

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	1 de 32

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

MANUAL DE PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN FÍSICA

Heriberto Peña Pedraza
heriberto pepe@unipamplona.edu.co

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA & GEOLOGÍA
PAMPLONA, N.S COLOMBIA
2025-II**

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	2 de 32

INDICE DE CONTENIDO	
Introducción	
Normas de seguridad	Pag
Practica 1: Reconocimiento, conexión y manejo de los dispositivos de medición	5
Practica 2: Reconocimiento de Elementos Básicos de un Circuito y Medición de Parámetros Eléctricos. Instrumentación y análisis de circuitos	9
Practica 3: Unión PN y Simulación de Circuitos Rectificadores	13
Practica 4: Transistor BJT NPN como Interruptor y como Amplificador	16
Practica 5: Amplificador Operacional 741	19
Practica 6: Temporizador 555	22
Practica 7: Instrumentación con Arduino	25

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	3 de 32

INTRODUCCIÓN

Manual de Prácticas de Instrumentación Física UP

Este manual reúne una serie de experimentos concebidos para reforzar y profundizar los conceptos de la asignatura Instrumentación Física. Su objetivo es ofrecer a los estudiantes una sólida base teórico-experimental en instrumentación física contemporánea y desarrollar las competencias de investigación necesarias para diseñar y ejecutar montajes experimentales en diferentes ramas de la física.

Objetivos generales

- Proporcionar fundamentos teóricos y prácticos de la instrumentación física moderna.
- Fomentar habilidades de investigación científica y metodologías experimentales.
- Capacitar en el manejo de equipos de medición y adquisición de datos.
- Identificar y emplear diferentes tipos de sensores, evaluando sus posibles aplicaciones.
- Analizar y aplicar sistemas de acondicionamiento de señales en la cuantificación de magnitudes físicas.

Estructura de cada práctica

Cada experimento incluido en este manual se organiza de la siguiente manera:

1. **Marco teórico**
Contextualiza los principios físicos y tecnológicos subyacentes al montaje.
2. **Objetivos**
Define con claridad las metas de la experiencia.
3. **Descripción del montaje**
Presenta de forma concisa el equipamiento y su configuración.
4. **Procedimiento detallado**
Explica paso a paso las acciones a realizar para la recolección de datos.
5. **Cuestionario y Procesamiento de resultados**
Ofrece directrices para el análisis, interpretación y presentación de los datos obtenidos.

Nivel y alcance

Las experiencias están diseñadas en un nivel acorde con el programa académico del curso y reflejan las tendencias y tecnologías actuales en la formación de físicos. Los materiales y equipos incluidos facilitan el trabajo práctico autónomo, y otros materiales no incluidos son de fácil adquisición, garantizando que cada estudiante cuente con la información y las herramientas necesarias para realizar las prácticas, obtener resultados satisfactorios y desempeñarse con seguridad en el laboratorio.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	4 de 32

NORMAS DE SEGURIDAD

Medidas de seguridad

Para llevar a cabo el trabajo experimental sin accidentes, es fundamental considerar los siguientes aspectos relacionados con la protección e integridad física:

1. Preste especial atención a las instrucciones proporcionadas por su profesor.
2. **Evite tomar decisiones que conlleven riesgos si no tiene pleno dominio del tema.** Esto incluye, entre otros, la conexión en serie o en paralelo de medidores o equipos electrónicos, la manipulación de la red eléctrica, y el uso de sistemas mecánicos.
3. Evite manipular de forma imprudente elementos de riesgo, como sistemas de alimentación eléctrica, mecánicos o térmicos.
4. Maneje con seguridad y cuidado los equipos de laboratorio, utilizando los elementos necesarios para prevenir accidentes.
5. Absténgase de realizar bromas o jugar con los equipos de laboratorio.
6. Si tiene dudas sobre los procedimientos, consulte y espere el apoyo de su profesor.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	5 de 32

PRACTICA Nro 1:

Reconocimiento, conexión y manejo de los dispositivos de medición

Objetivos

- ✓ Montaje de circuitos básicos.
- ✓ Reconocer el funcionamiento y rangos de medición de galvanómetro, multímetro, voltímetro y amperímetro osciloscopio, generador de funciones.
- ✓ Practicar conexiones eléctricas seguras en circuitos de corriente continua.
- ✓ Montar y verificar circuitos sencillos midiendo tensión, corriente y señal en el dominio del tiempo.
- ✓ Analizar errores de medición y comparar resultados entre diferentes instrumentos.

En estas prácticas repasaremos algunos conceptos vistos en clase de instrumentación electrónica. Buscaremos que los estudiantes asimilen los conceptos fundamentales y que sean capaces de construir y analizar circuitos electrónicos básicos, además, de identificar algunos aparatos de medición de magnitudes físicas fundamentales.

Marco teórico

La instrumentación electrónica abarca técnicas y equipos necesarios para convertir magnitudes físicas (tensión, corriente, frecuencia) en señales eléctricas procesables. Su estudio incluye desde la teoría de sensores hasta el procesamiento y visualización de datos en sistemas de control y análisis.

Es decir, es la disciplina que estudia las técnicas de diseñar, construir y utilizar correctamente los sistemas de medida.

También, podemos denominarlo al conjunto de instrumentos que hacen posible la medida de una variable física particular y por extensión, también al conjunto de instrumentos de medida que permite seguir la evolución de un sistema físico.

Medición de magnitudes eléctricas: Los equipos que se emplean generalmente en los laboratorios de física y electrónica son de uso estándar, casi siempre se cuenta con fuentes de voltaje, generadores de señal, osciloscopios, entre otros aparatos electrónicos, por lo general estos equipos requieren de una alimentación para poder emplearse.

- ✓ **Multímetro, Polímetro o Tester:** Es un instrumento electrónico de medición portátil, usado frecuentemente para las mediciones de las principales magnitudes eléctricas, tanto por aficionados, como por profesionales, en talleres, laboratorios e incluso en el hogar. Este dispositivo puede ser de tipos analógico o digital.
- ✓ **Voltímetro:** El voltímetro es un aparato que mide la tensión o diferencia de potenciales. Este dispositivo también tiene diferentes escalas, tanto de corriente continua, como de corriente alterna, al ajustar mal la escala del

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	6 de 32

voltaje a medir, se puede dañar y quedar disfuncional, esto siempre pasa en los dispositivos analógicos, donde la polaridad se debe tener en cuenta. Los dispositivos digitales no muestran medición en pantalla si no están en una escala correcta. Para medir una diferencia de potenciales se conectan las puntas del voltímetro en paralelo con el dispositivo o fuente a medir, se recomienda asegurarse que esté colocado en la escala correcta.

- ✓ **Amperímetro:** El amperímetro sirve para medir las corrientes en un circuito. Para medir las corrientes se conecta el Amperímetro en serie en el circuito.
- ✓ **El Osciloscopio:** Un osciloscopio es un instrumento de visualización electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el dominio del tiempo. Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla generalmente de rayos catódicos, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones. La imagen así obtenida se denomina oscilograma. Suele incluir un panel de control donde se puede regular el enfoque y la intensidad de la luz, permitiendo resaltar o apagar algunos segmentos de la traza. Los osciloscopios, clasificados en función de su funcionamiento interno, pueden ser tanto analógicos como digitales, siendo el resultado mostrado idéntico en cualquiera de los dos casos; generalmente, tienen dos canales para realizar mediciones o comparar ondas.
- ✓ **Generador de Funciones:** También se le conoce como generador de señales, es un dispositivo electrónico que genera patrones de señales periódicas o no periódicas, tanto analógicas como digitales. Se emplea normalmente en el diseño, prueba y reparación de dispositivos electrónicos. Existen diferentes tipos de generadores de señales según el propósito y aplicación que corresponderá con el precio. Tradicionalmente los generadores de señales eran dispositivos estáticos apenas configurables, pero actualmente permiten la conexión y control desde un PC.

Descripción del Montaje: Circuito divisor de tensión simple de dos resistores en serie conectados a una fuente de tensión.

Componentes:

- ✓ Multímetro digital
- ✓ Fuente de alimentación DC (0 – 15 V)
- ✓ Generador de funciones (0 – 1 MHz)
- ✓ Osciloscopio de dos canales
- ✓ Resistencias: 1 k Ω , 2.2 k Ω , 4.7 k Ω
- ✓ Protoboard y cables banana / puntas de prueba

Esquema de conexión:

- ✓ Canal 1 del osciloscopio conectado a los extremos de R1.
- ✓ Canal 2 al punto medio (entre R1 y R2) para comparar señales.
- ✓ Generador de funciones inyecta señal senoidal (1 kHz, 2 Vpp) en entrada del divisor.



Procedimiento Detallado

1. Verificación inicial

- ✓ Inspeccione visualmente todos los instrumentos y cables.
- ✓ Asegúrese de que las puntas del osciloscopio estén calibradas y libres de daños.

2. Ajuste de la fuente DC

- ✓ Configure la fuente en 5 V.
- ✓ Conecte la salida al protoboard.

3. Montaje del divisor resistivo

- ✓ Inserte R1 (1 kΩ) y R2 (2.2 kΩ) en serie.
- ✓ Conecte el amperímetro en serie con R1 para medir corriente total.
- ✓ Conecte el voltímetro en paralelo con R2.

4. Medición con el multímetro

- ✓ Seleccione rango adecuado para 5 V en el multímetro.
- ✓ Registre la tensión sobre R1 y sobre R2.

5. Análisis con el osciloscopio y generador

- ✓ Desconecte la fuente DC.
- ✓ Inyecte señal senoidal del generador (1 kHz, 2 Vpp) al mismo nodo de R1.
- ✓ Observe en Canal 1 la forma de onda de entrada y en Canal 2 la atenuación en el nodo intermedio.
- ✓ Ajuste el tiempo/div y volts/div para obtener una vista estable.

6. Registro de datos

- ✓ Complete tablas de corriente, tensión (DC) y amplitudes (AC).
- ✓ Anote la lectura del osciloscopio: amplitud pico, frecuencia y retardo entre canales.

Cuestionario y Procesamiento de Resultados

Cuestionario

1. ¿Cuál es la relación teórica entre las tensiones en R1 y R2? Calcule y compare el código de colores con los valores prácticos.
2. ¿Cómo influye la impedancia de entrada del voltímetro en la medición?
3. ¿Qué diferencias observó al medir la misma tensión con el multímetro y el osciloscopio?
4. Explique por qué el amperímetro debe conectarse en serie y el voltímetro en paralelo.
5. ¿Cómo varía la forma de onda al cambiar la carga de R2 por una resistencia mayor?

Tabla de Resultados

Medición	Valor Teórico	Valor Medido	Error (%)
V_{R1} (DC) (V)			
V_{R2} (DC) (V)			
I_{total} (DC) (mA)			
Amplitud Canal 1 (AC)			
Amplitud Canal 2 (AC)			

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	8 de 32

1. Calcule el error relativo.
2. Grafique en Excel la curva de atenuación: amplitud salida vs. frecuencia (varíe f de 1000 Hz a 10 kHz).
3. Comente la respuesta en frecuencia del divisor y la carga que impone el osciloscopio.
4. Realizar un informe, entregue la hoja de datos completa, el oscilograma y un informe con respuestas al cuestionario y las conclusiones y observaciones sobre las mediciones realizadas, las ventajas y limitaciones de cada instrumento.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	9 de 32

PRACTICA Nro 2:

Reconocimiento de Elementos Básicos de un Circuito y Medición de Parámetros Eléctricos

1. Marco teórico

El estudio de circuitos eléctricos parte de la comprensión de las propiedades fundamentales de la electricidad:

- **Carga eléctrica**
Es la magnitud intrínseca de partículas subatómicas (electrones, protones) que origina y responde a campos electromagnéticos.
- **Corriente eléctrica**
Flujo ordenado de cargas a través de un conductor, medible en amperios (A).
- **Potencial y diferencia de potencial**
El potencial eléctrico mide la energía por unidad de carga en un punto del espacio; la diferencia de potencial o tensión es el trabajo para mover una carga entre dos puntos, en voltios (V).
- **Ley de Ohm**
 $V = I \cdot R$, donde R es la resistencia en ohmios (Ω), V la tensión y I la corriente.
- **Leyes de Kirchhoff**
 - Ley de Corrientes (nodo): la suma algebraica de corrientes que entran/salen de un nodo es cero.
 - Ley de Tensiones (malla): la suma de tensiones en todo lazo cerrado es cero.

Los componentes pasivos más comunes son:

- **Resistores (R):** oposición al paso de corriente.
- **Capacitores (C):** almacenan energía eléctrica en un campo electrostático; impedancia inversamente proporcional a la frecuencia.
- **Inductores (L):** almacenan energía en un campo magnético; impedancia proporcional a la frecuencia.

Para verificar la continuidad se emplea la escala de “beep” o resistencia baja en un multímetro.

2. Objetivos

1. Reconocer y manipular los elementos básicos de un circuito eléctrico.
2. Conectar y usar correctamente un multímetro para medir:
 - Resistencia (Ω)
 - Capacitancia (F)
 - Inductancia (H)
 - Continuidad eléctrica
3. Montar circuitos sencillos en configuraciones serie y paralelo.
4. Verificar experimentalmente la Ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff.

3. Descripción del montaje

Equipos y componentes necesarios

- Multímetro digital con rangos de Ω , F, H y continuidad
- Generador de funciones o fuente DC ajustable (0–12 V)
- Resistores: 2×100 Ω , 2×220 Ω

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	10 de 32

- Capacitores: 2×100 nF, 2×220 nF
- Inductor: bobina de ≈10 mH
- Protoboard y cables de conexión
- Conexiones tipo banana y puntas para multímetro

Diagrama esquemático

- Se conectan a una Fuente DC a la serie entre R1 & R2
- Para paralelo, ambos extremos de R1 y R2 se unen.
- Análogamente con C1, C2 y la bobina L.

4. Procedimiento detallado

- 1. Calibración del multímetro**
 - a. Seleccione el rango adecuado para cada medición (Ω , nF, mH).
 - b. Conecte las puntas en COM y Ω (o F, H).
 - c. Verifique en circuito abierto: resistencia infinita (OL).
- 2. Medición de resistores individuales**
 - a. Retire R1 del circuito.
 - b. Mida su resistencia y anote ($R_{\{1,med\}}$).
 - c. Repita con R2.
- 3. Resistencia en serie**
 - a. Monte R1 y R2 en serie en protoboard.
 - b. Mida resistencia total ($R_{s,med}$).
 - c. Compare con ($R_{s,teo}$).
- 4. Resistencia en paralelo**
 - a. Monte R1 y R2 en paralelo.
 - b. Mida ($R_{p,med}$).
 - c. Calcule ($R_{p,teo}$)
- 5. Capacitancia**
 - a. Mida C1 y C2 por separado ($C_{1,med}$), ($C_{2,med}$).
 - b. Monte en serie; mida ($C_{s,med}$) y calcule ($C_{s,teo}$).
 - c. Monte en paralelo; mida ($C_{p,med}$) y calcule ($C_{p,teo}$)
- 6. Inductancia**
 - a. Mida L en circuito abierto (L_{med}).
 - b. Si hay dos bobinas, repita pasos análogos a resistores (serie/paralelo).
- 7. Continuidad**
 - a. Use escala de continuidad en un alambre y en un circuito abierto.
 - b. Observe el “beep” al cerrar el circuito.

Verificación de leyes

- a. Arme una malla sencilla con R1 y R2 y aplique 5 V.
- b. Mida corrientes y tensiones en nodos y lazos.
- c. Compruebe ($\sum_{k=1}^n i_k = 0$) y ($\sum_{k=1}^n v_k = 0$)

5. Cuestionario y procesamiento de resultados

Cuestionario

1. Compare cada (R_{med}) con (R_{teo}). ¿Cuál es el error porcentual?
2. Verifique la equivalencia teórica y experimental en configuraciones serie y paralelo para R, C y L.
3. Explique por qué la capacitancia en serie disminuye, y en paralelo aumenta.
4. Describa cómo las leyes de Kirchhoff se cumplen en su montaje de malla.
5. ¿Qué factores pueden originar desviaciones entre medición y valor nominal?

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	11 de 32

Procesamiento de resultados

- Calcular Error relativo:

- **Tabla de resultados de resistencia**

Configuración	Valor teórico (Ω)	Valor medido (Ω)	Error (%)
R1	R1,teo	R1,med	
R2	R2,teo	R2,med	
Serie	R1,teo+R2,teo	Rserie,med	
Paralelo	() ⁻¹	Rparalelo,med	

- **Tabla de resultados de capacitancia**

Configuración	C teórico (nF)	C medido (nF)	Error (%)
C1	C1,nominal	C1,med	
C2	C2,nominal	C2,med	
Serie	() ⁻¹	Cserie,med	
Paralelo	C1+C2	Cparalelo,med	

- **Informe**

Redacte conclusiones sobre la validez de las leyes de Ohm, Kirchhoff y el comportamiento de R, C y L en sus distintas configuraciones. Analice las fuentes de error (tolerancia de componentes, contacto, instrumento) y sugiera mejoras experimentales.

Parte B. Instrumentación y análisis de circuitos

B.1. Estudio de la Respuesta Transitoria en Circuitos RC y RL

Objetivo: Comprender y medir la constante de tiempo en respuestas de carga y descarga (RC) y desenergización de inductores (RL).

Implementación:

- Utilizar un generador de pulsos o un simple interruptor manual.
- Registra la forma de onda de tensión en C o en L con un osciloscopio.
- Determina empíricamente $\tau = R \cdot C$ y $\tau = L/R$ ajustando curvas de decaimiento exponencial.

B.2. Análisis de Respuesta en Frecuencia (Impedancia vs. Frecuencia)

Objetivo: Explorar la dependencia de impedancia de capacitores e inductores frente a la frecuencia.

Implementación:

- Usa un generador de señales senoidales (20 Hz–100 kHz) y un osciloscopio.
- Mide la amplitud de corriente o tensión al variar la frecuencia.
- Grafica $|Z(\omega)|$ para C y L y compara con $Z_C=1/j\omega C$, $Z_L=j\omega L$.

B.3. Circuito Resonante Serie y Paralelo (RLC)

Objetivo: Identificar frecuencia de resonancia y factor de calidad (Q) en circuitos

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	12 de 32

RLC.

Implementación:

- Monta un R, L y C en serie; luego en paralelo.
- Barrido de frecuencia y registro de la amplitud de la tensión o corriente.
- Calcula $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$ y $Q = \omega_0 L / R$ (serie) / $R / \omega_0 L$ (paralelo).

B.4. Diseño y Medición de Filtros Pasivos RC

Objetivo: Diseñar y caracterizar filtros paso bajo y paso alto de primer orden.

Implementación:

- Usa combinaciones de R y C para armar filtros RC.
- Realiza barrido de frecuencia y mide atenuación en dB.

Determina frecuencia de corte $f_c = 1/2\pi RC$ y valida experimentalmente.

B.5. Medición con Puente LCR vs. Multímetro

Objetivo: Comparar precisión y límites de operación de diferentes instrumentos de medición.

Implementación:

- Emplea un puente LCR (si está disponible) y un multímetro digital.
- Mide R, C y L de los mismos componentes en cada instrumento.
- Analiza discrepancias, rangos útiles y fuente de error.

B.6. Exploración de Componentes No Lineales

Objetivo: Conocer características I-V de diodos, termistores o varistores.

Implementación:

- Armado de circuito simple con fuente variable y diodo o NTC/PTC.
- Registra corriente vs. tensión con la escala adecuada del multímetro o fuente.
- Grafica curva I-V y extrae parámetros (V_f , coeficiente de temperatura).

B.7. Efectos de la Temperatura sobre los Resistores y Capacitores

Objetivo: Observar cómo cambian R y C con la temperatura.

Implementación:

- Calienta suavemente el resistor o capacitor con un secador o baño María a baja T.
- Mide su valor en intervalos de temperatura usando termómetro.
- Constatación de coeficientes térmicos (α para R, β para C).

B.8. Simulación con Electric Circuit Studio, TinkerCad o EveryCircuit

Objetivo: Familiarizarse con herramientas de simulación y validarlas frente a datos reales.

Implementación:

- Recrea los circuitos básicos anteriores y sus variaciones.
- Compara las respuestas transitorias y en frecuencia con las medidas prácticas. Ajusta modelos de componentes (tolerancias, pérdidas).
- Saca conclusiones.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	13 de 32

PRACTICA Nro 3:

Unión PN y Simulación de Circuitos Rectificadores

1. Marco teórico

La unión PN es el bloque fundamental de los diodos semiconductores. Al unirse un material tipo P (portadores mayoritarios son los huecos) y un tipo N (portadores mayoritarios son los electrones), se forma una región de agotamiento donde existe un campo eléctrico interno que impide el paso de carga hasta superar una tensión umbral (~0,7 V en silicio). La ecuación aproximada de la corriente directa es:

$$I = I_s \left[e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right]$$

donde I_s es la corriente de saturación, V_D la tensión en la unión, n el factor de idealidad y V_T la tensión térmica (~ 26 mV a 25 °C).

Los circuitos rectificadores emplean diodos para convertir corriente alterna (AC) en corriente pulsante unidireccional (DC):

- Rectificador de media onda: permite solo un semiciclo positivo (o negativo).
- Rectificador de onda completa: emplea un puente de 4 diodos, y un transformador con derivación central para aprovechar ambos semiciclos para tener la posibilidad de tener fuentes duales.
- Filtro capacitivo: suaviza la salida reduciendo el rizado ($V_{pp,ripple}$) según $\tau = R_L C$.

La tensión media de salida para un rectificador de media onda ideal es:

$$V_{DC,medio} = V_m / \pi$$

y para onda completa:

$$V_{DC,medio} = 2V_m / \pi$$

2. Objetivos

- Estudiar la característica I–V de la unión PN y el funcionamiento de diodos en polarización directa e inversa.
- Montar y simular (**Electric Circuit Studio o EveryCircuit**) los circuitos:
 1. Media onda
 2. Media onda con filtro
 3. Onda completa (puente)
 4. Onda completa con filtro
- Observar con osciloscopio virtual las formas de onda de entrada y salida.
- Comparar resultados teóricos con simulados: tensión pico, valor medio DC, rizado y eficiencia.
- Analizar diseños de fuentes regulables presentados en video2.



3. Descripción del montaje

Componentes virtuales y parámetros

- Generador AC: 60 Hz, 20 V pico.
- Transformador ideal 10:1 (salida 2 V pico).
- Diodos: 1N4007.
- Resistencia de carga R_L : 1 k Ω .
- Condensador de filtro C: 100 μ F.
- Osciloscopio de dos canales (CH1: secundario del transformador; CH2: salida del rectificador).

Esquemas de conexión

1. **Media onda:** Transformador al diodo D_1 con un R_L conectado a GND.
2. **Media onda con filtro:** Igual al anterior con un condensador en paralelo con un resistor de carga R_L .
3. **Onda completa (puente):** Transformador al puente de cuatro diodos con R_L a GND.
4. **Onda completa con filtro:** Igual al anterior con un condensador en paralelo con R_L .

4. Procedimiento detallado

1. Caracterización del diodo

- Monte una fuente DC variable (0–1 V) con el diodo y una resistencia en serie de 100 Ω .
- Barrer V_D en el simulador y registrar I_D .
- Grafique la curva I–V.

2. Montaje de rectificador de media onda

- Genere una AC de 20 V_p, 60 Hz.
- Aplique transformador 10:1.
- Conecte diodo y carga.
- Observe en el osciloscopio CH1 (2 V_p AC) y CH2 (salida).
- Mida:
 - $V_{p,out}$
 - $V_{DC,medio}$
 - $V_{pp,ripple}$

3. Añadir filtro capacitivo

- Conecte C=100 μ F en paralelo con R_L .
- Repita mediciones de voltajes pico, medio y de rizado.



4. Rectificador de onda completa

- Cambie al montaje del puente de 4 diodos.
- Repita pasos de medición sin filtro.

5. Onda completa con filtro

- Añada el C en paralelo con R_L .
- Registre los mismos parámetros.

6. Análisis de videos

- Ve a el video de “Como Hacer Una Fuente de Voltaje Regulada 1.5 a 15 VDC” y “Fuente regulable de VOLTAJE/Ideatronic”1.
- Revisar la Técnica de regulación (zener versus regulador integrado).

5. Cuestionario y procesamiento de resultados

• Cuestionario

1. Compare en cada configuración la tensión media simulada con la fórmula teórica.
2. Calcule el error porcentual para $V_{DC,medio}$.
3. Determine el factor de rizado $r = V_{pp,ripple}/V_{DC,medio}$
4. Explique la mejora al añadir el filtro capacitivo.
5. Comente ventajas y desventajas del rectificador de media onda vs. onda completa.
6. Según los videos, ¿qué método de regulación prefieren y por qué?
7. Proponga valores de CC y R_L para reducir el rizado a menos del 5 %.

• Procesamiento de resultados

- Error porcentual:
- Factor de rizado: $r = V_{pp,ripple}/V_{DC,medio}$

Tabla de resultados

Configuración	$V_{DC,teo}$ (V)	$V_{DC,sim}$ (V)	Error (%)	$V_{pp,ripple}$ (V)	Error (%)
Media onda	$2/\pi \approx 0.637$				
Media onda + filtro					
Onda completa (puente)	$4/\pi \approx 1.273$				
Onda completa + filtro					

Informe: Redacte conclusiones sobre el desempeño de cada rectificador, el impacto del filtro y las técnicas de regulación vistas en los videos. Analice fuentes de desviación (pérdida de diodos, modelo de transformador, tolerancia de CC).

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	16 de 32

PRACTICA Nro 4:

Transistor BJT NPN como Interruptor y como Amplificador

1. Marco Teórico

El transistor de unión bipolar (BJT) es un dispositivo de tres terminales (emisor, base y colector) formado por dos uniones PN que permite controlar una corriente de colector (I_c) a partir de una pequeña corriente de base (I_b).

- En modo **interruptor**, el BJT se usa entre las regiones de corte ($I_c \approx 0$) y saturación ($V_{CE} \approx 0$), con el fin de conmutar cargas.
- En modo **amplificador** (región activa), la unión base-emisor está polarizada en directa y la base-colector en inversa, logrando que $I_c \approx \beta \cdot I_b$, donde β es la ganancia de corriente continua.

El estudio de ambas configuraciones permite entender:

- Los tiempos de conmutación en aplicaciones de switching.
- La linealidad, ganancia de tensión y ancho de banda en pequeñas señales.

2. Objetivos

- Estudiar y simular las características de un BJT NPN en modo interruptor y modo amplificador.
- Montar físicamente ambos circuitos y comparar resultados con la simulación.
- Medir corrientes y tensiones clave (I_c , I_b , V_{BE} , V_{CE}).
- Determinar la ganancia de corriente (β) y de tensión (A_v) en la configuración de amplificador.
- Evaluar los tiempos de encendido y apagado en la configuración como interruptor.

3. Descripción del Montaje

a) Interruptor con BJT NPN

Componentes:

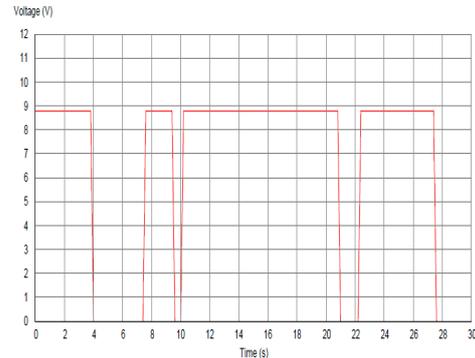
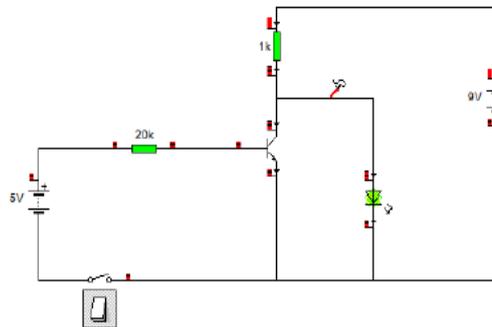
- Transistor 2N2222 o BC547 (NPN)
- Fuente DC $V_{CC} = 9\text{ V}$
- Resistencia de base $R_B = 100\text{ k}\Omega$
- LED rojo + Resistencia de carga $R_L = 470\ \Omega$
- Pulsador o generación de pulso TTL (0–5 V)
- Protoboard, cables de conexión
- Osciloscopio (canal CH1 entrada base, CH2 colector)

Conexiones:

1. Pulso TTL $\rightarrow R_B \rightarrow$ Base (B)
2. Emisor (E) \rightarrow GND.
3. Colector (C) \rightarrow LED $\rightarrow R_L \rightarrow V_{CC}$



Diagrama esquemático y formas de onda de salida de un BJT como interruptor.

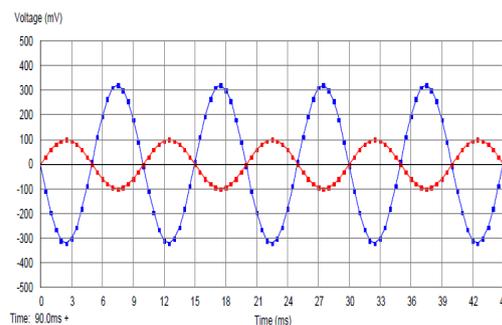
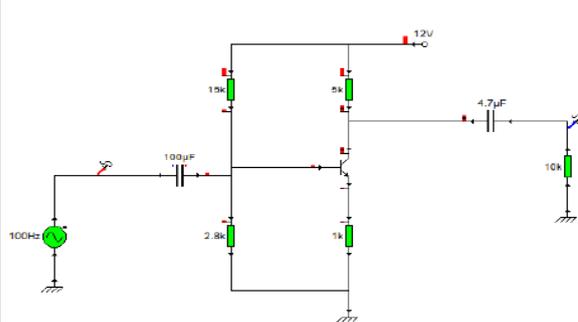


b) Amplificador con BJT NPN en configuración emisor común

Componentes:

- Transistor 2N2222 o BC547 (NPN)
- Fuente DC VCC = 12 V
- Resistencias: $R_C = 4.7 \text{ k}\Omega$, $R_E = 1 \text{ k}\Omega$, $R_{B1} = 100 \text{ k}\Omega$, $R_{B2} = 47 \text{ k}\Omega$
- Condensadores de acoplo: $C_{in} = 10 \mu\text{F}$, $C_{out} = 10 \mu\text{F}$
- Generador de señal senoidal (20 mVpp, 1 kHz)
- Osciloscopio (CH1 entrada, CH2 salida)
- Protoboard y cables

Diagrama esquemático y formas de onda de un amplificador (EC) inversor.



4. Procedimiento Detallado

4.1 Simulación

- Abrir el programa de simulación (TinkerCad, EveryCircuit...).
- Crear el circuito del interruptor; fijar pulso TTL (0–5 V, 1 kHz, duty 50 %).
- Colocar sonda de osciloscopio en base (CH1) y colector (CH2).
- Ejecutar y registrar tiempos de subida (t_r), bajada (t_f), retardo de encendido (t_{on}) y apagado (t_{off}).
- Cambiar componentes (R_B , R_L) y observar variaciones de tiempos.
- Simular el amplificador; aplicar señal senoidal (20 mVpp, 1 kHz).
- Medir amplitud de entrada y salida, calcular $A_v = V_{out_pp} / V_{in_pp}$.
- Repetir con señales cuadradas y triangulares, comparar formas de onda.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	18 de 32

4.2 Montaje en Protoboard

- Ensamblar circuitos según el diagrama esquemático.
- Verificar conexiones con multímetro y evitar cortocircuitos.
- Conectar fuentes de alimentación (respeta polaridades).
- Calibrar osciloscopio (20 mV/div para entrada, 2 V/div para salida).
- Para el interruptor, accionar el pulsador y observar LED y ondas.
- Para el amplificador, conectar generador de señal y oscilar.
- Registrar todas las medidas en una tabla: I_b , I_c , V_{BE} , V_{CE} , A_v , t_r , t_f , t_{on} , t_{off} .

5. Cuestionario

- Defina las regiones de operación de un BJT NPN y explique cuándo se considera saturado o en corte.
- ¿Cómo influye R_B en los tiempos de conmutación del transistor como interruptor?
- Calcule la ganancia de corriente β a partir de las medidas de I_b e I_c .
- Compare la ganancia de tensión medida en simulación y en hardware. ¿Qué factores pueden explicar discrepancias?
- Analice cómo varía A_v al cambiar la frecuencia de la señal de entrada.
- Explique la función de los condensadores de acoplo C_{in} y C_{out} en el amplificador.

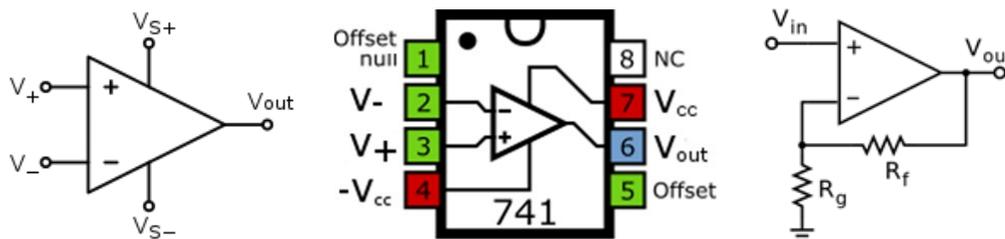


PRACTICA Nro 5:

Amplificador Operacional 741

1. Marco Teórico

Los amplificadores operacionales (A.O.) son bloques activos de muy alta ganancia y dos entradas (inversora y no inversora) que, en lazo abierto, proporcionan una salida $V_0 = A \cdot (V^+ - V^-)$. Para aplicaciones prácticas se emplea realimentación negativa, reduciendo la ganancia a un valor determinado por la red de retroalimentación, pero logrando un comportamiento predecible en la señal de salida.



El 741 es un A.O. clásico en encapsulado DIP-8. Requiere fuentes duales ($\pm 12\text{ V}$ a $\pm 15\text{ V}$) y un par de capacitores de desacoplo. Sus parámetros característicos (ganancia en lazo abierto $A \approx 200\,000$, producto ganancia-ancho de banda $GBW \approx 1\text{ MHz}$, tensión de offset típica 1 mV , corrientes de polarización $I_b \approx 80\text{ nA}$) lo hacen idóneo para practicar configuraciones lineales y operaciones matemáticas.

Configuraciones básicas:

- Inversor: $A_v = -R_f/R_{in}$.
- No inversor: $A_v = 1 + R_f/R_g$.
- Sumador: $V_0 = -(R/R_1 \cdot V_1 + R/R_2 \cdot V_2 + \dots)$.
- Diferenciador: $V_0 = -R_f \cdot C \cdot dV_{in}/dt$.
- Integrador: $V_0 = -(1/R \cdot C) \int V_{in} dt$.

La respuesta en frecuencia, el slew rate y la tensión de offset definen límites prácticos en amplitud, distorsión y precisión de las operaciones.

2. Objetivos

- Reconocer el encapsulado y pines del A.O. 741.
- Simular en un software (Proteus, TinkerCad, EveryCircuit, etc.) las configuraciones inverting, non-inverting, sumador, diferenciador e integrador.
- Diseñar y montar físicamente un amplificador inversor con $A_v = -100$.
- Comprobar operaciones matemáticas: suma ponderada, diferenciación e integración de señales.
- Medir y comparar resultados simulados y reales: ganancia, respuesta en frecuencia, offset y distorsión.



3. Descripción del Montaje

Componentes y Conexiones Comunes

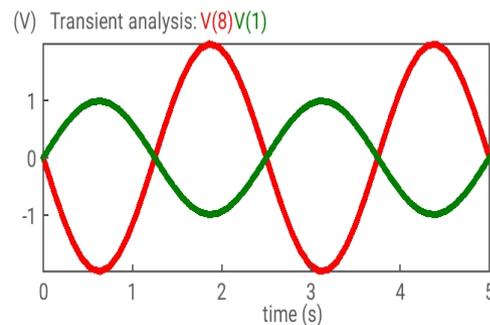
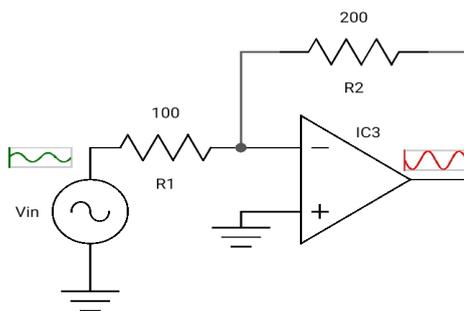
- Amplificador 741 (DIP-8)
- Fuente dual $\pm 15\text{ V}$
- Capacitores de desacoplo ($2 \times 100\text{ nF}$ cercanos a pines 4 y 7)
- Resistencias de precisión (1 %, 0.1 W)
- Condensadores (10 nF–100 nF para integrador/diferenciador)
- Generador de funciones (20 mVpp a 1 kHz y otras formas de onda)
- Osciloscopio (CH1 Vin, CH2 Vout)
- Protoboard, cables de conexión

Pines del 741 (DIP-8)

Pin	Función	Pin	Función
1	Offset Null 1	5	Offset Null 2
2	Entrada inversora	6	Salida
3	Entrada no inversora	7	V ⁺ (alimentación)
4	V ⁻ (alimentación)	8	No conectada

4. Procedimiento Detallado

4.1 Simulación de Amplificador Inversor ($A_v = -100$)



1. En el simulador, colocar A.O. 741 con alimentación $\pm 15\text{ V}$ y desacoplo.
2. Conectar $R_{in} = 1\text{ k}\Omega$ entre V_{in} (20 mVpp, 1 kHz) y pin 2; $R_f = 100\text{ k}\Omega$ entre salida (pin 6) y pin 2.
3. Medir en osciloscopio CH1 la señal de entrada, CH2 la salida. Ajustar divisiones a 10 mV/div y 2 V/div.
4. Capturar amplitud, periodo y frecuencia; calcular $A_{v_{sim}} = V_{out_{pp}}/V_{in_{pp}}$.

4.2 Montaje Físico

1. Ensamblar el circuito inversor en protoboard, respetando polaridades y desconectando antes de cablear.
2. Conectar el generador de funciones y el osciloscopio.
3. Repetir mediciones de amplitud y frecuencia; obtener A_v real.

4.3 Simulación de Operaciones Matemáticas

Para cada configuración, en el simulador:

- **Sumador:** $R_f = R_1 = R_2 = 10\text{ k}\Omega$; aplicar dos senoidales de distinta amplitud y



frecuencia.

- **Integrador:** $R_{in} = 10\text{ k}\Omega$; $C = 100\text{ nF}$; V_{in} : pulso cuadrado 1 kHz.
- **Diferenciador:** $R = 10\text{ k}\Omega$; $C = 10\text{ nF}$; V_{in} : rampa 500 Hz.
- **No inversor, seguidor, amplificador de instrumentación** según esquemas de clase.

Registrar la forma de onda y verificar la relación teórica entre V_{in} y V_{out} .

5. Cuestionario

1. ¿Qué asunciones se hacen al modelar el A.O. 741 como ideal?
2. Derive la fórmula de A_v para la configuración inversora y no inversora.
3. ¿Cómo afecta la corriente de polarización de entrada y la tensión de offset al resultado práctico?
4. Explique la función de los capacitores de desacoplo en el 741.
5. ¿Por qué la ganancia máxima de un 741 decrece al aumentar la frecuencia de la señal?
6. Calcule la constante de tiempo de los circuitos integrador y diferenciador.
7. Compare en la simulación la salida de un sumador con la predicción teórica. ¿Hay errores? ¿De dónde provienen?
8. ¿Cómo se modifica la salida del integrador al aplicar una onda triangular en lugar de cuadrada?

6. Procesamiento de Resultados

1. Tabular datos de A_v , offset y distorsión:
2. Graficar bode simulados vs. datos medidos: ganancia vs. frecuencia.
3. Analizar las limitaciones: ancho de banda, slew rate, errores de offset y corrientes de polarización.
4. Discutir discrepancias entre simulación y hardware (tolerancias de componentes, ruido, capacitancias parásitas).
5. Concluir sobre la idoneidad del 741 para operaciones matemáticas y proponer mejoras (op-amps modernos, ajuste de offset).

Configuración	A_v teórica	A_v simulada	A_v medida	Offset (mV)	Error (%)
Inversor (-100)	-100				
Sumador	$-1 \cdot (V_1 + V_2)$				
Integrador	$-(1/RC) \int$				
Diferenciador	$-RC \cdot dV_{in}/dt$				

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	22 de 32

PRACTICA Nro 6:

Temporizador 555

1. Marco Teórico

El temporizador 555 es un circuito integrado versátil empleado como generador de pulsos, multivibrador monoestable y astable, alarma o interruptor digital.

Consta de ocho pines:

- Tierra (GND): Conexión al negativo de la fuente.
- VCC: Alimentación (4.5 V a 16 V).
- Disparo (TRIG): Activa la salida cuando recibe un pulso bajo.
- Umbral (THR): Desactiva la salida al superar 2/3 VCC.
- Descarga (DIS): Conecta a masa el condensador en astable.
- Control de voltaje (CV): Permite modular el nivel de comparadores internos.
- Reinicio (RESET): Llevar a nivel bajo fuerza un reinicio; normalmente se anula a VCC.
- Salida (OUT): Señal de disparo (0 V o VCC).

En modo monoestable la salida dispara un pulso único de duración $T = 1,1 \cdot R \cdot C$.

En modo astable genera una onda cuadrada de periodo $T = T1 + T2$, con $T1 = 0,693 \cdot (R1 + R2) \cdot C$ y $T2 = 0,693 \cdot R2 \cdot C$.

2. Objetivos

- Reconocer y ubicar las ocho patillas del temporizador 555.
- Simular en Crocodile Clips, Proteus o TinkerCad circuitos monoestable y astable.
- Verificar la ecuación $T = 1,1 \cdot R \cdot C$ en modo monoestable para un pulso de 3 ms.
- Comprobar las ecuaciones $T1$ y $T2$ en modo astable para un periodo de 1 ms.
- Generar y analizar ondas cuadradas para aplicaciones digitales.

3. Descripción del Montaje

3.1 Monoestable

Componentes:

- CI 555
- Resistencia R ($\approx 2.7 \text{ k}\Omega$)
- Condensador C ($\approx 1 \mu\text{F}$)
- Fuente DC 5 V
- Pulsador momentáneo
- Osciloscopio virtual

Conexiones:

1. Pin 1 \rightarrow GND.
2. Pin 8 \rightarrow +5 V.
3. Pin 2 y pulsador a GND; cuando esté libre, a +5 V.
4. Pin 6 (THR) conectado a condensador C; el otro extremo de C a GND.
5. Pin 7 a la unión R-C.
6. Pin 4 (RESET) a +5 V.
7. Pin 3 al osciloscopio (CH1).

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	23 de 32

3.2 Astable

Componentes:

- CI 555
- Resistencias R1 ($\approx 1 \text{ k}\Omega$) y R2 ($\approx 4.7 \text{ k}\Omega$)
- Condensador C1 ($\approx 0.01 \mu\text{F}$)
- Fuente DC 5 V
- Osciloscopio virtual

Conexiones:

1. Pin 1 \rightarrow GND.
2. Pin 8 \rightarrow +5 V.
3. R1 entre pin 7 y VCC.
4. R2 entre pin 7 y pin 6.
5. C1 entre pin 6/2 y GND.
6. Pin 2 unido a pin 6.
7. Pin 4 (RESET) a +5 V.
8. Pin 3 al osciloscopio (CH1).

4. Procedimiento Detallado

4.1 Modo Monoestable

1. Calcular R y C para $T = 3 \text{ ms}$: $R = 2.7 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$.
2. Montar el circuito según sección 3.1 en el simulador.
3. Configurar el osciloscopio: escala de tiempo 1 ms/div, CH1 en salida.
4. Pulsar TRIG (pin 2) y observar el pulso en CH1.
5. Capturar la pantalla y medir T_{exp} (anchura del pulso).
6. Repetir 5 veces y tabular valores.

4.2 Modo Astable

1. Calcular R1, R2 y C1 para $T \approx 1 \text{ ms}$: $R1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R2 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $C1 = 0.01 \mu\text{F}$.
2. Montar el circuito según sección 3.2.
3. Configurar el osciloscopio: escala 0.5 ms/div, CH1 en salida.
4. Observar la onda cuadrada y capturar pantalla.
5. Medir $T1_{\text{exp}}$ (ancho en alto), $T2_{\text{exp}}$ (ancho en bajo) y T_{exp} .
6. Repetir 3 veces y tabular.

5. Cuestionario

1. ¿Cuál es la desviación porcentual entre $T_{\text{teórica}}$ y T_{exp} en monoestable?
2. Explique cómo influyen R o C en la duración del pulso.
3. ¿Qué sucede si RESET (pin 4) queda flotante?
4. Compare el duty-cycle teórico y experimental en astable.
5. ¿Cómo afecta la tolerancia de los componentes a las mediciones?
6. Proponga un uso práctico para cada modo de operación.

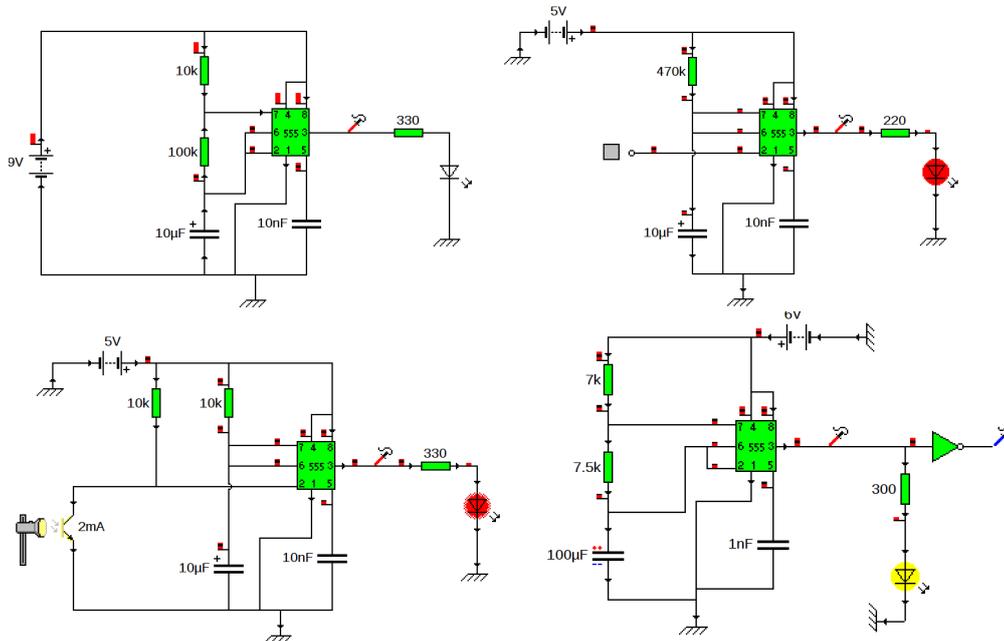
6. Procesamiento de Resultados

1. Construya una tabla con columnas: ensayo, $T_{\text{teórica}}$, T_{exp} , error (%).
2. Grafique T_{exp} vs. $T_{\text{teórica}}$ y analice linealidad.
3. Para astable, añada columnas $T1_{\text{teórica}}$, $T1_{\text{exp}}$, $T2_{\text{teórica}}$, $T2_{\text{exp}}$ y duty-cycle.
4. Calcule el error porcentual de T1 y T2.
5. Discuta posibles fuentes de discrepancia: tolerancia de resistencias, capacidad parásita o simulador.
6. Concluya sobre la fiabilidad del 555 en aplicaciones de temporizado y



generación de pulsos.

➤ Investigar y simular los siguientes circuitos:



➤ Realizar un informe completo de los resultados obtenidos.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	25 de 32

PRACTICA Nro 7:

Instrumentación con Arduino

1. Marco Teórico

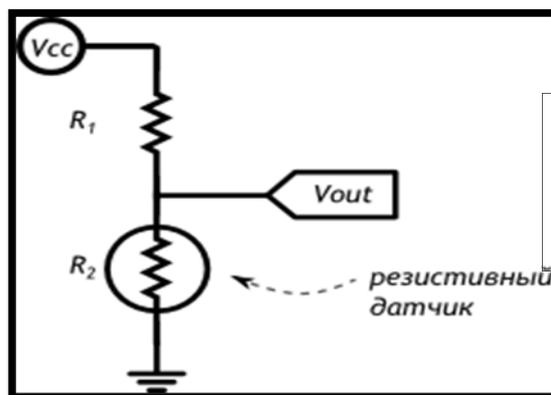
La instrumentación es el arte y ciencia de la medición y el control de variables físicas y químicas. Arduino es una plataforma de código abierto que combina hardware y software para leer señales de entrada (sensores resistivos, digitales o analógicos) y generar salidas (motores, LEDs, pantallas, comunicación serial).

El microcontrolador de Arduino (por ejemplo, ATmega328P en la placa Uno) incluye un ADC de 10 bits, puertos digitales y PWM, y se programa en lenguaje basado en C/C++ mediante el IDE de Arduino. Los sensores resistivos (fotorresistores, termistores, fotodiodos en modo resistivo) varían su resistencia según la magnitud medida y se conectan en un divisor de tensión para obtener una lectura analógica.

La comunicación serial a través de USB permite visualizar datos en un monitor serial o mostrarlos en un display LCD usando protocolos I²C o paralelo. El PWM en Arduino genera señales digitales moduladas en ancho de pulso para controlar la velocidad de motores DC o la posición de servomotores.

Sensores Resistivos y su aplicación en Arduino: Algunos de los sensores no producen directamente voltajes, solo cambian su resistencia u otras propiedades físicas. Los sensores resistivos cambian su resistencia, de acuerdo con algún efecto ambiental. Por ejemplo, el Fotorresistor: cambia su resistencia según la intensidad de luz incidente. El termistor: su resistencia cambia según la temperatura.

✓ Analizar la conexión de los sensores resistivos y sus características principales.



$$(R_1 + R_2) = V_{cc} ; i(R_2) = V_{out} ; i = \frac{V_{out}}{R_2} ;$$

$$V_{out} = V_{cc} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (1)$$

2. Objetivos

- Reconocer las características y pines I/O de Arduino Uno.
- Montar y simular circuitos básicos con sensores resistivos (potenciómetro, termistor, fotodiodo).
- Leer señales analógicas por divisor de tensión y visualizar valores con Serial

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	26 de 32

Monitor.

- Implementar visualización de mediciones en un display LCD.
- Aplicar PWM para controlar la velocidad de un motor DC y la posición de un servomotor.

3. Descripción del Montaje

3.1 Potenciómetro como Sensor de Posición

- Conectar potenciómetro 10 kΩ entre +5 V y GND.
- Central (cursor) → A0 de Arduino.

3.2 Sensor de Temperatura (LM35)

- LM35 entre +5 V y GND.
- Salida analog → A1.

3.3 Sensor de Luz con Fotodiodo

- Fotodiodo en modo resistivo en serie con resistencia de 10 kΩ.
- Unión fotodiodo–resistencia → A2.

3.4 Display LCD 16×2 (I²C)

- Conectar SCL → A5, SDA → A4, VCC → +5 V, GND → GND.

3.5 Motor DC con PWM

- Driver L298N o MOSFET.
- ENA → D5 (PWM), IN1/IN2 → D8/D9.
- Motor conectado al driver entre +5 V y GND.

3.6 Servomotor

- Señal → D6 (PWM), +5 V y GND.

4. Procedimiento Detallado

1. Abrir TinkerCad Circuits y crear un nuevo proyecto con Arduino Uno.
2. Montar los cuatro sensores (Sección 3.1–3.3) y el LCD (3.4).
3. Escribir y cargar el siguiente esqueleto de código en el IDE de Arduino:
4. `#include <Wire.h>`
5. `#include <LiquidCrystal_I2C.h>`
6. `LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);`
7. `const int sensorPot = A0, sensorTemp = A1, sensorLuz = A2;`
8. `const int pwmDC = 5, dir1=8, dir2=9, servoPin=6;`
9. `int valPot, valTemp, valLuz;`
- 10.
11. `void setup() {`
12. `Serial.begin(9600);`
13. `pinMode(pwmDC, OUTPUT);`

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	27 de 32

```

14. pinMode(dir1, OUTPUT); pinMode(dir2, OUTPUT);
15. lcd.init(); lcd.backlight();
16. }
17.
18. void loop() {
19.   valPot = analogRead(sensorPot);
20.   valTemp = analogRead(sensorTemp);
21.   valLuz = analogRead(sensorLuz);
22.   Serial.print(valPot); Serial.print(',');
23.   Serial.print(valTemp); Serial.print(',');
24.   Serial.println(valLuz);
25.
26.   lcd.setCursor(0,0);
27.   lcd.print("T:");
28.   lcd.print(valTemp*0.488,1); // LM35: 10mV/°C, Vref=5V, 10bit
29.   lcd.print("C ");
30.   lcd.setCursor(0,1);
31.   lcd.print("L:");
32.   lcd.print(map(valLuz,0,1023,0,100));
33.   lcd.print("%");
34.
35.   // Control motor DC y servo según valPot
36.   int duty = map(valPot,0,1023,0,255);
37.   analogWrite(pwmDC, duty);
38.   if (duty>128) digitalWrite(dir1, HIGH), digitalWrite(dir2, LOW);
39.   else digitalWrite(dir1, LOW), digitalWrite(dir2, HIGH);
40.
41.   // Servo
42.   int angle = map(valPot,0,1023,0,180);
43.   // suponer uso de librería Servo.h aquí
44.
45.   delay(200);
46. }

```

- Verificar lectura de valores en el Monitor Serial y calibrar LM35 a temperatura real.
- Observar datos en LCD: temperatura en °C y porcentaje de luz.
- Ajustar el potenciómetro y notar velocidad/dirección del motor DC y posición del servomotor.
- Capturar pantallazos de las gráficas de señal PWM en el osciloscopio virtual.

5. Cuestionario

1. ¿Cuál es la resolución del ADC de Arduino y cómo influye en las mediciones?
2. Explique el principio de funcionamiento de LM35 y cómo se traduce su voltaje



a temperatura.

3. ¿Por qué conectamos el fotodiodo en modo resistivo y no directamente?
4. Describe cómo el duty-cycle PWM afecta la velocidad del motor DC.
5. ¿Cómo varía la posición del servomotor al cambiar el ancho de pulso?
6. Proponga una aplicación real que integre los tres sensores y el control por PWM.

6. Procesamiento de Resultados

1. Crear tabla de lecturas:

Ensayo	Pot (A0)	Voltaje LM35 (mV)	Temp (°C)	Luz (%)	Duty (%)
1	512	2500	25.0	50	50

2. Graficar la señal PWM en función de valor Pot y extraer duty-cycle real.
3. Ajustar curva de calibración de LM35: temperatura medida vs. referencia.
4. Calcular error porcentual para cada sensor.
5. Analizar la linealidad de cada sensor y la estabilidad de las salidas PWM.
6. Concluir sobre la precisión de Arduino en instrumentación y el potencial de extensión a proyectos más complejos.
7. Sacar conclusiones.

✓ **Reconocimiento de la Plataforma Arduino Uno y algunos aspectos técnicos.**

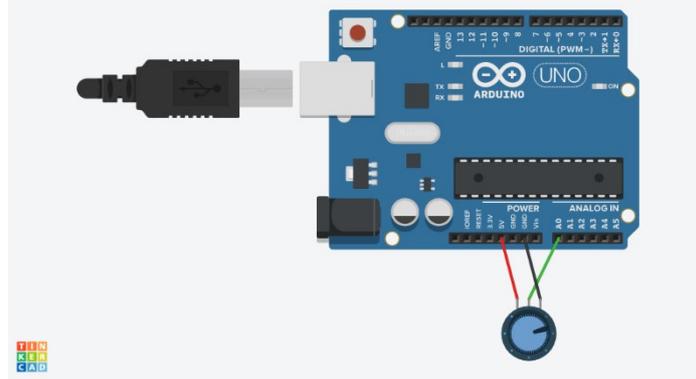


Plataforma Arduino Uno	ATmega328P
Microcontroller	
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6 (3 ^o , 5 ^o , 6 ^o , 9 ^o , 10 ^o y 11 ^o)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Investigar las características de la tarjeta, sus pines analógicos y digitales de i/o.

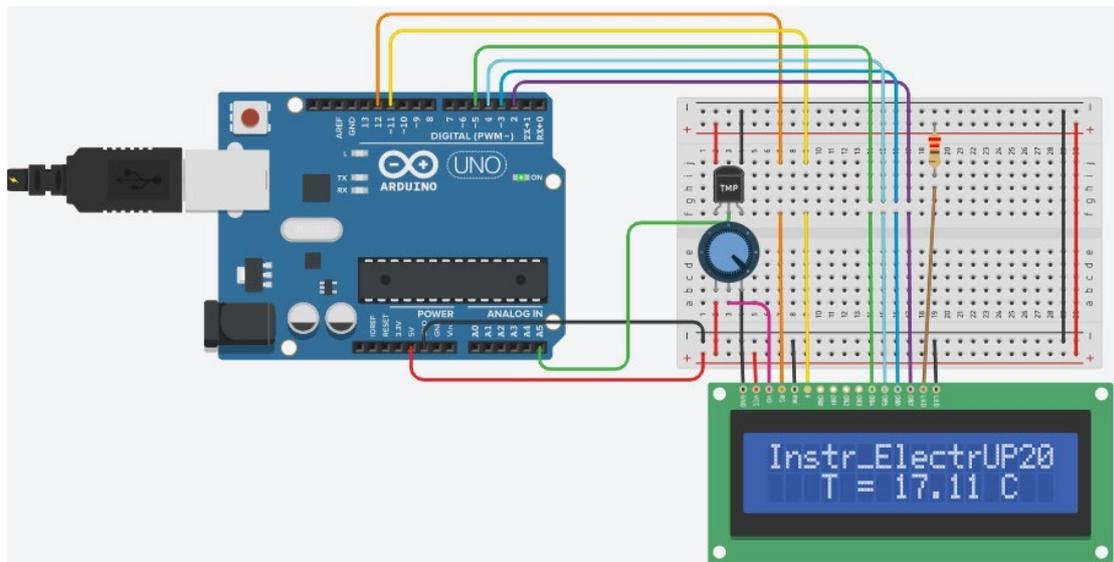
Examinar los siguientes circuitos. Potenciómetro con Arduino.

- ✓ Realizar la simulación en TinkerCad e investigar un código para hacer las lecturas del divisor de tensión. Cargar el código. Hacer las lecturas a través del Puerto serial.



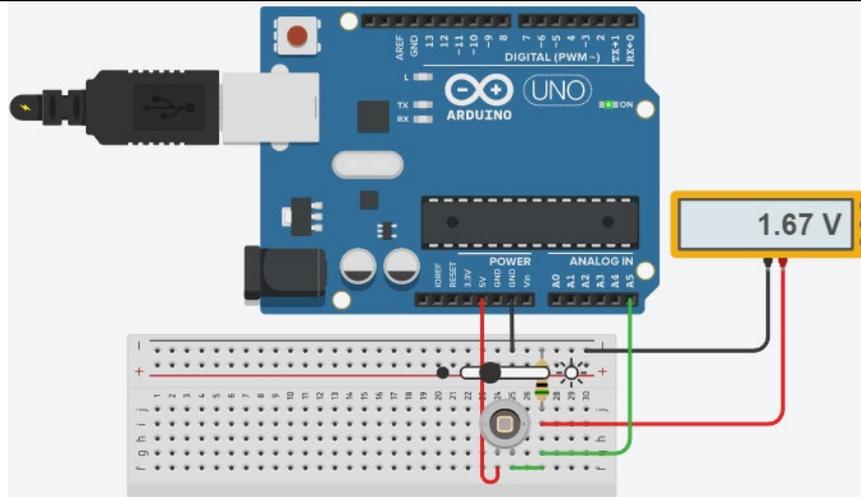
Montaje del Circuito Sensor de Temperatura.

- ✓ Realizar la simulación en TinkerCad del circuito mostrado a continuación. Investigar un Código para hacer las lecturas del sensor de T. Cargar el código al microprocesador. Efectuar las lecturas a través del Puerto serial del PC. Ejecutar la visualización de los datos a través del display LCD.

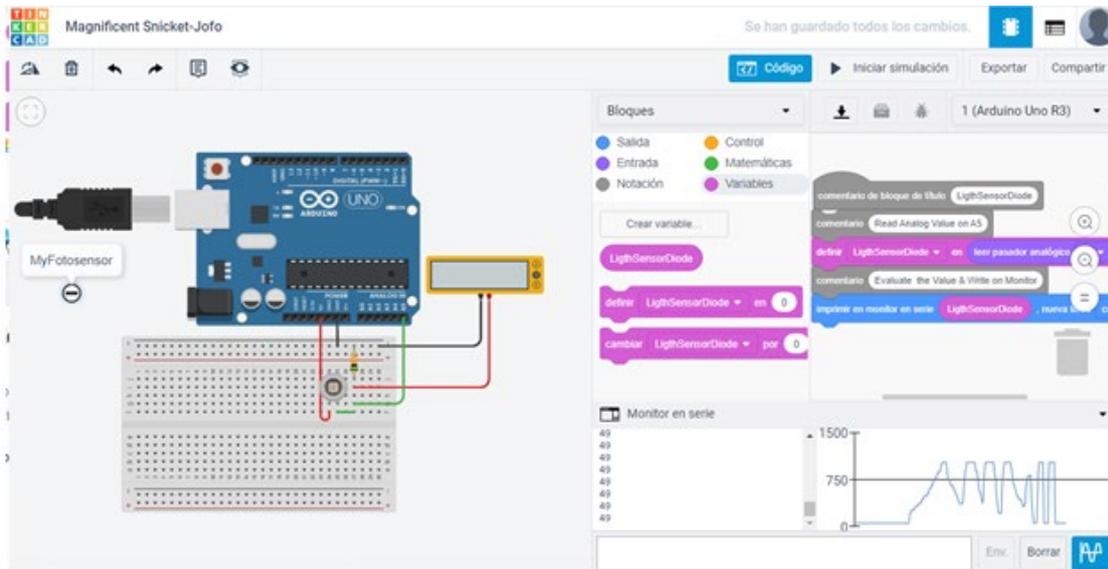


Montaje de un circuito con Fotodiodo como sensor de luz.

- ✓ Simular el montaje de un sensor con fotodiodo en TinkerCad.
- ✓ Realizar el siguiente circuito usando un fotodiodo configurado como un sensor resistivo.
- ✓ Investigar el código, cargarlo en la plataforma, editarlo, empezar una simulación revisar si hay un apropiado funcionamiento.

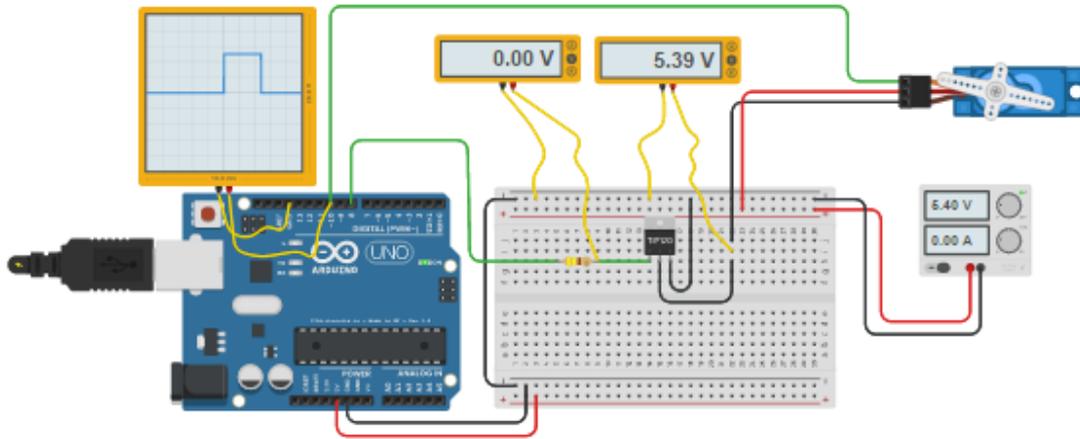


- ✓ Simulación de Sensores Resistivos con TinkerCad.
- ✓ Realice el siguiente circuito usando un fotodiodo configurado como un sensor resistivo.
- ✓ Investigue el código, cárguelo en la plataforma, edítelo, empiece una simulación revisando si hay un apropiado funcionamiento.



PWM con Arduino.

- ✓ Investigue sobre la opción de usar PWM en Arduino.
- ✓ Investigue sobre el Control de Velocidad de un motor DC y el giro de un servomotor con Pin Digital Arduino.



- ✓ Simulación de Sensores con TinkerCad.
- ✓ Realizar todas las simulaciones solicitadas en TinkerCad de cada circuito mostrado en las imágenes.
- ✓ Investigar el Código específico para poder hacer las lecturas de los sensores estudiados.
- ✓ Cargar el respectivo código al microprocesador.
- ✓ Realizar las lecturas a través del Puerto serial del PC.
- ✓ Realizar la visualización de los datos a través del display LCD.
- ✓ Analizar las características básicas y posible utilización de los circuitos propuestos y simulados.
- ✓ Tomar captura de la Ventana de simulación en una Ventana de tiempo adecuada del osciloscopio, analizar las señales obtenidas.
- ✓ Realizar un informe completo de los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE EN UNIDAD DE RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

- ✓ Ernest O. Doebelin. Sistemas de medición e instrumentación: diseño y aplicación, 7ª edición, McGraw-Hill/Interamericana, 2005.
- ✓ Cathey, Jimmie J. Theory and problems of electronic devices and circuits. Mcgraw-Hill. 2002.
- ✓ Pallás Arenis R. Sensores y acondicionadores de señales. Marcombo 4ª edición, 2003.
- ✓ Pierret, Robert. Advanced semiconductor fundamentals. Prentice Hall. 2003.
- ✓ Antonio Creus. Instrumentación Industrial. Alfa Omega Marcombo 7ª edición, 2006.
- ✓ R.F. Coughlin, F.F. Driscoll - amplificadores operacionales y circuitos integrales lineales. Quinta Edición, Prentice Hall. 1999.
- ✓ Sergio Franco. Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos, 3era Edición. Mc Graw Hill, 2004.
- ✓ Williams Tompkins, John Webster, Interfacing Sensing. Prentice Hall, 2001.
- ✓ D. H. Sheingold. Transducer Interfacing Handbook. Published by Analog Device INC. 1995.
- ✓ William D. Cooper Albert D. Helfrick. Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición. Prentice Hall. 1991.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	32 de 32

Recursos didácticos

- **Infraestructura y equipos:** Laboratorios de electromagnetismo y Física Moderna.
- **Textos leídos:** Artículos científicos, capítulos de libros.
- **Presentaciones:** Diapositivas en PowerPoint o Google Slides.
- **Videos:** Tutoriales en YouTube, conferencias grabadas.
- **Ejercicios de evaluación:** Cuestionarios en plataformas como Kahoot o Quizlet.
- **Simulaciones:** Uso de TinkerCad, Proteus, Electric Circuit Studio.
- **Cuaderno bitácora de aprendizaje:** Registro de actividades y reflexiones.
- **Actividades extracurriculares:** Proyectos adicionales relacionados.
- **Taller de refuerzo:** Recreación de circuitos en plataformas como TinkerCad, Proteus, Electric Circuit Studio.

Recursos en línea recomendados

1. **Arduino** (<https://www.arduino.cc/>): Plataforma de programación y electrónica para aprender a crear dispositivos interactivos.
2. **TinkerCad** (<https://www.tinkercad.com/>): Herramienta para simular circuitos electrónicos y diseños 3D.
3. **PhET Interactive Simulations** (<https://phet.colorado.edu/>): Simuladores interactivos de conceptos físicos.
4. **Khan Academy** (<https://www.khanacademy.org/>): Cursos gratuitos sobre física, electrónica y principios de instrumentación.
5. **Coursera** (<https://www.coursera.org/>): Cursos de instrumentación física y electrónica.
6. **MIT OpenCourseWare** (<https://ocw.mit.edu/index.htm>): Materiales y lecciones de cursos de física y electrónica.
7. **edX** – Materiales sobre ingeniería electrónica.
8. **YouTube** – Canales educativos como "ElectroBOOM" o "The Engineering Mindset".
9. **Arduino Project Hub** – Proyectos e ideas para Arduino.
10. **MIT OpenCourseWare** – Cursos gratuitos sobre electrónica e instrumentación.
11. **National Instruments** – Recursos sobre medición y control.
12. **SparkFun** – Tutoriales sobre componentes electrónicos.
13. **Electronics-Tutorials.ws** (<https://www.electronics-tutorials.ws/>): Guías sobre circuitos electrónicos básicos.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE APOYO AL CURSO

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ https://www.instructables.com/class/Electronics-Class/ ✓ https://www.arduino.cc/education/courses/ ✓ https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/45532/6-002Fall-2000/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-002Circuits-and-ElectronicsFall2000/VideoLectures/index.htm ✓ http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/default.htm ✓ https://www.instructables.com/class/Arduino-Class/ ✓ https://www.youtube.com/watch?v=jvd3agtoH0w&list=PLBe2MFU-GYFkdgnUbSIKZphecicciypl&index=32 ✓ https://www.youtube.com/watch?v=eBVvD85MI2c&list=PLkjnQ3NFTPnY1eNyLDGi547gkVui1vyn2&index=1 ✓ https://www.tinkercad.com/lessonplans ✓ https://www.tinkercad.com/circuits |
|---|