



Sistemas de Control

Trabajo práctico N°2: Ensayo de sensores
y actuadores

Profesores:

Ing. Lauxmann Claudio Hernán

Ing. Vázquez Emmanuel Eduardo

Alumnos:

Almeida Juan

Fernández Francisco

Grupo: 5

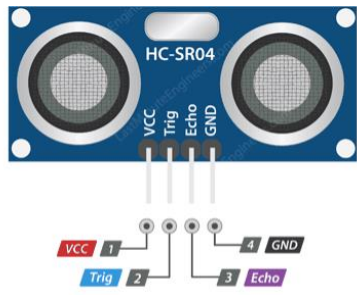
Año: 2022

Comisión: 5R1

Sistema de control automático de nivel de fluido

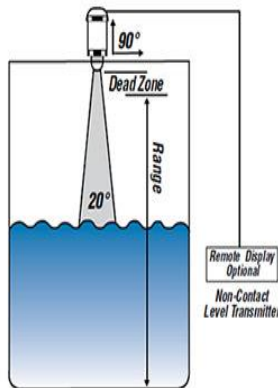
Sensor

El sensor seleccionado para realizar nuestro sistema es el *HC SR04*. Este dispositivo es un sensor de ultrasonido el cual mide la distancia a la que se encuentra un obstáculo. El cual posee un rango de distancia de 2cm a 400 cm.



¿Cómo se va a generar la variable de entrada del sensor?

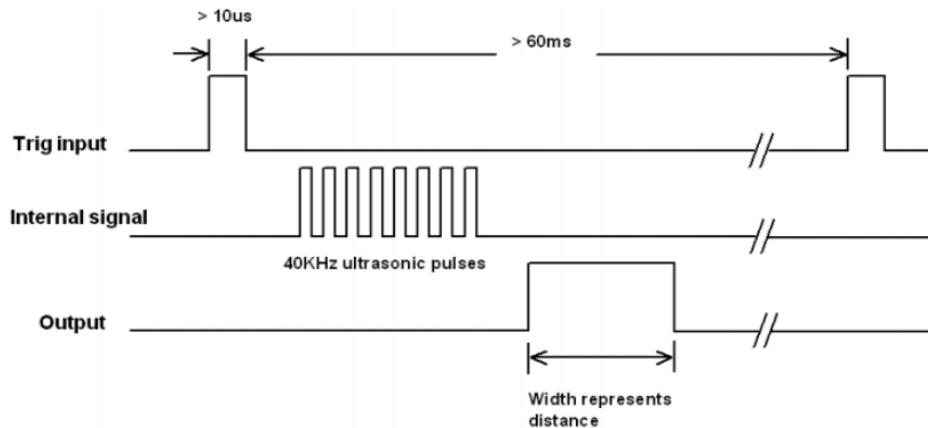
La variable de entrada de nuestro sensor será generada a medida que el fluido, en nuestro caso agua, que ingresa al tanque.



¿Cómo se va a medir la variable de entrada del sensor?

La variable de entrada se va a medir de acuerdo al funcionamiento del sensor, el cual es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido (40 KHz), la onda de sonido viajan en el aire y rebota al encontrar un objeto, en nuestro caso sería el nivel del agua, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto y con dicho valor obtenido de la distancia calcularemos el volumen del fluido.

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán
Carrera: Ingeniería Electrónica Asignatura: Sistemas de control
Trabajo Práctico N° 02 - Año 2022



¿Cómo se va a medir la señal de salida del sensor?

Para realizar el proceso medición la señal de salida del sensor se realizará el siguiente protocolo de ensayo:

1. Arduino

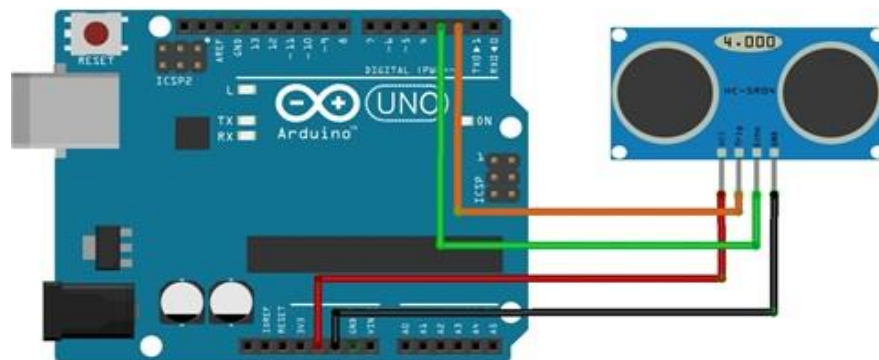
Para la realización del ensayo del sensor, en este caso se usó el Arduino Uno, basado en el microcontrolador ATmega328P, el cual posee un voltaje de trabajo de 5V, pinout de 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos. Para este ensayo un punto importante de la placa elegida son los bits del ADC el cual posee una resolución de 10 bits devolviendo enteros entre 0 y 1023.

2. Conexiones

Además de conectar el microcontrolador a la alimentación dada por el puerto tipo B conectado a el computador. Luego se realizarán las conexiones de alimentación al sensor y se conectará la transmisión de datos de la siguiente manera:

Pin 2 = Trigger

Pin 3 = Echo



3. Código de programación

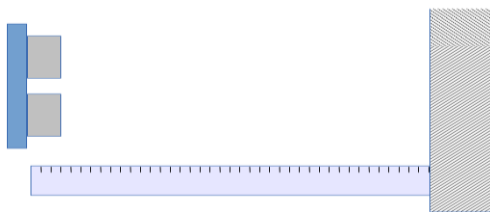
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán
Carrera: Ingeniería Electrónica Asignatura: Sistemas de control
Trabajo Práctico N° 02 - Año 2022

Se procederá a la programación del microcontrolador mediante el IDE Arduino. En el mismo se usará una librería (ver referencia), la misma nos permite usar varios sensores de forma simultánea, pero este no será el caso. Para una posterior verificación se realizó una comunicación serial con la computadora para obtener los datos de manera instantánea.

```
#include <HCSR04.h>
byte triggerPin = 2;
byte echoPin = 3;
void setup () {
    Serial.begin(9600);
    HCSR04.begin(triggerPin, echoPin);
}
void loop () {
    double* distances = HCSR04.measureDistanceCm();
    Serial.print(distances[0]);
    Serial.println(" cm");
    Serial.println("---");
    delay(250);
}
```

4. Colocar elemento patrón

El elemento patrón se usará para tener la certeza de que los valores que se están obteniendo sean correctos. Se debe tener en cuenta que los valores obtenidos pueden tener una cierta variación, pero manteniéndose dentro de un rango aceptable. Como elemento patrón se puede usar una regla, como se muestra en la siguiente imagen.



5. Verificación

En este paso ya es posible realizar la verificación de la salida del sensor, para ello se debe colocar un objeto a una distancia conocida la cual es dada por el elemento patrón y observar cual es la distancia que indica el sensor, de esta manera se podrá contrastar la medición obtenida con la del elemento patrón.

Tabla de referencia:

Sensor de Distancia – HC – SR04					
Variable	Porcentaje	Entrada del sensor	Unidad	Conversión	Error
Distancia	0%	0	Cm		
	25%	7,5	Cm		
	50%	15	Cm		

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán
Carrera: Ingeniería Electrónica Asignatura: Sistemas de control
Trabajo Práctico N° 02 - Año 2022

	75%	22,5	Cm		
	80%	24	Cm		
	100%	30	Cm		

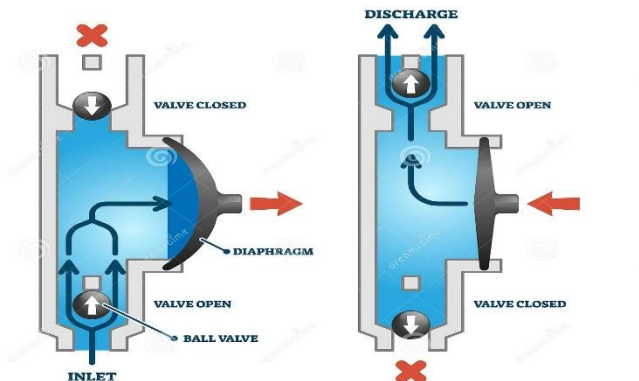
Actuador

Para la selección del actuador se tuvo en cuenta dos consideraciones: la comodidad y el económico. Se plantearon dos posibilidades para controlar el fluido: el primero fue una electroválvula, una válvula de esfera controlada por un servomotor, y luego una bomba a diafragma.

La primera opción se basaba en realizar una electroválvula mediante una válvula esfera y controlar el porcentaje de apertura mediante un servomotor, los inconvenientes que presentó esta opción fue que era necesario realizar un soporte mediante una impresora 3D y además se necesitaría comprar una bomba de agua para suministrar el fluido.

La segunda opción es una bomba de diafragma la cual realiza un desplazamiento positivo generalmente alternativo, en la que el aumento de presión se realiza por del diafragma que varían el volumen de la cámara, aumentándolo y disminuyéndolo alternativamente. Otras ventajas que nos ofrece esta bomba es que son muy resistentes a la corrosión y no se tienen que cebar para que funcionen. Se usan para el movimiento de cualquier líquido, sin importar si son líquidos pesados o ligeros.

Optamos por la segunda alternativa debido a su costo económico ya que nos permite suministrar el fluido y el control para nuestro sistema debido a que modificar el ciclo de trabajo el caudal se podrá modificar. En específico se optó por una bomba *Kushiro BYPK12*.



Kushiro BYPK12

¿Cómo se generará la variable de entrada del actuador?

Para realizar el proceso medición la señal de salida del sensor se realizar el siguiente protocolo de ensayo:

1. Arduino

Para la realización de este ensayo se seleccionó un Arduino Uno. En este ensayo un punto importante de la placa elegida son los 8 bits de salida de que nos permite modular el ancho de pulso de la salida.

2. Conexiones

En la realización de las conexiones se debe tener en cuenta que la bomba requiere de 4A para su óptimo funcionamiento, mientras que el integrado usado en este caso, el LM298, permitirá entregar 2A esto originaría una zona muerta de accionamiento.

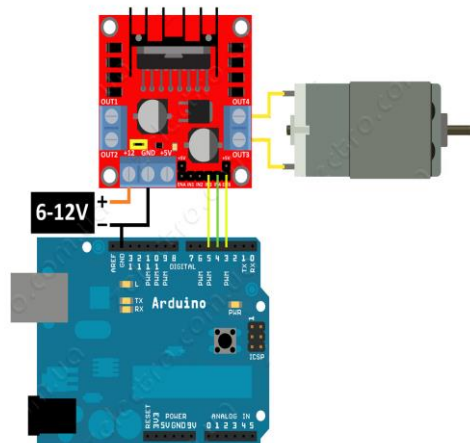
Además de conectar el microcontrolador a la alimentación dada por el puerto de tipo B conectado a el computador. Luego se realizarán las conexiones de alimentación al driver y se conectará la transmisión de datos de la siguiente manera:

Pin 5 = IN3

Pin 4 = IN4

Pin 3 = ENB

Mientras que en la bomba se conectará a la salida marcada con OUT 4 y OUT 3.



3. Código de programación

La programación se encargará de modificar el PWM de tal forma que al aumentar el ancho de pulso la cantidad de agua a la salida de la bomba aumentará. Conociendo que nuestro microcontrolador posee una salida analógica de 8 bits sus valores máximos y mínimos se encontraran entre 0 y 255.

```
int IN3 = 5;
```

```
int IN4 = 4;
```

```
int ENB = 3;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
    pinMode (ENB, OUTPUT);
```

```
    pinMode (IN3, OUTPUT);
```

```
    pinMode (IN4, OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop()
```

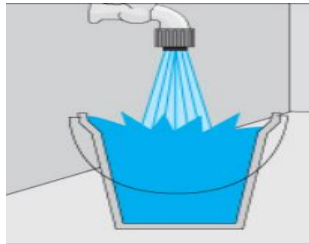
```
{
```

```
    digitalWrite (IN4, HIGH);
```

```
digitalWrite (IN3, LOW);  
analogWrite (ENB,255);  
}
```

4. Colocar elemento patrón

Al conectar la fuente de alimentación se procederá con ayuda de un compañero a iniciar un cronómetro para poder medir el tiempo que conlleva llenar un recipiente con un volumen conocido.



5. Cálculo de caudal

Una vez obtenido el tiempo necesario se realizará la división de el volumen y tiempo de tal manera de obtener el caudal que se obtiene con un determinado PWM.

Tabla de referencia

Bomba diafragma			
Porcentaje	Entrada del sensor [PWM]	Unidad	Salida – Caudal [l/m]
0%	0	Voltios	
25%	1,25	Voltios	
50%	2,5	Voltios	
75%	3,5	Voltios	
80%	4	Voltios	
100%	5	Voltios	

Datasheet

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

Librerías usada

<https://www.arduino-libraries.info/libraries/hc-sr04>

Referencia

<https://es.dreamstime.com/diagrama-del-proceso-de-trabajo-la-bomba-diafragma-o-membrana-ejemplo-dibujo-t%C3%A9cnico-con-principio-flujo-l%C3%ADquido-c%C3%B3mo-funciona-image169878278>

<https://www.luisllamas.es/medir-distancia-con-arduino-y-sensor-de-ultrasonidos-hc-sr04/>

<https://www.pngegg.com/es/png-pftry>

<https://es.omega.com/technical-learning/transmisores-flujo-nivel-monitoreo-presion-recipiente.html>

<http://www.superrobotica.com/s320111.htm>

https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_membrana

<https://www.aiguapres.es/bomba-diafragma/>