



“Diseño de un dispositivo electrónico para el monitoreo de la red de agua potable, capaz de almacenar la información en una base de datos”

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
TEZIUTLÁN**

Tesis



ALUMNO (A):

José Jhoan Rosas Julián

Número de Control:

15TE0447

Licenciatura en:

Ingeniería en Sistemas Computacionales

ASESOR (A):

Miguel Aguilar Cortes

Teziutlán, Puebla; junio 2020



PRELIMINARES

Agradecimientos

Gracias a mi familia, por siempre estar ahí cuando los necesite y brindarme todo el respaldo, no solamente a lo largo de esta carrera, si no a lo largo de toda mi vida.

A mi madre por creer en mí y nunca dejar que me rindiera, ser un gran ejemplo para mí y siempre alentarme a lograr todo lo que me proponga. Por todos sus consejos y el esfuerzo que ha hecho a lo largo de estos 23 años de vida para que pueda cumplir esta meta.

A mi abuela que también ha sido como una madre para mí, por su apoyo y amor incondicional.

A mi asesor de tesis, el Ing. Miguel Aguilar Cortes por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales.

De igual manera al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, por formarme a lo largo de estos años como profesionista a través de grandes docentes que día a día nos comparten sus experiencias y conocimientos, y ser así unos de los mejores consejeros para nosotros.

Introducción

Actualmente los medidores que se encargan de monitorear los servicios básicos como lo es la luz eléctrica y el agua potable han sido de gran utilidad, ya que de cierta manera han facilitado la información métrica con la cual se realiza la facturación de cada uno de ellos, de tal manera que se puede tener un control del consumo tanto en viviendas, centros comerciales y algunos otros lugares los cuales cuenten o requieran de dicho servicio.

Desde que se implementó este método de recolección de información sobre el consumo de dichos servicios, no se han realizado cambios en el mismo, sin embargo, si se han llegado a presentar fallos y ha llegado a causar diversos inconvenientes.

Los encargados de la distribución de estos servicios, se han mantenido durante mucho tiempo con este método tradicional, el cual también consiste en la designación de personal en cada uno de los sectores de las comunidades, el personal tiene como tarea el obtener y registrar la información de cada medidor de agua en bitácoras o formularios.

Como parte de innovaciones tecnológicas, y pensando en poder facilitar procesos en cuanto a la obtención de la información requerida, se propone establecer un sistema integrado por algunos componentes, los cuales estarán en contacto con la red. Esto con la finalidad de poder llevar a cabo una recolección de información sobre el consumo de este recurso de forma segura, rápida y eficiente.

Para la realización de este proyecto se hace uso de una metodología de la investigación, en este caso la que más se adecuo a este proyecto es la

metodología SCRUM, la cual de manera más explícita se define como un conjunto de buenas prácticas para realizar en trabajo en equipo, en este caso dentro de lo que es el desarrollo tanto de hardware como software.

Dicho dispositivo permite la comunicación directa y en tiempo real entre el usuario final y el mismo sistema, todo esto como una herramienta de tecnología digital.

ÍNDICE

PRELIMINARES	ii
Agradecimientos	iii
Introducción	iv
CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO	11
1.1 Antecedentes de la empresa	12
1.1.1 Misión	13
1.1.2 Visión	13
1.1.3 Organigrama	14
1.2 Problemática	15
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo general	18
1.4.2 Objetivos particulares	18
1.5 Alcances y limitaciones	19
1.5.1 Alcances	19
1.5.2 Limitaciones	20
1.6 Hipótesis	20
1.7 Preguntas de investigación	20
1.7.1 Pregunta General	20
1.7.2 Preguntas Específicas	21
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	22
2.1 El agua potable	23
2.2 Consumo de agua en México	23
2.3 Gestión del agua en México	25
2.4 Medidores de agua convencionales	25
2.5 Métodos de lectura convencionales	27
2.6 Medición inteligente del consumo de agua	29
2.7 Estado del arte	29
2.7.1 Prototipo de un sistema tarifador electrónico de consumo de agua	30

2.7.2 El medidor de agua inteligente para detectar el consumo y posibles fugas	32
2.7.3 SISTEMA DE MEDIDOR INTELIGENTE DE AGUA POTABLE DOMICILIARIO; JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA EL ABRA.....	33
2.7.4 Diseño de un prototipo de un sistema de recolección de información para medidores de agua potable en la ciudad de Quito	35
2.7.5 Implementación de un sistema electrónico inteligente de asignación, medición y alerta del consumo de agua potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba.	37
CAPÍTULO III DESARROLLO Y METODOLOGIA.....	40
3.1 Descripción del proyecto.....	41
3.2 Plan del proyecto	42
3.3 Factibilidad	43
3.4 Factibilidad Técnica.....	44
3.4.1 Arduino IDE	44
3.4.2 Tecnología Wifi.....	44
3.4.3 Modulo Wifi ESP8266-01	45
3.4.4 Módulo bluetooth HC-06	45
3.4.5 Placa I2C.....	46
3.4.6 Arduino NANO.....	46
3.4.7 Caudalímetro.....	47
3.5 Factibilidad Operativa	47
3.6 Factibilidad Económica	48
3.6.1 Fase de inicio	49
3.6.2 Fase de desarrollo	50
3.6.3 FASE FINAL.....	51
3.7 Diseño y programación del dispositivo.....	51
3.7.1 Hardware.....	51
3.7.1.1 Modulo Wifi.....	52
3.7.1.2 Sensor de flujo de agua	53
3.7.1.3 Modulo Bluetooth	54
3.7.1.4 Display	55
3.7.2 Software	57
3.7.2.1 Plataforma para la base de datos.....	57
3.7.2.2 Plataforma de programación	58

3.7.2.3 Diseño.....	58
3.8 Diagrama de bloques.....	60
3.9 Usabilidad	61
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	63
4.1 Evidencias	64
4.2 Pruebas de implementación.....	69
4.2.1 Medición del caudal	69
4.2.2 Visualizar los datos.....	70
4.2.3 Conectividad.....	71
4.2.4 Servidor de base de datos.....	72
4.3 Pruebas de usabilidad	73
CAPÍTULO V CONCLUSIONES	75
Conclusiones	75
Recomendaciones.....	77
CAPÍTULO VI FUENTES DE INFORMACIÓN	78
Referencias Bibliográficas	79
CAPÍTULO VII ANEXOS.....	80
Anexo 1. Ilustraciones de los componentes con mayor relevancia.....	81
Anexo 2. Glosario de términos y acrónimos	83

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán	13
Ilustración 2 Datos concesionados en 2012 por la Conagua	24
Ilustración 3 Medidores de agua convencionales	26
Ilustración 4 Proceso de un medidor convencional	27
Ilustración 5 Numeración y agujas de un medidor convencional	28
Ilustración 6 Agujas que integran un medidor de agua	28
Ilustración 7 Raspberry ensamblada junto a la tarjeta de obtención de datos.....	31
Ilustración 8 Tarjeta para la obtención de datos.....	31
Ilustración 9 Medidor inteligente elaborado por la empresa Phyn.....	33
Ilustración 10 Medidor inteligente para la junta de agua “El Abra”, conformado por todos los componentes	34
Ilustración 11 Medidor ensamblado para el monitoreo de agua en la ciudad de Quito.....	36
Ilustración 12 Dispositivo realizado para el control en el consumo de agua en la ciudad de Riobamba	38
Ilustración 13 Actividades de la fase inicial.....	42
Ilustración 14 Diagrama fase de desarrollo.....	43
Ilustración 15 Diagrama Fase final.....	43
Ilustración 16 Modulo Wifi	52
Ilustración 17 Caudalímetro YF-S201	54
Ilustración 18 Bluetooth HC-06.....	55
Ilustración 19 Modulo I2C.....	56
Ilustración 20 LCD 10x2.....	57
Ilustración 21 Parte superior de la carcasa	59
Ilustración 22 Interior de la carcasa	59
Ilustración 23 Componentes	60
Ilustración 24 Maquetación dentro de Proteus.....	64
Ilustración 25 Código para comprobar los pulsos del sensor de flujo.....	65
Ilustración 26 Resultados de las pruebas del Sensor	65
Ilustración 27 Código para la obtención y muestra de la información.....	66
Ilustración 28 Código para la obtención y muestra de la información.....	67
Ilustración 29 Especificaciones para simulación.....	68
Ilustración 30 Inserción de la ruta del archivo para simulación.....	69

Ilustración 31 Comandos AT	72
Ilustración 32 Diagrama de pines de la placa arduino nano.....	81
Ilustración 33 Diagrama de pines de la pantalla LCD	81
Ilustración 34 Diagrama de Sensor de flujo.....	82
Ilustración 35 Diagrama de modulo WiFi.....	82
Ilustración 36 Diagrama de modulo Bluetooth	83

Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de costos del proyecto	49
Tabla 2 Características del módulo Wi-Fi ESP8266-01	52
Tabla 3 Características del Caudalímetro YF-S201.....	53
Tabla 4 Características del Bluetooth HC-06.....	54
Tabla 5 Características del LCD 10x2	56
Tabla 6 Circuito que muestra la forma en la cual se conectan los componentes	59
Tabla 7 Diagrama de bloques del sistema	60

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes de la empresa

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior tecnológica ubicada en la junta auxiliar de Aire Libre, correspondiente al municipio de Teziutlán, Puebla; como todas las instituciones de educación tecnológica en México, el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se encuentra regulado por el organismo nacional conocido como Tecnológico Nacional de México.

Su principal compromiso es cumplir con la sociedad, ofreciéndoles profesionales capaces y comprometidos con su región y el estado para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

Se encuentra ubicado en Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla. C.P 73960, quedando este como punto referente para llevar a cabo el desarrollo y la implementación del proyecto de residencia profesional dentro del departamento de sistemas, el cual es el encargado de formar alumnos que cumplan con ese perfil a fin de formar profesionistas capaces de resolver problemas que se presentan en la vida real mediante el análisis.

En la siguiente imagen se presenta la ubicación geográfica de donde se encuentra ubicado el instituto tecnológico superior de Teziutlán.

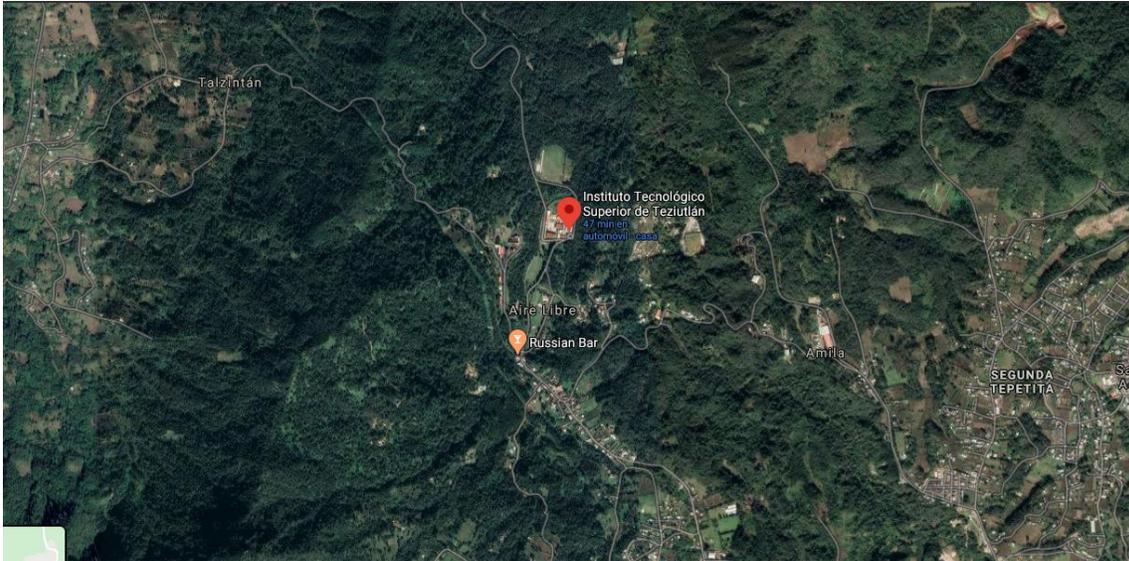


Ilustración 1 Ubicación del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

A continuación, se comparte la misión y visión de esta institución educativa.

1.1.1 Misión

El instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tienen como Misión, formar Profesionales que se constituyan en agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad.

1.1.2 Visión

Llegar a ser la Institución de Educación Superior Tecnológica más reconocida en el Estado de Puebla, que ofrezca un proceso de Enseñanza – Aprendizaje certificado, comprometido con la excelencia académica y la formación integral del Alumno, contribuyendo al desarrollo sustentable, económico, político y social de nuestro Estado.

1.1.3 Organigrama

En la siguiente ilustración se puede observar la división por departamentos del instituto tecnológico superior del Teziutlán.

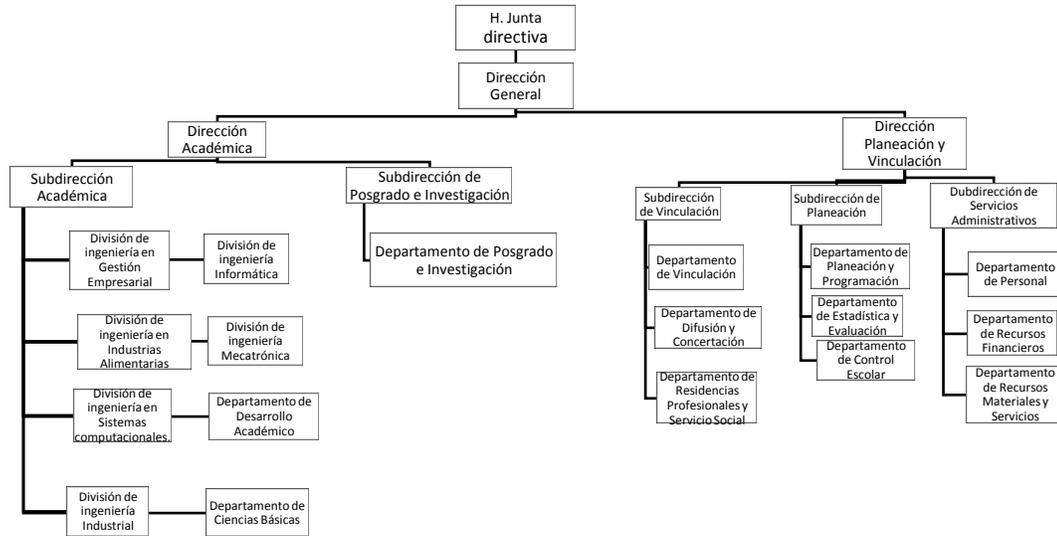


Ilustración 2 Organigrama del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Elaborado por el Autor.

1.2 Problemática

El agua es uno de los recursos más importantes con el que los seres humanos contamos, ya que si la población no tiene acceso este recurso se hacen presentes algunas otras limitantes, una de ellas es el poder ejercer algunos otros derechos como lo es la vivienda digna, salud o educación. Además de que otro de los sectores que se ven igual de afectados es la industria y, por lo tanto, se ven de igual manera perjudicadas las fuentes de empleo.

“Actualmente nuestro país tiene una disponibilidad de agua en la zona centro y norte, dichas zonas se consideran que son áridas y semiáridas donde apenas se recibe un 25% de agua de lluvia”(Esparza, 2013). Esto nos da una idea de que México se encuentra en una situación crítica en cuanto al uso de los recursos hídricos gracias a diferentes factores como lo son la sobreexplotación, contaminación y al mal uso de nuestros recursos hídricos.

“La gestión de las zonas urbanas se ha convertido en uno de los desafíos de desarrollo más importantes del Siglo XXI. Nuestro éxito o fracaso en la construcción de ciudades sostenibles, serán un factor importante en el éxito de la agenda de desarrollo de la ONU 2015”, sentenció John Wilmoth, director de la División de Población de la ONU (DAES).

Ahora bien, dentro del municipio de Teziutlán es bien sabido que su servicio de distribución de agua potable depende de uno de sus municipios vecinos, ya que dentro de la región no se cuenta con manantiales de los cuales puedan extraer este recurso lo cual provoca que no puedan abastecer a sus habitantes con este recurso. De igual manera al tener que extraer este recurso desde un municipio vecino y por ende poseer una red de agua potable muy amplia se pueden llegar a presentar diferentes fallos dentro de la misma, lo que ha ocasionado que varias veces se llegue a cortar el suministro de agua, por lo que varios de los habitantes se han quedado sin este recurso.

Otro de los factores que han jugado un papel importante dentro del abastecimiento de agua potable de este municipio es el clima, ya que de acuerdo a "Diario Cambio" los intensos calores que han azotado a la región, los manantiales que abastecen de este recurso han bajado más de un 70% de su capacidad de captación, por lo cual se pide de igual manera a la población el extremar precauciones en cuanto al consumo.

De igual manera se puede notar que en los últimos años, el número de habitantes ha ido incrementando y junto con ello las peticiones de medidores de agua, lo cual causa que exista una mayor necesidad de personal para realizar los registros al igual que los cortes de servicio por falta de pago. En pocas palabras la cantidad de recursos se incrementa para realizar todos los procesos antes mencionados.

Dentro de las juntas auxiliares de Teziutlán, Puebla se distribuye de manera equitativa el recurso del agua potable, de tal manera que para llevar a cabo las mediciones en cuanto al consumo del agua se han instalado medidores convencionales en cada uno de los hogares, los cuales únicamente cumplen con la función tradicional de marcar la cantidad de agua utilizada, de tal manera que es necesario designar a personal encargado de recorrer dichas juntas auxiliares para tomar las lecturas de los consumos de cada hogar.

Actualmente las tecnologías juegan un papel fundamental en la historia del manejo del agua a nivel mundial, la tecnología y la planificación inteligentes reducen el uso de agua. El sector más afectado corresponde al abastecimiento público debido al crecimiento exponencial de las ciudades y zonas semiurbanas. La ausencia de un sistema de control de agua genera situaciones de desabasto temporal que repercuten en la salud e higiene de los afectados.

1.3 Justificación

El agua es el líquido esencial para todos los seres vivos, principalmente para los seres humanos, el planeta se encuentra compuesto por un 70% de agua salada, y del total de agua presente dentro de nuestro planeta solo el 3% es agua dulce, dicha agua debe de pasar por un proceso de potabilización para que pueda ser consumida por las personas. Dicho procedimiento somete a tratamientos especiales para poder eliminar microorganismos y sustancias que puedan ser perjudiciales para la salud de las personas.

Por todo lo mencionado anteriormente dentro del apartado de problemática, la implementación de un sistema inteligente para el monitoreo para el consumo, en este caso, del agua potable que realizan las personas, el cual pueda almacenar información sobre el periodo de tiempo en el que lo hacen, la cantidad que se consume, e incluso poder alertar a los usuarios sobre alguna falla que se pueda presentar dentro de su red de agua potable, permitirá automatizar el proceso de recolección de información minimizando fallas humanas que se puedan presentar al momento de registrar los datos.

En la actualidad solo se cuenta con la instalación de medidores convencionales dentro de los hogares para realizar las mediciones en cuanto al consumo del líquido, los cuales solamente cumplen con funciones básicas, por lo cual también requiere de una asignación de personal, el cual es el encargado de recorrer todas las comunidades para ir tomando las lecturas en cuanto al consumo de cada hogar. El poder llevar a cabo la instalación de un sistema inteligente para la medición de lecturas del consumo de agua potable puede permitir automatizar diferentes procesos, uno de los principales sería el proceso de recolección de la información, brindando de igual manera una obtención de información más exacta, ya que son procesos automatizados y con componentes diseñados principalmente para realizar estas funciones, lo cual nos arrojaría datos más exactos minimizando las fallas humanas que se puedan presentar al momento del registro de los datos.

Un sistema automatizado podrá realizar mediciones exactas de consumo de agua así reduciendo los errores de registro. Al tener toda esta información los usuarios

podrán tomar acción y de igual manera pueden surgir alternativas que puedan ayudar a conservar un poco más ese recurso natural.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar un dispositivo electrónico inteligente para llevar un control en cuanto a la medición y alerta del consumo de agua potable dentro de las juntas auxiliares de la ciudad de Teziutlán, Puebla.

1.4.2 Objetivos particulares

1. Revisar información referente al tema planteado para determinar bases teóricas y el estado del arte relacionado al desarrollo de dispositivos de este tipo.
2. Seleccionar sensores y actuadores que se adecuen a los requerimientos de dispositivo.
3. Implementar los módulos que integran al dispositivo.
4. Realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo en diferentes puntos para verificar que cuente un funcionamiento adecuado.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El desarrollo de este proyecto se permitirá poder llevar un control responsable sobre el consumo del agua dentro de las viviendas o empresas, este medidor inteligente, capaz de almacenar la información sobre el consumo de agua potable e identificar la existencia de un consumo irregular el cual estará basado en el histórico de días o periodos anteriores de tal manera que el usuario pueda ser notificados sobre dicha anomalía, de esta manera los usuarios puedan realizar acciones tales como revisar si pueda haber una fuga presente en su sistema de agua potable o un mal consumo por parte de ellos mismos y puedan generar acciones para evitar o eliminar algún tipo de problema.

Al evaluar la situación actual en el consumo de agua potable dentro de las viviendas, se recolectará información sobre algunos problemas que se puedan estar presentando y de igual manera puede identificarlos, todo esto tomando en cuenta lineamientos para el dispositivo final.

En base a un estudio se determinarán los diferentes sensores y componentes para el dispositivo, de igual manera la plataforma para la visualización de la información se realizará tomando en cuenta algunos requerimientos.

Otro de los grandes beneficios que se obtendrán mediante el uso del dispositivo es que al llevar un registro de la información en tiempo real también se tendrá almacenado dentro de la base de datos un histórico de toda la información, esto será de gran ayuda por si en algún momento se presente alguna confusión o algunas otras situaciones, facilitando la manera de poder aclararlas de una forma más fácil.

1.5.2 Limitaciones

Como es bien sabido, dentro de los proyectos se pueden llegar a presentar algún tipo de limitaciones, en este caso las limitaciones encontradas son las siguientes:

1. Que los dispositivos con los que cuenten no sean compatibles o capaces de conectar con el dispositivo de monitoreo de agua potable.
2. La calidad del servicio de internet sea mala y pueda presentar fallos de manera continua.
3. La presión de la salida de agua sea mayor y no pueda ser soportada por el caudalímetro.
4. Se puedan presentar fugas, de tal manera que algunos componentes puedan llegar a dañarse.
5. La potencia de la señal que se irradia mediante el módulo wifi dependerá del lugar donde se encuentra ubicado.

1.6 Hipótesis

El desarrollo de un sistema inteligente para el monitoreo de agua potable dentro de los hogares de una comunidad es viable ya que además de optimizarse algunos procesos, se pueden realizar cálculos más precisos y de manera más rápida. Además de contar con toda la información para poder consultarla de manera más fácil y rápida.

1.7 Preguntas de investigación

1.7.1 Pregunta General

¿Cómo influye el desarrollo de un sistema inteligente para el monitoreo del consumo de agua potable dentro de los hogares?

1.7.2 Preguntas Especificas

1. ¿Qué tan viable es el uso de componentes como lo son sensores y Arduino dentro del desarrollo del dispositivo para monitoreo del consumo de agua potable?
2. ¿Cuál es la importancia de utilizar un sistema gestor de base de datos para el manejo de la información?
3. ¿Qué tan viable es la comunicación entre dispositivos para compartir y recolectar información?

CAPÍTULO I MARCO TEORICO

2.1 El agua potable

El agua es una sustancia líquida que carece de olor, sabor y color, su existencia dentro de la naturaleza cubre un porcentaje importante de la superficie del planeta tierra en total un 71%, otra de sus principales características es que su presencia es bastante común dentro del sistema solar, aunque como es bien sabido, se encuentra presente en distintas formas de su estado natural, es decir, puede estar presente en forma de vapor, hielo y como tal un líquido.

El planeta tierra alberga toda el agua dentro de los mares y océanos, de lo cual su porcentaje es del 96%, dentro de los glaciares y casquetes polares solo el 1.74%, en depósitos acuíferos el 1.72% y solamente el 0.04% se encuentra distribuido entre los lagos, suelo, ríos e incluso el cuerpo mismo de los seres humanos(Raffino, 2020).

Solo una pequeña parte de esa gran cantidad de agua es apta para el consumo de los seres humanos, el agua potable es poca en comparación con las grandes masas de agua no potable. Actualmente se han tomado medidas como la potabilización, lo cual es el combatir el flujo de sustancias tóxicas o contaminantes que sean dañinos.

2.2 Consumo de agua en México

En México el consumo promedio de agua por persona hasta el año 2015 fue de 380 litros de agua diariamente. Esta cantidad de agua se emplea de diversas maneras dentro de las actividades humanas. Dentro de nuestro país dichas actividades se han clasificado en cuatro usos diferentes, uno de los principales es el uso agrícola principalmente en el riego de todos los cultivos, donde se tiene la cifra de un 76.6% de agua que se emplea en dicha actividad. La segunda actividad

es el abastecimiento público, es decir, toda el agua que se distribuye a los diferentes hogares para el uso de las personas, en la cual se emplea solo el 14.5%. La generación de energía también es uno de los factores importantes, mediante el uso de las plantas termoeléctricas para producir energía eléctrica a diferentes puntos en ciertas regiones, para dicha actividad se hace uso del 4.9% de agua y por ultimo a la industria auto abastecedora, la cual son todos los que se ofrecen productos o servicios solamente hacen uso del 4% de agua (conagua, 2015).

En la siguiente grafica se puede observar más a detalle la diferencia en cuanto a la cantidad que se emplea el agua en las diferentes actividades.

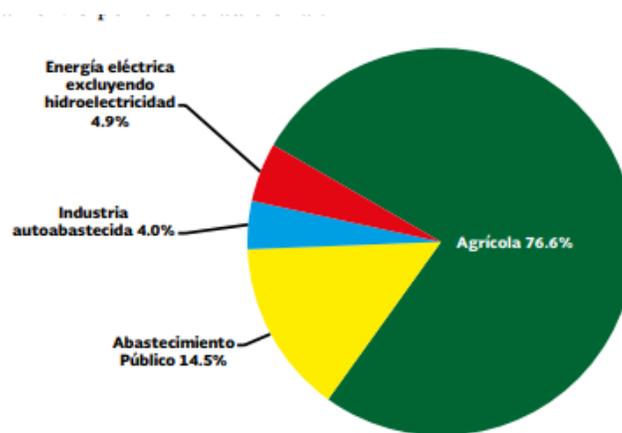


Ilustración 3 Datos concesionados en 2012 por la Conagua

Al observar esta información, se debe señalar que en los últimos años el poder contar con una buena cantidad de agua y que de igual manera sea de buena calidad se ha convertido en un reto más complejo para nuestro país, una de las principales situaciones que lo dificultan es el incremento tan rápido que se presenta en la población, condiciones geográficas y malos hábitos en cuanto al consumo, lo cual ha provocado que exista mayor demanda por habitante, el poder

abastecer de este recurso de fuentes provenientes que sean más lejanas lo cual de cierta manera conlleva a sobreexplotar los mantos acuíferos.

2.3 Gestión del agua en México

En nuestro país existen organismos, los cuales tienen como principal función el gestionar los procesos relacionados con el agua potable, la Comisión nacional del agua (Conagua) es un órgano administrativo, normativo, técnico, consultivo y desconcentrado de la secretaria de medio ambiente y recursos naturales (Semarnat), la cual tiene como principal función y misión el administrar y preservar las aguas nacionales para poder lograr su uso sustentable (agua, 2018).

De igual manera dentro de nuestra nación existen leyes que establecen que el uso y aprovechamiento de las aguas nacionales se debe realizar mediante la concesión o asignación otorgada por el poder ejecutivo a través de la Conagua.

2.4 Medidores de agua convencionales

Como se ha mencionado anteriormente, los medidores de agua son instrumentos de precisión que pertenecen a una conexión de registro encargado de registrar un volumen de flujo que recorre desde la red de distribución hasta el interior de cada uno de los domicilios que hacen uso de dicho servicio.



Ilustración 4 Medidores de agua convencionales

En la actualidad la mayoría de los domicilios hacen uso de medidores de agua tradicionales, los cuales son de tipo mecánico y se encargan de generar información estática para el usuario, estos dispositivos no cuentan con algún tipo de integración tecnológica con la que pueda hacer uso de las nuevas tecnologías, para que de tal manera se pueda realizar un proceso de forma dinámica en cuanto a la comunicación con el usuario , lo que se refiere a permitir que el dispositivo pueda ser controlado de manera remota tanto para la lectura de datos como para activación o desactivación de un componente.

Ahora bien, para tener una idea clara en cuanto a la diferencia entre los medidores convencionales y los medidores inteligentes debemos conocer la manera en la que funcionan cada uno de ellos.

Los medidores mecánicos cuentan con 3 componentes, los cuales son cuerpo, cámara y registro. Y sus funciones tienen variación en cuanto al tipo de medición que realice ya que puede ser de chorro único o chorro múltiple.

El medidor de chorro único se utiliza como contador de consumo dentro de las redes domésticas y su funcionamiento se basa en el flujo de agua que acciona directamente la turbina marcando los metros cúbicos en la unidad de medida que se ha establecido. La manera en la que se encuentra compuesto es que sus

conductos de entrada y salida se encuentran dentro del mismo plano horizontal, lo cual permite que el flujo no sufra ningún tipo de alteraciones.

El medidor de chorro múltiple es más utilizado dentro del sector industrial, el flujo al ingresar dentro de la parte interna pasa por una serie de ductos que se encuentran conectados con una turbina para después salir a través de unas tuberías situadas en la parte superior del distribuidor.

2.5 Métodos de lectura convencionales

Bien se sabe que los medidores poseen instrumentos en la parte interna los cuales funcionan con el paso del agua, este mecanismo acciona engranes con lo cual se mueven las agujas que se presentan en la parte visible del medidor, es decir, las cuales muestran la información de las cantidades consumidas.

Su funcionamiento está basado en el proceso de que el agua ingresa a la cámara de medición donde se acciona la turbina lo cual ocasiona que se produzca un movimiento continuo, este movimiento se transmite hacia un conjunto de engranajes o imanes dependiendo el tipo de medidor, los cuales accionan las agujas que se encuentran visibles para los usuarios.



Ilustración 5 Proceso de un medidor convencional

De igual manera se encuentran constituidos con códigos de colores para indicar la unidad de medida en la que se está realizando el proceso, los cuales utilizan los números en color negro para indicar metros cúbicos y los números en rojo para indicar los litros consumidos.

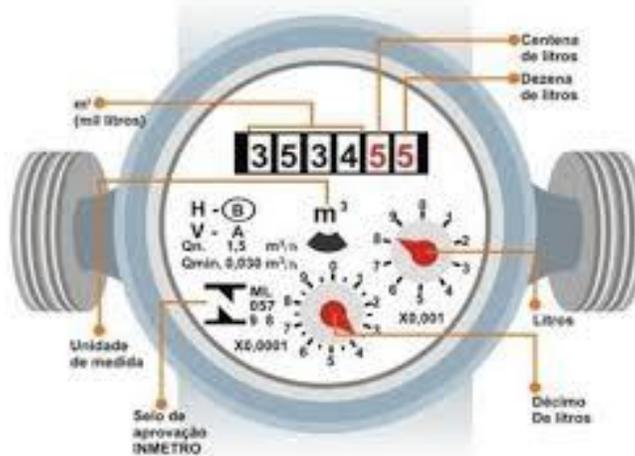


Ilustración 6 Numeración y agujas de un medidor convencional

Las agujas son utilizadas para indicar cual es la cantidad de agua que se está consumiendo, para tomar la lectura se deben observar los factores de multiplicidad que posee cada una de ellas. De acuerdo a su nomenclatura puede tomarse lectura en cuanto al litros de agua, decenas de litro y cientos de litros.



Ilustración 7 Agujas que integran un medidor de agua

2.6 Medición inteligente del consumo de agua

Este método de medición es de lo más innovador actualmente, ya que permite determinar en tiempo real o casi real el consumo de agua y de igual manera ofrece la posibilidad de leer el consumo de agua local de manera remota.

De igual manera presenta grandes ventajas, un ejemplo de estas ventajas es que las empresas pueden detectar fugas de manera más rápida, evitar pérdidas de energía al igual de reducir costos y optimizar los recursos.

De igual manera existen algunas especificaciones con las cuales deben de cumplir los sistemas de gestión inteligentes, los sistemas de medición inteligentes deben de cumplir con características como lo es el realizar una lectura remota o local, configurar sus parámetros de funcionamiento, presentar la posibilidad de desconexión al usuario y tener la capacidad de poder interactuar con otros dispositivos.

2.7 Estado del arte

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, existen diversos factores los cuales guardan relación en cuanto al problema del desabasto del agua potable, algunos de estos factores no son posibles de controlar por parte de los seres humanos, como lo es el clima; sin embargo, existen factores que si pueden controlarse, un ejemplo de estos seria la contaminación y de igual manera la sobrepoblación, este último es uno de los principales factores ya que la sociedad

ha aumentado de manera impresionante, lo que significa que el consumo de este recurso se ha aumentado de igual manera.

A lo largo del tiempo las personas han hecho uso de este recurso para diferentes actividades, en ocasiones excediéndose demasiado, algún ejemplo del mal uso de este recurso natural es al lavar autos, o cosas tan simples como tomar una ducha, o incluso lavarse los dientes, ya que las personas gastan cantidades desmedidas para realizar actividades tan simples.

Por tal motivo es de suma importancia contar con métodos que puedan ayudar a realizar un mejor control en cuanto al consumo de agua, y que mejor manera que tomar la tecnología a nuestro favor. Existen en la actualidad diversos sistemas que ayudan al problema que hemos venido abordando, dichos sistemas, al tener un costo un poco elevado, en ocasiones es difícil que muchas personas puedan adquirirlo.

Agregando que también se puede presentar una ayuda mínima por parte de los gobiernos.

2.7.1 Prototipo de un sistema tarifador electrónico de consumo de agua.

En la región Sur colombiana el uso de tecnologías que optimicen los sistemas de medición de los servicios públicos, es limitado y carece de inversión económica. Es por eso que un equipo de trabajo de la universidad identificó la necesidad de implementar sistemas de medición automatizados en servicios como el agua potable.

Dicho problema surge por la falta de registros de consumo en tiempo real, en donde la única manera de conocer la cantidad de agua suministrada a cada residencia se hace a partir de lecturas manuales por personal de las empresas públicas de cada ciudad. El consumo facturado a cada usuario algunas veces no

refleja el consumo real, puesto que existen situaciones como medidores dañados, atascados, o usuarios sin medidor, haciendo que el consumo facturado sea establecido por promedios anteriores o simplemente se asigne un consumo promedio estándar sin tener en cuenta ninguna característica del suscriptor.

“A nivel mundial se implementan medidores inteligentes que incluyen las mediciones de servicios públicos como agua, gas, y electricidad, en donde los registros de consumo son enviados a una base de datos a la empresa y en donde se puede tener un monitoreo continuo por parte del usuario y la empresa prestadora del servicio”(DUARTE VIVAS, 2016).

Es por esto que en este proyecto se realizó un prototipo de tarificador electrónico para la medición del consumo de agua potable en residencias domiciliarias que consta de unos sensores que flujo y presión, en donde a partir de una tarjeta de adquisición de datos se obtienen lecturas de caudal y presión, los cuales son enviados a una Raspberry para almacenarse en una base de datos de un servidor local. Además, se diseñó una aplicación móvil en la que el usuario puede tener acceso a esta información en tiempo real, para tener un control de consumo y que plantee sus estrategias de ahorro de este recurso.



Ilustración 9 Tarjeta para la obtención de datos



Ilustración 8 Raspberry ensamblada junto a la tarjeta de obtención de datos

2.7.2 El medidor de agua inteligente para detectar el consumo y posibles fugas

Dentro del sitio web de "El español" se hace mención de la empresa Phyn, la cual es una de las empresas productoras de medidores de agua inteligentes, los cuales requieren de una conexión Wifi y de igual manera el dispositivo necesita estar conectado a las líneas de agua fría y caliente en el punto específico donde se requiere realizar el monitoreo del consumo de agua.

Según la compañía, cada gota que sale del suministro genera unas vibraciones que, a su vez, ocasionan ondas de presión microscópicas. Dicha presión difiere dependiendo de la actividad que se realice.

"Este dispositivo inteligente es capaz de decodificar esas ondas 240 veces por segundo, detectando cualquier anomalía en el suministro de una vivienda. Al primer indicio de que eso pueda estar ocurriendo, ya sea por una fuga o por una congelación de alguna cañería, Phyn enviara una notificación a través de una app o un SMS"(Branco, 2019).

De esta manera, el usuario podrá anticiparse y tomar acciones en cuando se presente algún problema. Incluso la misma empresa asegura que sus medidores

logran detectar hasta la más mínima fuga, o cuando un grifo ha estado consumiendo más agua de lo normal.

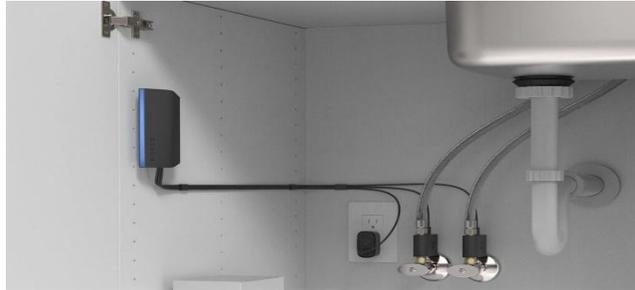


Ilustración 10 Medidor inteligente elaborado por la empresa Phyn

2.7.3 SISTEMA DE MEDIDOR INTELIGENTE DE AGUA POTABLE DOMICILIARIO; JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA EL ABRA

Dentro de la junta administradora de agua de la comunidad “El Abra”, parroquia la esperanza, Ciudad de Ibarra. Se realizó un proyecto, el cual consistía en el diseño e implementación de un sistema inteligente para llevar a cabo la medición en el consumo de agua potable. “Teniendo como principal objetivo automatizar los procesos de recolección y almacenamiento de la información, y también el cálculo de valores económicos para la facturación del servicio”.(Farinango Tuquerres, 2018).

Mediante el uso de este dispositivo los usuarios podrían obtener la información en cuanto el consumo de agua dentro de su hogar, observar el estado en el que se encontraba su medidor y también el poder controlar el servicio solamente disponiendo de una conexión a internet. El almacenamiento de los datos que se obtienen se realiza en una base de datos dentro de la nube, de igual manera permitiendo tener acceso a todo el historial de la información. En cuanto al dispositivo se encuentra integrado por un sensor de flujo, electroválvula y un módulo Wifi. “El sensor de flujo realiza un conteo de la circulación del volumen de agua a través del sistema de control, la conversión de pulsos eléctricos obtenidos

del sensor a datos es efectuado en la placa de procesamiento, a la placa de control también están conectados otros dispositivos como la electroválvula y el módulo Wi-Fi de comunicación”.(Farinango Tuquerres, 2018).

Con la realización del diseño y la implementación de este dispositivo, al realizar diversas pruebas y correcciones correspondientes. Mediante la visualización de toda la información obtenida en un cierto lapso de tiempo se llegó a la conclusión que el sistema si cumplía con sus funciones principales, lo cual lo hacia un sistema apto para ponerlo en función dentro de la comunidad.

“Los resultados en las pruebas de funcionamiento efectuadas a las diferentes partes que integran el sistema como son: el conteo flujo de agua, corte de servicio y registros de los datos de consumo de agua en una base de datos, muestran que el dispositivo presenta un nivel de confianza del 98.5%”.(Farinango Tuquerres, 2018).

Con lo cual se concluye que el sistema realizado en verdad realizo una optimización en cuanto el proceso de recolección, monitoreo y facturación en cuanto al consumo de agua potable.



Ilustración 11 Medidor inteligente para la junta de agua “El Abra”, conformado por todos los componentes

2.7.4Diseño de un prototipo de un sistema de recolección de información para medidores de agua potable en la ciudad de Quito

El proyecto menciona la implementación de un dispositivo electrónico para la medición del consumo de agua potable, esto en la ciudad de Quito. Dicho proyecto tiene como principal propósito obtener un mayor ahorro de recursos mediante la optimización del proceso de recolección de la información.

Este dispositivo electrónico se realizó mediante el uso de Arduino uno, y de igual manera se realizó una página web mediante el lenguaje HTML, CSS Y PHP, y para el almacenamiento de la información, se hizo uso de MySQL.

“La primera presenta una interface exclusiva para el cliente, la cual muestra el consumo de agua junto con el valor a pagar mediante el número del sensor, mientras que la segunda presenta herramientas e información necesarias para el administrador, como, por ejemplo, la creación, modificación, eliminación de registros.”(Padilla Cevallos, 2015).

Para llevar un control adecuado de la información que se obtiene mediante el dispositivo, se les asigna a los usuarios el mismo medidor como identificador único.

Después de que el equipo de desarrollo termino la elaboración del dispositivo y de igual manera la página web, llevaron a cabo varias pruebas, mediante las cuales ellos observaron el comportamiento del dispositivo. De tal manera que nos mencionan que el dispositivo se destaca en varias soluciones, "el prototipo brinda ante los diferentes problemas encontrados en la empresa agua potable. Entre los inconvenientes mencionados anteriormente, se encuentra el uso no recomendado de recursos, la falta de información en tiempo real en la página web de la institución, la seguridad de los empleados y la manipulación indebida de medidores."(Padilla Cevallos, 2015).

De la misma forma se realiza varias pruebas del prototipo en diferentes redes inalámbricas, con el fin de evaluar la comunicación entre el sistema de administración y el dispositivo electrónico, el correcto funcionamiento en el almacenamiento de información de consumo y la resistencia que presenta el prototipo en ambientes exteriores, de forma que tenga una larga duración y represente un avance tecnológico que tenga un impacto positivo para la sociedad.



Ilustración 12 Medidor ensamblado para el monitoreo de agua en la ciudad de Quito

2.7.5 Implementación de un sistema electrónico inteligente de asignación, medición y alerta del consumo de agua potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba.

Dentro de este proyecto se menciona la implementación de un sistema electrónico inteligente para el apoyo de los procesos de asignación, medición y alerta en el consumo de agua potable para los hogares residenciales de la ciudad de Riobamba. Se menciona que es un dispositivo de bajo costo, fácil instalación y comprensible a cualquier tipo de usuario ya que permite visualizar el consumo de agua potable en línea a través de una pantalla grafica.

El principal objetivo de este proyecto fue la búsqueda de crear conciencia en los usuarios acerca del ahorro del agua potable, el consumo de la cantidad necesaria y evitar desperdicios.

El dispositivo se encuentra compuesto de dos módulos basados en la plataforma de Arduino mega y nano, los cuales se encuentran comunicados mediante radiofrecuencia con un alcance de 150 metros con obstáculos y una alimentación de 5V. Dispone también de una electroválvula que permite el paso del agua al interior de los hogares. "El primer módulo posee un sensor de flujo YF-S201 y su lectura son enviadas por radiofrecuencia al siguiente módulo. El segundo módulo recolecta, procesa, visualiza y almacena las lecturas en una tarjeta SD formando

una base de datos con información diaria y mensual tanto de consumo y costo”(Gusqui Macas, 2016).

Al realizar las pruebas con el dispositivo se obtuvo que solo presentaba un margen de error del 0.05% teniendo una exactitud del 98% en medición referente a un medidor tradicional, de tal forma que el equipo de trabajo menciona que el sistema cumple el objetivo de constituirse como una herramienta de ayuda para concientizar directa o indirectamente a la disminución del consumo de agua potable en los hogares ya que se suministra la información en tiempo real.

“Concluimos que el sensor de flujo es el dispositivo importante pues debe garantizar un porcentaje de error muy bajo para que la medición sea confiable. Recomendamos que la alimentación del sistema sea la adecuada para el sistema debido a que los transmisores necesitan una corriente mínima de arranque”(Gusqui Macas, 2016).



Ilustración 13 Dispositivo realizado para el control en el consumo de agua en la ciudad de Riobamba

CAPÍTULO II DESARROLLO Y METODOLOGIA

3.1 Descripción del proyecto

Una vez que se ha realizado un análisis de la problemática que se ha encontrado y a la cual se ha propuesto una posible solución se da pauta a explicar el funcionamiento del dispositivo que se ha estado desarrollando. Expresando en forma general como va a realizar los procesos de obtención de datos y si es necesario contemplar otros factores que puedan llegar a interferir en algún momento.

Ahora bien, consiste en el desarrollo de un dispositivo electrónico para el monitoreo en cuanto al consumo de agua potable. El dispositivo estará conformado por diversos componentes, los cuales tendrán una función específica para poder realizar su función principal de manera correcta, los cuales son los siguientes:

1. Modulo Wifi ESP8266-01, este módulo se encuentra conformado por varios protocolos TCP/IP, por lo cual, este módulo ofrece una solución Wifi networking, de tal manera que puede trabajar como host de aplicaciones. Permite utilizarlo como estación Wifi o como punto de acceso. Este módulo nos permitirá compartir toda la información que se obtenga mediante el dispositivo a la aplicación.
2. Módulo bluetooth HC-06, el cual permitirá de igual manera poder conectar de manera inalámbrica al dispositivo con la aplicación en caso de no contar con una conexión a internet.
3. Caudalímetro YF-S201, o también conocido como sensor de flujo es utilizado para la medición de caudal de un fluido, es decir, la cantidad de líquido o flujo que circula a través de una tubería por unidad de tiempo. El cual nos permitirá el obtener los datos en relación a el nivel de consumo dentro de la vivienda. Cabe mencionar que dicho caudalímetro solo puede recibir una presión máxima de 2.00 MPa (Mega pascal).

4. LCD de 10x2, una placa I2C, que no es más que un componente para que el dispositivo valla mostrando el nivel de consumo que se tiene en tiempo real, sabiendo que la placa I2C es un adaptador que permitirá la comunicación entre el Arduino y el LCD.
5. Dinamo de 6V.

3.2 Plan del proyecto

Para poder poner el proyecto en marcha el desarrollo del proyecto se tiene que tomar en cuenta y de igual manera poner en marcha diferentes procesos y actividades, al poder realizarlas de manera correcta esto nos ayuda a poder lograr con éxito el desarrollo del proyecto.

Uno de los puntos principales es el llevar a cabo la familiarización sobre lo que es el proyecto y de igual manera con todo el equipo de trabajo que interferirá con el desarrollo.

A continuación, mediante el uso de diagramas de Gantt se presenta las actividades que se realizan dentro de cada fase del proyecto.

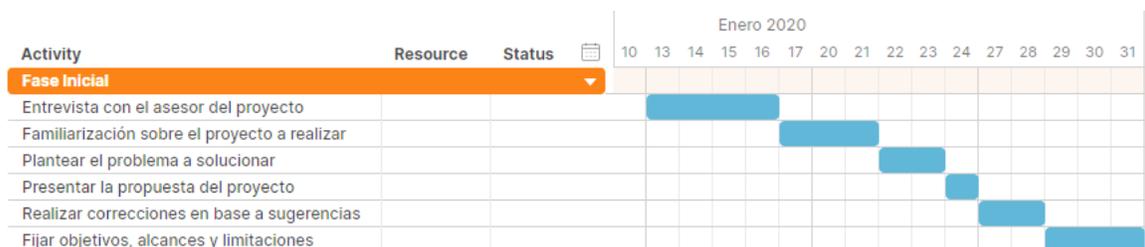


Ilustración 14 Actividades de la fase inicial

Después de haber realizado las actividades anteriormente mencionadas se da inicio a la fase de desarrollo del proyecto, la cual es la fase principal para poder tener

éxito en el desarrollo del dispositivo, para resumir lo realizado dentro de esta fase se hace uso de igual manera de un diagrama de Gantt a continuación.

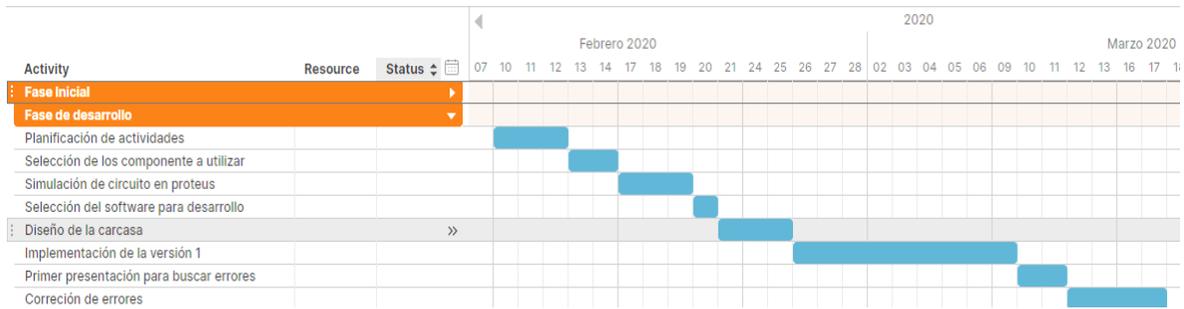


Ilustración 15 Diagrama fase de desarrollo

Dentro de la fase final del proyecto de realizaron solamente 3 actividades, ya que dentro de esta fase el desarrollo ya está en un mayor porcentaje terminado.

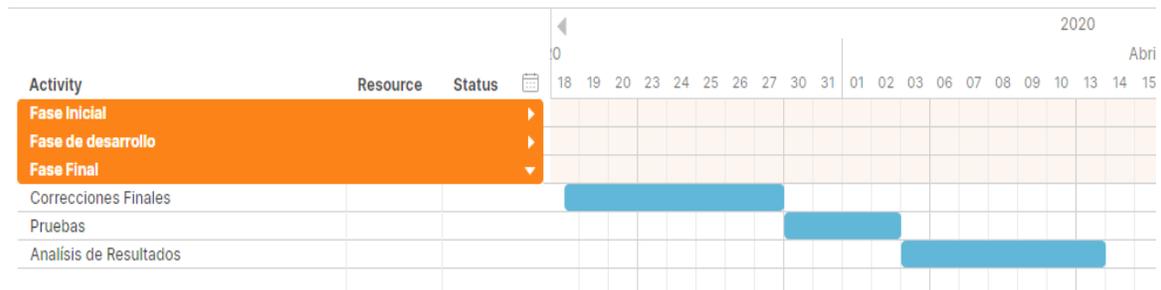


Ilustración 16 Diagrama Fase final

3.3 Factibilidad

Si bien hasta ahora la idea ha resultado interesante dentro de la organización ya que la idea propuesta cubre las necesidades en cuanto a darle solución a la problemática, es por eso que se llega el momento de determinar qué tan viable es llevar a cabo la implementación del proyecto. Dentro de este punto la

comunicación con el equipo de trabajo juega un papel muy importante, pues de esta manera se externarán todos los puntos que se deben de cubrir, analizando temas que van desde lo que se necesita para desarrollar el dispositivo hablando principalmente de los recursos de hardware y software, hasta cuáles serán los costos que se generarán con el desarrollo e implementación del dispositivo.

3.4 Factibilidad Técnica

Dentro de este estudio se determinará cuáles son los requerimientos necesarios para poder ejecutar el dispositivo, con lo cual dependerá que el dispositivo pueda presentar un buen funcionamiento y como tal poder mostrar de forma clara la información en cuanto a los resultados que se desean sin que se pueda presentar ningún inconveniente.

3.4.1 Arduino IDE

El entorno de programación de Arduino es una plataforma diseñada para realizar diferentes programas para la tarjeta electrónica de Arduino, es un editor de código, depurador y de igual manera un constructor de interfaz gráfica, de igual manera ha incorporado herramientas que permiten cargar un programa ya compilado dentro de la memoria flash del hardware. Se compone de un lenguaje simple que se encuentra basado en C/C++, permite la programación directamente en el hardware desde el primer contacto. Debido a que es un proyecto open-source tiene una comunidad alrededor que permite un acceso a referencias.

3.4.2 Tecnología Wifi

En la actualidad los sistemas de comunicación inalámbricos presentan grandes ventajas frente a los sistemas tradicionales que consisten en conexiones cableadas, una de esas ventajas es la movilidad, es decir, los dispositivos permiten establecer una comunicación utilizando como medio de transmisión el espacio-aire.

El acceso a internet permite a dispositivos móviles puedan establecer una conexión en cualquier punto y a cualquier momento.

La tecnología Wifi en la actualidad es la más utilizada dentro de las redes WLAN ya que ofrece una mayor cantidad de beneficios a un bajo costo en relación con otras tecnologías inalámbricas.

3.4.3 Modulo Wifi ESP8266-01

Este módulo es un chip altamente integrado y diseñado para las necesidades de un mundo conectado, ofreciendo soluciones completas que permiten ser la parte inteligente de una aplicación ya que tiene potentes capacidades de procesamiento y almacenamiento que permite integrarse con sensores y dispositivos.

Características

- Normas de Certificación: FCC/CE/TELEC. Estándar inalámbrico: 802.11 b/g/n.
- Rango de frecuencia: 2.4 GHz a 2.5 GHz. Interfaz de datos: UART / HSPI / I2C /
- I2S / Control IR/ GPIO / PWM.
- Tensión de Operación: 3.0 ~ 3.6V (3.3V recomendación).
- Corriente de trabajo: En promedio 80mA.

3.4.4 Módulo bluetooth HC-06

Este módulo permite la conexión del proyecto de forma inalámbrica a cualquier dispositivo móvil con una facilidad de operación de un puerto serial, la transmisión se realiza de forma totalmente transparente.

Este módulo se comporta como dispositivo esclavo, es decir que solamente está preparado para escuchar peticiones de conexión.

Características

- Voltaje de operación: 3.3V
- Frecuencia de banda: 2.4 GHz
- Alcance: 10 metros
- Velocidad de transmisión: 1.3Mbps

3.4.5 Placa I2C

Es una placa adaptadora que permite la comunicación entre un microcontrolador o Arduino y una pantalla LCD mediante la interfaz I2C, lo cual posibilita la facilidad de conexiones a la hora de llevar a cabo cualquier tipo de aplicaciones acorde a las necesidades del usuario. Este adaptador permite administrar de una manera mucho más óptima la distribución de los puertos, lo que permite presentar los datos a través de solamente dos cables.

Características

- Interfaz: I2C/TWI/SPI
- I2C dirección: 0x20/ 0x27
- Pin definición: VCC, GND, SDA, SCL
- Tensión de alimentación: 5v

3.4.6 Arduino NANO

Es una placa de desarrollo de tamaño compacto que se basa en el microcontrolador ATmega328P, posee las mismas capacidades que un Arduino UNO, tanto en potencial del microcontrolador como en conectividad, solo se ve recortado en su conector USB, conector Jack de alimentación y los pines cambia un formato de pines header.

3.4.7Caudalímetro

Es un instrumento de medición de caudal de un fluido, es decir, mide la cantidad de líquido o fluido que pasa a través de una tubería por unidad de tiempo, por lo general se expresa en litros por minuto.

Este dispositivo se conecta directamente en la tubería por la cual circula el fluido. Su funcionamiento comienza desde el momento en el que el líquido comienza a circular e ingresa dentro del sensor, dentro del sensor hace girar una turbina lo cual provoca que se emitan pulsos electrónicos los cuales son leídos por la entrada digital de Arduino.

Características

- Voltaje de operación: 5V
- Consumo de corriente: 15mA
- Capacidad de carga: 10mA
- Rango de flujo: 1-30 L/Min
- Volumen promedio por pulso_ 2.25 mil
- Pulsos por litro: 450

3.5Factibilidad Operativa

El dispositivo se ha desarrollado con la finalidad de agilizar aún más el proceso de recolección de información acerca del consumo de agua potable, de igual manera permite un mejor control en cuanto a la información que se obtiene y sin necesidad de un número elevado de personal para su manejo.

El dispositivo se encuentra instalado dentro de la principal alimentación de agua en cada vivienda, el dispositivo requiere de igual manera con una fuente de alimentación eléctrica. Al encontrarse instalado el dispositivo y contar con el servicio de internet el dispositivo puede llevar a cabo su función.

Al detectar el paso de flujo de agua y con las funciones programadas, el caudalímetro comienza a obtener los datos gracias a las pulsaciones eléctricas, dentro de la programación se establece que los datos van a obtener el promedio de consumo cada hora, dichos datos son enviados a una base de datos, de la cual se extraerán para poder mostrarla en la pantalla lcd y de igual manera mediante el modelo wifi en conjunto con el servicio de internet se envía la información al usuario, dicha información está basada en un historial, lo cual le permite al usuario tener toda la información a su alcance y en el momento que quiera.

3.6 Factibilidad Económica

Como ya se ha mencionado, para poder desarrollar este proyecto se consideran diversos componentes, los cuales presenta un valor económico accesible, ya que no son tan costosos. De igual manera se requiere de un servicio el cual de igual manera presenta un costo.

En apartados posteriores se realizará una definición exacta los costos que presentaría, partiendo desde los recursos materiales hasta recursos humanos. De igual manera recordemos que dentro del proceso de desarrollo se pueden presentar costos tanto directos como indirectos, que de igual manera se encuentran presentes dentro del proceso. A continuación, se presenta una estimación de los costos para el desarrollo del proyecto.

DISPOSITIVO	COSTO
BLUETOOTH HC-06	\$80
ARDUINO NANO	
WIFI ESP8266-01	\$70
CAUDALIMETRO	\$120
LCD	\$90
PLACA I2C	\$40
SERVICIO DE INTERNET (MENSUAL)	\$500
	\$900

Tabla 1 Tabla de costos del proyecto

3.6.1 Fase de inicio

Dentro de la fase inicial del proyecto se tomó un enfoque dirigido mayormente el conocimiento y adaptación del proyecto y el equipo de trabajo con el cual se realizaría todo el proceso para el desarrollo del sistema, desde el principio surgieron dudas lo que provocó que todo se tornara como un gran reto debido a que el proyecto se encontraba dirigido en mayor parte a la realización de un Hardware, lo cual se tornaba un poco complejo ya que se debía realizar algo innovador con lo que se pudiera captar la atención de todos los usuarios finales, de tal manera que se pudiera optar por llevar a cabo el desarrollo del sistema.

Posterior a eso, al llevar a cabo varias pláticas con el asesor a cargo se encontró un buen proyecto, y se dio inicio a la fase de desarrollo. Todo lo anterior gracias también a que se tomaron sugerencias por parte de los asesores del proyecto, gracias a esto se puso en marcha el desarrollo.

3.6.2 Fase de desarrollo

Dentro de esta fase como primer punto fue plantear los alcances y fijar los objetivos para el proyecto, lo cual sería la meta principal con la cual se cumpliría con el desarrollo del sistema.

Lo siguiente fue llevar a cabo una planificación de cómo se iba a realizar el proyecto de acuerdo a las necesidades identificadas, para lo cual se realizó un análisis para poder determinar las tecnologías y los componentes que se utilizarían, además de los diferentes servicios que serían requeridos para un correcto funcionamiento del sistema.

Hasta este punto se tenía una idea clara de cómo sería el sistema, por lo tanto, se comenzó a trabajar en su elaboración, para lo cual primero se realizaron circuitos simulados tomando en cuenta todos los componentes ya antes mencionados, dentro de las simulaciones se podía observar el comportamiento del sistema y los resultados que nos mostraba, con lo cual mediante un cálculo se realizaba una comparativa de resultados para poder determinar un porcentaje del margen de error que mostraba a la hora de utilizarse.

Antes de comenzar con la elaboración física del dispositivo, se debía llevar a cabo la elaboración de una base de datos dentro de la cual se realizaría el almacenamiento de toda la información y de igual manera para analizar los datos que se obtuvieran.

Al haber elaborado la base de datos se da inicio a el desarrollo del prototipo del dispositivo basándose en los diseños elaborados en las simulaciones, de igual manera respetando las funciones con las cuales se llevó a cabo la programación de algunos de los componentes.

El proceso anteriormente mencionado se realizó con la finalidad de tener una opinión por parte del asesor, el cual realizo varias observaciones de acuerdo a

algunas pruebas para realizar algunas correcciones y poder continuar con el desarrollo del dispositivo.

3.6.3 FASE FINAL

Dentro de la fase final se lleva a cabo la presentación del dispositivo tomando en cuenta todas las observaciones que se realizaron dentro de la primera presentación, de tal manera que se realizaron todas las correcciones necesarias y los ajustes en cuanto al diseño y los componentes.

De tal manera que se pudo proceder a realizar diferentes pruebas para poder obtener la información dentro de una vivienda, tomando en cuenta la información que se obtenía con un medidor de agua convencional y el medidor inteligente, con lo cual se obtuvo que no existían un margen de error muy grande, ya que los datos variaban en una mínima cantidad.

3.7Diseño y programación del dispositivo.

Para poder llevar a cabo la elaboración del sistema se tiene que realizar la elección de los diferentes componentes por los cuales se encontrara conformado, realizando de igual manera una comparación de diferentes sistemas tanto de hardware como de software que se encuentren dentro del mercado, lo cual nos permitirá realizar una selección de acuerdo al proyecto.

3.7.1 Hardware

Dentro de este apartado se describen las características específicas de los diferentes componentes que se encontraron y los cuales puedan cumplir con los

requerimientos necesarios para un buen funcionamiento, los cuales también van a la par con la selección del software apropiado para este proyecto.

3.7.1.1 Modulo Wifi

El proceso de comunicación del dispositivo de medición con el sistema para el almacenamiento de datos es fundamental para el proyecto, es por eso que para cumplir con lo antes dicho se realizó la elección del módulo wifi ESP8266, a continuación, se menciona sus características.

Tabla 2 Características del módulo Wi-Fi ESP8266-01

Características del módulo Wi-Fi ESP8266-01

- Voltaje de Alimentación: 3.3V DC
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- Wi-Fi Direct (P2P), soft-AP
- Stack de Protocolo TCP/IP integrado
- El procesador integrado de 32-bit puede ser utilizado como procesador de aplicación

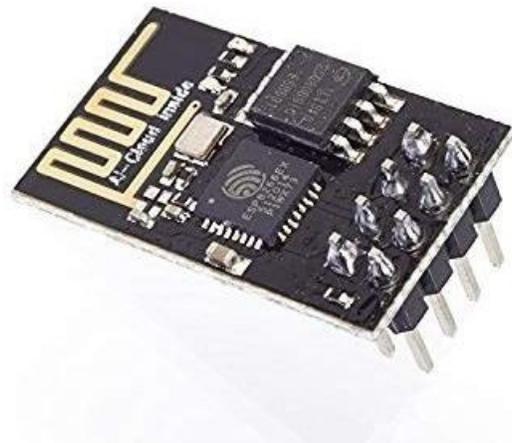


Ilustración 17 Modulo Wifi

Además, este módulo se encuentra integrado por un chip (ESP8266) el cual está diseñado para el cumplimiento de necesidades en cuanto a conexión, y un procesador con arquitectura de 32 bits.

3.7.1.2 Sensor de flujo de agua

Este es el componente más importante dentro del proyecto, el cual debe de cumplir con las necesidades que se presentaron en un inicio, al realizar una comparativa entre diversos sensores de flujo se llegó a la conclusión de que el sensor de flujo que más se acopla a las necesidades. Al tener en cuenta que solamente se requería el monitoreo de un caudal del cual su volumen no es muy elevado, se tomó la decisión de utilizar un caudalímetro YF-S201, del cual las siguientes son sus características.

Tabla 3 Características del Caudalímetro YF-S201

Características del Caudalímetro YF-S201
<ul style="list-style-type: none">• Voltaje de operación: 5V - 18V DC• Consumo de corriente: 15mA (5V)• Capacidad de carga: 10mA (5 VDC)• Rango de Flujo: 1-30L/min• Volumen promedio por pulso: 2.25mL• Rosca externa: 1/2" NPS



Ilustración 18 CaudalimetroYF-S201

3.7.1.3 Modulo Bluetooth

Este módulo también es importante dentro del desarrollo del proyecto, ya que mediante este se llevará a cabo el envío de información, pero en esta ocasión se puede decir que, de manera local, ya que se compartirá la información que se obtenga mediante el uso del dispositivo, pero en esta ocasión a un dispositivo móvil para que el usuario también pueda tener un historial en cuanto a su consumo, pero esta vez con un celular como intermediario. El módulo más apto para realizar esta función es el módulo HC-06, sus características son las siguientes.

Tabla 4 Características del Bluetooth HC-06

Características del Bluetooth HC-06

- Voltaje de operación: 3.3V - 5VDC
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1% VER

- Alcance 10 metros
- Velocidad asíncrona: 2.1Mbps (máx.) / 160 kbps.
- Velocidad síncrona: 1Mbps/1Mbps
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Compatible con Android



Ilustración 19 Bluetooth HC-06

3.7.1.4 Display

Este dispositivo es necesario para poder leer y mostrar los datos que se están obteniendo durante el monitoreo del consumo de agua potable, ya que los sistemas digitales como lo es Arduino trabajan con lógica binaria, es por eso que este display alfanumérico es importante dentro del desarrollo del proyecto, en este caso el más óptimo es un LCD 16x2, cabe mencionar que este componente puede ser conectado directamente a nuestro Arduino, pero por otro lado es una buena opción utilizar una placa I2C, la cual es una placa adaptadora que permite la comunicación entre un microcontrolador o Arduino y una pantalla LCD mediante la interfaz I2C, la cual facilita las conexiones y permite administrar de una manera mucho más óptima la distribución de los puertos, lo que permite presentar los datos a través de solamente dos cables. A continuación, se mencionan las características de cada uno de estos componentes.

Tabla 5 Características del LCD 10x2

Características del LCD 10x2

- Voltaje de Operación: 5V
- Interface de comunicación: Paralelo 4 u 8 bits
- Color Texto: Blanco
- Backlight: Azul
- Filas: 2
- Columnas: 10

Tabla 6 Características de la placa I2C

Características de la placa I2C

- Interfaz: I2C/TWI/SPI
- I2C dirección: 0x20/ 0x27
- Pin definición: VCC, GND, SDA, SCL
- Tensión de alimentación: 5v



Ilustración 20 Modulo I2C



Ilustración 21 LCD 10x2

3.7.2 Software

La selección del software se realiza una vez teniendo en cuenta todos los componentes de hardware con la finalidad de elegir adecuadamente los entornos de programación a los cuales se puedan acoplar los mismos.

3.7.2.1 Plataforma para la base de datos

La base de datos que se utilizara para el almacenamiento de la información que se obtenga con el dispositivo requiere estar elaborada en una plataforma libre y de igual manera se pueda acoplar a las características del sistema donde se valla a alojar el servidor, la mejor opción para este proyecto es el gestor de base de datos de SQL Server, este gestor cuenta con soporte de transacciones además de que también brinda mayor estabilidad y seguridad. Permite trabajar en modo cliente-

servidor donde la información y los datos se alojan en el servidor y los clientes dentro de la red solo pueden acceder a la información.

3.7.2.2Plataforma de programación

Todos los componentes que se mencionaron anteriormente, al igual que la placa de procesamiento requieren ser cargados con una serie de instrucciones, dentro de los cuales se ejecutaran diferentes conversiones de los pulsos de datos, de igual manera para poder realizar el proceso de presentación de información a el usuario final mediante el dispositivo de visualización, enviar la información a un módulo de comunicación el cual se encargara de enviarla al servidor de almacenamiento.

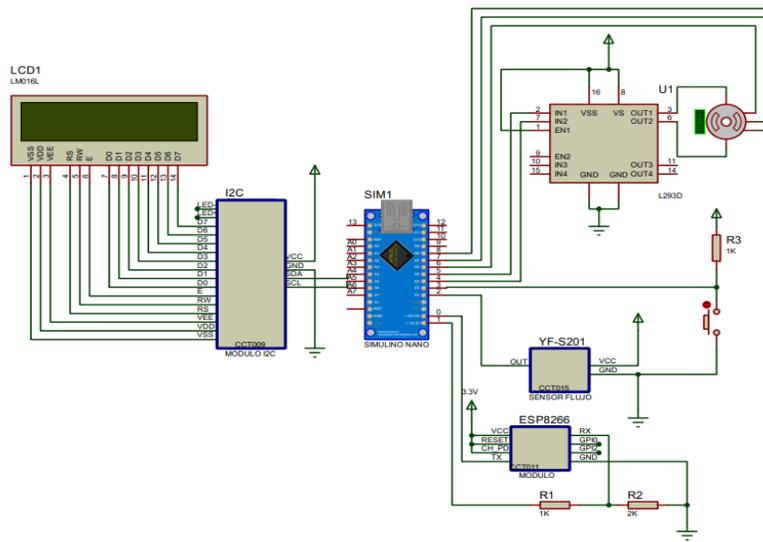
Por tal motivo uno de los entornos de programación que se acopla más a todo lo antes mencionado es Arduino IDE, el cual es un programa informático que se compone de herramientas de programación, se basa en software libre, de este modo permite realizar configuraciones en cuanto a todos los componentes del dispositivo para poder asignarles tareas y procesos específicos a cada uno de ellos.

3.7.2.3Diseño

Para la elaboración del dispositivo de monitoreo del consumo de agua potable se realizó una fase previa, dentro de la cual se realizó una maquetación en cuanto al diseño final del dispositivo, al igual que los circuitos y componentes, misma en la cual se contó con ayuda del asesor interno mediante opiniones y puntos de vista.

Para la elaboración de estos diseños se hizo uso de diferentes herramientas, como lo es Proteus para la elaboración de circuitos.

Tabla 7 Circuito que muestra la forma en la cual se conectan los componentes



Además, también se llevó a cabo el planteamiento del diseño en cuanto a la carcasa, la cual se realiza con el fin de proteger todos los componentes que conforman el dispositivo. De igual manera se tomó en cuenta el diseño de un prototipo que captara la atención de las personas, el cual brindara un enfoque claro en cuanto a lo que consultaría con él.

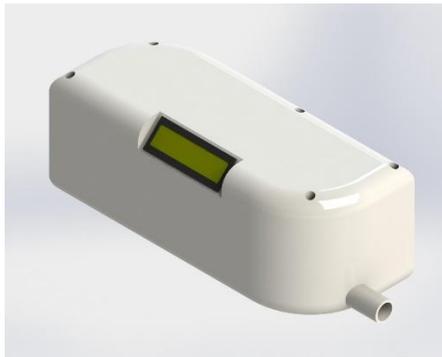


Ilustración 22 Parte superior de la carcasa

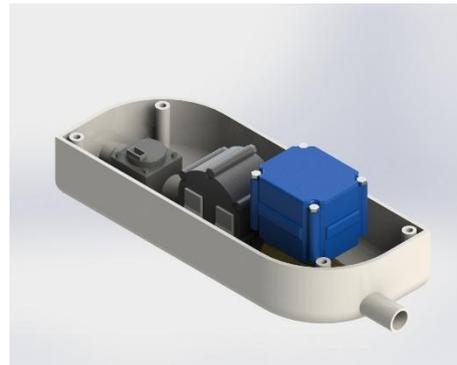
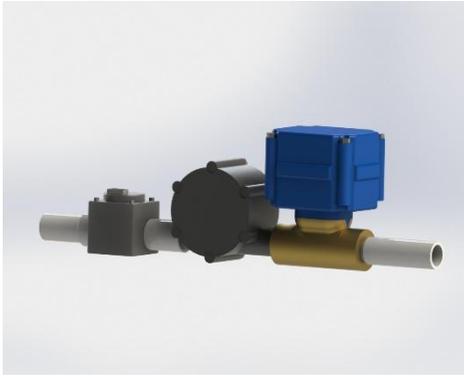


Ilustración 23 Interior de la carcasa



3.8 Diagrama de bloques

La elaboración de un diagrama de bloques permite definir las etapas de diseño, esto se hace con la finalidad de poder describir mediante un bloque cada etapa dentro de la cual se ejecutan diferentes procesos, cada bloque muestra específicamente las acciones que ahí se van a desarrollar.

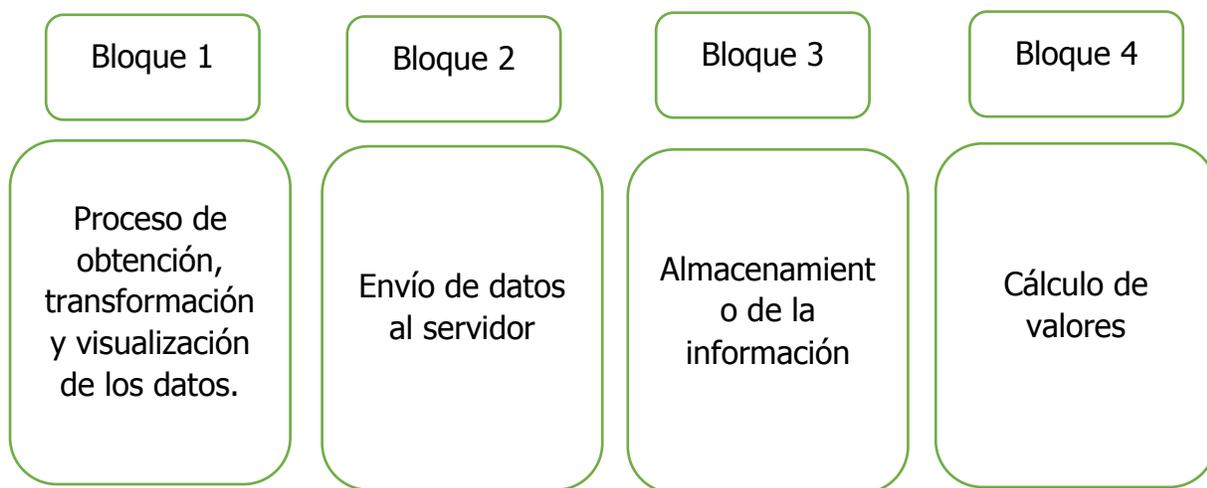


Tabla 8 Diagrama de bloques del sistema

Dentro del bloque 1 es donde se llevarán a cabo las tareas de obtención de datos mediante el sensor de flujo, además de que también se transformarán los valores obtenidos mediante el mismo de tal manera que puedan ser entendidos por el usuario final, dicho proceso es realizado de acuerdo a un algoritmo cargado dentro de la placa, para finalmente poder mostrar dicha información a través de la pantalla LCD.

En el bloque 2 es donde se realiza el envío de la información obtenida a través de internet, es ahí donde entra en función el módulo Wifi fungiendo como transmisor, conectándose a la red de internet de los usuarios y enviando la información al servidor, de igual manera el módulo bluetooth realiza su función al permitir conectar dispositivos móviles para poder obtener de igual manera la información.

Bloque 3 es donde se describe el almacenamiento de toda la información obtenida dentro del gestor de base de datos que se encuentra en el servidor, en este caso dentro de SQL Server, donde se realiza el almacenamiento para su posterior uso.

En el bloque 4 se realizan algunos cálculos con toda la información que se obtiene desde el dispositivo para poder generar valores que se desean conocer en cuanto al consumo de agua potable.

3.9 Usabilidad

El dispositivo está destinado para poder ser utilizado por los habitantes de las diferentes juntas auxiliares, de igual manera para poder manipularlo y saber entender la información que el dispositivo les está arrojando. Dentro de los planes del proyecto, se pretende que los usuarios finales puedan familiarizarse por completo con el dispositivo en menos de una semana, debido a que los datos se son sometidos a procesos, los cuáles hacen que la información se pueda presentar de una manera más clara, además de que una de las principales ventajas que brindara el dispositivo es un mayor ahorro de tiempo dentro del proceso de recabar información.

De igual manera, al ser este un hardware encargado de monitoreo también requiere que se realice una programación en cuanto a sus componentes.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Evidencias

Dentro de este apartado se muestran algunas evidencias de todo lo que se realizó en cuanto al proyecto de residencia profesional, cabe señalar que el proyecto tenía como fin el poder entregar el dispositivo de manera física para poder llevar a cabo su implementación tal cual se había planeado desde un inicio, sin embargo, por la situación que se atraviesa actualmente en cuanto a la contingencia en la que nos encontramos se llegó a un acuerdo, en el cual se realiza el proyecto tomando en cuenta simulaciones en cuanto a las funciones que se tenían establecidas para el dispositivo final.

Lo primero que se llevó a cabo fue la maquetación dentro de Proteus, tomando en cuenta todos los componentes que se acordaron utilizar desde el inicio del proyecto como se puede observar en la siguiente imagen.

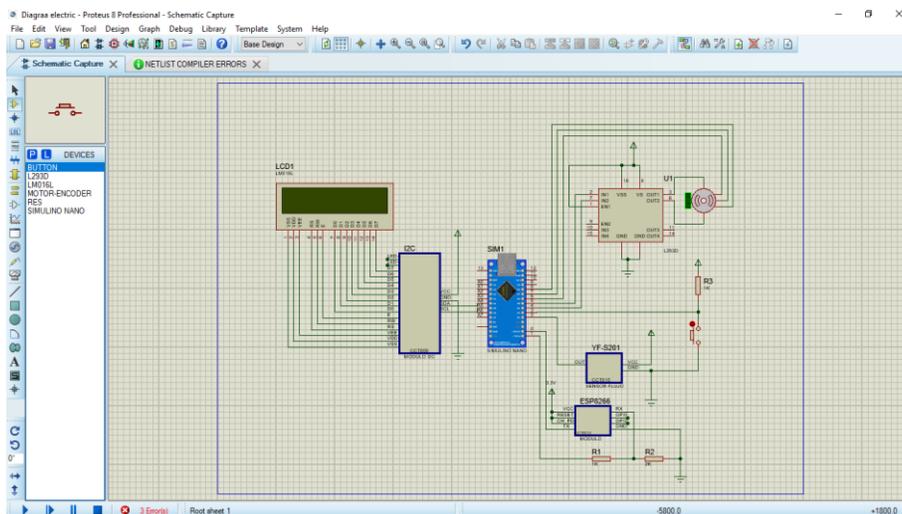


Ilustración 25 Maquetación dentro de Proteus

Después de haber realizado este proceso se procede a realizar las pruebas en cuanto a algunos de los componentes dentro del IDE de Arduino, en la siguiente imagen se muestra el código que se utilizó para comprobar el sensor de flujo

```

PruebaSensor Arduino 1.8.13
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Verificar
PruebaSensor

volatile int CantPulsos; //Variable que acumula los pulsos recibidos
int LxM; //Variable que acumula el calculo de Litros por Minuto
int pinsensor = 2; //Numero de pin donde conectamos el sensor
float FacConv = 7.5; //Factor de Conversion para calcular caudal

void rpm () { //Función que se ejecuta durante la interrupción
  CantPulsos++; //Incrementa el contador de pulsos
}

void setup() {
  pinMode(pinsensor, INPUT); //inicializa el pin digital 2 como entrada
  Serial.begin(9600); //inicializa el puerto serie
  attachInterrupt(0, rpm, RISING); //(Interrupcion 0(Pin2),funcion rpm,Flanco de subida, cuando pasa de LOW a HIGH)
}

void loop () {
  CantPulsos = 0; //Pone en 0 el contador de pulsos
  interrupts(); //Habilitamos las interrupciones, equivalente a sei();
  delay (1000); //Esperamos un segundo
  noInterrupts(); //Deshabilitamos las interrupciones, equivalente a cli();
  LxM = (CantPulsos / FacConv); //Calcula los Litros por Minuto
  Serial.print (LxM, DEC); //Imprime la cantidad de litros por minuto
  Serial.print (" L/min\r\n"); //Imprime "L/min" y salta a una nueva linea
}

Compilado
"C:\Program Files (x86)\Arduino\hardware\tools\avr\bin\avr-size" -A "C:\Users\JHOANR-I\AppData\Local\Temp\arduino_build_509590\PruebaSensor.ino.elf"
El Sketch usa 2864 bytes (9%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 30720 bytes.
Las variables Globales usan 200 bytes (9%) de la memoria dinámica, dejando 1848 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.
22 Arduino Nano en COM4

```

Ilustración 26 Código para comprobar los pulsos del sensor de flujo

Después de realizar este código de prueba para nuestro sensor de flujo, y proceder a ejecutarlo dentro de la ventana de resultados de Arduino IDE se nos deben de presentar resultados como los siguientes.

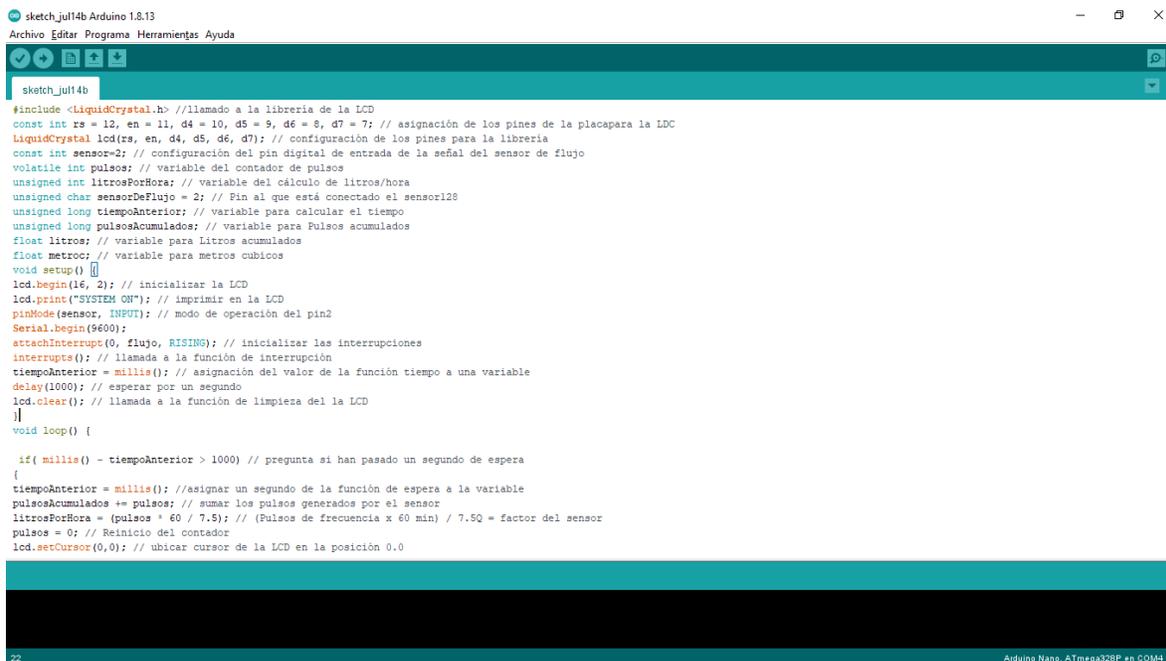
```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
Enviar
FrecuenciaPulsos: 46Hz Caudal: 6.133 L/m 368.000 L/h
FrecuenciaPulsos: 45Hz Caudal: 6.000 L/m 360.000 L/h
FrecuenciaPulsos: 46Hz Caudal: 6.133 L/m 368.000 L/h
FrecuenciaPulsos: 45Hz Caudal: 6.000 L/m 360.000 L/h
FrecuenciaPulsos: 46Hz Caudal: 6.133 L/m 368.000 L/h
FrecuenciaPulsos: 46Hz Caudal: 6.133 L/m 368.000 L/h
 Autoscroll Sin ajuste de línea 9600 baudio

```

Ilustración 27 Resultados de las pruebas del Sensor

Para verificar que los componentes funcionan de manera correcta se llevan a cabo las pruebas correspondientes, después de haber realizado dichos procesos se procede a crear el script que nos ayudara a obtener toda la información que necesitamos para poder presentar los datos a los usuarios, en la siguiente imagen se presenta el código con el cual se realiza la obtención de la información del sensor de flujo y de igual manera para el envío de la información para que pueda mostrarse dentro de la LCD.



```
sketch_jul14b
#include <LiquidCrystal.h> //llamado a la libreria de la LCD
const int rs = 12, en = 11, d4 = 10, d5 = 9, d6 = 8, d7 = 7; // asignación de los pines de la placa para la LCD
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7); // configuración de los pines para la libreria
const int sensor=2; // configuración del pin digital de entrada de la señal del sensor de flujo
volatile int pulsos; // variable del contador de pulsos
unsigned int litrosPorHora; // variable del cálculo de litros/hora
unsigned char sensorDeFlujo = 2; // Pin al que está conectado el sensor128
unsigned long tiempoAnterior; // variable para calcular el tiempo
unsigned long pulsosAcumulados; // variable para Pulsos acumulados
float litros; // variable para Litros acumulados
float metroc; // variable para metros cubicos
void setup() {
  lcd.begin(16, 2); // inicializar la LCD
  lcd.print("SYSTEM ON"); // imprimir en la LCD
  pinMode(sensor, INPUT); // modo de operación del pin2
  Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(0, flujo, RISING); // inicializar las interrupciones
  interrupts(); // llamada a la función de interrupción
  tiempoAnterior = millis(); // asignación del valor de la función tiempo a una variable
  delay(1000); // esperar por un segundo
  lcd.clear(); // llamada a la función de limpieza de la LCD
}
void loop() {
  if ( millis() - tiempoAnterior > 1000) // pregunta si han pasado un segundo de espera
  {
    tiempoAnterior = millis(); //asignar un segundo de la función de espera a la variable
    pulsosAcumulados += pulsos; // sumar los pulsos generados por el sensor
    litrosPorHora = (pulsos * 60 / 7.5); // (Pulsos de frecuencia x 60 min) / 7.50 = factor del sensor
    pulsos = 0; // Reinicio del contador
    lcd.setCursor(0,0); // ubicar cursor de la LCD en la posición 0.0
  }
}
```

Ilustración 28 Código para la obtención y muestra de la información

```
sketch_jul14b
interrupts(); // llamada a la función de interrupción
tiempoAnterior = millis(); // asignación del valor de la función tiempo a una variable
delay(1000); // esperar por un segundo
lcd.clear(); // llamada a la función de limpieza del la LCD
}
void loop() {

  if( millis() - tiempoAnterior > 1000) // pregunta si han pasado un segundo de espera
  {
    tiempoAnterior = millis(); //asignar un segundo de la función de espera a la variable
    pulsosAcumulados += pulsos; // sumar los pulsos generados por el sensor
    litrosPorHora = (pulsos * 60 / 7.5); // (Pulsos de frecuencia x 60 min) / 7.5Q = factor del sensor
    pulsos = 0; // Reinicio del contador
    lcd.setCursor(0,0); // ubicar cursor de la LCD en la posición 0.0
    Serial.print(litrosPorHora, DEC); // imprimir litros/hora en la PC
    Serial.print(" L/hora");
    Serial.print(" Pulsos totales: ");
    Serial.println(pulsosAcumulados);
    litros = pulsosAcumulados*1.0/294; //Cada 294 pulsos = 1 litro
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Litros:");
    lcd.print(litros);
    metroC= litros/1000;
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("MetrosC:");
    lcd.print(metroC);
  }
}
void flujo () // Funcion de cálculo de pulsos del sensor
{
  pulsos++; // sumar el número de pulsos
}
```

Ilustración 29 Código para la obtención y muestra de la información

Ahora bien, para poder llevar a cabo la simulación dentro de nuestro Proteus se deben considerar algunos aspectos, uno de ellos es que dentro de nuestro IDE de Arduino se debe de tener seleccionado el tipo de placa con la cual se está trabajando, tomando en cuenta también el procesador del cual hace uso la misma, en nuestro caso estamos utilizando Arduino Nano con un procesador ATmega328P.

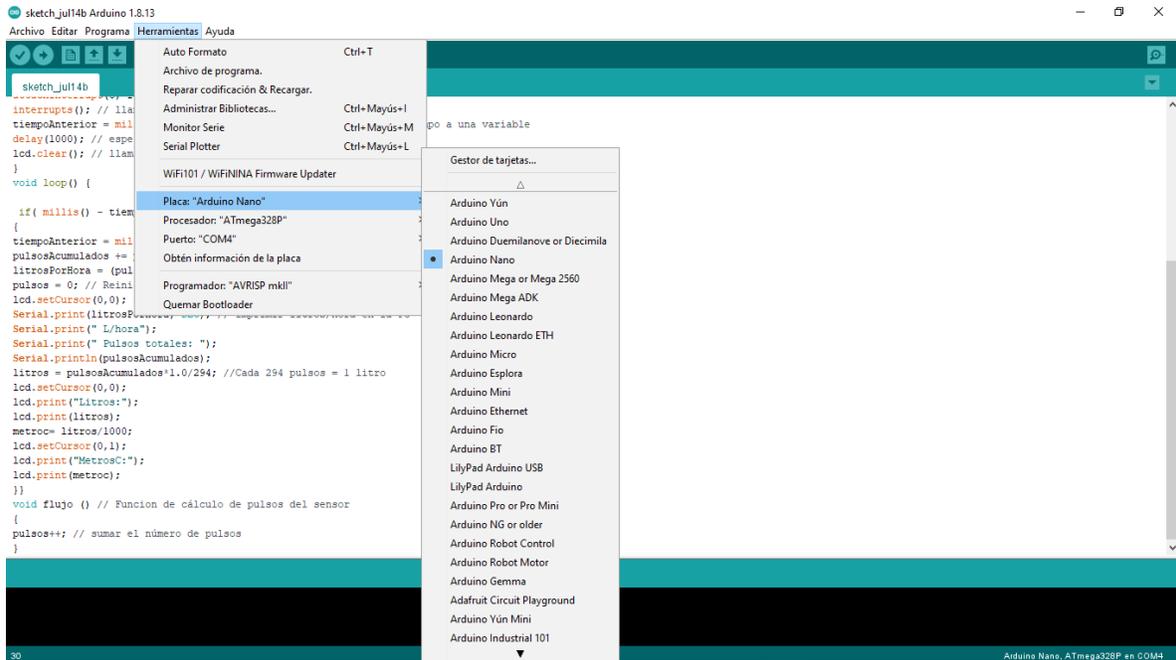


Ilustración 30 Especificaciones para simulación

Después de haber realizado este proceso procedemos a llevar a cabo la simulación de proteus y dentro de nuestro componente de Arduino damos doble click, una vez estando ahí debemos ingresar la ruta del archivo de Arduino el cual termina con .hex.

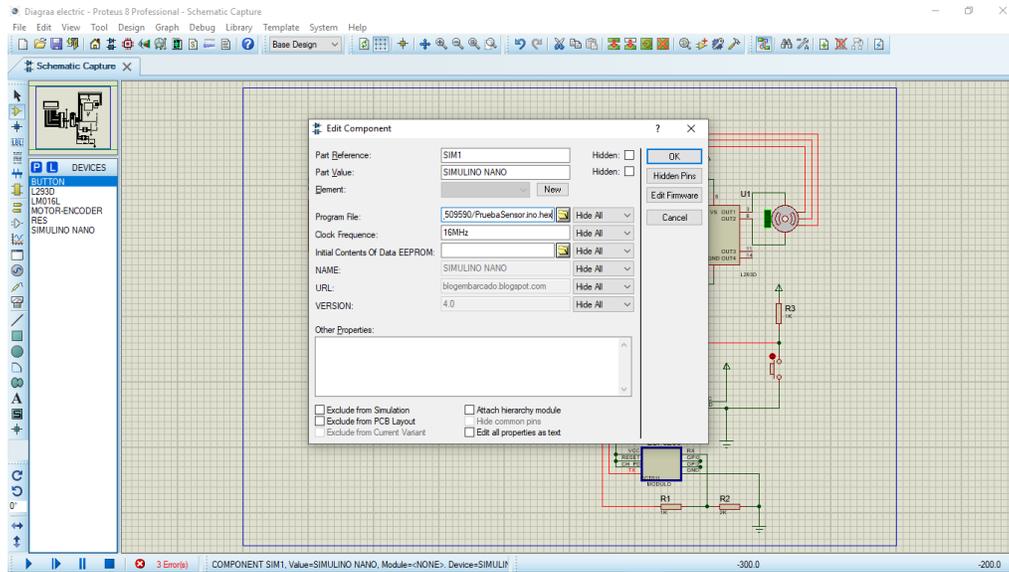


Ilustración 31 Inserción de la ruta del archivo para simulación

4.2 Pruebas de implementación

Dentro de este apartado se ve reflejado las pruebas que se llevaron a cabo previamente antes de la implementación del dispositivo, todo esto con la finalidad de prevenir que en un tiempo futuro se puedan llegar a presentar inconvenientes o algún tipo de conflicto con el sistema, lo cual pueda llegar a afectar su buen funcionamiento, lo cual pueda ocasionar que toda la información o datos que pueda extraer o de igual manera arrojarlos sean incorrectos o se vean distorsionados.

Para poder tener la certeza de que el dispositivo presentara un margen de error bajo, este mismo debe de pasar por diversas pruebas, todo esto con el fin de poder verificar su funcionamiento y comparar para tener la certeza de que pueda cumplir con sus objetivos.

4.2.1 Medición del caudal

Previamente se tiene que encontrar conectado el caudalímetro a la tubería de la vivienda, en este caso debe ser una tubería de media pulgada. El sensor YF-S201 está compuesto por un mecanismo giratorio que se acciona al circular un líquido a través de él.

Para obtener los valores, la programación del caudalímetro hace uso de pulsaciones que genera el agua al circular a través de él.

Al obtener un promedio de los pulsos que se obtiene para cierta cantidad de líquido se procede a realizar un cálculo de volumen por un intervalo de tiempo, en ocasiones este ya viene definido por el fabricante dependiendo el modelo del sensor de flujo, en este caso para medir el volumen se hace uso de la siguiente formula.

$$K = \frac{Pulsos}{Volumen .60}$$

Donde solo interfiere la cantidad de pulsos que fueron medidos. Después de que se obtiene el valor promedio de pulsos, se debe realizar varias pruebas para que, de esta, manera se tomen lecturas de la cantidad de agua que se mide con el uso del sensor.

4.2.2 Visualizar los datos

El mostrar la información que se está obteniendo al usuario es uno de los puntos más importantes, dicha información debe ser simplificada, presentando de manera primordial información que el mismo pueda leer y comprender.

Después de haber realizado todo el proceso de medición de caudal y el cálculo del volumen se debe de analizar cuáles son los datos que son los más importantes, y que son los principales en cuanto a la información que se requiere. En este caso la información primordial para el usuario es el consumo total de agua, el valor que se

está consumiendo en un lapso de tiempo definido y en cierto caso la cantidad que debe de pagar por el servicio.

4.2.3 Conectividad

La comunicación entre el dispositivo y la base de datos para almacenar la información que se va obtenido es parte fundamental del proyecto. La comunicación del módulo wifi se realiza a través de comandos AT, esto debido a que dicho modulo está cargado con un firmware que solo puede recibir comandos de este tipo.

Los comandos AT son instrucciones codificadas, es decir, un tipo de lenguaje de comunicación que se utiliza para configurar mediante instrucciones a un dispositivo, cada uno de estos comandos está compuesto por una cadena de código ASCII, una vez que el dispositivo recibe el código, este lo procesa para poder devolver un resultado, el cual es otra cadena ASCII.

Comando AT	Descripción	Respuesta
AT	Test de comunicación.	Responde con un OK .
AT+VERSION	Retorna la versión del módulo	Responde con la versión (OKlinvorV1.8).
AT+BAUDx	Configura la velocidad de trasmisión del módulo según el valor de "x": 1 = 1200 bps 2 = 2400 bps 3 = 4800 bps 4 = 9600 bps (por defecto) 5 = 19200 bps 6 = 38400 bps 7 = 57600 bps 8 = 115200 bps 9 = 230400 bps A = 460800 bps B = 921600 bps C = 1382400 bps	AT+BAUD4 Configura la velocidad a 9600 baud rate. Responde con OK9600 .
AT+NAMEx	Configura el nombre con el que se visualizara el módulo. Soporta hasta 20 caracteres	AT+NAMEArduino_HC-06 Configura el nombre del módulo a Arduino_HC-06. Responde con OKsetname .
AT+PINxxxx	Configura el Pin de acceso al módulo (password).1234 por defecto.	AT+PIN1234 Configura el pin a 1234. Responde con OKsetPIN .
Paridad AT+PN, PO, PE	Se configura la paridad de la comunicación en versiones V1.5 o superiores.	AT+PN: Sin paridad. Responde con OK None. AT+PO: Paridad impar. Responde con OK Odd. AT+PE: Paridad par. Responde con OK Even.

Ilustración 32 Comandos AT

Este proceso se lleva a cabo de igual manera con el módulo Bluetooth, ya que este también puede ser configurado a través de los comandos AT.

4.2.4 Servidor de base de datos

Para almacenar la información o datos que se van a generar gracias a los sensores al momento de efectuar su función, como ya se ha mencionado en apartados anteriores, se efectúa dentro del servidor de administración con el uso de la plataforma de SQL Server con la cual se crean espacios de almacenamiento para la información donde se guardan registros de los valores que se generan a través de los sensores.

Con ayuda del gestor de base de datos se crean varias tablas, las cuales son las encargadas de almacenar la información. Estas mismas se encuentran estructuradas principalmente con un Id (Identificador) Para cada uno de los

medidores, y junto con esto las lecturas que arroja el sensor y un apartado de tipo DATE para la fecha en la cual se está llevando a cabo el registro.

4.3 Pruebas de usabilidad

Dentro de este se realizan pruebas que van de la mano con aspectos del diseño del dispositivo, y los flujos de procesos que se han seguido para su elaboración.

En estos procesos, se puede tomar como punto importante la presentación de los datos, ya que como se ha mencionado anteriormente, dentro de los procesos para obtener los datos finales que son requeridos por los usuarios se tiene un proceso que puede ser difícil de comprender, es por eso que el enfocarse en solo mostrar los datos que son importantes de una manera clara que sea fácil de comprender por parte del usuario es parte esencial en este proyecto. Lo antes mencionado va de la mano con lo que es llamado experiencia de usuario, es decir, el uso de los componentes debe ser ubicados de forma clara y tomar en cuenta que el diseño para que la interacción que tenga el usuario con el dispositivo sea de manera intuitiva.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

Conclusiones

La importancia de un mejor control en cuanto al consumo de los servicios que son indispensables para las personas, es muy importante. Y hacerlo mediante sistemas que puedan realizar todo este proceso de forma remota y local mediante el uso de plataformas web, las cuales son orientadas a el internet de las cosas (IoT) y con componentes que permiten realizar lecturas muy exactas para poder mostrar información más entendible para el usuario final.

Es por eso que el implementar sistemas, en este caso, medidores inteligentes ha permitido solucionar problemas tomando en cuenta las situaciones que se presentan actualmente y a lo largo del tiempo en cuanto a la recolección de las lecturas del consumo de agua, teniendo en cuenta la ubicación y distancia. El procesamiento de los datos que se obtienen al momento de realizar los cálculos, y de igual manera evitar realizar registros en una gran cantidad de cuadernos. El poder evitar errores en la toma de registros de la información, es decir, todos los procesos antes mencionados se han automatizado con el uso de este dispositivo.

Otra de las grandes ventajas es que la posibilidad de realizar un censo electrónico y tener un registro de los valores diarios del consumo permite también el tener bases para la toma de decisiones futuras mediante las estadísticas que se obtengan. De igual manera con todo lo que se ha mencionado a lo largo de este documento se puede tener la certeza de que el proyecto cumple con la hipótesis que se ha planteado desde un inicio, ya que se logra cumplir con las expectativas de optimizar procesos y el tener una mejor organización de la información para consultas, además de un margen de error mínimo en cuanto al cálculo en el consumo y costos.

Recomendaciones

Una de las principales recomendaciones es el poder implementar un sistema de energía alterna para que trabaje juntamente con la fuente de alimentación del dispositivo, de tal forma que al momento de que se pueda presentar un inconveniente con la alimentación de energía eléctrica en los domicilios el dispositivo pueda seguir funcionando de forma normal, y siga teniendo registros de la información en cuanto al consumo.

Otra de las características que se deben de considerar es la actualización del firmware. Como ya se ha mencionado anteriormente, el módulo Wifi requiere del uso de dicho firmware, estas actualizaciones se deben realizar semestralmente, ya que al realizarlo se obtiene como resultado el que la ejecución de programas mejore, y de igual manera se agrega más seguridad en cuanto a vulnerabilidades que se puedan presentar ya que el sistema se encuentra en constante acceso a la red. Con lo anteriormente mencionado, se puede pensar también en la elaboración de un sistema de seguridad para evitar que el sistema sea vulnerable a los ataques informáticos, y evitar así que la información registrada pueda llegar a ser manipulada por otras personas.

CAPÍTULO VIFUENTES DE INFORMACIÓN

Referencias Bibliográficas

- agua, C. n. (10 de Abril de 2018). *Gobierno de México*. Obtenido de Gobierno de México:
<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/instrumentos-de-gestion-del-agua#:~:text=La%20Comisi%C3%B3n%20Nacional%20del%20Agua,su%20uso%20sustentable%2C%20con%20la>
- Branco, A. (1 de Septiembre de 2019). *El Español*. Obtenido de El Español:
<https://www.elespanol.com>
- conagua. (2015). *conagua*. Obtenido de conagua:
http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/carrera_agua_2015.pdf
- DUARTE VIVAS, M. L. (2 de Febrero de 2016). *Repositorio Universidad Surcolombiana*. Obtenido de Repositorio Universidad Surcolombiana:
<http://repositorio.usco.edu.co/handle/123456789/1061>
- Esparza, M. (Enero de 2013). *Scielo*. Obtenido de Scielo:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482014000200008
- Farinango Tuquerres, J. C. (20 de Diciembre de 2018). *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte:
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8758>
- Gusqui Macas, G. R. (Diciembre de 2016). *Repositorio institucional*. Obtenido de Repositorio institucional: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/6130>
- Padilla Cevallos, S. N. (2015). *Repositorio Digital Universidad De Las Américas*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad De Las Américas:
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4477>
- Raffino, M. E. (12 de Febrero de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de Concepto.de:
<https://concepto.de/agua/>

CAPÍTULO VI ANEXOS

Anexo 1. Ilustraciones de los componentes con mayor relevancia

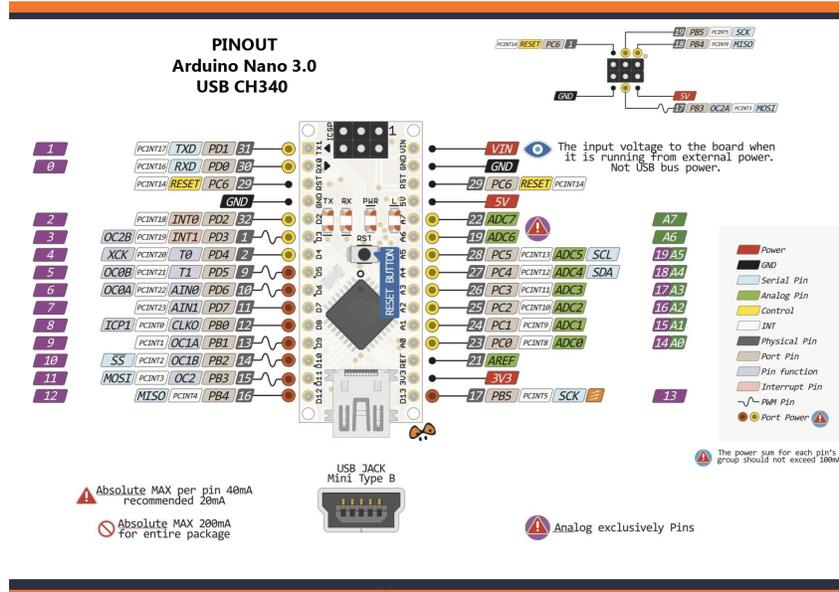


Ilustración 33 Diagrama de pines de la placa Arduino nano

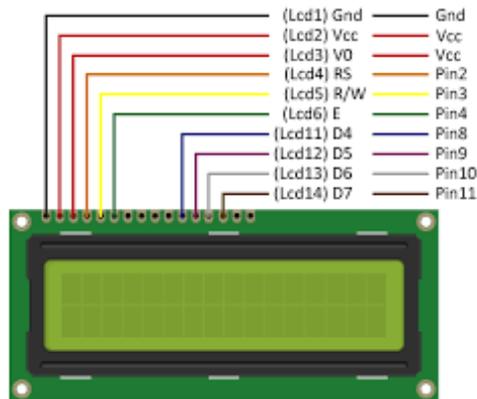


Ilustración 34 Diagrama de pines de la pantalla LCD

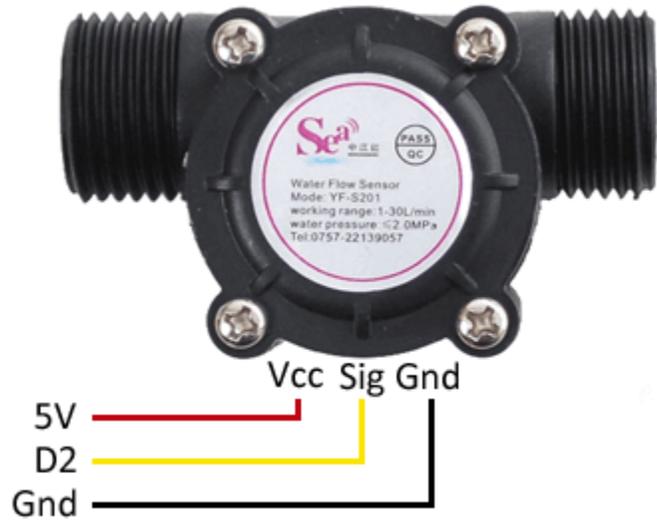


Ilustración 35 Diagrama de Sensor de flujo

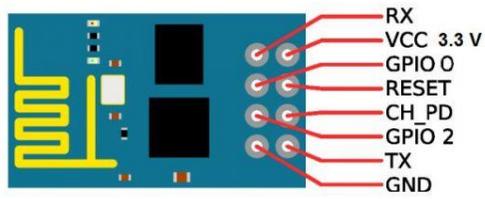


Ilustración 36 Diagrama de modulo Wifi

HC-05 FC-114 & HC-06 FC-114 Connections to Arduino

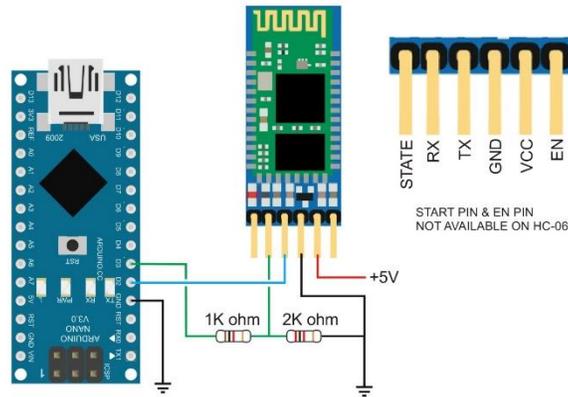


Ilustración 37 Diagrama de modulo Bluetooth

Anexo 2. Glosario de términos y acrónimos

CONAGUA: Comisión nacional del agua.

Sensor de Flujo: Dispositivo electrónico que permite medir el flujo de agua a través de pulsos electrónicos generados por el paso de agua por el rotor que se encuentra en su interior.

Electroválvula: Elemento eléctrico compuesto por una válvula, el cual se activa o desactiva dependiendo de su cambio de estado eléctrico, lo cual permite que la válvula se abra o cierre.

Arduino: Placa electrónica para la creación de prototipos electrónicos de código abierto que permite desarrollar dispositivos electrónicos de forma libre.

ESP8266: Es un módulo Wi-Fi que permite conectarse a una red de comunicación y además realizar algún proceso como por ejemplo habilitar un servidor internamiento.

Hardware Libre: Hardware de código abierto, electrónica o máquinas libres a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público.

Software Libre: Sistemas, plataformas y código abierto de las cuales se puede hacer uso sin pagar ningún valor económico por sus derechos.

LCD: Sigla del inglés Liquid Cristal Display, 'representación visual por cristal líquido', sistema que utilizan determinadas pantallas electrónicas para mostrar información visual.

Bluetooth: Es una especificación tecnológica para redes inalámbricas que permite la transmisión de voz y datos entre distintos dispositivos mediante una radiofrecuencia segura.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.