

Implementación de un Sistema para Medir y Controlar el Abastecimiento del Agua para el Acueducto Comunitario del Barrio Pablo Neruda del Municipio de Sibate Cundinamarca.

Hermes David Parra Martínez

ID: 000553773

✉ hparramart1@uniminuto.edu.co

Trabajo de Grado presentado Para optar al título de
Tecnólogo en Automatización Industrial

Tutor:

Juan Carlo Hernández Prieto



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de Calidad al alcance de todos

Corporación universitaria minuto de Dios
Tecnología en automatización industrial
Bogotá - Colombia
Año 2021

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la corporación universitaria minuto de Dios para optar al título de tecnólogo en automatización industrial.

Jurado

Bogotá Colombia, 30 de abril de 2021

Dedicatoria

En primer lugar quiero dedicar este proyecto de grado a Dios quien me dio la sabiduría, el conocimiento y su bendición para lograr mis metas, en segundo lugar a mis padres que si no fuese por la ayuda de ellos por la crianza que me han brindado, los valores que me han inculcado he podido ser mejor persona a nivel profesional poder culminar con esta meta.

Hermes David Parra Martínez.

Agradecimientos

Agradezco a los docentes de la universidad minuto de Dios sede Soacha en especial a la facultad de ingeniería por brindar y compartir sus conocimientos, al acueducto comunitario del barrio Pablo Neruda (Sibate) por darme la oportunidad de brindar un aporte que le sirve mucho a la comunidad, a compañeros que compartieron conmigo palabras de ánimo y conocimiento para continuar para cumplir con esta meta, infinitas gracias por todo.

Hermes David Parra Martínez.

Tabla de contenido

Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción	11
Planteamiento del problema.....	12
Antecedentes.....	13
Justificación	14
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco teórico	16
Acueducto Comunitario Barrio Pablo Neruda (Sibate):	16
Barrió Pablo Neruda:	17
Automatización industrial:.....	18
Sensores de nivel y proximidad:.....	19
Sensores ultrasónicos:.....	19
Sensores Magnéticos:.....	20
Sensores Ópticos:.....	21
Sensores Capacitivos:	21
Sensores inductivos:.....	22
Comparación de componentes utilizados en el proyecto.....	23
Selección componentes utilizados en el proyecto.....	27
Pantalla NEXTION.....	27
Sensor ultrasónico:.....	27
Sensor De Temperatura.....	27

Sensor horizontal de agua	28
Arduino Uno	29
Tubería EMT.....	29
La Protoboard.....	29
Cable UTP.....	29
Tanque principal:	29
Presupuesto costo.....	31
Cronograma de actividades.....	32
Construcción del proyecto	33
Ensamble del tablero y periféricos.....	33
Ensamble del circuito.....	34
Esquema electronico de medición y control:	36
Simulación sensores de temperatura:	37
Programación en ARDUINO:.....	38
Software NEXTION	40
Resultados.....	41
Conclusiones.....	47
Referencias.....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 comparación componentes.....	23
Tabla 2: Costo De Materiales	31
Tabla 3 Cronograma de actividades.....	32
Tabla 4: Muestra de datos de simulación.....	38
Tabla 5 datos recolectados	46

Lista de figuras

Figura 1	nacedero de agua del acueducto barrio Pablo Neruda.....	16
Figura 2	Plano Barrio Pablo Neruda.....	17
Figura 3	Habitantes del Barrio escavando para las acometidas de agua.....	17
Figura 4	Automatización y Control	18
Figura 5	Clasificación de sensores.....	19
Figura 6	Funcionamiento sensor ultrasónico	19
Figura 7	sensor magnético	20
Figura 8	sensor óptico y su función.....	21
Figura 9	Partes de un sensor capacitivo.....	21
Figura 10	sensor inductivo.....	22
Figura 11	sensor de temperatura	27
Figura 12	sensor horizontal.....	28
Figura 13	Tanque superior	30
Figura 14	electroválvula	33
Figura 15	circuito.....	34
Figura 16	diagrama básico	35
Figura 17	Plano Eléctrico.....	36
Figura 18	Simulación Sensor TINKERCAD.....	37
Figura 19	Simulación Sensor De Temperatura En TINKERCAD	38
Figura 20	diagrama de flujo.....	39
Figura 21	Interfaz Software NEXTION	40
Figura 22	resultado medición y control de nivel	41
Figura 23	resultado de alarmas	43
Figura 24	posición sensor horizontal	43
Figura 25	muestra de resultado de medición y control de temperatura.	44
Figura 26	posición sensor temperatura	45
Figura 27	Prueba Temperatura.....	45

Resumen

El presente trabajo de grado se diseña e implanta un sistema para medir y controlar el abastecimiento de un tanque de reserva el cual será llenado con el rebose del tanque principal cuando el sistema de control detecte un nivel superior a 240.000 Litros aprovechando el resto de agua evitando la escases y la problemática de racionamientos que atraviesa los habitantes del barrio Pablo Neruda, llenado el tanque de 400 litros de reserva para temporadas de verano o cuando esta se necesite para situaciones especiales sin afectar el suministro de agua.

En el acueducto comunitario barrio Pablo Neruda ubicado en el municipio de Sibate (Cundinamarca) cuenta con bajos recursos por lo cual se diseña una implementación utilizando componentes económicos y de bajo consumo de energía.

La implementación ayuda a llevar una base estadística del nivel de agua en tiempo real, como de la temperatura que nos servirá para estudio y análisis en futuras investigaciones, ya sea para el medio ambiente de manera cronológica se podrá determinar los tiempos de abundancia y escases del agua como los cambios climáticos que afectan la región.

El aprovechamiento de este sistema va a beneficiar a los habitantes de esta región haciendo una mejor distribución del agua y haciendo uso de nuevas tecnologías podríamos mejorar el sistema a futuro colocando paneles solares y resistencias que calienten el agua y le den mejor confort a los habitantes de la región ya que la temperatura llega a 10°celsius y la temperatura de confort son de 24°celsius.

Palabras claves: Automatización industrial, agua, acueducto, racionamiento, nivel de agua.

Abstract

This degree work is designed to implement a system to measure and control the supply of a reserve tank which will be filled with the overflow from the main tank when the control system detects a level higher than 240,000 liters, taking advantage of the rest of the water. Avoiding the shortages and the problem of rationing that the inhabitants of the Pablo Neruda neighborhood face, filling the 400-liter reserve tank for summer seasons or when it is needed for special situations without affecting the water supply.

In the Pablo Neruda neighborhood community aqueduct located in the municipality of Sibate (Cundinamarca), it has low resources, so an implementation is designed using low-price components and low energy consumption.

The implementation helps to keep a statistical base of the water level in real time, as well as the temperature that will serve us for study and analysis in future investigations, either for the environment in a chronological way it will be possible to determine the times of abundance and scarcity of the water as the climatic changes that affect the region.

The use of this system will benefit the inhabitants of this region by making a better distribution of water and making use of new technologies, we could improve the system in the future by placing solar panels and heating elements that heat the water and give better comfort to the inhabitants of the region since the temperature reaches 10° Celsius and the comfort temperature is 24°celsius.

Keywords: Industrial automation, water, aqueduct, rationing, water level.

Introducción

El proyecto Implementación de un sistema para medir y controlar el abastecimiento del agua por el acueducto comunitario Pablo Neruda Sibate. Como su nombre lo define abarca bajo la problemática que actualmente se vive en el Barrio Pablo Neruda y su planta de tratamiento de agua potable la cual no cuentan con un método de medición y de control, no cuentan con sistemas tecnológicos.

Lo cual se diseña un sistema para ganar tiempo, seguridad, y visualización y control desde un solo sitio sin necesidad de que el operario se desplace a los tanques para correr riesgo alguno.

Este proceso se puede llevar a cabo manual y automáticamente, se visualiza a través de una pantalla táctil. Con el fin de mostrar un proceso industrial a nivel escala.

Teniendo en cuenta que se realizara un sistema de control de abastecimiento de líquido se debe tener presente estas definiciones:

Variable controlada: variable de un proceso que se quiere mantener un valor constante.

Variable manipulada: variable del proceso que se modifica para corregir el efecto de la desviación provocada por la perturbación.

Perturbación: variables externas que altera el sistema y modifica la variable controlada.

Punto de consigna: valor deseado al que se quiere mantener la variable controlada.

Considero importante destacar el papel de la universidad minuto de Dios, docentes de la facultad de ingeniería. En la realización de esta investigación y construcción del proyecto

Planteamiento del problema

Según el IDEAM hay muchos fenómenos ambientales como de El Niño el cual afecta en un 96 % el ambiente generando una temporada seca estos se presentan en los primeros meses del año y se pueden alargar hasta 6 meses, afectando las temporadas de lluvia generando reboses en algunas ocasiones afectando bosques y cultivos (IDEAM, 2019)

En Cundinamarca los municipios más vulnerables “Facatativá, Sibaté, El Rosal, Subachoque, Tabio y Cucunubá” en estos municipios no existen embalses de agua potable y se presentan bajas temperaturas en las madrugadas generando heladas afectando toda la región. (IDEAM, 2019)

¿Cómo podremos prepararnos para los fenómenos ambientales evitando las sequias?

Antecedentes

En Colombia uno de los acueductos con implantación con control operativo el cual maneja tecnología de punta en automatización industrial es el acueducto de agua y alcantarillado de Bogotá. En el Centro de Control Operativo –edificio inteligente ubicado al occidente de la ciudad para operar todo el sistema matriz de agua potable y las estaciones elevadoras de alcantarillado- se registra toda la información sobre la variación en los niveles de los tanques de almacenamiento, presión y flujo de las tuberías de los puntos de operación, calidad del agua y uso y generación de energía eléctrica, entre otros procesos (Acueducto Agua y Alcantarillado De Bogota , 2019).

Purificar el agua cruda que ingresa a las Plantas de Purificación de Agua (PPA), sin instrumentos de medición debidamente seleccionados, ajustados para sus procesos unitarios y debidamente calibrados, las empresas prestadoras del servicio de agua potable tendrá dificultades en cumplir los indicadores de calidad del agua enmarcados en costos razonables.

En el acueducto de Aguas de Barrancabermeja s.a. Crearon programas de control para pérdida de agua, para llevar acabo la relevancia del cuidado del agua manejando sistemas en el acueducto estimación de perdidas tanto real como aparente determinando el cálculo de indicadores en los rendimientos adecuados (E.S.P., 2017)

Justificación

Los acueductos municipales y sus tanques de captación son instrumentos de gran importancia para el suministro de agua de la comunidad. El trabajo esencial es administrar la demanda. En zonas rurales de Colombia son 3 millones de personas las cuales son el 28% de la población que viven sin agua potable.

El barrio Pablo Neruda del municipio de Sibate Colombia cuenta con una cobertura 90% que abastece a la comunidad. Pero en los últimos tiempos dados a las temporadas de verano se ha tenido que realizar racionamientos los cuales se dividen en 2 zonas del barrio ejemplo zona 1 tendrá agua de 6 a 2, y zona 2 no tendrá agua en estos horarios. Y de 2 a 10 zona 2 tendrá agua, pero en estos horarios zona 1 no tendría. Teniendo en cuenta que el agua es vital para las familias en sus necesidades básicas diarias se requiere de un proyecto que aproveche los tiempos de invierno

Este proyecto se beneficiaran dos mil ochocientos (2800) habitantes del Barrio Pablo Neruda.

Objetivos

Objetivo General

- Implementar un sistema de automatización industrial con medición y control del tanque de agua del acueducto comunitario del barrio Pablo Neruda.

Objetivos Específicos

- Seleccionar los instrumentos y materiales necesarios para la implantación de la automatización industrial.
- Elaborar planos de las instalaciones y diseño eléctrico de la implementación.
- Programar las mediciones y visualización de datos en el arduino en lenguaje c y en la pantalla NEXTION.
- Instalar el sistema de medición y control en el acueducto comunitario de barrio Pablo Neruda.
- Poner en marcha la implementación tomando los datos del nivel de agua y temperatura

Marco teórico

Acueducto Comunitario Barrio Pablo Neruda (Sibate):

El acueducto comunitario del barrio Pablo Neruda La empresa Asociación De Suscriptores Del Acueducto Comunitario Barrio Pablo Neruda De Sibate Cundinamarca tiene como domicilio principal de su actividad la dirección, carrera 14 2 96 en la ciudad de SIBATE, Cundinamarca. Esta empresa fue constituida como entidad sin ánimo de lucro y se dedica a Captación tratamiento y distribución de agua para los habitantes del barrio Pablo Neruda (einforma informacion de empresas , 2018).

La planta de tratamiento posee un sistema de potabilización de agua cruda la cual viene de una bocatoma hasta llegar a la planta de tratamiento esta pasa por una caja reguladora de caudal. Sigue por un sedimentador 1 continua por un sedimentador 2 Atraviesa filtros una unidad de filtración, y finalmente terminando hacia la tubería de salida, en esta tubería tendrá 2 caminos 1 de ellos hacia las viviendas del barrio pablo Neruda y el otro hacia nuestro tanque de almacenamiento.

En la Figura 1 se muestra el nacedero del agua para la comunidad del barrio Pablo Neruda.

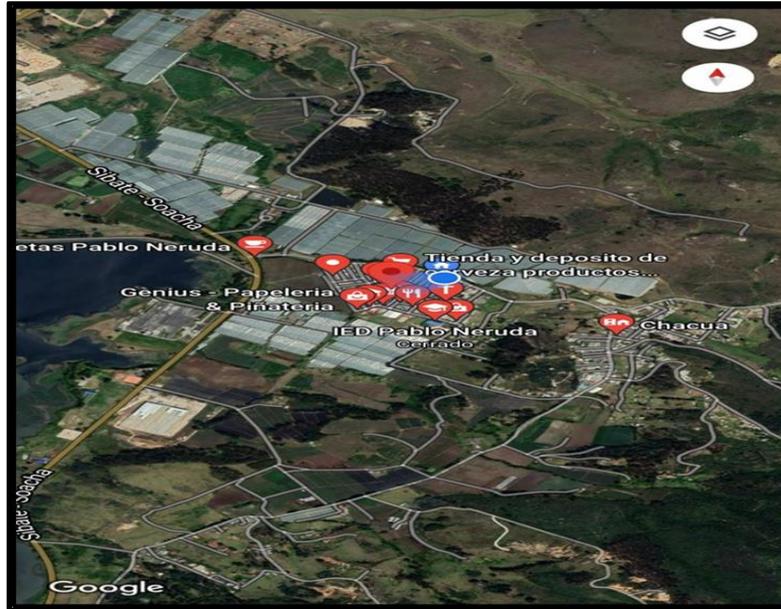
Figura 1 nacedero de agua del acueducto barrio Pablo Neruda



Fuente: Autoría propia

Barrió Pablo Neruda: el barrio Pablo Neruda está ubicado a las afueras de Bogotá como se muestra en la (Figura 2) es un barrio del municipio de Sibate del departamento de Cundinamarca-Colombia. El barrio Pablo Neruda fue fundado el 3 de noviembre de 1971 (Guerrero Álvarez, 2020).

Figura 2 Plano Barrio Pablo Neruda.



Fuente: GOOGLE MAPS.

Sus habitantes no contaban con acueducto así que ellos mismos se dedicaron a hacer sus propias acometidas (vea Figura 3) de agua y alcantarillado. Trayendo agua desde una vereda lejana así mismo construyeron la planta de tratamiento del acueducto. Más de 500 familias se benefician del acueducto y su servicio como lo es a AGUA (Rogelio , Montero ;, 2020).

Figura 3 Habitantes del Barrio escavando para las acometidas de agua.



Fuente: casa cultural GAZQUA.

El impacto social de mi trabajo de grado ayuda a la comunidad aportando los instrumentos y conocimiento así mismo se pueden utilizar estos sistemas para acueductos y entidades sociales que no cuenten con suficientes recursos para este tipos de proyectos.

Consumos de agua teniendo en cuenta los estratos y el uso de nuevas tecnologías para reducción del consumo del agua, en sanitarios, duchas y lavadoras. (Maria del Carmen, 2015)

Automatización industrial:

La automatización industrial es un conjunto de diferentes ramas en el cual abarca varias tecnologías, para mejorar la productividad industrial.

Bajo la instrumentación industrial un sector muy importante de la automatización se implementara este sistema a trabajar para ello en este caso utilizaremos un grupo de componentes eléctricos que ayudan con medición, conversión, controlar, transformar entre muchas cosas más para lograr la optimización de procesos en la industria (vea en la Figura 4).

Con la instrumentación tenemos un sistema que se encarga de que el proceso se repita una y otra vez para obtener resultados favorables, con estos instrumentos se busca obtener datos reales y asertivos de los procesos en la industriales (Escaño González, García Caballero, & Nuevo García, 2019) .

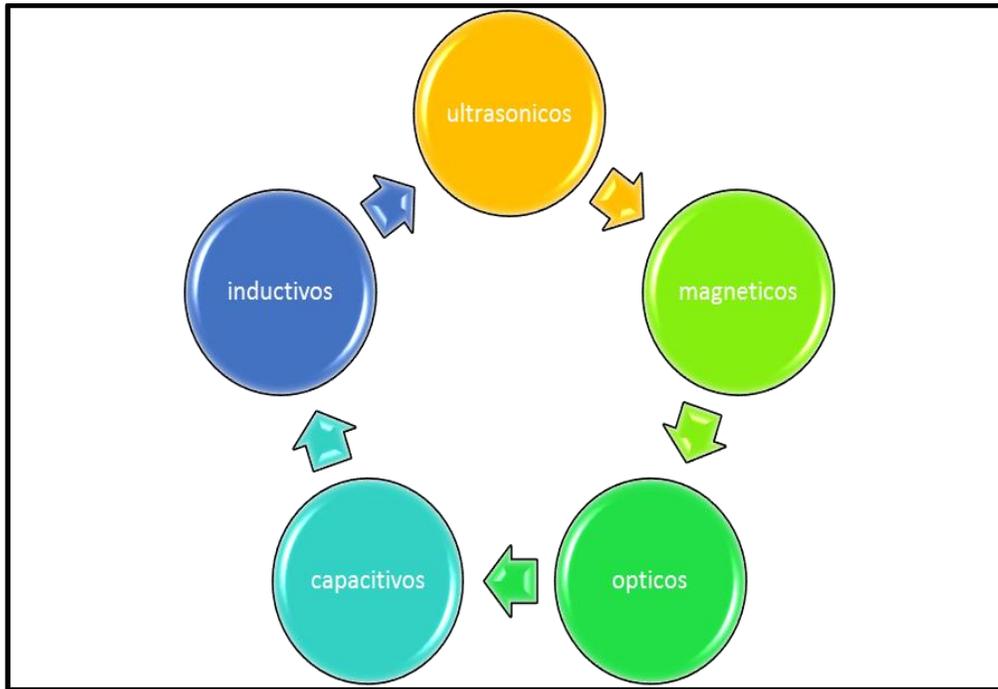
Figura 4 Automatización y Control



Fuente: <http://www.elecmarba.com/home/automatizacion/>

Sensores de nivel y proximidad: estos sensores son muy utilizados en aplicaciones y sistemas de envasados, sistemas de control para monitoreo de llenado, detección de obstáculos en sistemas inteligentes. Este tipo de sensores se limita a medir la proximidad de un objeto con respecto al sensor. En la siguiente (Figura 5) se muestra la clasificación de estos sensores.

Figura 5 Clasificación de sensores

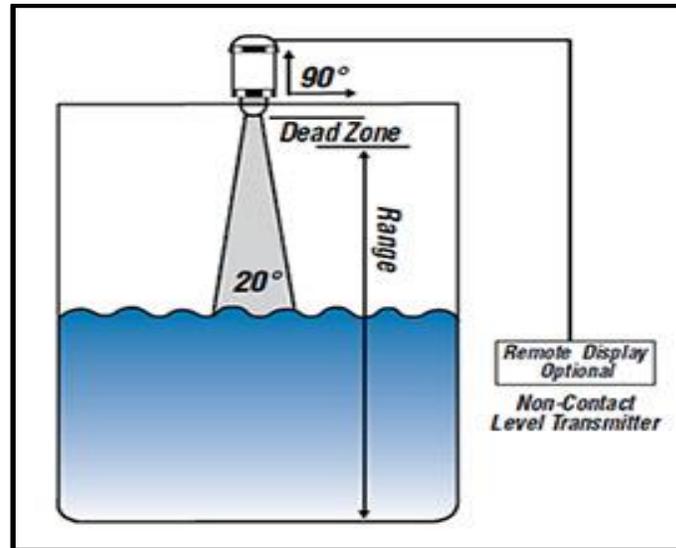


Fuente: Autoría propia

Sensores ultrasónicos: Son utilizados para procedimientos de medición no invasivos para determinar una distancia del emisor (vea Figura6).

Un sensor ultrasónico se auxilia del efecto doppler, ya que un elemento ultrasónico se considera como emisor cuando emite una onda ultrasónica la cual se ve reflejada en la parte por el objeto a medir; así, a través de la medición y la atenuación de la onda percibida por el receptor, el tiempo que le toma a este ser percibida por el receptor, o por la presencia o ausencia de dicha onda en el emisor es posible que se obtengan variables físicas que se desean determinar. (Corona Ramirez, Abarca Jimenez, & Mares Carreño, 2014)

Figura 6 Funcionamiento sensor ultrasónico

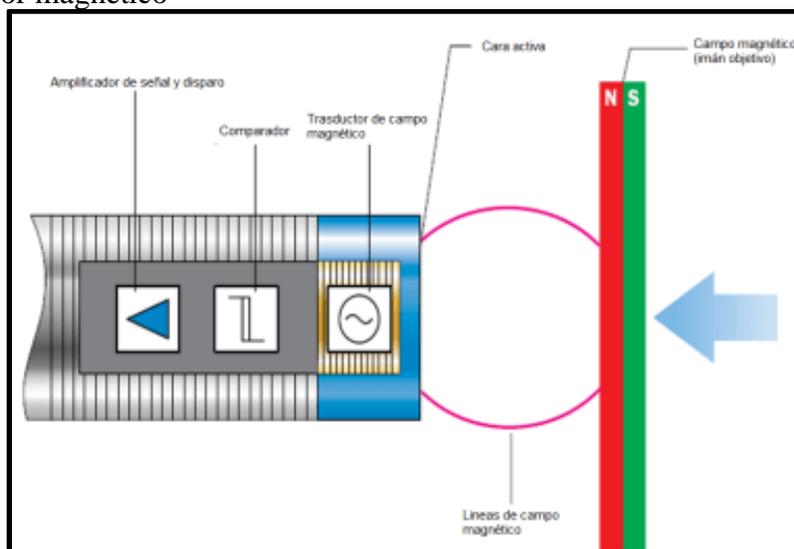


Fuente: <https://es.omega.com/technical-learning/transmisores-flujo-nivel-monitoreo-presion-recipiente.html>

Sensores Magnéticos: estos sensores magnéticos sólidos, poseen un fuerte revestimiento como protección como vibraciones e impactos, Sus montajes son fáciles de instalar (vea Figura7).

Su funcionalidad permite detectar un campo magnético el cual puede provenir de un imán para clasificar diferentes metales, en la figura 3 se refleja las características y funcionamiento del sensor magnético. (Hyde, Cuspiner, & Regué, 1997)

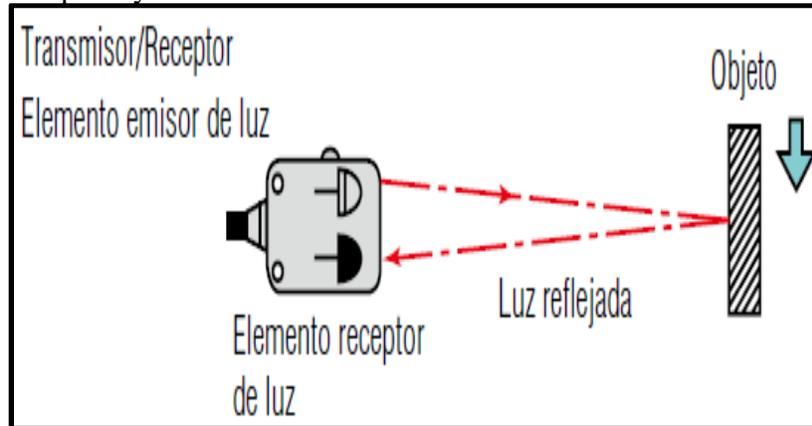
Figura 7 sensor magnético



Fuente: <https://www.sepia.mx/caracteristicas-e-innovaciones-de-los-sensores-de-proximidad/>

Sensores Ópticos: los sensores ópticos son aquellos dispositivos que permiten la conversión en señal eléctrica la información transportada por la luz visible o por las radiaciones electromagnéticas de longitudes de ondas próximas a ella: infrarrojo (IR) y ultravioleta (UV), estos sirven para sensores de movimiento (vea Figura8), de calor (C.s.i.c., 1987)

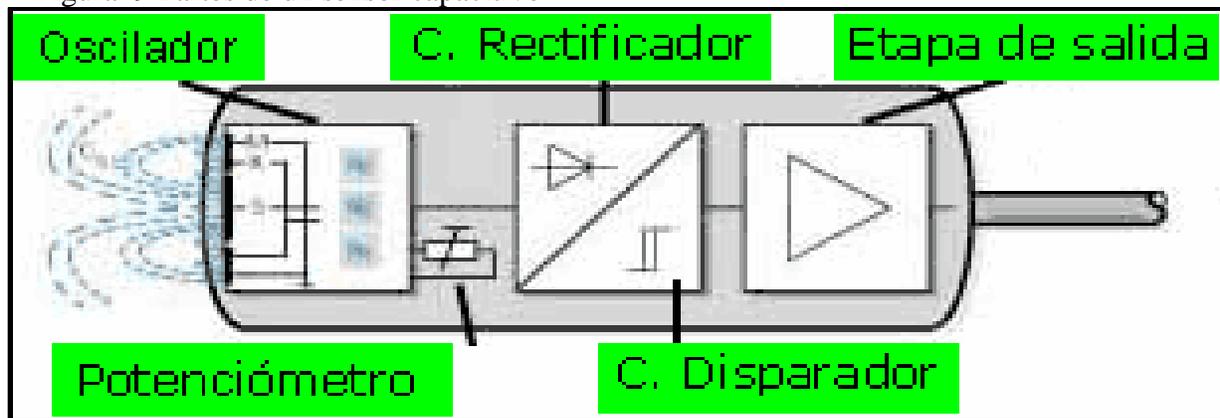
Figura 8 sensor óptico y su función.



Fuente: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

Sensores Capacitivos: Los sensores capacitivos permiten tomar la medida de cualquier tipo de magnitudes o desplazamientos ejemplo: la presión, fuerza y aceleración (vea Figura 9). Son de tipo eléctrico censa a metales y no metales según su distancia. (Pallas Areny, 2005)

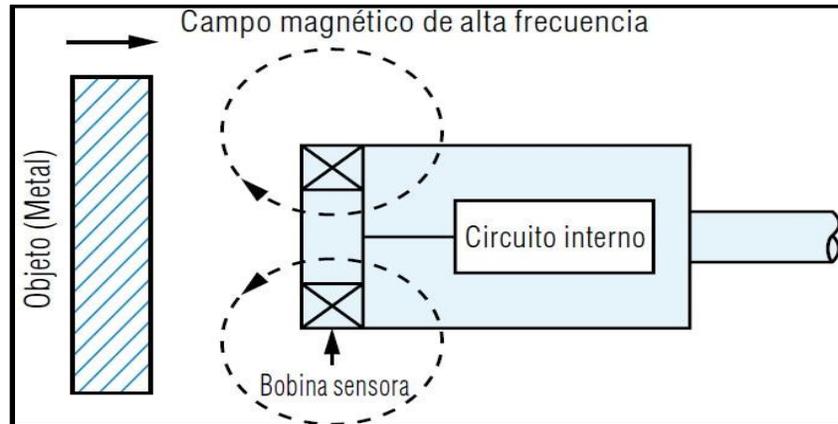
Figura 9 Partes de un sensor capacitivo



Fuentes: http://dte_recursos.webs.uvigo.es/recursos/multimedia/capacitivos/funcionamiento/_funcionamiento.htm

Sensores inductivos: Cualquier sensor inductivo puede detectar metal sin tocarlo, la velocidad de una llanta de automóvil (vea Figura 10). Se clasifica por la oscilación de altas frecuencias que emplea la inducción electromagnética (Keyence , 2021)

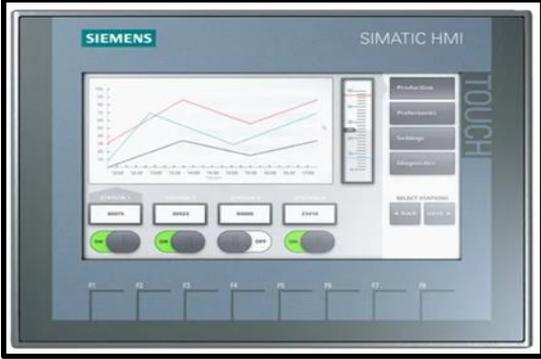
Figura 10 sensor inductivo

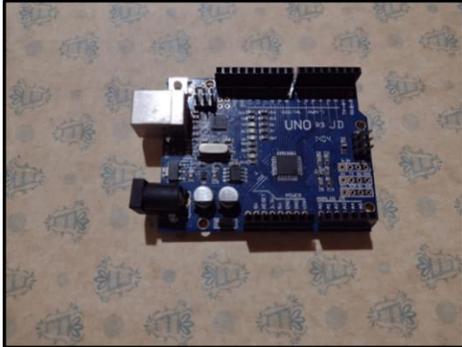


Fuente: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/proximity/info/>

Comparación de componentes utilizados en el proyecto

Tabla 1 comparación componentes

<p>Pantalla táctil nextion 2.4 pulgadas</p>  <p>Fuente: Autoría Propia Precio: \$145.000 Resolución de 320 pixel x 240pixel Interfaz de 4 pines Memoria flash de 4m Consumo de energía 5v 90mA</p>	<p>Pantalla Táctil Siemens 6AV2123-2JB03 9 pulgadas</p>  <p>Fuente: (mercado libre, s.f.) Precio: \$3.231.620 Interfaz: profinet Software: código abierto Resolución: 1280 pixel x 800 pixel</p>
<p>Sensor ultrasónico SRF05</p>  <p>Fuente: Autoría Propia Precio: \$12.500 Voltaje suministrado: 4.5v a 5.5v Corriente: 10mA a 40 mA Velocidad de medición: 40H Rango de medición: 2cm a 4,5m</p>	<p>Sensor ultrasónico TS-FTOO2</p>  <p>Fuente: (mercado libre, s.f.) Precio: \$387.498 Velocidad de medición: 433H Rango de medición: 100 metros</p>

Arduino uno

Fuente: Autoría Propia

Precio: \$49.900

Voltaje de entrada: 7v a 15v

Voltaje de salidas: 0v a 5v

6 salidas PWM 6 entradas analógicas

PLC logo 230RCE siemens

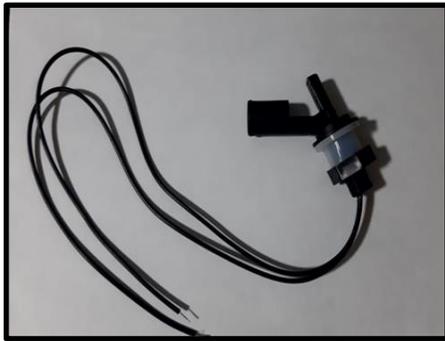
Fuente: (mercado libre, s.f.)

Precio: \$682.000

Voltaje de entrada: 115v a 230v

400 bloques con ampliación modular

Servidor web integrado.

Sensor horizontal

Fuente: Autoría Propia

Precio: \$20.500

Corriente de conmutación máxima: DC 100v

Corriente máxima de transporté: 1.0 a

Temperatura nominal: -30° a 125°

Material: plástico

Sensor flotador en acero inoxidable

Fuente: (mercado libre, s.f.)

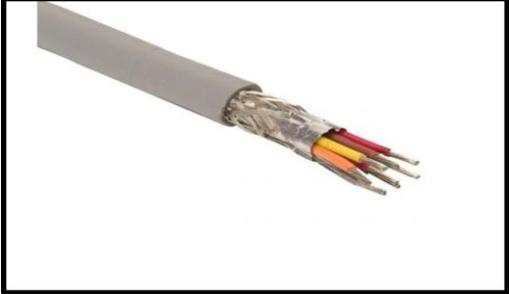
Precio: \$54.000

Interruptor de corriente: 0.5 A

Límites de temperatura: -10° a 150°

Tensión de interrupción: 220VAC/200VDC

Material: acero inoxidable

<p>Cable UTP</p>  <p>Fuente: (Electrosuarez, s.f.) Precio: \$24.950 Longitud: 50 metros Su interior contiene 4 pares de cables calibre 24. Diámetro externo: 0,43cm Ancho de bandeja: 100Mhz</p>	<p>Cable multiconductor</p>  <p>Fuente: (ELECTRONICA STEREN , s.f.) Precio: \$128.700 Longitud: 13m Calibre: 22AWG Diámetro externo: 0,66 cm</p>
<p>Sensor temperatura</p>  <p>Fuente: Autoría Propia Precio: \$45.150 Alimentación: 3.0v a 5.5v Temperatura utilizable: -55°C a +125C° Tiempo de consulta: 750 ms</p>	<p>Sensor Termopar tipo k</p>  <p>Fuente: (mercado libre, s.f.) Precio: \$64.412 Alimentación: 110v a 220v Temperatura utilizable: -3°C a 400°C Longitud de sonda: 100mm</p>

Tubería EMT ½ pulgada

Fuente: (instacol.com, s.f.)

Precio: \$17.900

Longitud: 3 metros

Norma técnica:

Material: acero

Tubería conduit pvc ½ pulgada

Fuente: (mercado libre, s.f.)

Precio: \$7.100

Longitud: 3 metros

Norma técnica: NTC-105

Material: PVC

Electroválvula de paso

Fuente: Autoría propia

Precio: \$18.900

Cantidad de vías: 1 vía

Voltaje de activación: 12v

Potencia: 8w

Electroválvula CPV

Fuente: (homecenter.com, s.f.)

Precio: \$65.900

Cantidad de vías: 2 vías

Voltaje de activación: 24v

Selección componentes utilizados en el proyecto

Pantalla NEXTION: Se seleccionó la pantalla NEXTION para visualizar el nivel del tanque, la temperatura y para activar la electroválvula. Ya que es una pantalla económica en precio es compatible con el software ARDUINO.

Sensor ultrasónico: se utiliza el sensor ultrasónico ya que una de sus ventajas es detectar nivel de un líquido su bajo costo el cual funciona midiendo la distancia a través de ondas.

En la se muestra el sensor ultrasónico que se utilizó para que a través de ondas electromagnéticas realice la distancia de llenado.

Figura 11 sensor ultrasónico



Fuente: Autoría propia

Sensor De Temperatura: Este sensor fue seleccionado ya que es perfecto para ser sumergido en un líquido sin afectar su funcionamiento. Es de bajo costo y compatible con ARUINO

En la se muestra el sensor de temperatura el cual será utilizado para la toma de temperatura

Figura 12 Conexión sensor de temperatura



Fuente: Autoría propia

Sensor horizontal de agua: Para hacer funcionar alarma la cual nos dé aviso a un límite de llenado. Se selecciona un sensor de agua horizontal el cual le enviara un pulso cuando esto suceda y así active la alarma.

Figura 13 sensor horizontal



Fuente: Autoría propia

Arduino Uno: El Arduino es un dispositivo o una placa de microcontrolador de código abierto construido con diversos pines de señal aquí en este instrumento estarán conectados todos nuestros sensores anterior mente mencionados este convertirá toda la información y será enviada a la pantalla táctil.

Tubería EMT: (Electrical Metallic Tubing) es una canalización para la protección de cableado y conducción de este, en zonas residenciales comerciales industriales. Mantiene el cableado protegido de daños de todo tipo ya que está construido por un material resistente.

La Protoboard: es una placa con agujeros conectados de forma serial (Vertical -Horizontal), y complejo de utilizar.

Cable UTP: el cable UTP es utilizado para transportar la comunicación de la pantalla, instrumentos de control, cámaras. De los cuatro pares de trenzas se utilizan dos, uno es para recibir información y el otro para enviar

Tanque principal: el acueducto cuenta con un tanque que abastece a los habitantes del barrio Pablo Neruda (Sibate). Cuando se presentan lluvias continuas se suministra suficiente agua y llega a un punto en que el tanque presenta un desbordamiento lo cual genera una pérdida de agua. Para que no se siga generando esa pérdida de agua se implementa un tanque auxiliar como se muestra en la (Figura x) para recolectar esa agua perdida.

Figura 14 Tanque principal



Fuente: Autoría propia

Figura 15 Tanque auxiliar



Fuente: Autoría propia

Presupuesto costo

Se utilizado materiales y componentes económicos en costo de buena calidad y asequibles. La implementación fue adquirida con recursos propios.

Tabla 2: Costo De Materiales

Materiales	Cantidad	Precio
Pantalla táctil	1 unidad	\$145.000
Sensor ultrasónico	1 unidad	\$5.100
Sensor de temperatura	1 unidad	\$24.500
Cable UTP	50 metros	\$24.950
Arduino uno	1 unidad	\$49.900
Caja eléctrica	1 unidad	\$45.480
Sensor horizontal de agua	1 unidad	\$20.500
Tubería ½ EMT	12 metros	\$17.600
Curvas EMT	3 unidades	\$15.000
Uniones EMT	10 unidades	\$20.000
Abrazadera para tubo EMT	25 unidades	\$8.400
Chazo de ½ concreto impacto	50 unidades	\$13.900
Clavija eléctrica	1 unidad	\$2.000
Cinta aislante	20 metros	\$17.500
Protoboard	1 unidad	\$11.900
Electroválvula	1 unidad	\$18.900
Transporte	20 pasajes	\$68.000
Mano de obra	30 días	\$908.550
Total	Total	\$1.417.180

Fuente: Autoría propia

Cronograma de actividades

Tabla 3 Cronograma de actividades

Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9
Planificación de investigación									
visita a la planta de tratamiento y tanque de abastecimiento									
Seleccionar los instrumentos y realizar su compra									
Programar el arduino									
Ensambladura del proceso de la pantalla sistema de control y medición.									
recolección de datos obtenidos, realizar socialización del proyecto con el acueducto comunitario									

Fuente: Autoría propia

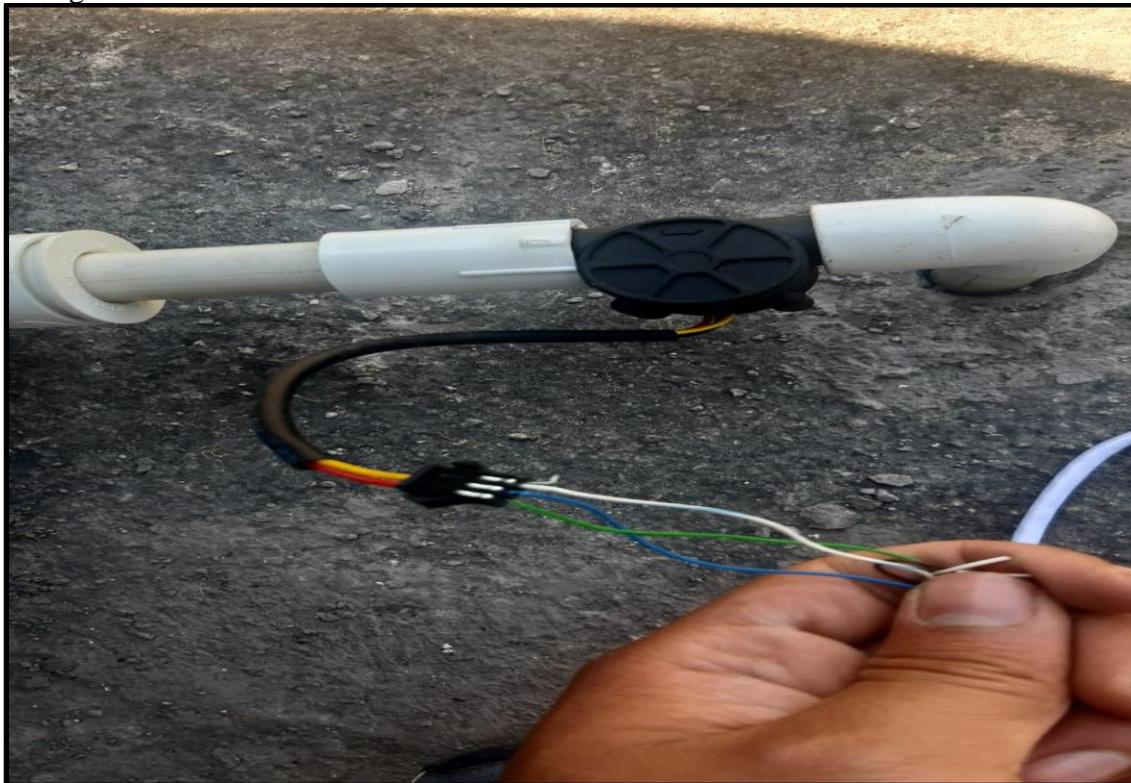
Construcción del proyecto

Ensamble del tablero y periféricos: Para la instalación de tablero se toman las medidas de 1.60 metros de altura a nivel según la norma RETIE, se realiza la perforación de 4 huecos con un taladro utilizando una broca de $\frac{1}{2}$ ' se adecua el tablero se utiliza un nivel para que quede recto y sin desnivel.

Luego se mide las distancias donde queda el tablero hasta el orificio del tanque donde van a quedar funcionando los sensores y dispositivos de medición. Se procede a hacer los cortes de la tubería se ajustan con las abrazaderas.

La tubería EMT va hacer protección del cable UTP, se introduce el cable UTP se hace el corte del cable en los puntos de entrada y salida. Se continúa con la acometida eléctrica la cual alimentara el circuito con corriente. Dentro de la caja eléctrica se almacenara el arduino uno con el circuito. Se implementa el tanque de 400 litros con la electroválvula de paso

Figura 16 Electroválvula



Fuente: Autoría propia

Ensamble del circuito: se alista los componentes e instrumentos para ello se comienza con el arduino se selección los módulos a utilizar, el puerto 5v para energizar el circuito el puerto GND para la tierra.

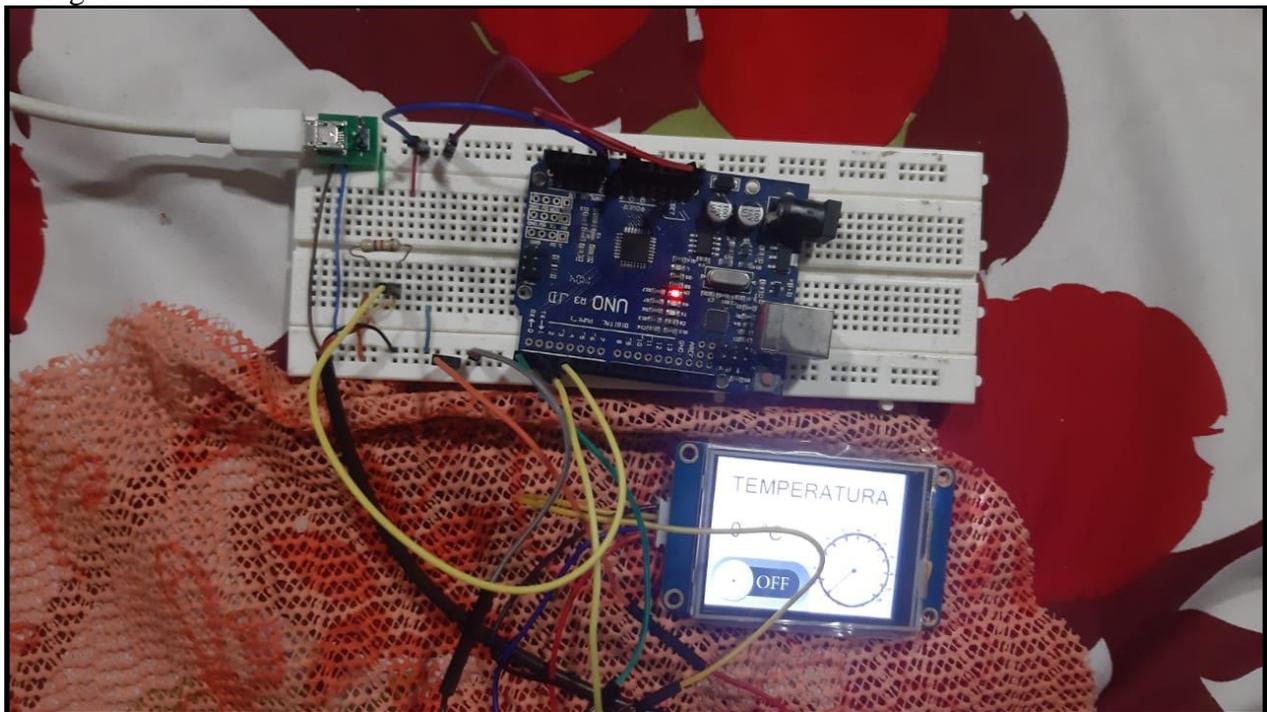
El sensor ultrasónico cuenta con 4 puertos, el puerto TIGGER se conecta en el pin 8 del arduino, el puerto ECUS se conecta al pin 7 del arduino.

El sensor de temperatura se energiza por el cable VCC color rojo y necesita de una resistencia de 4.7 OHMS, la señal se transporta por el cable de color amarillo TX y el cable de color negro en GND.

Se utiliza el primer puerto para energizar positivo y los buses segundos para el negativo, de estos energizamos la pantalla.

Los sensores se instalaron entro del tanque sensor de nivel, temperatura, alarma de llenado. El circuito de estos está conectado de manera serial todos hacia la protoboard cada sensor maneja un pulsó diferente el cual es mostrado a través del puesto de control

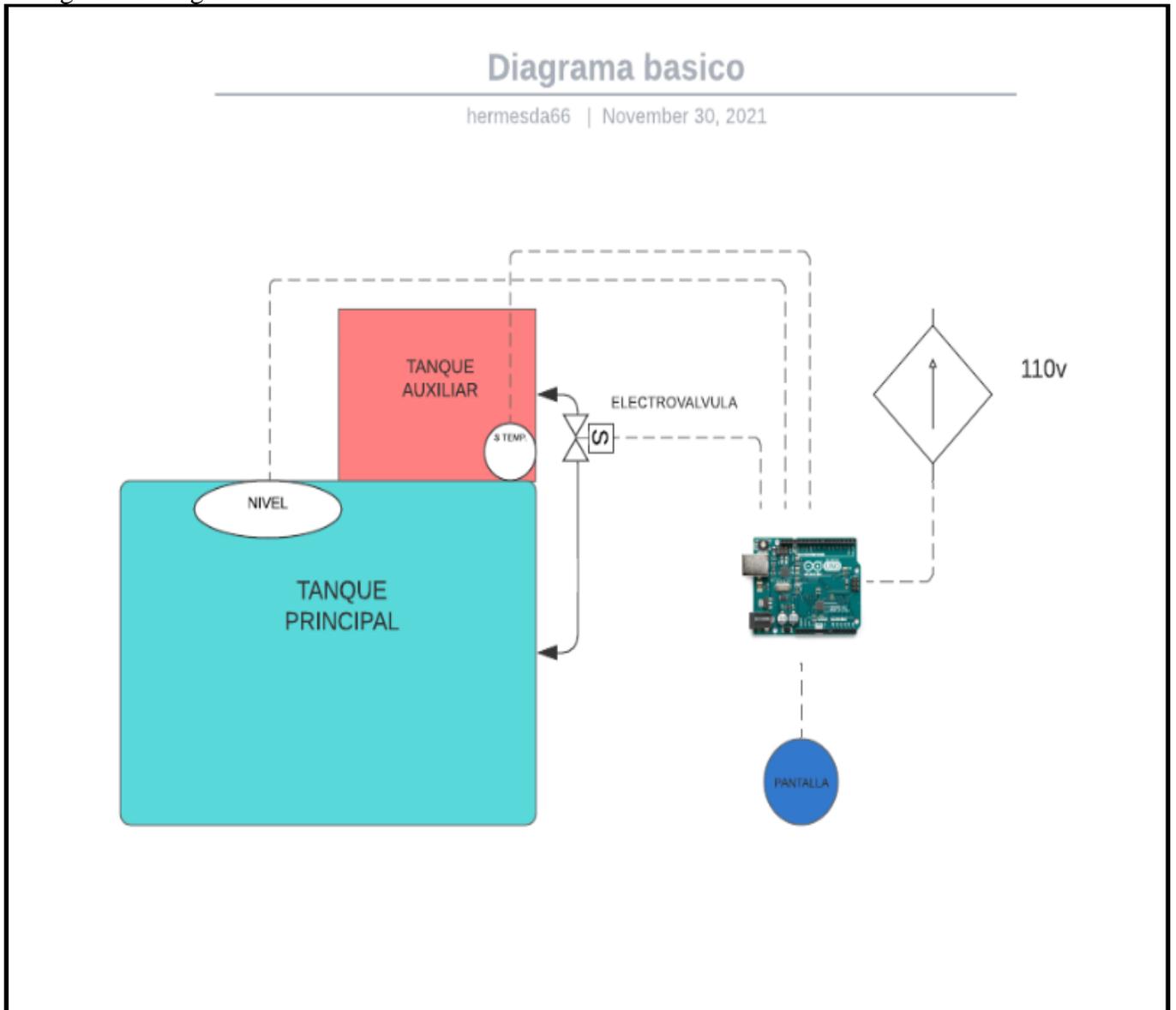
Figura 17 Circuito



Fuente: Autoría propia

Se instala el software de NEXTION para crear la interfaz de control entre el operario y el proceso, de acuerdo a esto se crean varias interfaces las cuales son de temperatura, un botón de ON/OFF de temperatura, nivel de llenado, alarma de temperatura y llenado.

Figura 18 diagrama básico



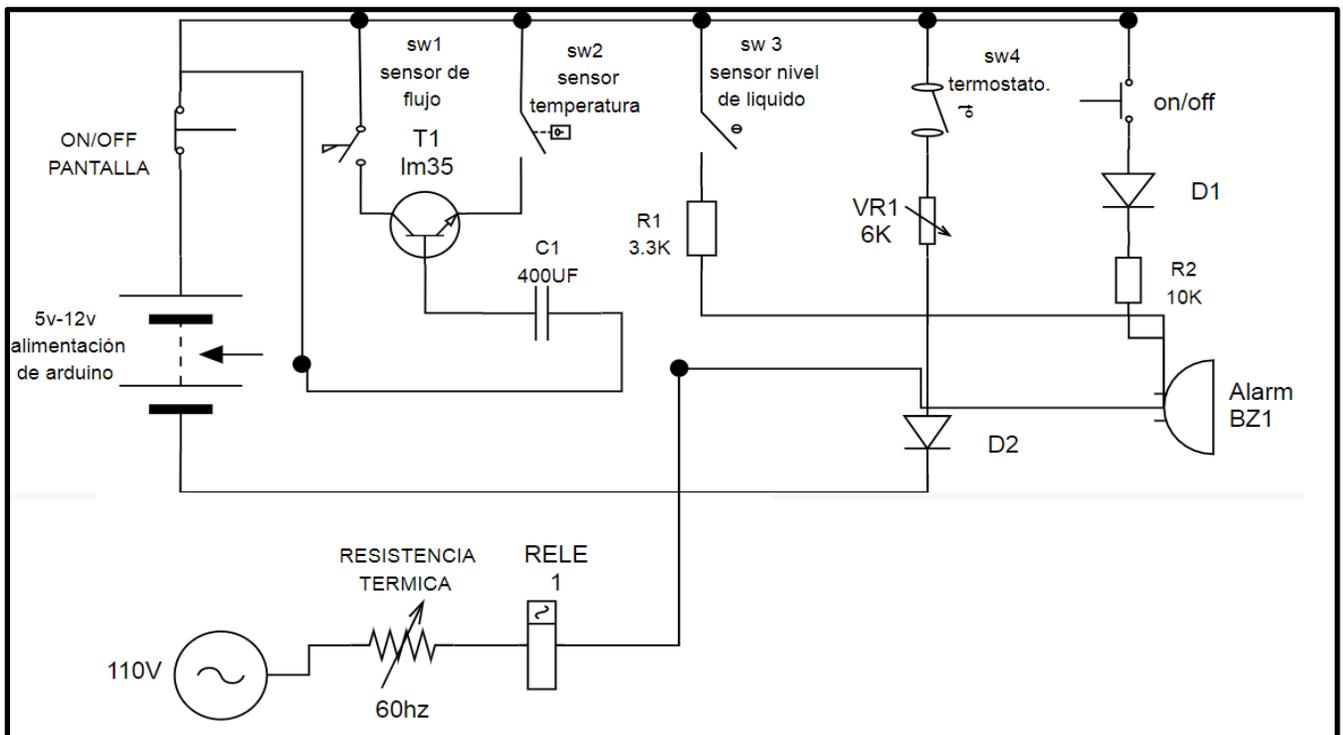
Fuente: Autoría Propia

Esquema electrónico de medición y control:

Dando claridad al plano electrónico del sistema de control y medición tenemos un sistema de alimentación de corriente directa (A.D.) de 5v a 9v los cuales alimentan sensores y motores esta carga es generada por un puerto del ARDUINO, los sensores están conectados de forma paralela ya que se mide uno a uno, el sensor de flujo se intercomunica con un transistor o sensor lm35 el cual contiene un condensador de 400uf, el sensor de nivel es el cual nos dará aviso para activar la alarma, esta será activada a través de la pantalla de mando de forma ON/OFF esta llevara señal..

Como se muestra en la figura 19 se refleja el plano eléctrico de la comunicación entre sensores y pantalla.

Figura 19 Plano Eléctrico

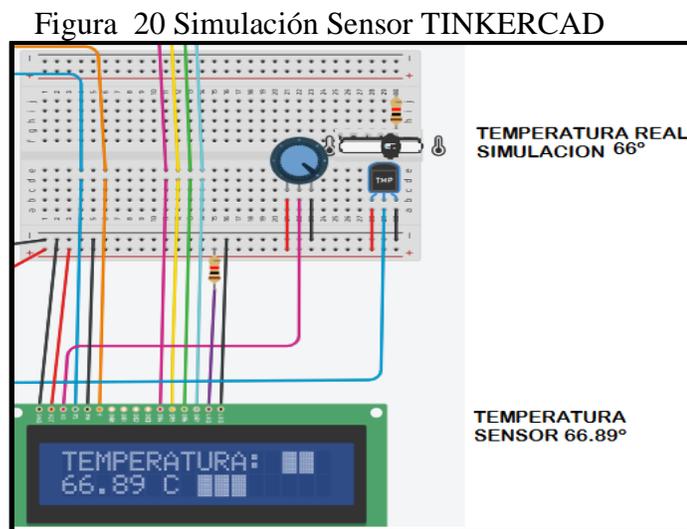


Fuente: Autoría propia

Simulación sensores de temperatura:

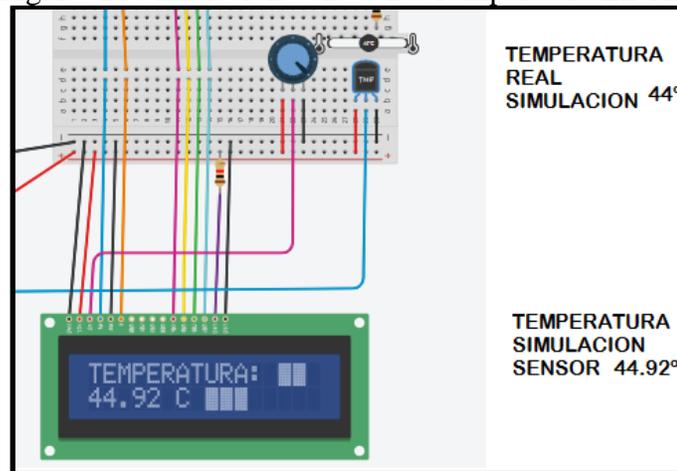
Simulación 1 esta simulación fue realizada en el software online TINKERCAD ya que es la más eficiente para verificar el uso de los sensores y código, tenemos un cambio de temperatura real es cual es constante este lo ponemos en valor de 66° dando ON en nuestro puesto de mando podemos verificar que la temperatura mostrada en nuestra pantalla de mando es de 66.89° ya que la programación obtiene números decimales para más eficiencia en la obtención de datos.

En la Figura 20 y 21 se muestra la simulación del sensor TINKERCAD, esta se hizo con la temperatura real 66°



Fuente: Autoría propia

Figura 21 Simulación Sensor De Temperatura En TINKERCAD



Fuente: Autoría propia

Hacemos como observación que se utilizó una pantalla lcd 16x2 en la simulación ya que el software no cuenta con la pantalla táctil NEXTION utilizada en el prototipo. En nuestra pantalla se mostrara la interfaz de temperatura numérica de pendiendo de la variación de esta.

(Instructables, 2019)

En la tabla 2 damos muestra de la simulación de temperatura.

Tabla 4: Muestra de datos de simulación

MUESTRA DE DATOS DE TEMPERATURA SIMULACION	
TEMPERATURA REAL SIMULACION	TEMPREATURA SIMULACION SENSOR
66°C	66.89°C
44°C	44.92°C

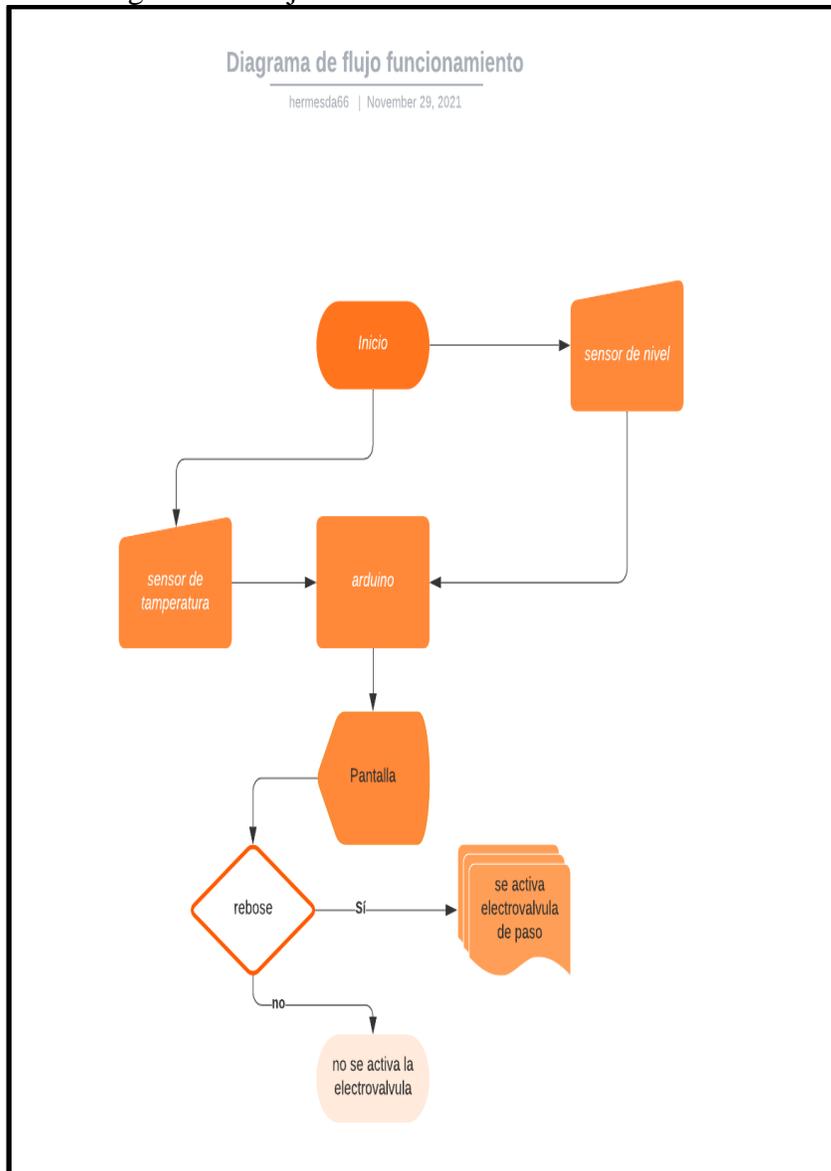
Fuente: Autoría propia

Programación en ARDUINO:

ARDUINO es un instrumentó es una placa con `puertos de conexión de entradas y salidas de un microcontrolador y su comunicación es a través de un ordenador de la comunicación serial con una plataforma de hardware libre. Cuenta con un circuito integrado mediante el cual se pueden grabar instrucciones. A su vez, estas instrucciones

se escriben usando un lenguaje de programación que permite al usuario establecer programas que interactúan con circuitos electrónicos (bejod, 2017).

Figura 22 diagrama de flujo



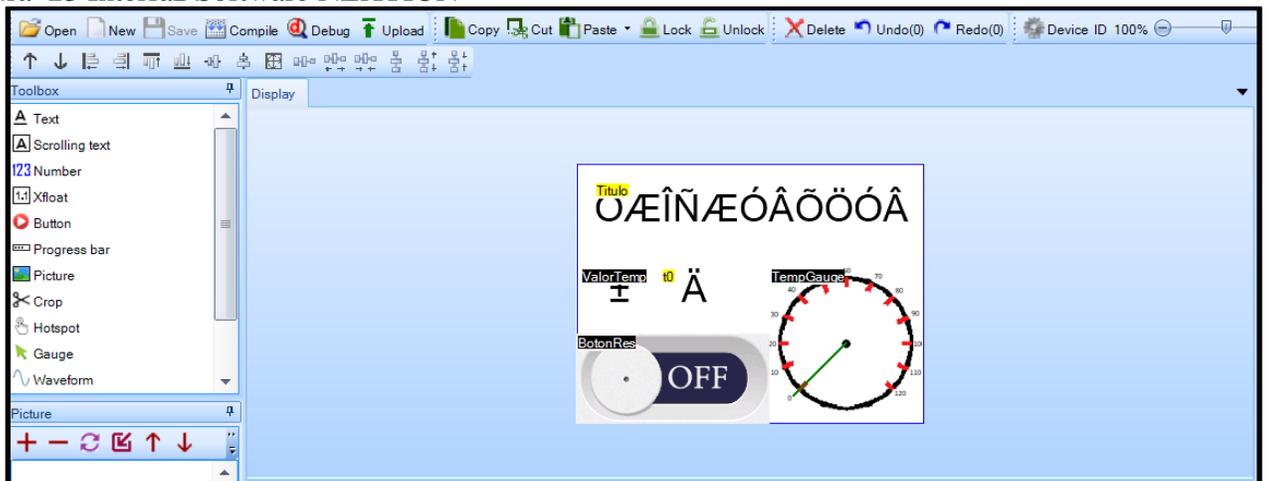
Fuente: Autoría Propia

Software NEXTION: NEXTION es una solución Human Machine Interface (HMI) que proporciona una interfaz de control y visualización entre un humano, máquina y un proceso. Es la mejor solución para reemplazar la pantalla LCD tradicional.

Esta solución incluye hardware en parte de una serie de placas de TFT y otra de software que es el editor de NEXTION. La pantalla NEXTION sólo utiliza un puerto serie para hacer la comunicación. El editor NEXTION tiene componentes masivos tales como botones, texto, barra de progreso, slider, panel de instrumentos, etc. para enriquecer el diseño de su interfaz. Es fácil de adaptar la familia NEXTION HMI a los proyectos existentes, sólo tiene que proporcionar un protocolo UART (sandorobotics, 2018).

En la figura 23 se puede observar una interfaz de la programación de NEXTION.

Figura 23 Interfaz Software NEXTION



Fuente: Autoría propia

Resultados

Como resultado se obtiene las mediciones de temperatura, nivel de llenado del tanque y el sistema de alarmas, estos sirven como sistema de seguridad para los operarios ya que con solo recurrir al puesto de control puede monitorear y controlar los factores mencionados.

Figura 24 resultado medición y control de nivel



Fuente: Autoría propia

Se da muestra de la lectura del nivel del agua y una opción de bomba la cual es un botón para cerrar o abrir paso del agua con este se puede ajustar la capacidad de llenado del tanque auxiliar

Figura 25 Electroválvula



Fuente: Autoría propia

Como se muestra en la (Figura 25) es el resultado del proceso de alarmas la muestra de temperatura está programado para que se active la alarma a superior de los 30° Celsius. La alarma de nivel se activara pasando los 140.000 litros de agua esto con el fin de que el operario este prevenido por si llega a hacer algún rebose de agua del tanque.

Figura 26 resultado de alarmas



Fuente: Autoría propia

En la (Figura 27) se da muestra del posicionamiento del sensor horizontal en el tanque auxiliar cuando

Figura 27 Posición sensor horizontal



Fuente: Autoría propia

En la (figura 28) se da muestra a la medición y control de la temperatura que se tiene a entro del tanque, también se muestra una interfaz de tipo reloj la cual a medida del cambio de temperatura dependiendo si sube o baja ella va girando en su entorno. Se cuenta con un botón el cual prende una resistencia calórica esta cambia la temperatura y la aumenta.

Figura 28 muestra de resultado de medición y control de temperatura.



Fuente: Autoría propia

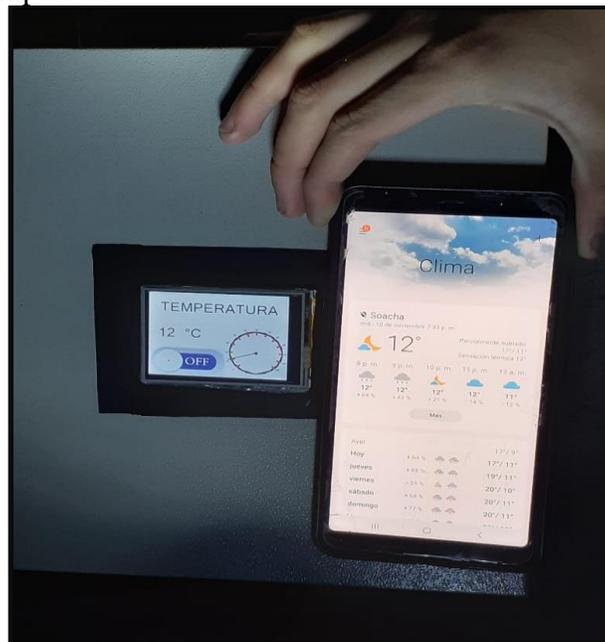
Figura 29 Posición sensor temperatura



Fuente: Autoría propia

Como se da muestra en la (Figura 30) la prueba de la temperatura da 12° Celsius se da confirmación con la aplicación del clima (Samsung clima), para que la información sea verídico y creíble

Figura 30 Prueba Temperatura



Fuente: Autoría propia

- La implementación se logró de acuerdo a lo planeado recolectando el agua excedente del rebose
- Se entregó y se socializo con el supervisor a cargo quedando a plena satisfacción del proyecto realizado

Figura 31 entrega del trabajo



Fuente: Autoría propia

- Se obtuvieron los siguientes datos desde la implementación

Tabla 5 datos recolectados

Día	Hora	Temperatura	Nivel	Rebose
26-11-2021	6:00 am	11°C	+240.000L	Si
27-11-2021	6:00 am	13°C	220.000L	No
28-11-2021	6:00 am	11°C	230.000L	No
29-11-2021	6:00 am	10°C	+240.000L	Si
30-11-2021	6:00 am	12°C	210.000L	No
01-12-2021	6:00 am	12°C	210.000L	No

Conclusiones

- En la automatización industrial se encuentran gran variedad de instrumentos y materiales que permiten realizar proyectos abajo costo
- Para desarrollar un proyecto de automatización es necesario contar con planos y esquemas que permitan ejecutar el proyecto sin inconvenientes
- A futuro se puede realizar actualizaciones a la programación y al hardware para realizar comunicaciones inalámbricas que permitan tomar datos en cualquier momento y lugar
- Llevando la medición y control se aprovecha el tan preciado líquido para la comunidad y permite almacenar de manera adecuada el agua.
- El llevar el sistema ala practica se presentaron varios imprevistos y dificultades como desocupar el tanque para la instalación, se produjo un corto en el taladro, gastos adicionales, falta de planificación y más tiempo del previsto generando retardos en el trabajo final.
- El nivel mínimo de temperatura es de 12° Celsius un máximo de 20° en 1 semana que lleva funcionando el sistema lo ideal sería que a futuro fueran 24° Celsius.
- El nivel mínimo fue de 140.000litros un máximo de 240.000litros.

Referencias

(s.f.).

Escaño González, J. M., García Caballero, J., & Nuevo García, A. (2019). *Integración de sistemas de automatización industrial Edición 2019*. Paraninfo.

Acueducto Agua y Alcantarillado De Bogota . (5 de Abril de 2019). Obtenido de Acueducto Agua y Alcantarillado De Bogota : https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/acueducto-y-alcantarillado/la-infraestructuraAcueducto/sistemas-distribucion/centro-de-control/!ut/p/z0/fY89D8IgEib_CktnqDGNq3YxJmqrMWIZmpOiQRHa4zD676UOjm53z70fOS55w6WDp7kCGe_Apr2VRVfUpcgXYrYT81kp6mO1OuxP5

bejod. (14 de febrero de 2017). Obtenido de bejod: <https://www.bejob.com>

C.s.i.c. (1987). Introducción a los sensores. En C.s.i.c., *Introducción a los sensores* (pág. 158). Editorial CSIC - CSIC Press.

Corona Ramirez, L. G., Abarca Jimenez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). En L. G. Corona Ramirez, G. S. Abarca Jimenez, & J. Mares Carreño, *sensores y actuadores aplicaciones en arduino* (pág. 317). ciudad de mexico: Grupo Editorial Patria.

E.S.P., A. D. (2017). *PLAN DE REDUCCION DE PERDIDAS* . BARRANCABERMEJA . *einforma informacion de empresas* . (septiembre de 5 de 2018). Obtenido de einforma informacion de empresas: <https://directorio-empresas.einforma.co/informacion-empresa/asociacion-suscriptores-acueducto-comunitario-barrio-pablo-neruda-sibate-cundinamarca>

ELECTRONICA STEREN . (s.f.). Obtenido de <https://www.steren.com.co/catalog/product/view/id/17637/s/cable-multiconductor-con-malla-mylar-e-hilo-dren-de-8-vias-calibre-22-awg/category/64/>

Electrosuarez. (s.f.). Obtenido de <https://www.electrosuarez.com/producto/cable-de-red-utp-categoria-5e-cca-x-100-metros-interior-blanco-get/>

Guerrero Álvarez, M. (07 de julio de 2020). El rastro de la ùnion Soviètica que todavia 'vive' en Colombia. *EL TIEMPO* .

homecenter.com. (s.f.).

Hyde, J., Cuspinera, A., & Regué, J. (1997). Control electroneumático y electrónico. En J. Hyde, A. Cuspinera, & J. Regué, *Control electroneumático y electrónico* (pág. 216). barcelona españa : Marcombo.

- IDEAM. (10 de 01 de 2019). Obtenido de <https://www.elespectador.com/colombia/cundinamarca/esta-lista-cundinamarca-para-el-fenomeno-de-el-nino-article-833348/>
- instacol.com.* (s.f.).
- Instructables. (2019). *Pantalla Nextion NX3224T028* . Obtenido de <https://www.instructables.com>
- Keyence . (1 de Enero de 2021). Obtenido de Keyence : <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/proximity/info/>
- M. S. (15 de noviembre de 2015). *Comision de regulacion de agua potable y saneamiento basico.*
- mercado libre.* (s.f.). Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-658314561-pantalla-tactil-hmi-siemens-ktp900-basic-9-pulgadas-_JM?matt_tool=97749113&matt_word=&matt_source=google&matt_campaign_id=14634237773&matt_ad_group_id=122266243330&matt_match_type=&matt_network=g&matt_dev
- mercado libre.* (s.f.). Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-586834490-sensor-de-nivel-flotador-acero-inoxidable-doble-192cmt-_JM#position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=19b1efc1-ada2-49bf-b0d7-fedb768baad3
- METALCO por encima de todo.* (26 de 03 de 2020). Obtenido de <https://www.metalco.net/productos/tuberia-emt/>
- mi electronica facil.* (s.f.). Obtenido de <https://mielelectronicafacil.com/instrumentacion/protoboard/#conexion-de-componentes>
- Pallas Areny, R. (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal 4a.* Marcombo .
- Perez, j., & Gardey, A. (2011). *definicion.de.* Obtenido de <https://definicion.de/cable-utp/>
- Rogelio , Montero ;. (2020). *Habitante del Barrio Pablo Neruda.* SIBATE .
- sandorobotics.* (25 de Noviembre de 2018). Obtenido de sandorobotics: <https://sandorobotics.com/producto/im150416002/>

