

Práctica No. 01: Sensores de Posición Angular

Domínguez Sanagustín Said Iván^a, Flores Ferro Andrés David^b, Tercer Autor^c

^{a b c} Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX C.P. 04510, México

OBJETIVO GENERAL

- Implementar circuitos para convertir la señal proveniente de un transductor que convierte una variable mecánica en una eléctrica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre sensores de posición angular.
- Crear circuitos para procesar la señal proveniente del transductor.
- Asociar la señal proveniente del transductor a una posición angular.

Fecha de demostración presencial: Jueves 22 Septiembre de 2022

Fecha envió reporte: Martes 27 Septiembre 2022

1. Introducción (1.5 puntos)

Los materiales tienen diferentes resistencias eléctricas dependiendo de varios factores físicos. Esto motiva el uso de los sensores que varían las resistencias eléctricas de los dispositivos. Los potenciómetros se pueden definir como una resistencia regulable en un circuito eléctrico, los cuales son vitales para resolver muchos problemas de medición. Se pueden utilizar para cambiar los parámetros de funcionamiento de una máquina, así como determinar el movimiento del cursor en la totalidad del elemento resistivo si es menor o igual a 360 grados. En esta práctica se caracterizó el comportamiento de un potenciómetro haciendo variar el ángulo y obteniendo la relación con la resistencia obtenida.

2. Materiales y metodología (2 Punto)

2.1. Materiales para el desarrollo

Se conoce que para el desarrollo de la práctica se requiere de una metodología para su desarrollo que dará pauta a analizar con mayor detalle los materiales a ocupar, sin embargo, se coloca una lista de los materiales propuestos para su desarrollo:

Los materiales utilizados durante la práctica fueron:

- Potenciómetro.
- Diseño mecánico:
 - Disco graduado impreso en papel.
 - Extensión sólida de potenciómetro (PLA)
 - Impresora 3D.
- Arduino UNO o Arduino Nano.
- Laptop (software para visualización y alimentación)
- Software Arduino IDE
- Software Fritzing (desarrollo de circuito propuesto)

2.2. Metodología

Para el desarrollo de la práctica se propusieron las siguientes actividades:

1. Selección del potenciómetro.
2. Selección de microcontrolador.
3. Generación del diseño mecánico.
4. Caracterización del potenciómetro.
5. Desarrollo de práctica en microcontrolador.
6. Armado del dispositivo para muestra de práctica.

La forma de desarrollo por parte del equipo fue desarrollar la actividad uno en conjunto, seguido de esto la actividad dos y tres a la par, y por último la actividad cuatro y cinco al mismo tiempo en reunión presencial previo a entrega, teniendo la actividad seis el día de entrega (22 Septiembre). Cada actividad por parte de la metodología se explicará con mayor detalle a lo largo de la metodología presentada y lo que se estuvo buscando lograr con la misma.

2.2.1. Selección del potenciómetro:

Se buscó seleccionar un potenciómetro con un comportamiento lineal, debido al modelo, y que se requería uno el cual pudiese dar la vuelta completa o que la perilla se pudiera girar al menos llegase entre 270° a 300° se utilizó un potenciómetro con 10KΩ y que la perilla girase 270°.



Figura 1 - Imágen del potenciómetro de 10KΩ seleccionado.

2.2.2. Selección de microcontrolador.

La necesidad observada fue la necesidad de tener un microcontrolador que contará con una entrada analógica, y pudiera otorgar la alimentación correspondiente del potenciómetro. Así mismo, pensar en cómo se podría visualizar el valor obtenido y procesamiento.

De acuerdo a la necesidad observada de obtener el valor del potenciómetro, y apoyándonos de material previamente empleado a lo largo de la carrera, se optó por dos modelos de Arduino, Arduino UNO y Nano (figura 2), los cuales ambos ocupan el mismo Software (Arduino IDE) y brinda la opción de observar mediante puerto serial los valores que se tienen.(figura 3)

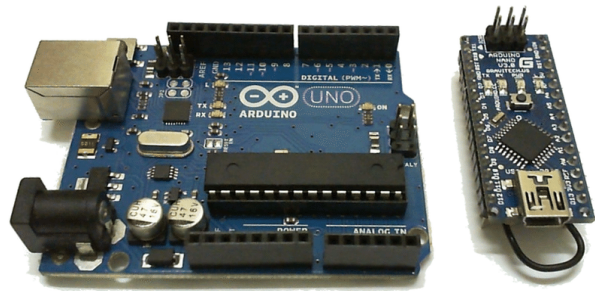


Figura 2 - Imagen de los microcontroladores seleccionados Arduino UNO y Nano

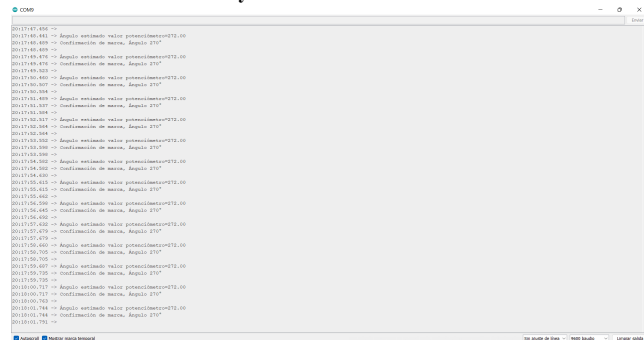


Figura 3 - Imagen de monitor puerto serie Arduino IDE.

2.2.3. Generación del diseño mecánico

Para realizar las mediciones con el potenciómetro, se utilizó un disco realizado en impresión 3d, el cual tiene las dimensiones de la Figura 4, este mismo va colocado en la perilla del potenciómetro, y dicho disco, como se muestra en la figura 5, tiene una graduación con un rango de 0° a 270° y una resolución de 9°, y por último se le colocó una perilla, la cual es mostrada en la figura 4, para poder identificar el valor obtenido en el potenciómetro.

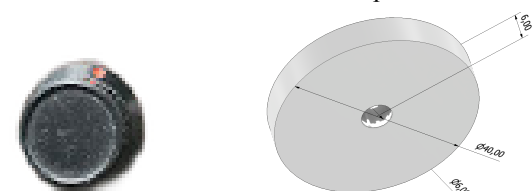


Figura 4 - Perilla y dimensiones del disco en impresión 3D.

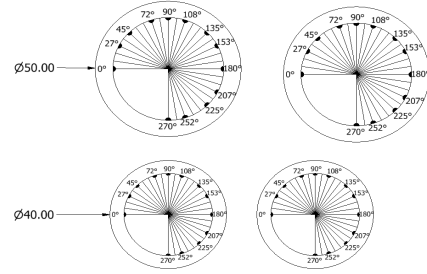


Figura 5. Graduación del disco mecánico.

2.2.4. Caracterización del potenciómetro.

Se caracterizó el instrumento, con la ayuda del dispositivo mecánico ya armado que aparece en la Figura 6, midiendo el ángulo de la perilla y la resistencia que el potenciómetro iba teniendo a lo largo de la medición con su correspondiente ángulo, así para obtener los 30 valores requeridos en las especificaciones y con los cuales se tienen dichos valores de resistencias, y con dicho modelo obtener una ecuación que se aproxime al comportamiento lineal del potenciómetro.



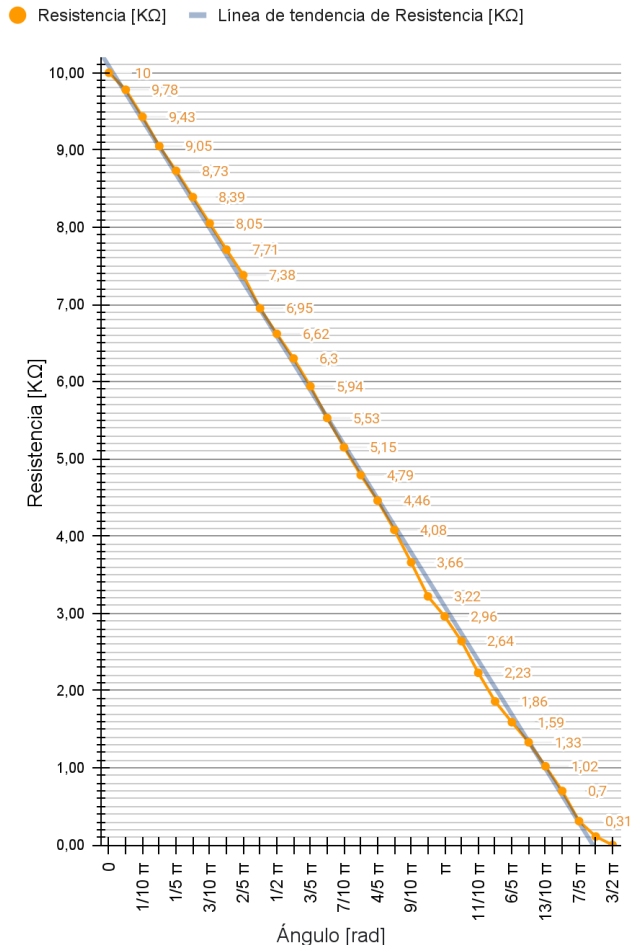
Figura 6. Diseño mecánico armado.

Ángulo [°]	Ángulo [rad]	Resistencia [KΩ]
0°	0	10
9°	$1/20 \pi$	9.78
18°	$1/10 \pi$	9.43
27°	$3/20 \pi$	9.05
36°	$1/5 \pi$	8.73
45°	$1/4 \pi$	8.39
54°	$3/10 \pi$	8.05
63°	$7/20 \pi$	7.71
72°	$2/5 \pi$	7.38
81°	$9/20 \pi$	6.95
90°	$1/2 \pi$	6.62
99°	$11/20 \pi$	6.30
108°	$3/5 \pi$	5.94
117°	$13/20 \pi$	5.53
126°	$7/10 \pi$	5.15
135°	$3/4 \pi$	4.79
144°	$4/5 \pi$	4.46
153°	$17/20 \pi$	4.08
162°	$9/10 \pi$	3.66
171°	$19/20 \pi$	3.22
180°	π	2.96
189°	$21/20 \pi$	2.64
198°	$11/10 \pi$	2.23
207°	$23/20 \pi$	1.86
216°	$6/5 \pi$	1.59
225°	$5/4 \pi$	1.33
234°	$13/10 \pi$	1.02
243°	$27/20 \pi$	0.70
252°	$7/5 \pi$	0.31
261°	$29/20 \pi$	0.11
270°	$3/2 \pi$	0

Tabla 1. Caracterización del potenciómetro.

Es importante mencionar que los valores obtenidos para el desarrollo de la tabla fueron obtenidos a través de tres iteraciones a cada valor de ángulo, y obteniendo su media correspondiente que es el valor dentro de la tabla. De acuerdo a estos valores podemos observar que parece tener un comportamiento lineal de acuerdo a la gráfica 1.

Ángulo vs Resistencia



Gráfica 1. Ángulo vs resistencia.

La función que se propuso encontrar fue con respecto a la ecuación general de una recta de la siguiente manera:

$$Y = Mx + b \quad (1)$$

$$M = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1) \quad (2)$$

Primera ecuación solución 9.05 a 8.73

$$M = (9.05 - 8.73)/(36^\circ - 27^\circ) \quad (4)$$

$$M = -8/225 \quad (5)$$

$$9.05 = -8/225 x + b \quad (6)$$

$$b = 1001/100 \quad (7)$$

Por lo tanto la ecuación de la recta quedaría

$$Y = -8/225x + 1001/100 \quad (8)$$

2.2.5. Desarrollo de práctica en microcontrolador.

Continuando con la práctica se realizó la siguiente propuesta de conexiones pertinentes para poder trabajar con el microcontrolador mencionado.

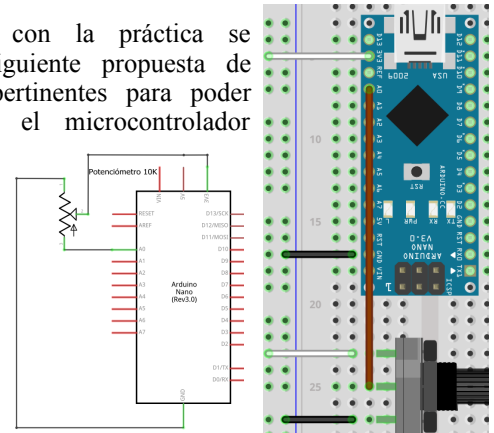


Figura 7. Esquemáticos y diagramas preliminares del circuito.

Entrando al IDE de Arduino, se esperaba que con el procedimiento propuesto y la función lineal encontrada, se pudiese tener una mejor aproximación a los valores del potenciómetro. Es por ello que al observar que el comportamiento, presentaba muchos más errores al pasar de la marca de 90°, se decidió agregar confirmaciones de cada marca, al realizar una caracterización de valores analógicos del potenciómetro y a través de condicionales, indicar que llegó al valor.

```
if(sensorValue>=679){
  Serial.println("Confirmación de marca, Confirmación de marca, Ángulo 0°");
}
if((669>=sensorValue)&&(sensorValue>=659)){
  Serial.println("Confirmación de marca, Ángulo 9°");
}
```

Figura 8. Código indicadores de marca con disco graduado.

Ahora bien, también se decidió implementar la función “map” que proporciona arduino para indicarle como se deberan de colocar los valores analógicos a los valores de ángulos y se consideró que daba una mejor aproximación que la función obtenida, enviándolo al monitor serie como un estimado, ya que aún presentaba de igual forma errores en ciertos intervalos del potenciómetro.

```
float sensorValue = analogRead(A0);
//Serial.println(sensorValue);
float Estimado= map(sensorValue,0,682,272,0);
Serial.print("Ángulo estimado valor potenciómetro=");
Serial.println(Estimado);
```

Figura 9. Código estimado con función map

Código completo de arduino disponible en:
<https://github.com/AndresFloresF/PracticasInstrumentacion2023-1/blob/Instrumentacion/Practica1/Practica1Potencio metroPuertoSerial/Practica1Potencio metroPuertoSerial.ino>

2.2.6. Armado del dispositivo para entrega

La etapa consistía en realizar las soldaduras pertinentes para asegurar la conexión entre los componentes, sin embargo por las complicaciones de tiempo para la entrega, la conexión entre el potenciómetro y la placa de arduino se efectuó con las patitas de los extremos conectadas a 3.3V y a tierra del arduino, y la patita central al canal analógico 0, tal y como se muestra en la figura 6 de forma directa con el uso de cables jumper, siendo un poco inestable el poder sujetar el dispositivo.

Ya con el código generado que puede describir el comportamiento del potenciómetro y con la ayuda del monitor serie el Arduino IDE, se obtienen los valores de los ángulos referentes a la variación de la resistencia equivalente del potenciómetro enfocándonos especialmente en indicar cuando el potenciómetro pasa por las marcas mecánicas, y con otra sección de estimar la posición actual aunque se encuentre fuera de las marcas.

3. Resultados (3 Puntos)

Los valores obtenidos mediante la ecuación que describe el comportamiento del potenciómetro se iban acercando al valor real, pero un cierto error, el cual iba variando dependiendo del valor en el cual la perilla del potenciómetro se fuese colocando, por lo que un ejemplo que se muestra en la Figura 10, en la pantalla nos arroja un valor de 272°, cuando el valor real es de 270°, por lo que al calcular el error que esta medición estaba teniendo sería de un 7.4%, dado por el resultado de la ecuación (9), sólo teniendo una variación de 2°.

$$Error = \frac{272^\circ - 270^\circ}{270^\circ} \times 100 \rightarrow Error = 7.74\% \quad (9)$$

La ecuación (9) es la representación del error entre el valor real y el valor medido.

Por lo que esto puede considerarse un problema también, ya que no se cuenta con la exactitud que debería de tener el instrumento de medición para obtener el valor real.

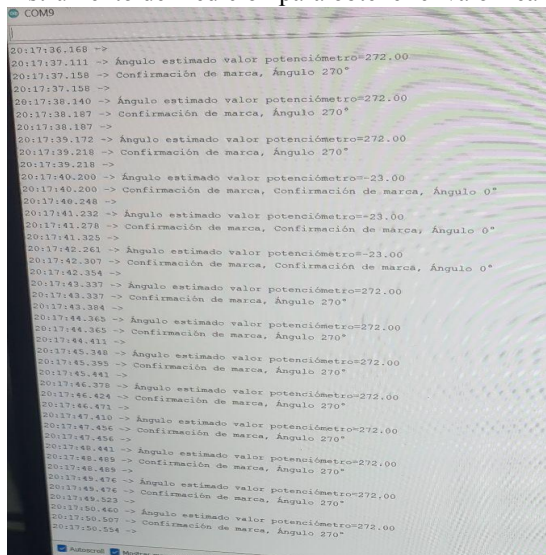


Figura 10. Resultados mostrados en el monitor serie arduino IDE.

4. Conclusiones (3 Puntos)

Pudimos identificar que el comportamiento del potenciómetro se aproxima a uno lineal, pero al momento en el que obtenemos el valor aproximado se llega a tener un cierto error al calcularlo, por lo que esos pequeños errores se presentaron debido a la inexactitud del modelo del potenciómetro, probablemente al utilizar más valores este se hará cada vez más exacto considerando que el método empleado.

Se esperaba que los valores marcados en la pantalla fuesen exactamente los valores del ángulo que indicaba el potenciómetro, esto debido al modelo matemático, pero se tuvo un error del 7.4% entre los valores medidos y los reales, por lo que faltó considerar más valores y hacer una resolución aún más pequeña que la considerada en este experimento.

También nos encontramos limitados a la resolución del potenciómetro, y sobre todo al valor mínimo que podía detectar nuestro microcontrolador para hacer el cambio entre ángulo y ángulo, por lo que para obtener dicho límite podíamos haber reducido cada vez más la resolución hasta que los valores no cambiarán durante cierto intervalo en el movimiento de la perilla.

De igual forma, consideramos que falló el tiempo de organización para poder concluir la práctica de manera exitosa, será necesario dedicarle mucho más tiempo al desarrollo de las prácticas para así poder emplear las ideas con anticipación y verificar que sea lo mejor en beneficio de los objetivos deseados.

Sin embargo consideramos que el equipo logró comprender y aplicar el cómo conocer la posición angular a través del uso del transductor mecánico eléctrico, abarcando cada uno de los objetivos generales y particulares de la práctica a pesar de la baja resolución que llegó a tener la propuesta para el mismo, ahora se conoce el punto de mejora necesaria para futuros trabajos con sensores de posición angular, y del cómo organizarnos para próximos trabajos en la materia.

REFERENCIAS (0.5 PUNTO)

- [1] Beiroa, R. (2018). Aprender: Arduino, electrónica y programación con 100 ejercicios prácticos. Madrid: Marcombo.
- [2] Marquez Correo, F. J. (2022). Formato de reporte [PDF] Disponible en Educafi, plataforma del curso.
- [3] Equipo Denki (2022). Recursos generados desarrollando la práctica. [GitHub] Disponible en: <https://github.com/AndresFloresF/PracticasInstrumentacion2023-1/tree/Instrumentacion/Practica1>