

## Práctica 3: Sistema de adquisición de datos

### Objetivos

- Analizar las diferentes etapas de un sistema de adquisición de datos usando un caso de estudio de medición de temperatura
- Aplicar fundamentos de selección de sensores, acondicionamiento y convertidor A/D

### ELEMENTOS

- Arduino UNO
- Sensor de temperatura TMP36
- Voltímetro
- Fuente de voltaje CC variable
- Protoboard pequeño
- Op-amp 741
- Resistencias
- Cables de conexión

### PROCEDIMIENTO

Planteamiento del problema: se quiere medir la temperatura de un medio, inicialmente el rango es de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  con un sistema de adquisición digital de bajo costo. Para esto se ha elegido el sensor/transductor TMP36, que lee entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una salida de voltaje lineal de escala  $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ , y salida de  $750\text{ mV}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  (consultar hoja de datos para ver más detalles). Se desea inicialmente mantener una resolución de  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Las condiciones de medición se irán cambiando mientras se ingresan modificaciones para mejorar el sistema.

#### Caso 1: transductor + ADC

- 1) Arme el circuito de la figura 1

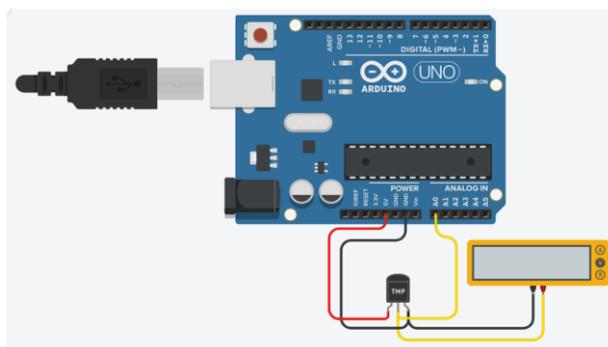


Figura 1. Circuito básico de medición de temperatura.

- 2) Use el siguiente script para la adquisición de datos, se mostrarán los datos tanto en bits como la transformación a voltaje y temperatura en °C.  
¿Qué rango y resolución se logra en la salida de esta manera? ¿qué pasa si el rango de medición es menor?

```
void setup() {
  //Inicia la comunicación serial a 9600 bits por segundo:
  Serial.begin(9600);
  //Establece el voltaje de referencia del ADC
  analogReference(DEFAULT);
}

// lo que está dentro del loop se ejecuta de forma repetida:
void loop() {
  //Lee entrada analógica del pin 0 y la guarda en la variable bits
  int bits = analogRead(A0);
  //Conversión de bits a voltaje, OJO con Vref
  float voltaje = (bits*5.0)/1023.0;
  //Conversión de voltaje a temperatura
  float temp = (voltaje - 0.5)/0.01;
  //Imprime/muestra el valor de la variable bits:
  Serial.print(bits);
  Serial.print(" ");
  Serial.print(voltaje,3);
  Serial.print(" V ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println(" C");
  delay(5); // delay/período de muestreo en milisegundos
}
```

Script para adquisición y muestra de datos.

Caso 2: transductor + ADC (diferentes voltajes de referencia)

- 3) Cambie el argumento de la línea analogReference por INTERNAL, esto hará que el voltaje de referencia usado por el comparador del ADC ahora sea 1.1 V. De igual forma ¿qué pasa con el rango y la resolución en la salida? ¿qué pasa si se aumenta o disminuye el rango requerido de medición de temperatura?
- 4) Ahora conecte la fuente DC variable a una de las tierras y a la entrada AREF de la tarjeta, como se muestra en la siguiente figura.

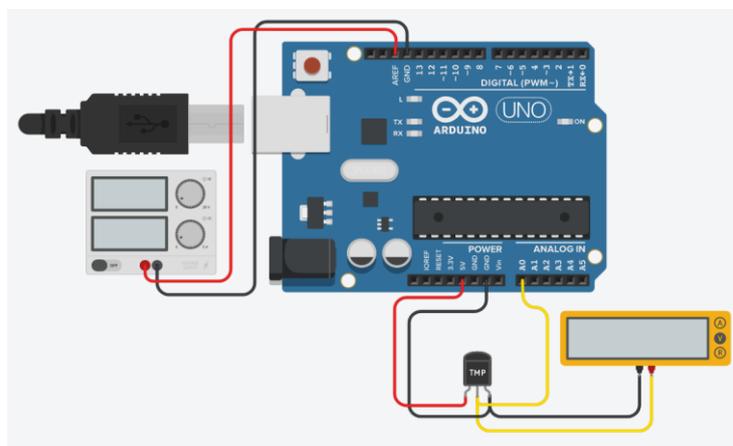
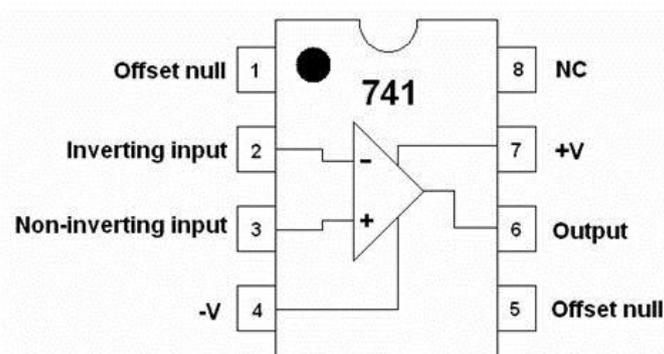
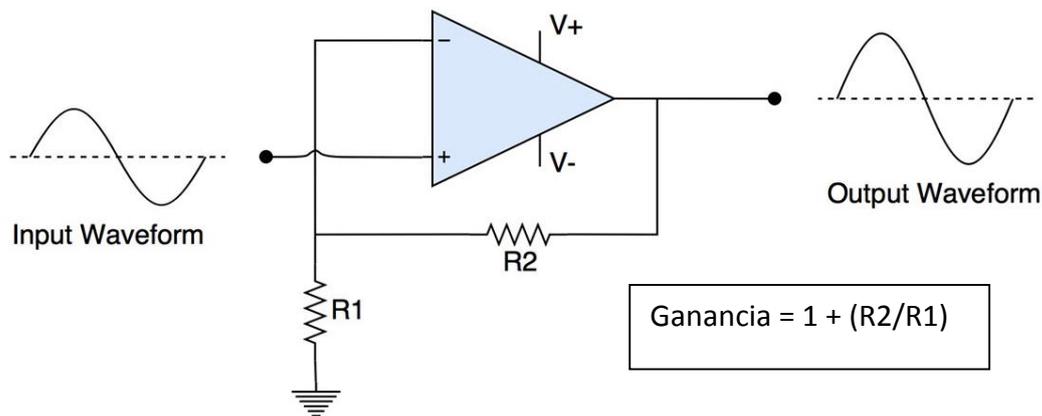


Figura 2. Circuito básico de medición de temperatura

- 5) Cambie el argumento de analogReference a EXTERNAL, esto hará que el voltaje de referencia del comparador del ADC sea el valor que se configure en la fuente externa (mientras se mantenga entre 0 y 5 V para la Arduino UNO) ¿qué valor cree que debe usar en la fuente si quiere aprovechar todo el rango del transductor? ¿qué ocurre con el rango y resolución a la salida? ¿qué pasa si el rango de temperatura es menor?

Caso 3: transductor + Acondicionamiento (amplificación) + ADC

- 6) Ingrese el protoboard y arme un simple amplificador no inversor con el op-amp 741 y las resistencias correspondientes ¿qué ganancia y resistencias necesitará si se quiere aprovechar todo el rango de medición del transductor? ¿qué ocurre con el rango y resolución a la salida? ¿Qué pasa si no necesito todo el rango que me ofrece el transductor?



- 7) Realice las conexiones tales que la salida del transductor ya no vaya directamente a la entrada analógica de la tarjeta, sino al circuito amplificador, la salida amplificada irá a un segundo voltímetro y a la entrada analógica de la tarjeta. Haga las correcciones necesarias en el código.

## DATOS Y RESULTADOS

### Caso 1

Rango de temperatura (°C)	Rango de salida del transductor (V)	Voltaje de referencia (V)	Resolución del sistema (°C)	# de bits o niveles

Observaciones:

### Caso 2

Rango de temperatura (°C)	Rango de salida del transductor (V)	Voltaje de referencia (V)	Resolución del sistema (°C)	# de bits o niveles

### Caso 3

Considere que el voltaje de referencia es el que viene por defecto: 5 V.

Rango de temperatura (°C)	Rango de salida del transductor (V)	Ganancia requerida	R2 (Ω)	R1 (Ω)	Rango de salida amplificado (V)	Resolución del sistema (°C)	# de bits o niveles

## ANÁLISIS

Analice las ventajas y desventajas en cada caso, conveniencias, rango y resolución obtenidos, complejidad, etc.