

CONTROL DE NIVEL DE TANQUE ELEVADO

Integrante 1: Guillermo Alejandro Herrera Arce
e-mail: guillermo.herrera@urp.edu.pe

Integrante 2: Diego Alonso Leiva Doza
e-mail: diegoaleivad@gmail.com

Integrante 3: Diego Alonso Noguera
e-mail: dane091092@gmail.com

Docente asesor: Julio César González Prado

**Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica
Universidad Ricardo Palma
Taller de Electrónica II**

RESUMEN: *El siguiente proyecto consistió en elaborar un sistema capaz de medir el nivel de agua de un recipiente cualquiera, orientado a ser una opción de reemplazo a la válvula de llenado de un tanque elevado o cisterna, la cual suele tener problemas al cerrar el flujo de agua proveniente del suministro.*

1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la deficiente presión del suministro de agua en nuestro país, hoy en día los propietarios de viviendas y edificios acostumbran a colocar un tanque elevado o cisterna con el propósito de:

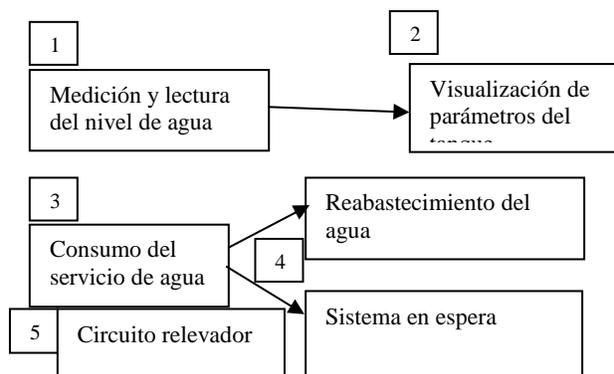
-Tener autonomía ante cualquier imprevisto en el servicio.

-Contribuir al abastecimiento y consumo adecuado del agua.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Para poder explicar correctamente el aspecto técnico de este proyecto usamos el diagrama de bloques:



Bloque 1:

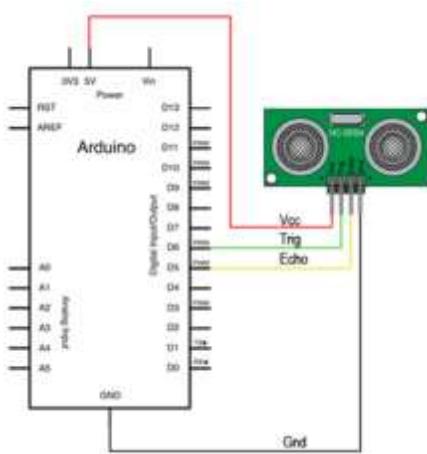
El inicio de este proyecto, se basa en la medición y lectura del nivel del agua, a través de un sensor ultrasónico HCSR04 para arduino. Este dispositivo se encuentra en la parte superior de un tanque elevado, tomando el lugar de la válvula que ayuda a controlar el nivel del agua.



HCSR04

Este sensor se encarga de medir la distancia que ha llenado el tanque de agua, gracias a que cuenta con un transmisor que emite un sonido y luego el receptor toma el tiempo que demora dicha señal en regresar.

A continuación, se muestra la parte gráfica de la conexión entre el microcontrolador y el sensor ultrasónico:



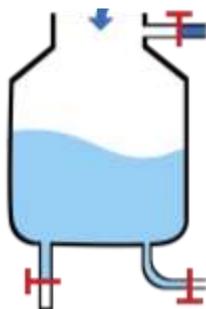
Bloque 2:

Una vez recibida la señal del sensor ultrasónico, y obtenido los cálculos del tiempo, altura y velocidad, podemos conocer cuál es el estado de nuestro tanque elevado. Estos parámetros obtenidos los podemos observar en la pantalla LCD, que gracias a la programación se conoce la altura del nivel de agua dentro del tanque y mediante una barra saber que tan lleno se encuentra.



Bloque 3:

Este proyecto está dirigido como respaldo ante un problema con el flujo de agua. Por eso, cuando ocurre dicho inconveniente, entra en uso el tanque elevado. Las personas que hacen uso de este sistema lo hacen conociendo el nivel de agua que tienen almacenado y pueden adecuar su consumo para poder contar con agua por el tiempo que deseen.



Bloque 4:

En el último control, tenemos presente 2 realidades, donde se restablece el servicio del

agua una vez el sensor detecte que el tanque elevado no se encuentre en el nivel deseado; por otro lado, existe la posibilidad de que no se haga uso del agua almacenada y el sistema entre en espera a que se realice algún consumo.

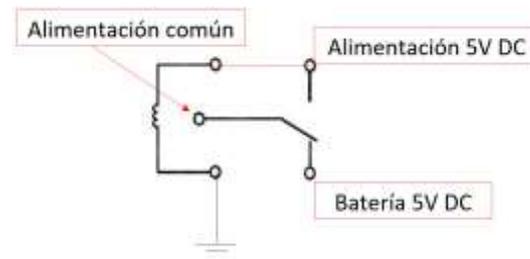
Dicho bloque es controlado mediante un módulo relé fabricado para arduino el cual recibe la comunicación desde el pin número cuatro del microcontrolador atmega 328.

Bloque 5:

Finalmente, este bloque consiste en un circuito relevador capaz de alternar entre 2 distintas fuentes de alimentación:

- Transformador AC
- Bateria 5V

Para dicho bloque se utilizó un relé de una bobina interna de 5V, a continuación se muestra el diagrama del circuito:



2.2 DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE

El control en este proyecto está dado por el microcontrolador Atmega 328 el cual se ha programado utilizando el software en la nube oficial de arduino llamado Arduino Web Editor, dicha programación se encuentra en lenguaje C++ y se divide en los siguientes bloques:

CABECERA: En este bloque se describe la librería utilizada de nombre Liquid Crystal, la cual sirve para el correcto funcionamiento del LCD 16x2, luego se declaran los pines (7, 8, 9, 10, 11, 12) del Atmega, los cuales se utilizaran para la impresión de caracteres en los 32 segmentos en totales disponibles, finalmente se declaran las variables que se utilizan para calcular el nivel de agua y a la vez se asigna los pines 5 y 6 para recibir los datos del módulo HCSR04 y el pin 4 para los pulsos de encendido y apagado para la bomba.

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12); //Pines donde
va conectada la pantalla (RS, E, D4, D5, D6, D7)
#define Pecho 6 // Pin de escucha
#define Ptrig 5 // Pin de disparo
#define relee //Encendido y apagado de bomba
float duracion, distancia, alturat, referencia, nivela;
float barra;
```

VOID SETUP: Como su propio nombre lo dice este segmento es en donde se especifican los valores iniciales, así como la habilitación del monitor serial disponible en arduino para recibir y mostrar los datos obtenidos del sensor HCSR04, además de configurar la función que tendrán los pines declarados en la cabecera.

A continuación, se describe a detalle este segmento:

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Inicia la comunicación serie a 9600 baudios
  lcd.begin(16, 2); //Inicializamos la pantalla
  pinMode(Pecho, INPUT); // define el pin 6 como entrada (echo)
  pinMode(Ptrig, OUTPUT); // define el pin 5 como salida (trigger)
  pinMode(relee, OUTPUT); // Define el pin 4 como salida
  pinMode(13, OUTPUT);
  alturat = 34; // Altura del sensor instalado y tanque vacío
  referencia = 20; // Define nivel de agua deseado para llenar
  nivela = 0; // Se inicializa variable para el nivel en tiempo real
  digitalWrite(relee, HIGH);
}
```

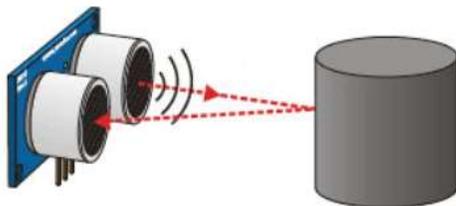
VOID LOOP: Este bloque indica las sentencias a repetir en bucle, es muy importante ya que en este fragmento se hace el cálculo del nivel de agua en base a una simple resta de la altura total, la cual se mantiene constante y la lectura variable del sensor ultrasónico.

Formula 1: Para el cálculo de la variable *distancia*:

$$343 \frac{m}{s} \cdot 100 \frac{cm}{m} \cdot \frac{1}{1000000} \frac{s}{\mu s} = \frac{1}{29.2} \frac{cm}{\mu s}$$

De dicha fórmula obtenemos que el sonido tarda aproximadamente 29 microsegundos en recorrer un centímetro.

Fórmula 2: Para el cálculo de la distancia.



$$\text{Tiempo} = 2 \cdot (\text{Distancia} / \text{Velocidad})$$

$$\text{Distancia} = \text{Tiempo} \cdot \text{Velocidad} / 2$$

Fórmula para el cálculo de la variable *nivela*:

Fórmula 3:

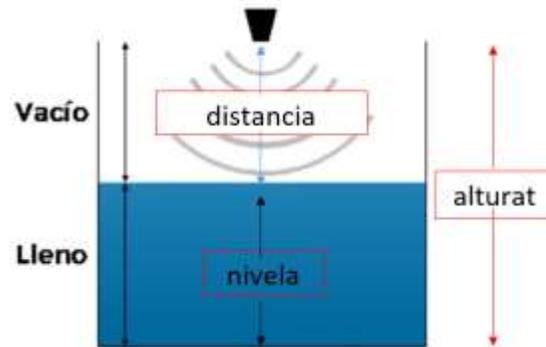
$$\text{nivela} = \text{alturat} - \text{distancia}$$

En donde las variables se detallan a continuación:

alturat: constante medida previamente en el proceso de calibración.

distancia: Medición en CM desde el sensor hasta el nivel de agua.

nivela: Variable calculada en cada repetición de bucle, que representa el nivel actual de agua desde el fondo del recipiente.



A continuación, se detalla el fragmento más importante de este bloque, ya que se extiende de forma repetitiva utilizando numerosos condicionales: (La programación completa se encuentra en el anexo de este informe)

```
void loop() {
  Serial.println(nivela);
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Ptrig, HIGH); // genera el pulso de trigger por 10ms
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  duracion = pulseIn(Pecho, HIGH);
  distancia = (duracion/2) / 29; // calcula la distancia en centímetros
  nivela = alturat - distancia; // calcula el nivel actual de fluido
  barra=(referencia/16);
  if (nivela>0&nivela<barra) {
    digitalWrite(relee, LOW);
    lcd.setCursor(0,0); //Posiciona el cursor en la columna 0, fila 0
    lcd.write("-NIVEL="); //Escribe el mensaje
    lcd.print(nivela);
    lcd.setCursor(0, 1);
    delay(500); //Espera
    lcd.clear();
  }
}
```

Barra de progreso: (Imagen bloque 2)

Al tener un total de 16 segmentos disponibles en la primera fila del LCD, es necesario repetir 16 veces el condicional respecto a la variable *nivela* logrando así la programación de una barra de progreso de llenado del tanque elevado.

6	Codo	3
1	Manguera	2
Total		155.3

2.3 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA

A continuación, presentamos la lista de materiales que se usaron para este sistema:

Cantidad	Componente	Precio
1	Atmega 238	11.5
1	tarjeta electrónica	3.5
2	Condensador (10uF)	0.2
2	Condensador (22nF)	0.2
2	Rele	1
1	Potenciometro	0.5
2	Led	0.2
2	Resistencia	0.2
1	Cristal (16 Mhz)	2.5
1	Canaleta	3
8	Abrasaderas	4.5
1	Tripley	16
15	Tornillos	3.5
1	LCD	12
1	Sensor ultrasonido	6.5
1	Jarra (7 litros)	25
1	Jarra (4 litros)	15
1	Motor	30
1	bateria externa	15

3 CONCLUSIONES Y RESULTADOS

- Se elaboró un sistema que pudo medir el nivel de agua en un recipiente con el que se puede reemplazar en los tanques elevados o cisternas de las viviendas para controlar el nivel de agua.

- Pudimos también aprender sobre la arquitectura externa del atmega 328, creando una tarjeta para su funcionamiento una vez ya programado.

- Por último esta experiencia nos ayudó a entender más el funcionamiento de los tanques elevados en las viviendas y poder darle una solución al problema de los tanques elevados hoy en día tanto la exposición de cables al agua como la oxidación de la bomba que indica el llenado del tanque

3.1 EVALUACIÓN Y SUGERENCIAS

Para el desarrollo de este sistema fue necesario realizar una serie de cálculos para poder conocer con certeza la eficiencia del sensor ultrasónico. Teniendo en cuenta la altura del tanque elevado y la cantidad de agua que nosotros requerimos, empezamos por calcular el tiempo que le tomaría al sensor leer. En los cálculos realizados, usando variables conocidas como la velocidad 340 m/s, obtuvimos como resultado que al sensor sólo le tomaría no más de 3 ms reconocer el nivel óptimo del agua.

- Los resultados en este proyecto fueron favorables porque se demostró que se puede controlar el nivel de agua sin necesidad de sumergir o introducir algún tipo de sensor al agua.

Es necesario resaltar, que el sensor ultrasónico HC-SR04 cuenta con un margen de error, es por eso que tomamos en cuenta el +3 cm como medida de prevención.

Si trasladamos este proyecto a la situación de la vida real, estamos hablando de un tanque de agua de capacidad de 2500 L, con una altura de 1,65 m. A pesar de ser una altura considerable, no influye en el trabajo de nuestro sistema, pues el sensor

ultrasonico es capaz de trabajar hasta con distancias cercanas a los 5 m. Y el tiempo que le tomaría al sensor detectar el nivel óptimo del agua sería aproximadamente de 10 ms, por lo cual sigue siendo rápido y eficiente.

4 BIBLIOGRAFÍA

<https://www.geekfactory.mx/tienda/sensores/hc-sr04-sensor-de-distancia-ultrasonico/>

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