



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

VISIÓN ELECTRÓNICA

Algo más que un estado sólido



VISIÓN ELECTRÓNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES RESIDENCIALES CON INTERFAZ WEB.

DESIGN OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE REUSE OF RESIDENTIAL GREYWATER WITH A WEB INTERFACE.

J. Alejandro Castillo H. ¹, J. David Ortegon L. ², Ing. Frank Nixon Giraldo³

Resumen

En el presente documento se describe y se analiza la construcción del proyecto “diseño de un sistema automatizado para la reutilización de aguas grises residenciales con interfaz web”. La idea surge porque en la actualidad los recursos hídricos, se han visto reducidos por su demanda para el suministro humano, sumado al mal uso de los mismos, contaminados y desperdiciados en múltiples procesos.

El realizar esta herramienta electrónica proporciona un beneficio ambiental y monetario hacia el hogar, el cual consiste en tomar las distintas fuentes de aguas grises en el hogar (agua de la ducha, agua del lavamanos, aguas lluvias, agua de lavadora), para poder reciclar adecuadamente esta agua y reducir el consumo. En el prototipo el cual tiene funciones definidas para el flujo de aguas grises, donde en conjunto se compone de un tanque de

¹ Estudiante de Tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. E-mail: jacastilloh@correo.udistrital.edu.co

² Estudiante de Tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. E-mail: jdortegonl@correo.udistrital.edu.co

³ Ingeniero en control electrónico e instrumentación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Maestría en Ingeniería automatización industrial, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Docente de Tecnología en electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. E-mail: fngiraldor@udistrital.edu.co

almacenamiento, un sistema de control de nivel y llenado por medio de actuadores (electroválvulas), con un interfaz de usuario web para la consulta de capacidad del tanque.

Palabras clave: electroválvulas, interfaz web, medio ambiente, reciclaje de agua, sensores.

Abstract

This document describes and analyzes the construction of the project "design of an automated system for the reuse of residential greywater with a web interface". The idea arises because currently water resources have been reduced by their demand for human supply, added to the misuse of them, contaminated and wasted in multiple processes.

Performing this electronic tool provides an environmental and monetary benefit to the home. Which consists of taking the different sources of gray water in the home (shower water, sink water, rainwater, washing machine water), in order to properly recycle this water and reduce consumption. In the prototype, which has defined functions for the gray water flow, where as a whole it consists of a storage tank, a level control system and filling by means of actuators (solenoid valves), with a web user interface for the tank capacity query.

Keywords: solenoid valves, web interface, environment, water recycling, sensors.

1. Introducción

Los problemas actuales relacionados con la sostenibilidad ambiental y cuidado de los recursos hídricos son de alta importancia debido a la reducción del acceso al agua potable

en múltiples lugares causado por el incremento poblacional en el mundo, en los últimos años la contaminación del agua es evidente en las diferentes vertientes cercanas a nuestro entorno, al igual que el desperdicio de agua debido a los malos hábitos de lavado y limpieza de los ciudadanos de Bogotá y otras zonas del país, que inconscientemente estos malos hábitos se acomodan a la vida cotidiana. Todas las razones y experiencias que podemos analizar nos generan la necesidad de apoyar y crear muchísimas iniciativas que brinden una protección a los recursos hídricos en los diferentes ecosistemas que sustenta. Así que esta iniciativa surge de la necesidad de un sistema autónomo y fácil de implementar en muchos medios compartidos en el hogar, en el cual sean asequibles sus materiales de conformación y estructura comprensible, con resultados que amplíen el acceso al agua potable en las comunidades, mejorando la distribución en el uso del recurso por medios electrónicos.

2. Desarrollo del tema

2.1 Electrónica de control

Los controles automáticos tienen una intervención cada vez más importante en la vida diaria, desde los simples controles que hacen funcionar un tostador automático hasta los complicados sistemas de control necesarios en vehículos espaciales, en guiado de proyectiles, sistemas de pilotajes de aviones, etc. Además, el control automático se ha convertido en parte importante e integral de los procesos de manufactura e industriales modernos. Por ejemplo, el control automático resulta esencial en operaciones industriales como el control de presión, temperatura, humedad, viscosidad y flujo en las industrias de procesos, maquinado manejo y armado de piezas mecánicas en las industrias de fabricación, entre muchas otras. [1]

Un sistema de control básico esquemático es mostrado en la figura 1:

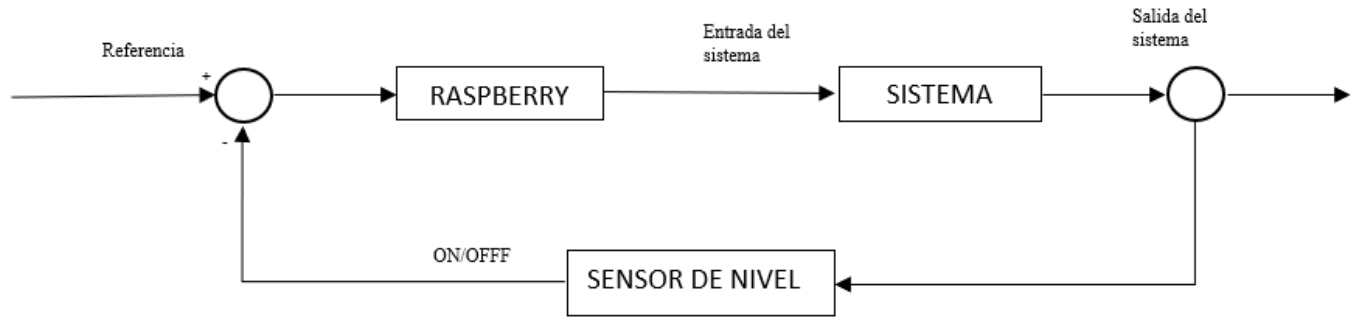


Figura 1. Diagrama de flujo para el control electrónico. [1]

2.2 Raspberry pi

Raspberry Pi es una mini computadora del tamaño de una tarjeta que puede funcionar con alimentación de red o con batería. Raspbian es un sistema operativo (SO) proporcionado, pero hay varias otras variantes del SO ARM-Linux que pueden ejecutarse en él. Este dispositivo en miniatura se puede utilizar para robótica, máquinas recreativas y dispositivos de sondeo de temperatura. También puede ser utilizado para aplicaciones como MATLAB, entre otras, y viene en una variedad de modelos con diferentes interfaces para diferentes requisitos. El sistema operativo se actualiza en una tarjeta micro Secure Digital (SD). El dispositivo en ejecución se puede acceder directamente mediante un teclado, mouse y pantalla USB o mediante un puerto LAN mediante la creación de una sesión de shell seguro (SSH) de forma remota; en la figura 2 se visualizan cada unas de las partes del hardware de la raspberry. [2]

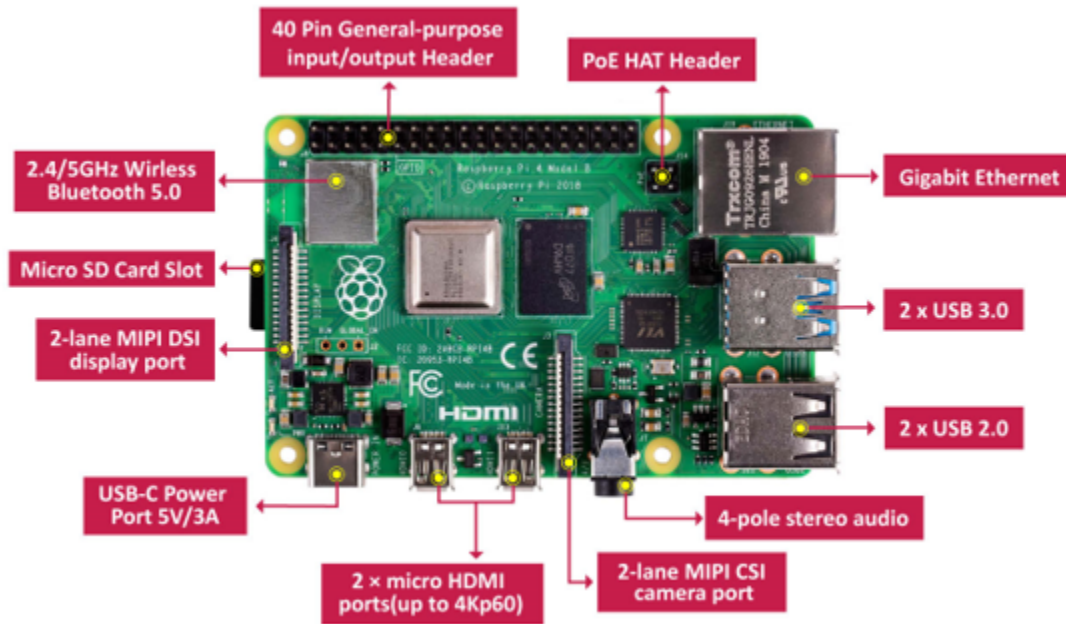


Figura 2: Raspberry. [2]

2.3 Sistema operativo (Raspberry Pi OS):

Raspberry Pi OS es el sistema operativo recomendado para uso normal en una Raspberry Pi.

Raspberry Pi OS es un sistema operativo gratuito basado en Debian, optimizado para el Hardware Raspberry Pi. El sistema operativo Raspberry Pi viene con más de 35,000 paquetes: software precompilado incluido en un formato agradable para una fácil instalación en su Raspberry Pi.

Raspberry Pi OS es un proyecto comunitario en desarrollo activo, con énfasis en mejorar la estabilidad y el rendimiento de tantos paquetes Debian como sea posible. [3]

2.4 Python:

Python es simple, es un lenguaje de programación real. Python ofrece más apoyo e infraestructura para programas grandes que el intérprete de órdenes. Por otra parte, también ofrece mucha más comprobación de errores que C, al ser un lenguaje de muy alto nivel, tiene incluidos tipos de datos de alto nivel, como matrices flexibles y diccionarios, que llevarían días de programación en C. Dados sus tipos de datos más generales, se puede aplicar a un rango de problemas más amplio que Awk o incluso Perl, pero muchas cosas son, al menos, igual de fáciles en Python que en esos lenguajes.

Python permite dividir el programa en módulos reutilizables desde otros programas en Python. Viene con una gran colección de módulos estándar que puede utilizar como base de sus programas (o como ejemplos para empezar a aprender Python). También hay módulos incluidos que proporcionan E/S de ficheros, llamadas al sistema, "sockets" y hasta interfaces gráficas con el usuario, como Tk.

Python es un lenguaje interpretado, lo que ahorra un tiempo considerable en el desarrollo del programa, pues no es necesario compilar ni enlazar. El intérprete se puede utilizar de modo interactivo, lo que facilita experimentar con características del lenguaje, escribir programas desechables o probar funciones durante el desarrollo del programa de la base hacia arriba. También es una calculadora muy útil.

Python permite escribir programas muy compactos y legibles. Los programas escritos en Python son normalmente mucho más cortos que sus equivalentes en C o C++, por varios motivos:

- Los tipos de datos de alto nivel permiten expresar operaciones complejas en una sola sentencia.

- El agrupamiento de sentencias se realiza mediante sangrado (indentación) en lugar de begin/end o llaves.
- No es necesario declarar los argumentos ni las variables.

Python es ampliable: si ya sabes programar en C, es fácil añadir una nueva función o módulo al intérprete, para realizar operaciones críticas a la máxima velocidad o para enlazar programas en Python con bibliotecas que sólo están disponibles en forma binaria (como bibliotecas de gráficos específicas del fabricante). Una vez enganchado, puedes enlazar el intérprete de Python a una aplicación escrita en C y utilizarlo como lenguaje de macros para dicha aplicación. [4]

2.5 Node-RED:

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes.

Consiste en un tiempo de ejecución basado en Node.js al que apunta un navegador web para acceder al editor de flujo. Dentro del navegador, crea su aplicación arrastrando los nodos de su paleta a un espacio de trabajo y comienza a conectarlos. Con un solo clic, la aplicación se vuelve a implementar en el tiempo de ejecución donde se ejecuta.

La paleta de nodos se puede ampliar fácilmente instalando nuevos nodos creados por la comunidad y los flujos que cree se pueden compartir fácilmente como archivos JSON. [5]

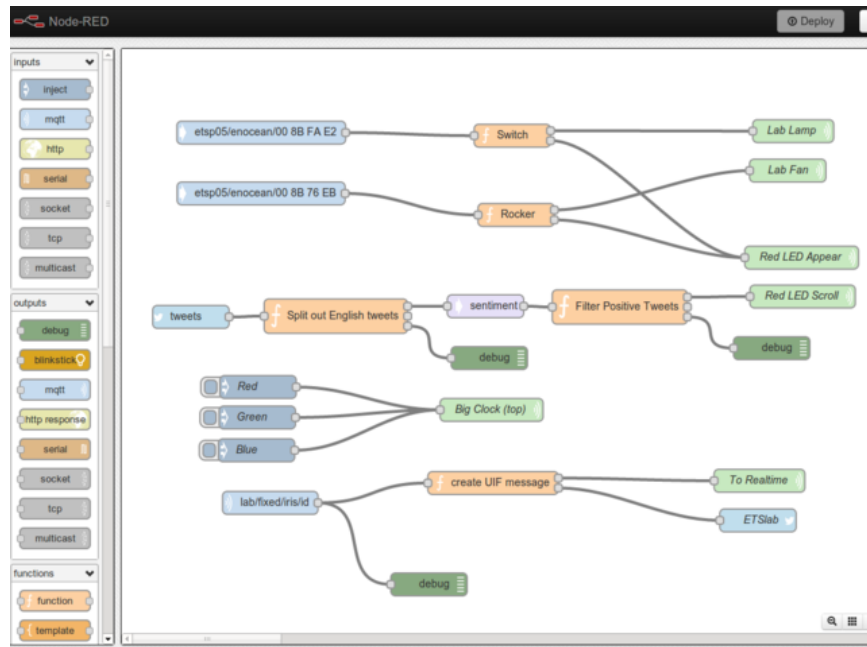


Figura 3. Interfaz gráfica de NODE-RED [5]

En la interfaz de usuario de la figura 3 se pueden arrastrar multitud de nodos, un subconjunto que tiene especial importancia para este proyecto es el de Dashboard.

El Dashboard de Node-RED se distribuye en una especie de rejilla, cada elemento grupo tiene un tamaño, por defecto se le asigna una anchura de 6 unidades, cada una se compone de 48 píxeles. En cada grupo existen widgets, los cuales también poseen la propiedad de la anchura, por defecto será automática y ocupará la anchura del elemento grupo.

Existen diversos nodos que ofrecen una gran utilidad a la hora de combinar una interfaz gráfica de visualización de resultados con la interacción entre el usuario y el flujo de datos diseñado. Hay desde formularios, botones y listas desplegadas hasta templates donde programar un fragmento de lenguaje web. Como se ve en la figura 4 es un ejemplo de dashboard que se puede realizar en Node-Red.[6]

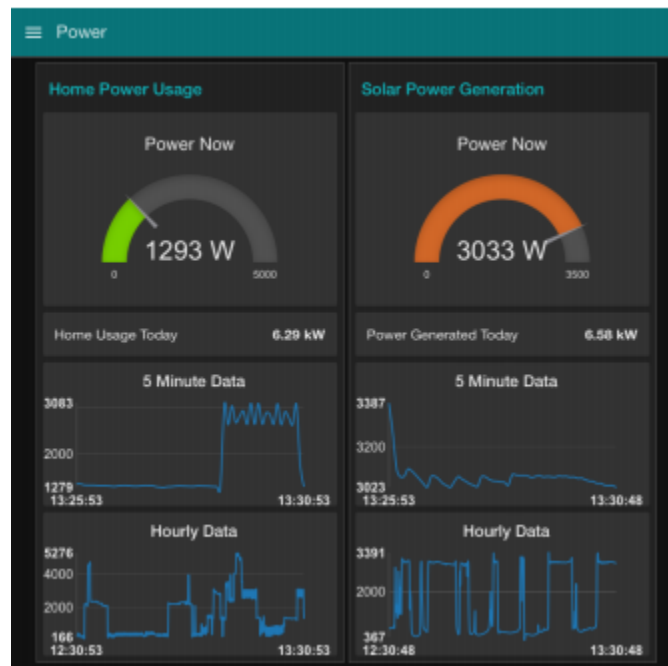


Fig. 4: Ejemplo de Dashboard en Node-RED[6]

2.6 Sensor de nivel.

El sensor de nivel horizontal de líquido es un interruptor flotador, este dispositivo es utilizado para medir el nivel de líquido dentro de un tanque, el sensor puede activar una bomba, una alarma u otros dispositivos.

Este sensor de nivel de líquido se compone de un interruptor y un flotador magnético de láminas, el interruptor de láminas magnético está dentro del encapsulado de la barra guía, cuando el flotador sube y baja con el nivel de líquido, sus imanes internos atraen al interruptor de lámina magnéticos, con el fin de detectar la posición de nivel de líquido como un control de nivel de líquido.

Con este sensor podrás conocer si el nivel de agua ha pasado cierto nivel, sin preocuparte por los cortocircuitos, pues el sensor posee aislamiento eléctrico a prueba de agua. Este tipo de sensor de nivel es conocido como interruptor flotador o boya de nivel. De fácil integración con sistemas digitales como Arduino, PIC o PLCs. El sensor se comporta de forma similar a

un switch o interruptor, debe ir conectado a una entrada digital con su respectiva resistencia pull-up o pull-down. [7].

- Capacidad de los contactos: 70W
- Tensión de conmutación: DC110V
- Corriente de conmutación: 0.5A
- Resistencia de aislamiento: > 10 MΩ
- Temperatura de funcionamiento: -10 ~ 85 °C

Diagrama de uso

Las distintas formas de uso del sensor de nivel agua se observan en la figura 5.

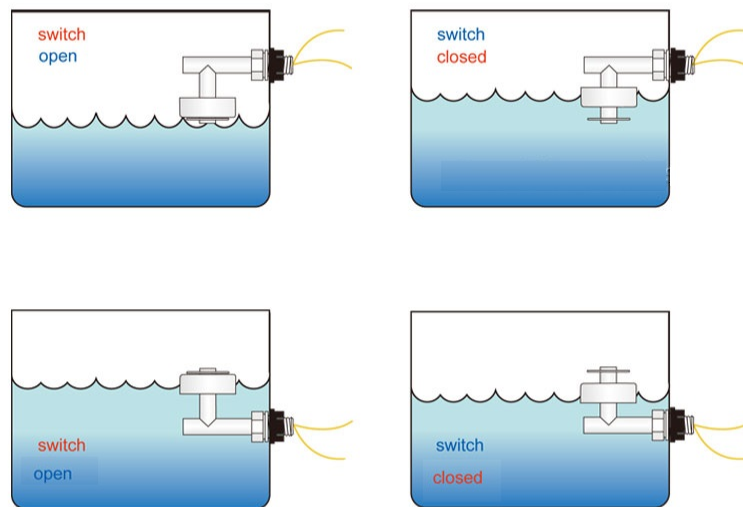


Figura 5: Sensor de nivel. [8]

2.7 Filtrado de agua

El filtro de aguas grises es una práctica utilizada para filtrar el agua utilizada en las pilas del hogar, a la que se le quitan los desechos, para luego ser utilizada en el riego de los cultivos, principalmente huertos de hortalizas, plantas frutales y ornamentales.

Importancia de la práctica:

- Permite reutilizar el agua del hogar proveniente del lavado de utensilios y trastos de cocina y de la ropa para el riego de hortalizas, plantas frutales y ornamentales.
- Se aprovecha el agua en las épocas secas.
- Evita la contaminación del suelo con productos químicos de los detergentes y jabones. [8]

2.8 Electroválvula

Las electroválvulas o válvulas solenoides son dispositivos diseñados para controlar el flujo (ON-OFF) de un fluido. Están diseñadas para poder utilizarse con agua, gas, aire, gas combustible, vapor entre otros. Estas válvulas pueden ser de dos hasta cinco vías. Pueden estar fabricadas en latón, acero inoxidable o pvc. Dependiendo del fluido en el que se vayan a utilizar es el material de la válvula.

En las electroválvulas de 2 vías como la mostrada en la figura 6, normalmente se utilizan las que funcionan con tres modalidades diferentes, dependiendo del uso que están destinadas a operar; pueden ser de acción directa, acción indirecta y acción mixta o combinada, además cada una de estas categorías puede ser Normalmente Cerrada (N.C.) o Normalmente Abierta (N.A.) , esto dependiendo de la función que va a realizar ya sea que esté cerrada y cuando reciba la señal a la solenoide abra durante unos segundos, o que esté abierta y cuando reciba la señal al solenoide corte el flujo [10].



Figura 6. Electrovalvula. [10]

3. Resultados.

3.1 Integración entre el sensor de nivel y la Raspberry

Para iniciar con el desarrollo de esta solución IoT, primero debemos realizar la conexión de los sensores de nivel con la Raspberry Pi 3B.

Para esto usamos:

- Resistencia de 1K Ω
- Cables macho-macho y macho-hembra

La conexión que se debe realizar es la siguiente; donde las resistencias soldadas están protegidas por cinta aislante, adicional a una caja de protección superior como se visualiza en la figura 7.

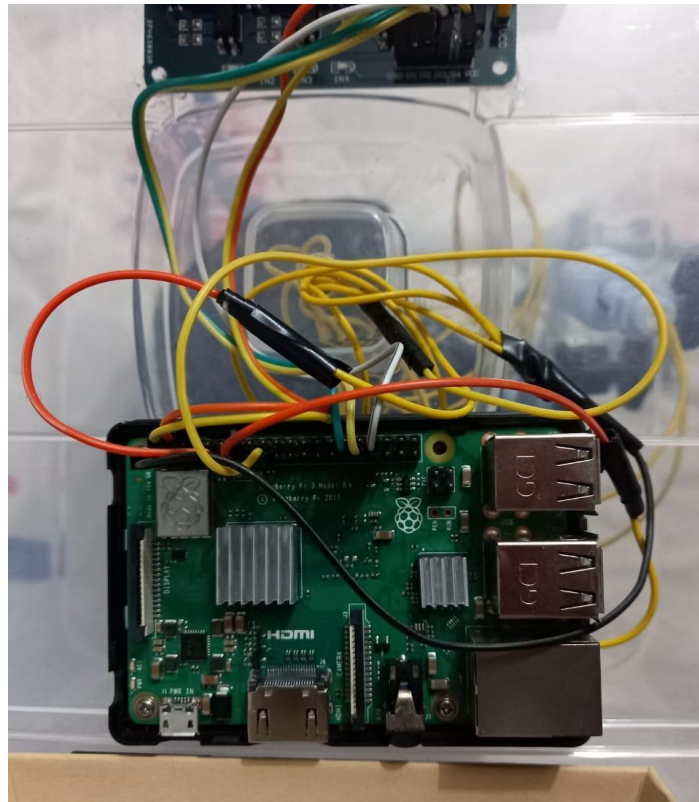


Figura 7. Integración física entre la Raspberry Pi 3B y el sensor de nivel.

Para los niveles reportados en la interfaz se ubican los sensores de nivel en distancias estratégicas en el recipiente; esto se observa en la figura 8.

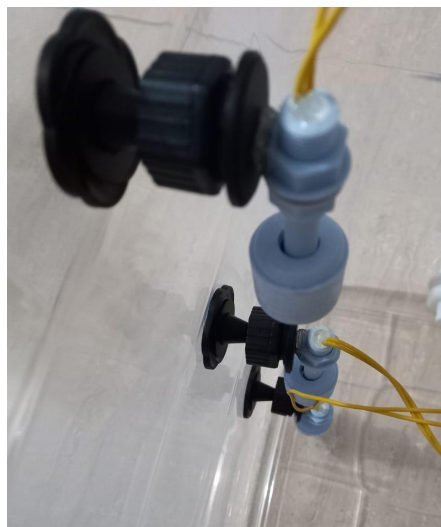


Figura 8. sensores de nivel con acople magnético adaptado.

Como se puede ver en la figura 9, se encuentra la parte de control de llenado del tanque por medio de unos relés y las electroválvulas programado desde la raspberry por medio de python.

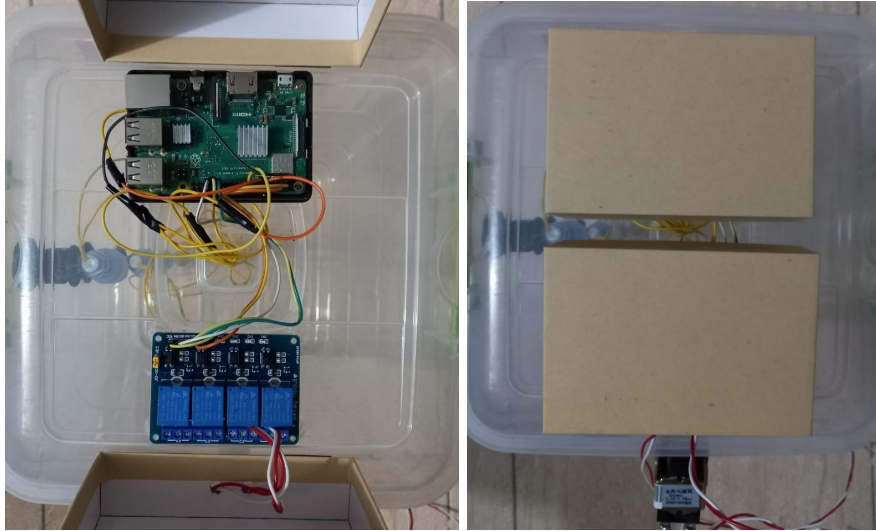


Figura 9. Zona de control del prototipo de tanque.

La descripción del sistema programado se puede entender en el diagrama de la figura 10, dando un planteamiento principal para el sentido de flujo del proceso de control de la tarjeta que realiza la verificación y cambios de estados.

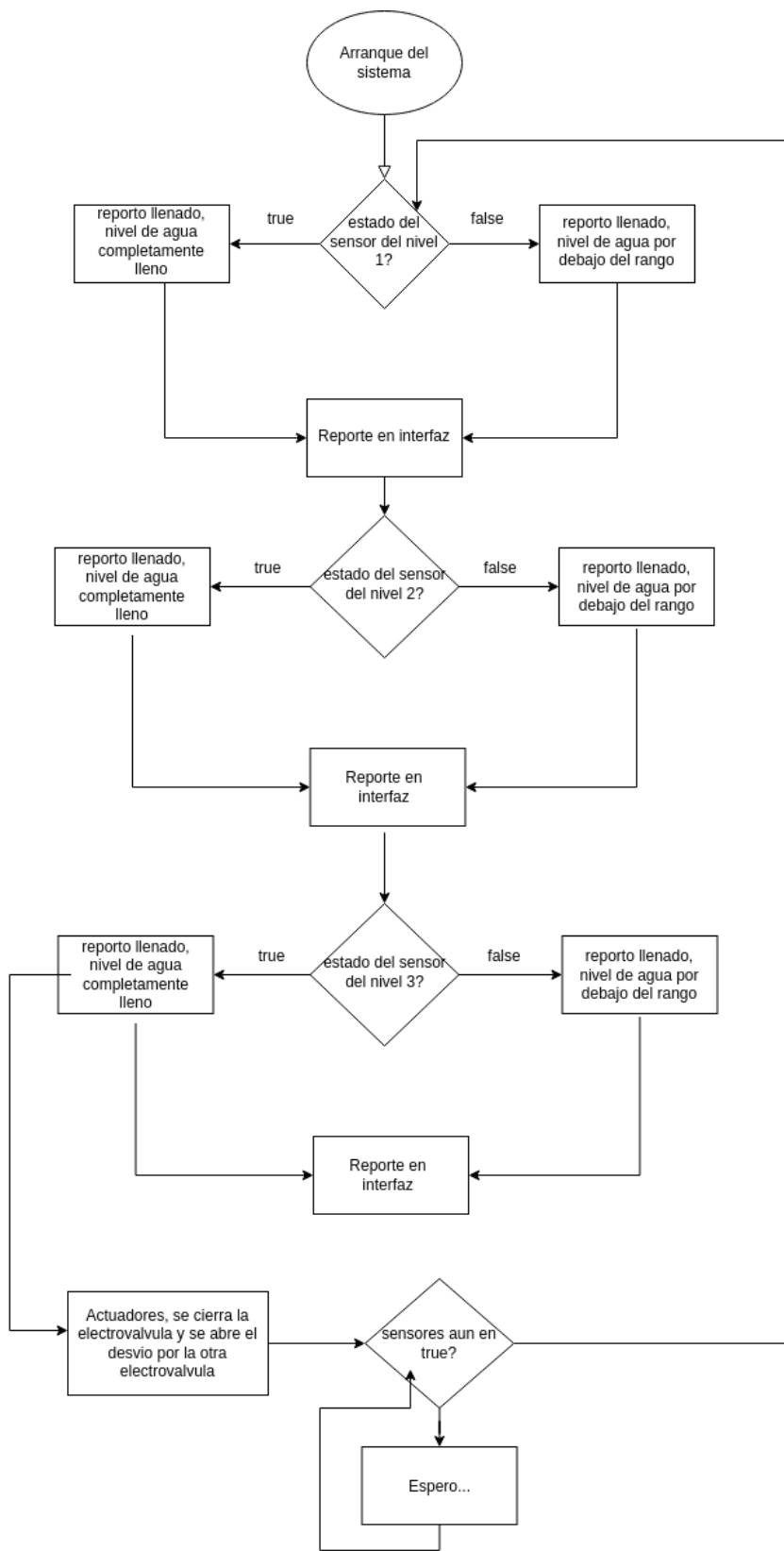


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento.

3.2 Uso de los servicios de NODE-RED

Accedimos a la consola de NODE-RED, e ingresamos al servicio de IoT.

Los dispositivos conectados a NODE-RED están representados por objetos de IoT en el registro de NODE-RED. Es importante entender la función que desempeña Node-RED dentro de la aplicación y sistemas que utilizan su enlace, en este caso el envío del reporte de los sensores de nivel para la visualización, es fundamental en el reporte web.

3.3 Códigos de funcionalidad en Python

Desde el editor de Geany en la Raspberry visualizado en la figura 11, se realiza el código para el funcionamiento de los sensores de nivel y la conexión con el servidor.



Figura 11. Geany.

Partiendo de la creación de nuestro servidor y cliente para el tráfico de la información (estados del sensor), ajustamos la conexión definiendo los parámetros generales de operación para el servidor mostrados en la figura 12 y 13;


```
6
7  'use strict'
8
9  const express = require('express'),
10     app = express(),
11     http = require('http'),
12     WebSocketServer = require('websocket').server,
13     server = http.createServer(app),
14     wsServer = new WebSocketServer({
15         httpServer: server,
16         autoAcceptConnections: true
17     }),
18     events = require('events'),
19     Net = require('net'),
20     net = require('net'),           // client for gpios..
21     id_maq=142430;
22
23
24 var sendtoWSapp = new events.EventEmitter,
25     debug=1,           // 0
26     query_actv=false,
27     new_register=true,
28     cnnstate=false,
29     clients=[];
30 //
31
```

Figura 12. Primera instancia para el direccionamiento del servidor html de interfaz.

```
35 //.....
36 //
37 // ..I'm TCP socket client..
38 // ..del msg_1, servicio motor de DB 'gcc_db_nidoo0.cpp'.
39 function ConnectDbServer(data) {
40     var client = net.connect(8888, 'localhost', function() {
41         //console.log('\n}1}Connected to db driver, envío .. ' + data);
42         client.write(data+'\n');
43         client.end();
44     });
45     client.on('error', function(ex) {
46         console.log("handled error");
47         console.log(ex);
48     });
49     client.on('data', function(data) {
50         //console.log(' }2}Received: ' + data.slice(0,60));
51         if ( query_actv && cnnstate && (data.length > 60) ) {
52             sendtoWSapp.emit( 'data', data );
53         }
54         //client.destroy(); // kill client after server's response
55     });
56
57     client.on('close', function() {
58         console.log(' }3}Connection closed');
59         query_actv = false;
60     });
61 }
```

Figura 13. Definición del cliente y declaración de las condiciones iniciales por defecto.

Continuando, el sketch donde definimos nuestras ip, el puerto de operación, protocolo de conexión y el dibujo o diseño de interfaz; como se ve en la figura 14.

```
server.js x sketch.js x
1 console.log("load p5")
2
3 var yoff = 0;
4 var level1=600;
5 var level2=550;
6
7
8 var host = '192.168.0.8:8080';
9
10 var socket;
11
12
13 function setup() {
14
15     socket = new WebSocket('ws://'+host, 'echo-protocol')
16     socket.onopen = sendIntro;
17
18     socket.onmessage = readMessage;
19
20     var width = 600,
21         height = 600;
22     createCanvas(width, height);
23 }
24
25 function sendIntro(){
26     socket.send("connect machine");
27     console.log("message was send")
28 }
```

Figura 14. Ubicación web definida y fija, dirección principal para la consulta externa.

En esta parte del código mostrada en la figura 15 y 16 se realiza el cambio del nivel de agua y color en la interfaz web, dependiendo de los sensores de nivel.

```
29
30 function readMessage(event){
31     var msg = event.data;
32
33     const data_tank = JSON.parse (String(msg), (key, value)=>{
34         if(key == "levelWater"){
35             console.log(value)
36             level1 = (value*-166.6666666666667)+600;
37             level2 = level1 - 50;
38             return value
39         }
40     });
41
42
43     //define water level
44
45 }
46
```

Figura 15. Información principal en la dirección web.

```
48
49 function draw() {
50
51     drawwater();
52 }
53
54 function drawwater() {
55
56     background(254,254,255);
57
58     fill(100,200,255,200);
59     // We are going to draw a polygon out of the wave points
60     beginShape();
61
62     var xoff = 0; // Option #1: 2D Noise
63     // float xoff = yoff; // Option #2: 1D Noise
64
65     // Iterate over horizontal pixels
66     for (var x = 0; x <= width; x += 10) {
67         // Calculate a y value according to noise, map to
68
69         // Option #1: 2D Noise
70         var y = map(noise(xoff, yoff), 0, 1, level1, level2);
71
72         // Option #2: 1D Noise
73         // var y = map(noise(xoff), 0, 1, 200,300);
74
75         // Set the vertex
```

```

76     vertex(x, y);
77     // Increment x dimension for noise
78     xoff += 0.01;
79     }
80     // increment y dimension for noise
81     yoff += 0.01;
82     vertex(width, height);
83     vertex(0, height);
84     endShape(CLOSE);
85 }
86

```

Figura 16. Generación de los niveles representativos, colores y visualización.

Para la ejecución de todos los complementos creados para la operación del prototipo que serán el punto de inicio en la prueba del sistema, vamos simplemente a la ventana de comandos de raspberry y escribimos el comando:

cd ws-node (accedemos a la carpeta de contenido)

node index.js (archivo para encendido de servidor web)

Luego obtendremos respuesta que nuestro servidor se encuentra operando.

3.4 Comunicación de datos

Se realiza una comunicación desde Python hacia la interfaz por medio de NODE-RED, para poder visualizar el momento en que está el recipiente de agua en cuatro (4) fases, la primera fase es para saber si el recipiente tiene menos del 30% del agua, la segunda fase es para saber si esta entre el 30% y el 60% del agua y la tercera fase es para saber que está entre el 60% y el 90% del agua del recipiente, la última fase el para saber que ya está pasando el 90% del agua en el cual se puede rebozar el agua del recipiente de agua y poder ocasionar fugas de agua, en estos momentos la electroválvula se moverá de posición (cambio de estado) para evitar esta fuga de agua.

3.5 Interfaz web

La interfaz es muy sencilla con el fin de simplemente dar una ilustración segmentada en 3 áreas del tanque que representan un porcentaje de agua presente en el mismo, donde cumple la función de publicar, debido que las condiciones del sistema se encargan de restringir el llenado como prevención para desbordes del tanque, lo que implica un cambio de estado en las electroválvulas que acondicionan el sentido de circulación del líquido.

Como se visualiza en la figura 17, el nivel 0 es el momento en que ninguno de los 3 sensores ha sido activado (valor mínimo).

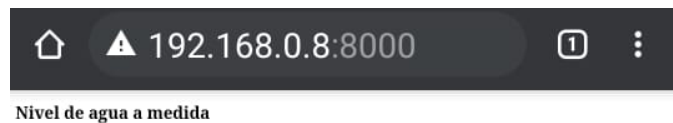


Figura 17. Nivel 0 (valor mínimo)

En la figura 18 se muestra el nivel 1 en el que el sensor de nivel s0 ya fue activado, lo que significa es que el llenado del tanque ya va en el 30% o más.

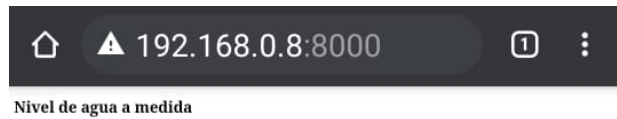


Figura 18. Nivel 1 (llenado del 30%)

En la figura 19 se muestra el nivel 2 en el que los sensores de nivel s0 y s1 ya están activados, lo que significa es que el llenado del tanque ya va en el 60% o más.

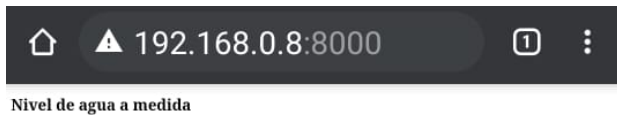


Figura 19. Nivel 2 (llenado del 60%)

En la figura 20 se muestra el nivel 3 en el que los sensores de nivel s0, s1 y s2 ya están activados, lo que significa es que el llenado del tanque ya va en el 90% o más, en este momento el paso de agua al tanque de almacenamiento se desactiva y el agua empieza a ir al desagüe.

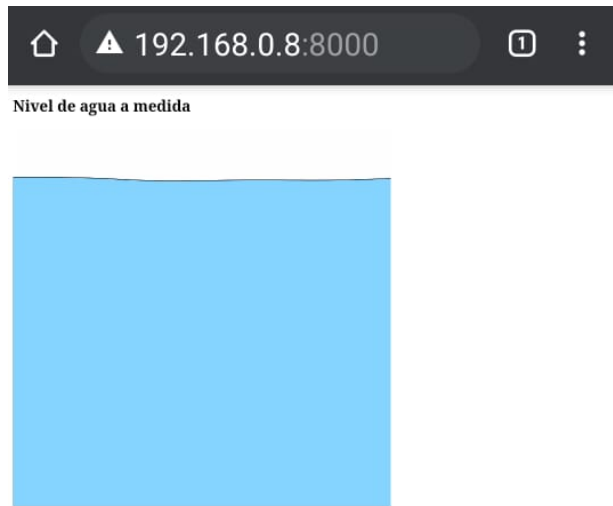


Figura 20. Nivel 3 (llenado del 90%)

Por medio cuadros representativos, se da la visualización del nivel de agua en la dirección de nuestra ip local y puerto definido que nos permite ver los anteriores diagramas.

3.6 Adaptación de electroválvulas de control

El módulo de relés nos brinda el control de las electroválvulas evitando desbordes del recipiente de agua (tanque) como el observado en la figura 21.

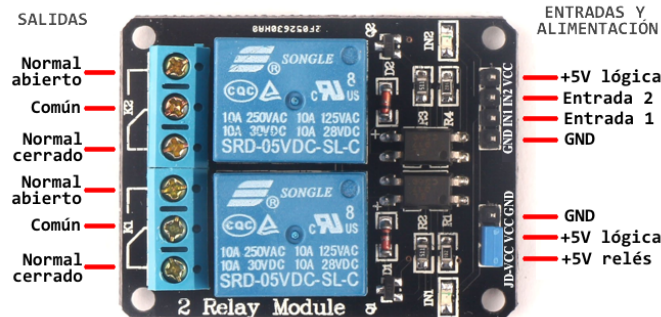


Figura 21. Pines del modulo rele.

La conexión general dispuesta para cada electroválvula se plantea de manera simple donde el relé realiza el trabajo de alimentar y suspender la energía administrada para la apertura y cierre del flujo de agua.

3.7 Conexión especial para la electroválvula de entrada

Teniendo en cuenta que la tubería de la vivienda debe ser especial e independiente, es decir, las aguas grises deben ir por una tubería aparte de la tuberías de las aguas negras, para no contaminar el agua reutilizable, por lo que el agua no será tratada, el agua que se podrá reutilizar es la proveniente de la lavadora, lavamanos, duchas, etc.

La función que cumple la electroválvula en este punto del sistema es para activar el llenado o desactivar el llenado del recipiente con el agua reutilizable, cuando todavía tiene capacidad para llenar el recipiente la electroválvula dejara pasar el flujo de agua, en el momento que el recipiente lleve al 90% de llenado, la electroválvula no permitirá el paso de agua para que no pasen desbordes de agua en el recipiente; en la figura 22 se ve la conexión de la electroválvula con el rela.

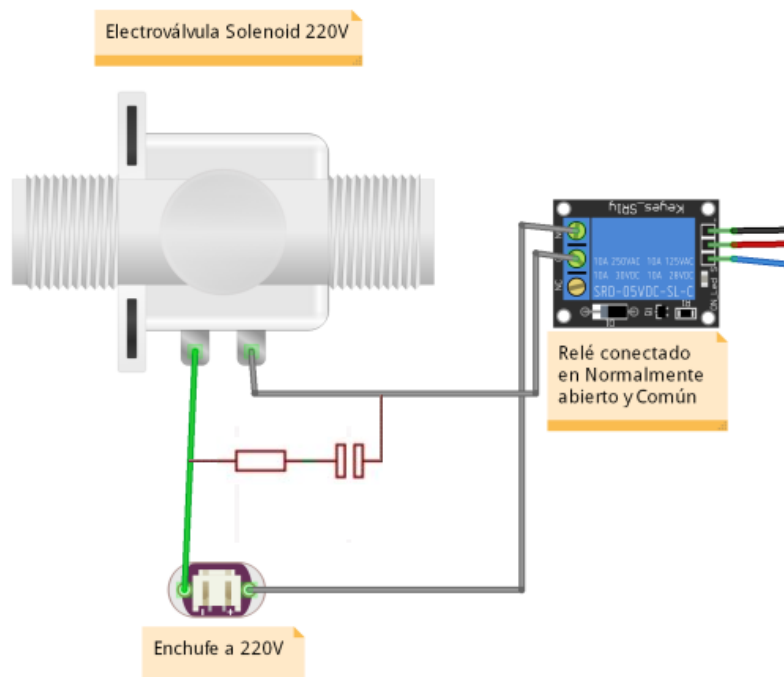


Figura 22. Esquema de conexión de electroválvula

4. Conclusiones.

- Con la interfaz web se facilita la visualización de las etapas de llenado del recipiente de agua.
- Con los sensores de nivel y las electroválvulas evitamos cualquier tipo de desbordamiento de agua en el tanque.
- Por medio de la reutilización del agua se puede ver que el consumo y el valor del agua disminuye. Con esto el usuario tendrá un ahorro monetario debido a una disminución del consumo de agua.
- El agua reutilizada tiene varios usos en el hogar como la limpieza de pisos, lavado del baño, uso en la cisterna, limpieza del automóvil, etc.
- No es apto para el consumo humano, para poder ser consumida por un ser humano debe tener un proceso distinto.

Reconocimientos.

Agradecemos al docente director del proyecto Frank Nixon Giraldo y a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por brindar instrumentos electrónicos en la etapa como estudiantes, asesoramiento y sobre todo por la formación otorgada.

Referencias.

- [1] K. Ogata, (1998). "Ingeniería de Control Moderna", Tercera Edición. Editorial: "Prentice Hall". <https://biblioteca.cio.mx/ebooks/e0213.pdf>
- [2] A. K. Kyaw, H. P. Truong, and J. Joseph, "Low-Cost Computing Using Raspberry Pi 2 Model B,"
- [3] RASPBERRY PI FOUNDATION. (2021). Raspberry Pi OS. <https://www.raspberrypi.org/documentation/raspbian/>
- [4] Rossum, G. van. (2005). Guía de aprendizaje de Python (J. Fred L. Drake (ed.); Python Sof). Python Software Foundation. <http://pyspanishdoc.sourceforge.net/tut/tut.html>
- [5] OpenJS Foundation and Node-RED contributors. (2021). Node-RED. <https://nodered.org/about/>
- [6] S. García Jiménez, J. Carlos, G. Cebollada, and P. Arce Vila, "DESARROLLO DE PANELES DE CONTROL PARA REDES IOT BASADOS EN NODERED," Accessed: Aug. 19, 2021. [Online]. Available: www.etsit.upv.es.
- [7] *Sensor De Nivel Flotador Horizontal para Arduino - UNIT Electronics*. (s. f.). UNIT Electronics. <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-nivel-flotador-horizontal-para-arduino/>
- [8] *Sensor Horizontal de Nivel de Agua - Flotador Interruptor - Electronilab*. (s. f.). Electronilab. <https://electronilab.co/tienda/sensor-horizontal-de-nivel-de-agua/>
- [9] FAO. (2011). Colección Filtros caseros de aguas grises. Colección Buenas Prácticas, 9. <http://menteocupada.com/agua/Filtros-caseros-de-aguas-grises.pdf>
- [10] Altec. Alta Tecnología de Vanguardia, S. de C. (2014). ¿Cómo funcionan las electroválvulas o válvulas solenoides de uso general? <https://www.altecdust.com/blog/item/32-como-funcionan-las-electrovalvulas-o-valvulas-solenoides-de-uso-general>