

- ▶ Early and late phase bronchoconstrictions in conscious sensitized guinea-pigs after macro- and microshock inhalation of allergen and associated airway accumulation of leukocytes
- ▶ ELECTROESTIMULADOR PARA ACUPUNTURA