



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA
E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y

COMUNICACIONES TEMA:

“SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DEL
CONSUMO DE AGUA POTABLE DE FORMA INALÁMBRICA, PARA LA
JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
REGIONAL YANAHURCO”

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Comunicaciones inalámbricas

AUTOR: Ángel Javier Valencia Coca

TUTOR: Ing. Marco Jurado, Mg.

Ambato-Ecuador

Noviembre, 2018

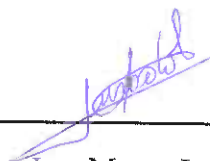
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Tema:

“SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE FORMA INALÁMBRICA, PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO REGIONAL YANAHURCO”, del señor. Valencia Coca Ángel Javier, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, noviembre del 2018

EL TUTOR



Ing. Marco Jurado, Mg.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE FORMA INALÁMBRICA, PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO REGIONAL YANAHURCO”, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, noviembre del 2018



Ángel Javier Valencia Coca

CC: 1804329801

DERECHOS DE AUTOR

Yo Ángel Javier Valencia Coca, con la cedula de identidad N°. 1804329801, manifiesto mis deseos y autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, que haga uso de este Trabajo de Titulación denominado “Sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de agua potable y alcantarillado regional Yanahurco” que ha sido desarrollado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones, en la cual este documento esté disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación, que ayude para nuevas investigaciones de los estudiantes de la universidad.

Ambato, noviembre 2018

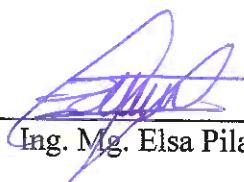


Ángel Javier Valencia Coca

CC: 1804329801

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Fabian Salazar, Ing. Geovanny Brito reviso y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE FORMA INALÁMBRICA, PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO REGIONAL YANAHURCO” presentado por el señor Valencia Coca Ángel Javier de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

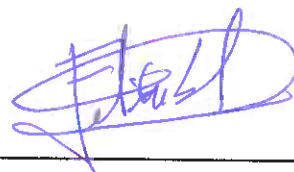


Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Geovanny Brito
DOCENTE CALIFICADOR 1



Ing. Fabián Salazar
DOCENTE CALIFICADOR 2

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien me supo guiarme por el camino del bien, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la tranquilidad ni desfallecer en el intento de alcanzar mis metas.

A mi familia quien por ellos soy lo que soy, para mi querido padre por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Mi familia me ha dado todo lo que soy como persona, con mis valores, mis principios, mi carácter mi empeño, mi perseverancia mi coraje para conseguir mis objetivos y no desfallecer nunca. A mi madre amada que está en el cielo le doy las gracias por todas esas bendiciones que derrama sobre mí y nunca dejarme solo, a mi padre por confiar siempre en mí, en cada una de mis decisiones, y por darme tu bendición cada mañana al salir de casa.

A mi amor de mi vida mi amado hijo Matías Javier al ser mi motivación para salir adelante y dar lo mejor de mí para ser un buen padre, por ser el motor que mueve mi vida, por ser mi inspiración, para esforzarme día a día y así lograr este título Universitario.

Ángel Javier Valencia Coca

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que, por protegerme e iluminar mi camino.

A mis padres, hermanos, esposa y mi querido hijo, gracias por toda la confianza depositada en mí y estar conmigo en todo momento.

A mi tutor de tesis Ingeniero Marco Jurado por su comprensión y paciencia al ir desarrollando este proyecto.

A la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial por acogerme y brindarme la oportunidad de realizar mis estudios en sus aulas.

A mis Profesores por todas las enseñanzas compartidas en las aulas y prepararme como persona y profesional.

Finalmente, a la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto de titulación.

Ángel Javier Valencia Coca

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I.....	18
ELPROBLEMA.....	18
1.1 Tema.....	18
1.2 Planteamiento del problema.....	18
1.3 Delimitación.....	20
1.4 Justificación	20
1.5 Objetivos	22
1.5.1 Objetivo General	22
1.5.2 Objetivos Específicos.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes Investigativos.....	23
2.2.1 Medidor de agua potable	25
2.2.2 Consumo de agua potable	29
2.3 Sistema Electrónico	31
2.3.1 Sistema	31
2.3.3 Sensor.....	35

2.3.4 Sensor de flujo	36
2.3.5 Electroválvula.....	37
2.3.6 Dispositivos de proceso	40
2.3.7 Comunicaciones.....	41
2.3.7.1 Comunicación Inalámbrica	41
Tecnologías y estándares inalámbricos	43
2.3.8 Bases de datos.....	49
2.3.9 Servidor Web	50
2.4 Propuesta de solución	51
CAPÍTULO III.....	52
METODOLOGÍA.....	52
3.1 Modalidad de la Investigación	52
3.2 Población y Muestra	52
3.3 Recolección de la Información	52
3.4 Procesamiento y análisis de datos.....	53
3.5 Desarrollo del proyecto.....	53
CAPÍTULO IV	55
DESARROLLO DE LA PROPIUESTA	55
4.1 Análisis de la Junta Administradora de agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco.....	55
4.2 Análisis de factibilidad.....	57
4.2.1 Factibilidad Técnica.....	57
4.3 Requerimientos del sistema	57
4.4 Propuesta	58
4.5 Selección de la tecnología inalámbrica.....	59
4.6. Selección del microcontrolador	60
4.7 Selección de los sensores de caudal.....	63
4.8 Software.	65
4.8.1 Selección de los servidores web	65
4.8.2 Base de Datos	66
4.9 Desarrollo de la etapa de la medición de caudal.....	67
4.9.1 Procesamiento de datos y Comunicación inalámbrica.....	68
4.9.2 Diagrama de flujo para la configuración del módulo SIM 800L.....	70

4.9.3 Etapa de almacenamiento base de datos	71
4.9.4 Diagramas de flujo del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco	72
5.9.5 Diagrama de bloques del almacenamiento de los datos en el servidor web ...	73
4.9.6 Implementación del servidor Web.....	74
4.9.7 Creación de la interfaz de usuario y generación de reportes de facturación...	76
4.9.8 Pruebas de funcionamiento.....	81
4.9.9 Análisis de resultados	83
4.10 Análisis económico del proyecto	86
Tabla 12 Costo del diseño del proyecto.....	87
Tabla 13 Costo total del proyecto implementado	88
CAPITULO V.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1 CONCLUSIONES	90
5.2 RECOMENDACIONES.....	90
BIBLIOGRAFIA	92
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cobertura de agua potable en los cantones de la provincia de Tungurahua	30
Figura 2 Partes de un Sistema Electrónico	31
Figura 3 Partes de un sistema	32
Figura 4 Sistema de Control.....	32
Figura 5 Sistemas de control de Lazo Abierto	33
Figura 6 Sistemas de control de lazo cerrado.....	34
Figura 7 Elementos básicos de control de un Sistema de Lazo Abierto.....	34
Figura 8 Elementos básicos de control de un Sistema de Lazo Cerrado.....	35
Figura 9 Electroválvula	38
Figura 10 Placas Arduino	40
Figura 11 Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas	41
Figura 12 Tipos de redes inalámbricas y estándares inalámbricos.....	43
Figura 13 Arquitectura de una red GPRS.....	49
Figura 14 Procedimiento de un Servidor Web.....	50
Figura 15 Imagen de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco	56
Figura 16 Diagrama del sistema de adquisición de lecturas del consumo de agua potable	58
Figura 17 Módulo GSM/GPRS 800L.....	60
Figura 18 Diagrama de distribución de pines Arduino Mega2560.....	62
Figura 19 Sensor de flujo YF-S201	64
Figura 20 Diagrama del circuito para adquisición de lecturas del consumo de agua potable	64
Figura 21 Diagrama de conexión del sensor hacia la tubería domiciliaria.....	68
Figura 22 Comunicación entre Arduino Mega y el módulo SIM 800L	69
Figura 23 Diagrama de flujo para la configuración del módulo SIM 800L.....	71
Figura 24 Servidor Web	72
Figura 25 Diagrama de bloques del proceso de adquisición de los datos del consumo de agua potable.....	73
Figura 26 Diagrama de bloques del almacenamiento de los datos en el servidor web	74
Figura 27 Interfaz de acceso al sistema de agua potable.....	77

Figura 28 Base de datos generada en el sistema.....	78
Figura 29 Generación de la factura para el cobro de agua potable.....	78
Figura 30 Proceso de espera para la comunicación entre el módulo SIM 800L y el servidor web	81
Figura 31 Almacenamiento de los datos del consumo de agua potable de los usuarios.....	82
Figura 32 Factura del consumo de agua potable	83
Figura 33 Lecturas del medidor de agua potable vs lecturas del sistema electrónico.....	86
Figura 34 Imagen del prototipo implementado en la red de agua potable.....	89
Figura 35 Imagen del sensor de caudal y la electroválvula conectado a la red de agua potable domiciliaria.....	90

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de medidores analógicos	26
Tabla 2	Tipos de sensores de caudal	37
Tabla 3	Tabla de Selección de Módulos GPRS existentes.....	59
Tabla 4	Selección de los microcontroladores (Arduino).....	61
Tabla 5	Selección de los sensores de caudal	63
Tabla 6	Selección de los servidores web.....	65
Tabla 7	Selección de los sistemas gestores de Base de Datos.....	66
Tabla 8	Comandos AT para realizar la comunicación entre Arduino y el módulo SIM 800L.....	70
Tabla 9	Tablas de cobro de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco	80
Tabla 10	Lecturas del consumo de agua potable.....	84
Tabla 11	Costo de los dispositivos y componentes	86
Tabla 12	Costo del diseño del proyecto.....	87
Tabla 13	Costo total del proyecto implementado.....	87

RESUMEN

El presente proyecto de investigación define la implementación de un sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco que se encuentra ubicada en el cantón Mocha provincia de Tungurahua, este sistema fue desarrollado partiendo de los problemas existentes en la adquisición de las lecturas de agua potable, porque que se lo realiza de forma manual, debido a que no existe un sistema eficiente para adquisición de las lecturas del consumo de agua potable ocasionando pérdidas económicas, pérdidas de tiempo y un malestar general en los clientes y en la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco al no brindar un servicio de calidad al momento de registrar las lecturas del consumo del agua potable de cada uno de sus usuarios.

Con el Sistema Electrónico se soluciona los inconvenientes de la empresa y de los usuarios debido a que cuenta con un sensor de caudal, mediante el cual mide el volumen de agua potable que circula por la tubería principal del inmueble, obteniendo así el dato real del consumo de agua potable sin la necesidad que un operario de la empresa lo venga a registrar.

Este sistema posee una base de datos, la misma que permite almacenar y registrar los datos del consumo de agua potable de los usuarios para generar la factura del consumo de agua potable mensual.

Palabras clave: Sensor de caudal, almacenamiento y registro de datos, factura mensual.

ABSTRACT

The present research project defines the implementation of an electronic system for the reading and transmission of potable water consumption wirelessly, for the Administrative Board of Drinking Water and Regional Sewerage Yanahurco that is located in the canton Mocha province of Tungurahua, system was developed starting from the existing problems in the acquisition of drinking water readings, because it is done manually, because there is no efficient system for acquisition of drinking water consumption readings causing economic losses, losses of time and a general malaise in the clients and in the Administrative Board of Drinking Water and Regional Sewerage Yanahurco when not providing a quality service at the moment of recording the readings of the drinking water consumption of each of its users.

With the Electronic System, the inconveniences of the company and of the users are solved since it has a flow sensor, by means of which the volume of potable water circulating through the main pipeline of the building is measured and thus obtain the real consumption data of drinking water without the need for an operator of the company to come to register.

This system has a database, which allows users to store and record drinking water consumption data to generate the monthly drinking water bill.

Key words: Flow sensor, storage and data record, monthly invoice.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

BSC: Controlador de estación base

BTS: Transceptor de estación de base

COMANDOS AT: Son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

GPRS: Servicio general de paquetes via radio

GSM: Sistema global de comunicaciones móviles

GGSN: Interfaz hacia las redes de paquetes de datos externos

HTTPS: Protocolo seguro de transferencia de hipertexto

HTTP: Protocolo de Transferencia de Hipertexto

ISP: Programación en el sistema

LCC: Control de enlace lógico

PHP: Es un lenguaje de programación de código abierto

PCU: Control único de paquete

SIM: Modulo de identificación de suscripción

SGSN: Nodo de soporte GPRS

SIM Módulo de identificación de abonado.

SMS: Servicio de mensajes cortos.

TCP-IP: Conjunto de protocolos que permiten la comunicación entre los ordenadores pertenecientes a una red.

UTMS: Sistema de coordenadas transversal

INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel mundial la demanda de automatizar los procesos que se lo realizan de forma manual ha ido creciendo de forma acelerada en los últimos años, es por ello que varias empresas están optando por estar a la par de la tecnología y automatizar los procesos en sus empresas, con el objetivo aumentar su producción y obtener mayores ganancias y brindar un servicio de calidad a sus clientes.

En el presente proyecto se implementó un sistema electrónico que permita realizar la adquisición de lecturas de forma remota mediante el uso de la tecnología inalámbrica, en la Junta Administradora de Agua potable y Alcantarillado Regional Yanahurco en la Provincia de Tungurahua Cantón Mocha.

El trabajo consta de cinco capítulos, los cuales se describen brevemente a continuación:

En el capítulo uno, se exponen las razones por las cuales es necesario el desarrollo de esta investigación, con el análisis y planteamiento del problema, la justificación del porque realizar el sistema, planteando así objetivos que encaminen el desarrollo del proyecto.

En capítulo dos se detallan los aspectos teóricos para comprender las distintas maneras en las que se realizan en la actualidad la adquisición de lecturas del consumo de agua potable, se analizaron los distintos sensores que permitieron tener una medida exacta del volumen de agua potable y la propuesta con la cual se dio solución al problema planteado.

En el capítulo tres, se define la metodología, el tipo de investigación, recolección de la información y las actividades que se desarrollaron para la ejecución del proyecto.

En el capítulo cuatro, se describe de manera detallada el diseño e implementación del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable mediante el uso de tecnología GPRS.

En el capítulo cinco se señala las conclusiones y recomendaciones obtenidas con la finalización del proyecto de investigación sobre el Sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de Agua potable y Alcantarillado Regional Yanahurco.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1 Tema

“Sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de agua potable y alcantarillado regional Yanahurco”

1.2 Planteamiento del problema

El desarrollo de los pueblos ha estado estrechamente vinculado con el agua, porque es un elemento indispensable para la vida, ningún organismo biológico sobrevive sin agua, porque es un constituyente esencial como fuente de hidrógeno para los seres vivos. El agua interviene en todas las funciones vitales de los seres humanos, plantas y animales es un factor importante para el desarrollo de la humanidad y de los pueblos, como también en la selección de sitios para vivir y ubicar plantas industriales de todo tipo y en el desarrollo de los centros urbanos y agropecuarios, promueve el crecimiento económico y el desarrollo social de la humanidad y de la región, por lo que se reconoce al agua como un agente preponderante en el desarrollo de las comunidades a nivel regional, nacional y mundial.[1]

Los servicios básicos como el agua potable y luz eléctrica, han ido mejorando constantemente según la Secretaria Nacional del Agua y la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, que a través de sus entidades controlan y regulan el sistema de lectura y medición facilitando así la tabulación de la información de cada uno de los usuarios para realizar la facturación y cobro, llevando así un control apropiado de cada vivienda, centros comerciales y demás edificaciones. [2].

En la provincia de Tungurahua, la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, está ubicada en la zona rural del caserío Yanahurco perteneciente al cantón Mocha, por la cual ha tenido que buscar diferentes maneras para generar su expansión como empresa y brindar un mejor servicio de agua potable a cada uno de sus usuarios, fomentando así el desarrollo de

los sectores para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, alrededor de 3890 medidores están ubicados en diferentes lugares en cada una de las viviendas como son : en el cantón Ambato: Amazonas, Montalvo, San Francisco, El Empalme, La Esperanza, Palahua, el Carmen, Luz de América, Huachi Totoras, San Jacinto, San Pedro de Montalvo, de igual forma en el cantón Cevallos los sectores de: Bellavista, Corazón de Jesús, La Floresta, San Pedro de Cevallos, El Mirador, Santo Domingo de Cevallos, La Unión, en el cantón Mocha los sectores de: Acapulco, Pinguili Las Lajas, San José – Yanahurco, Yanahurco Oriente, Yanahurco Centro, Yanahurco El Progreso, Yanahurco El Triunfo, Yanahurco Los Tres Juanes y en cantón Tisaleo a los sectores de: Alombamba y El Porvenir. [3]

Se tiene así un total de 27 caseríos las cuales reciben el servicio de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, actualmente la dificultad que presenta dicha empresa antes mencionada, es en la lectura y tabulación de la información del consumo de agua potable, que se lo realiza de forma manual a través de sus lectores, los cuales realizan el trabajo de campo, mediante rutas previamente planificadas y asignadas a cada uno de sus operarios, tomando el registro de los metros cúbicos que indica cada medidor, esto conlleva que las personas que realizan esta labor requieran de un excesivo tiempo, debido a que tienen que cubrir una cantidad de 762 medidores mensuales cada operador, en la cual trabajan seis operarios para cubrir todos los lugares donde se encuentran los medidores, teniendo así que desplazarse a cada uno de los lugares para realizar esta labor. [3]

La mayoría de los usuarios se encuentran en las partes rurales dificultando así la adquisición de lecturas del consumo de agua potable ya que la distancia promedio entre usuarios es de 500 metros por la cual se requiere un manejo elevado de recursos materiales y económicos porque esos datos tienen que ser tabulados de forma manual hacia el computador, en las cuales han existido inconvenientes en la facturación considerando que en ocasiones los operarios que salen a tomar las lecturas del consumo de agua potable no escriben bien las lecturas, por la cual se genera facturaciones erróneas e inconvenientes con los usuarios, teniendo un porcentaje anual del 5% de reclamos de los usuarios sobre los cobros del consumo de agua potable, dando así una mala imagen a la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco por el cual, el presidente de dicha

empresa ha tenido que dialogar con los usuarios para llegar a un acuerdo y solucionar dichos inconvenientes porque el dinero recaudado ya no puede ser devuelto, por lo tanto ese dinero queda abonado en la cuenta del usuario para el siguiente mes, por lo que los usuarios se molestan considerando que el cobro del consumo de agua potable debe ser exacto y justo.[3]

1.3 Delimitación

Delimitación de contenidos:

Área académica de la carrera: Comunicaciones

Línea de investigación: Tecnologías de la Información y de la Comunicación

Sub-línea de investigación: Comunicaciones inalámbricas

Delimitación Espacial

El proyecto de investigación se realizó en el caserío Yanahurco donde se encuentra la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco perteneciente al Cantón Mocha.

Delimitación Temporal

La presente investigación se la llevo a cabo en el periodo académico Marzo-Agosto del 2018, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, aprobado mediante Resolución 0533-CU-P-2015 del 31 de marzo de 2015.

1.4 Justificación

Las razones que condujeron al desarrollo de la presente investigación, son la necesidad de un cambio en la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable en cada uno de los inmuebles, lo cual se requiere que sea de una forma rápida y eficiente, considerando que día tras día los requerimientos de la sociedad son mayores en el servicio de dotación de agua potable, por el cual se tiene un incremento de 250 usuarios anuales, adicionalmente también se realiza reparaciones debido a que algunos medidores se deterioran con el paso del tiempo, teniendo que suministrar su respectivo mantenimiento y en algunos casos reemplazarlos por un medidor nuevo, por lo que es necesario tener un sistema electrónico que permita la adquisición de lecturas del consumo del agua potable mensualmente en la Junta Administradora

de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, para generar un crecimiento en su productividad, competitividad y brindando a cada uno de sus clientes un servicio de calidad.

De esta manera con la implantación del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable se logró optimizar los procesos que se los viene realizando de una forma tradicional malgastando recursos económicos y materiales de dicha empresa, considerando que a medida que aumenta la demanda del servicio de agua potable la empresa se ve obligada a contratar más operarios para cubrir todas estas necesidades de sus clientes, por lo que con este sistema se pudo optimizar el valor aproximado de 40000 dólares americanos al año. [3]

Los beneficiarios de este sistema electrónico para la adquisición del consumo de agua potable fueron principalmente la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, debido a que los datos de las lecturas del consumo de agua potable de los 3890 usuarios llegasen de una forma rápida, eficiente y confiable a una base de datos de la empresa en tiempo real para realizar su respectiva facturación de cada uno de sus clientes. Los usuarios de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco también son beneficiarios de este sistema electrónico porque existe confiabilidad y precisión en la toma de lecturas del consumo de agua potable, dándoles así un servicio de calidad y un cobro justo en sus facturas, sin la necesidad que un operador adquiriera las lecturas mensualmente y en forma manual, porque con este sistema electrónico se consiguió tener periódicamente las lecturas del consumo de agua potable y datos de los clientes.

La realización del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco es factible por qué se cuenta con la aprobación de los directivos de la institución, así como para el acceso a la información que brinda la misma; y sobre todo el deseo de mejorar su productividad y tener una mayor participación en la comunidad brindando un servicio de calidad a sus clientes, considerando que el sistema electrónico es accesible porque todos los dispositivos a utilizar en dicho sistema se encuentran en el mercado facilitando así el desarrollo del mismo, sin tener la necesidad que importarlos los materiales lo cual dificultaría el desarrollo del proyecto, por la cual hace que sea un sistema económico y accesible para la

institución y sus clientes. [3]

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Implementar un prototipo de sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado regional Yanahurco.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar el procedimiento actual en la adquisición de lecturas del consumo de agua potable.
- Determinar los medios de transmisión de datos de las lecturas del consumo de agua potable.
- Diseñar un prototipo que permita realizar la adquisición de lecturas y transmisión de datos del consumo de agua potable de forma inalámbrica utilizando tecnología GPRS.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

Dentro de la bibliografía revisada se ha encontrado varios documentos referentes a los sistemas de lecturas de los medidores de agua potable la cual servirán de guía para el desarrollo del proyecto de investigación.

En la investigación desarrollada por, Jaqueline Jácome Riera Omayra, José Gabriel León Amores en el año 2014 bajo el tema “Sistema de medición inteligente para la gestión de la energía eléctrica y medición de agua potable en los hogares”, se explica acerca de un sistema híbrido para saber el consumo de energía eléctrica y agua potable en los hogares, en la cual se empleó un transformador de corriente y de voltaje, sensor de flujo, módulos de comunicación inalámbrica, tarjetas para adquisición de datos, acondicionadores de señal, interfaz gráfica y programación, teniendo como resultados en el sistema de medición inteligente de energía eléctrica un error promedio de +9,42%, y en la medición de agua potable un error promedio de +14,42% [4]

En la investigación realizada por Juan Carlos Cruz y Diego Fernando Gómez en el año 2014 sobre la “Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar” para mejorar el uso de las aguas grises provenientes de las duchas, lavamanos, máquina lavadora y lavadero, para permitir su reutilización en trabajos domésticos como aseo de vivienda, reabastecimiento de sanitarios y riego de plantas en la cual se emplearon, un sensor de nivel, sistema de control de potencia y el circuito de procesamiento y para la transferencia de datos se utilizó la tecnología bluetooth obteniendo como resultados una herramienta adaptable para el hogar y logrando así la disminución del consumo de agua potable.[5]

Se ha realizado un estudio por parte de Elizabeth Saravia Valle en el año 2014 acerca de un “Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología Bluetooth” con dispositivos personales como PDAs o celulares la cual permite determinar el consumo, fugas en la red ya que posee una tecnología WAP

incorporada, en la cual se tuvo como resultado reducción de tiempo para la lectura, así como también disminución del personal necesario para realizarlo. [6]

La investigación realizada por Gerardo Ayala y Antonio Beltrán en el año 2014 se enfoca en un “Sistema de telemedición de consumo de agua potable para aplicaciones residenciales y comerciales”, la cual consta con un microcontrolador Atmel 32U4 con bootloader Arduino y un módulo de comunicación inalámbrica Xbee con soporte para protocolo de comunicación DigiMesh. El sistema es capaz de operar de forma colaborativa en redes con topología de malla con otras unidades similares con objetivos afines de telemedición, en la cual con este sistema se puede medir hasta 30 litros por minuto logrando así el monitoreo de las señales que son enviadas del sensor[7].

El estudio realizado por José Luis Guato Chifla en el año 2015 sobre la “Implementación de una aplicación para sistema operativo android que permitirá la sincronización de las lecturas registradas en los medidores del sistema de agua potable en el cantón Pelileo”, utiliza un sistema operativo Android que permitirá la sincronización de las lecturas registradas en los medidores de sistema de agua potable en el cantón Pelileo para la elaboración del proyecto se fundamentó en la metodología Scrum por su flexibilidad, eficiencia y ágil desarrollo de móvil y sitios web, el cual puede modificar los procesos mediante las etapas de desarrollo y acoplar con las necesidades del usuario final, obteniendo como resultado disminución de los errores en la digitalización y en la sincronización de la información ya que se lo realiza en tiempo real o por bloques sistema y posteriormente su facturación. [8]

La investigación Realizada por Fernando González Villarreal, Rafael Val Segura en el año 2010 sobre un “Sistema integral de medición de agua potable en ciudad universitaria de la Unam Pumagua” emplea un sistema de transmisión automática de lectura por radiofrecuencia la cual envía una señal de radio (900 MHz) a un equipo repetidor en el cual es conectado a data logger para la transmisión de datos permitiendo así una recopilación de la información de los medidores electromagnéticos en Pozos, Tanques de Regulación y Sectores Hidráulicos , donde se demostró que con la instalación de dicho sistema se obtuvo un ahorro del 50% del consumo de agua potable además se contribuye en el impacto ambiental y

económicos.[9]

En la investigación realizada por Silvia Ayala, Santiago Pacheco en el año 2013 sobre la “Implementación de un sistema de control y monitoreo de cloración de agua en forma remota mediante tecnología zigbee” para la dosificación de los niveles de cloro en el agua, así como también el monitoreo en forma remota de su alcalinidad, la cual utilizó un PLC para controlar la dosificación mediante el uso de una servo válvula proporcional en base al programa de control y un HMI; el monitoreo del PH se realizó en base a estaciones repetidoras con módulos xbee que permiten transmitir la señal desde las viviendas hacia la planta de potabilización para determinar las pérdidas en la red en la cual se demostró que con un Controlador Lógico Programable se logró controlar y regular la dosificación de cloro presente en el agua.[10]

El estudio realizado por Wilmer Marcelo Urbina Gamboa en el año 2014 sobre el “Estudio y diseño de un sistema de medición remota utilizando sensores inalámbricos bajo el estándar 802.15.4 para los servicios de energía eléctrica y agua potable” se empleó un sistema de comunicación inalámbricos que trabajan en el estándar 802.15.4 con la topología mesh utilizando el software QUALNET para la simulación de las redes, en la cual se demostró que a través de dicho software se puede guardar los datos de las simulaciones en una base de datos para realizar su respectivo análisis.[11]

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Medidor de agua potable

El medidor de agua potable es un instrumento de precisión que permite registrar el consumo de agua potable correspondiente a las conexiones que va desde la red principal hasta el interior del domicilio, para luego cobrar a los respectivos clientes el valor del servicio en función del volumen de agua que hayan consumido. [12]

Las partes de un medidor de agua potable son las siguientes:

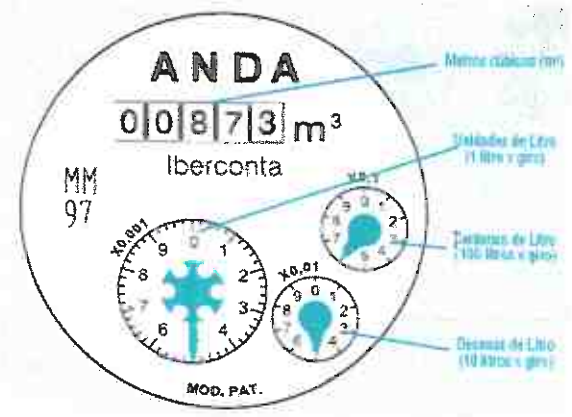
- 1.- Dispositivo de medida de agua: El dispositivo de medida de agua es la parte que se encuentra siempre en contacto con el agua, su función consiste en determinar las cantidades de agua que pasen a través de ella a base del movimiento del fluido.

2.- Transmisor de flujo de agua: El transmisor de flujo de agua se encuentra constituido por engranajes que son accionados por el dispositivo de medida, su función consiste en transmitir en forma de un número las revoluciones obtenidas a base del movimiento del agua que pase a través de ella.

3.- Registrador de flujo de agua: El registrador de flujo de agua es un mecanismo conformado con ruedas o manecillas que se mueven sobre círculos graduados registran acumulativamente el consumo de agua que llegan a través de los engranajes de transmisión desde el dispositivo de medida [12].

En la tabla 1 se muestra los diferentes tipos y características de los medidores analógicos existentes.

Tabla 1 Tipos de medidores analógicos

Tipos de medidores Analógicos	
Tipos de medidores	Características
<p>Medidor tipo 1</p> 	<p>Este tipo de medidor tipo 1 posee tres relojes de diferente tamaño y una serie de cinco números o indicadores en color negro. La aguja del primer reloj, marca los litros de uno en uno, hasta llegar a diez. la aguja del segundo reloj, indica los litros de diez en diez, hasta cien. la aguja del tercer reloj cuenta las centenas de litros, hasta llegar a mil litros, que equivalen a un metro cúbico (m³).</p>
<p>Medidor tipo 2</p>	<p>Este medidor tipo 2 tiene un sólo reloj grande en el que la</p>

	<p>aguja va marcando el consumo de litro en litro a su vez, el medidor tiene una pantalla con números en negro, que son los metros cúbicos, y un número en verde que equivale a las centenas de litros de agua consumidos. Este tipo de medidor tiene una pantalla con números en negro, que son los metros cúbicos (m³), y un número en verde que equivale a las centenas de litros de agua consumidos.</p>
--	---

<p>Medidor tipo 3</p>	<p>Este medidor tipo 3 cuenta con una pantalla compuesta de dos partes, una con cinco números negros, y otra, con tres números o indicadores rojos y un reloj. Los números de color negro indican los metros cúbicos y los números rojos indican los litros registrados por el medidor.</p>
------------------------------	---

<p>Medidor tipo 4</p>	<p>Este medidor tipo 4 posee tres relojes de diferente tamaño y una serie de cinco números. De los cinco números solo cuatro son negros los cuales indican los metros cúbicos, el último de los cinco indicadores numéricos es verde, el cual</p>
------------------------------	---

	<p>registra las centenas de litros de cien en cien.</p> <p>La aguja del primer reloj marca las decenas de litros. La aguja del segundo reloj indica los litros consumidos, de uno en uno, Finalmente la aguja del reloj más grande registra decilitros (la décima parte de un litro).</p>
<p>Medidor tipo 5</p>	<p>Este medidor tipo 5 cuenta con una pantalla compuesta por cinco números color negro, que representan los metros cúbicos y cuatro relojes, que registran los litros de agua consumidos.</p> <p>La aguja del primer reloj marca los decilitros y al completar una vuelta registra un litro. El segundo reloj marca los litros, de uno en uno y al dar una vuelta completa registra diez litros. El tercer reloj muestra las decenas de litros, al completar la vuelta registra cien litros. La aguja del último reloj marca las centenas de litros, por lo que, al completar una vuelta, registra mil litros que forman un metro cúbico de agua consumida.</p>

Fuente: El Investigador basado en [13]

2.2.2 Consumo de agua potable

En el 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua potable y saneamiento, todas las personas tienen derecho a disponer en forma continua el agua suficiente, para uso personal y doméstico. Según la Asamblea General de las Naciones Unidas se debe cumplir tres parámetros importantes para acceder al servicio del agua potable.

- a) Disponibilidad: La disponibilidad es el abastecimiento de agua potable que debe ser de forma continua y suficiente de acuerdo con los usos personales y domésticos de cada individuo.
- b) Calidad: La calidad del agua potable para el uso personal o doméstico debe ser salubre y no puede contener sustancias que perjudiquen la salud.
- c) Accesibilidad: La accesibilidad al servicio de agua potable debe estar a disposición de todos sin discriminación racial.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que se necesita de 50 a 100 litros de agua por persona por día para asegurar la satisfacción de todas las necesidades de salud, disponible para el consumo e higiene básica, esta cantidad es referencial, pues varía de acuerdo con las condiciones de las personas, condición social, salud, cultura, entre otras. Según la OMS señala que el agua para el consumo humano debe ser salubre es decir que no ocasione ningún riesgo significativo para la salud y este exenta de patógenos microbianos, sustancias químicas y radiológica ya que estas sustancias pueden ser perjudiciales para la salud y hasta ocasionar la muerte.

El Gobierno del Ecuador, a través del Plan Nacional del Buen Vivir y la Estrategia Nacional para la Igualdad y Erradicación de la Pobreza (ENIEP), ha situado al sector del agua potable y saneamiento en un espacio importante dentro de la agenda de desarrollo del país, consiguiendo que las diferentes estructuras del Estado alineen sus esfuerzos para incrementar significativamente el acceso a estos servicios básicos, para ello se estableció como meta la universalización del acceso continuo las 24 horas del día al agua potable de acuerdo a los estándares aplicables a nivel domiciliario en la vivienda o el lote, independientemente del ámbito geográfico considerado urbano o

rural. [14]

El abastecimiento de agua potable y riego no solamente se lo hace a través de los sistemas públicos, sino por medio de las Juntas Administradoras de Agua Potable y Riego del Ecuador JAAPRE, quienes desde la década de los ochenta han gestionado comunitariamente el uso del agua, abasteciendo aproximadamente al 45% de la población del país. De acuerdo con los datos de la SENAGUA existen aproximadamente 9952 sistemas comunitarios de gestión del agua reconocidos por el Estado, de los cuales 124 son de agua potable y 3225 sistemas de riego, de este modo la población se abastece de agua potable de los sistemas públicos como comunitarios.

Disponer del servicio de agua potable es un derecho humano fundamental vinculado directamente a mejorar las condiciones de vida de la población. Sin embargo, el acceso al agua entubada no garantiza el abastecimiento permanente y de calidad. De acuerdo con datos del último censo de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, el 71% de la población a nivel nacional obtiene el agua de la red pública, mientras que el 29% recibe agua de otras procedencias como son: acequias, ríos, lagos, agua lluvia etc. [15]

Los GAD Municipales y las Juntas Administradoras de Agua Potable de la provincia de Tungurahua brindan el servicio de agua potable a sus habitantes para el consumo humano, a continuación, en la figura 1 se muestra los porcentajes de cobertura de agua potable que posee cada cantón de la provincia de Tungurahua.



Figura 1 Cobertura de agua potable en los cantones de la provincia de Tungurahua [16]

2.3 Sistema Electrónico

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos, elementos eléctricos y/o electrónicos tales como resistencias, condensadores, transistores, diodos y todo elemento semiconductor que interactúan entre sí para obtener un resultado cuya misión es controlar automáticamente el funcionamiento de algunas máquinas u operadores.

Los sistemas electrónicos, constan básicamente de tres elementos como se observa en la Figura 2, los cuales permiten interactuar con el mundo exterior ya sea mediante sus entradas o sus salidas.

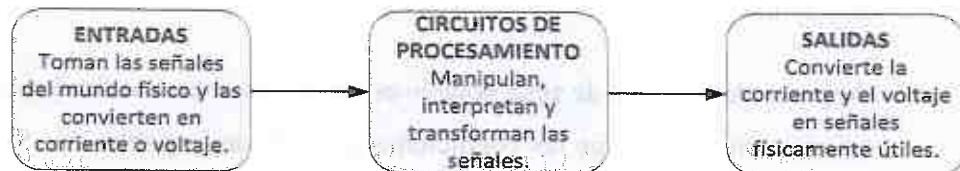


Figura 2 Partes de un Sistema Electrónico [17]

Los elementos principales de un sistema electrónico se detallan continuación [17]:

1.-Entradas: Las entradas son sensores (o transductores) electrónicos o mecánicos que toman las señales (temperatura, presión, proximidad entre otros) del mundo físico y las convierten en señales de corriente o voltaje

2.-Circuitos de procesamiento: Estos circuitos consisten en piezas electrónicas conectadas juntas para manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.

3.-Salidas: Las salidas son actuadores u otros dispositivos (también transductores) que convierten las señales de corriente o voltaje en señales físicamente útiles.

2.3.1 Sistema

Sistema es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo. A un sistema se le puede considerar como una caja negra que tiene una entrada y una salida como se observa en la Figura 3.



Figura 3 Partes de un sistema [18]

Las partes principales de un sistema de control son las siguientes:

Variable de entrada: La variable de entrada es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.

Variable de salida: La variable de salida es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.

Perturbación: La perturbación es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera fuera del sistema y constituye una entrada. [18]

2.3.2 Sistemas de control

Los sistemas de control son arreglos de componentes físicos conectados de tal manera que puedan comandar, dirigir o regular, asimismo o a otros sistemas. Estos sistemas comandan dirigen o controlan dinámicamente, no importa que tan complejo sea un sistema en sus componentes o en las interacciones entre ellos; se puede considerar que todos están dentro de una caja negra y solo tener en cuenta las entradas y las salidas a dicha caja como se observa en la Figura 4. [18]

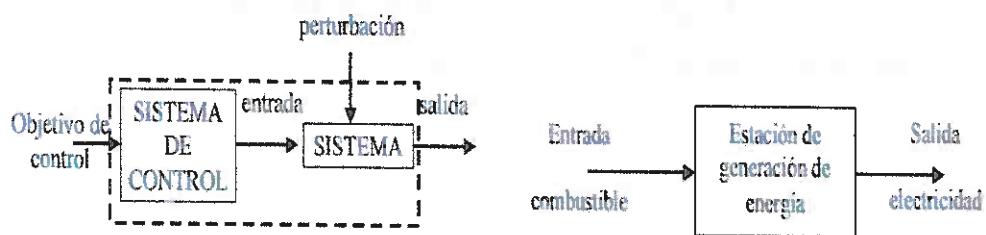


Figura 4 Sistema de Control [18]

Sistemas de control de lazo abierto

Los sistemas de control de lazo abierto, son aquellos en los cuales la salida no se compara con la entrada de referencia, por lo tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija como se observa en la Figura 5. [18]

- La señal de salida no tiene efecto sobre la señal de entrada.
- La precisión del sistema depende de la calibración.
- Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea adecuada.
- No existen problemas de estabilidad del sistema.



Figura 5 Sistemas de control de Lazo Abierto [18]

Sistemas de control de Lazo Cerrado

Los sistemas de control de lazo cerrado, son aquellos sistemas que mantienen una relación ordenada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control. Lo que se desea en un sistema de lazo cerrado es mantener la salida constante a pesar de los cambios en las condiciones de operación, como se observa en la Figura 6. [18]

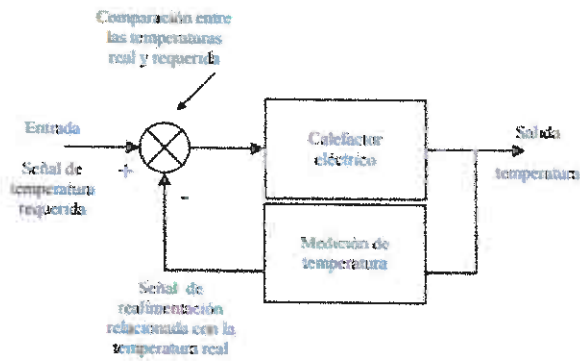


Figura 6 Sistemas de control de lazo cerrado [18]

- El sistema de lazo cerrado hace uso de la realimentación, vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema.
- Los sistemas pueden presentar problemas de estabilidad al corregir en exceso los errores y producir oscilaciones en su respuesta.
- Perturbación. Una perturbación es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de salida de un sistema.

Elementos básicos de control

Los sistemas de Lazo Abierto poseen elementos de control la cual tienen una interacción con la entrada, para luego pasar al proceso de corrección de la señal y así obtener el proceso y enviarla hacia la salida como se observa en a Figura 7. [18]



Figura 7 Elementos básicos de control de un Sistema de Lazo Abierto [18]

Los sistemas de Lazo Cerrado poseen un circuito de "corrección" del funcionamiento que contiene una unidad de retroalimentación. La unidad de retroalimentación es un mecanismo que "lee" la información de salida de un actuador y la compara con un valor fijado por el usuario, de acuerdo con el resultado de la comparación, el controlador genera una señal de corrección que modifica el funcionamiento del

actuador. La comparación y la corrección deben ser realizadas en forma continua como se observa en la Figura 8. [18]

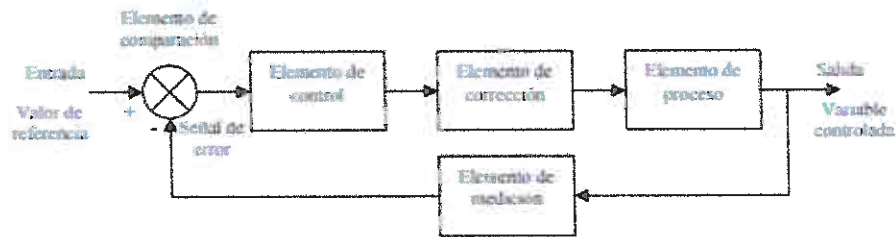


Figura 8 Elementos básicos de control de un Sistema de Lazo Cerrado [18]

2.3.3 Sensor

Los sensores son dispositivos que convierten las magnitudes físicas en un tipo de energía a otra, la energía detectada se convierte en impulsos eléctricos que son captadas por las máquinas de control, esta información de los sensores la utilizan los operadores lógicos o bien puede ser analizada por un ser humano.

Las características de los sensores son las siguientes: [19]

- Exactitud: La exactitud específica de la diferencia entre el valor medido y el valor real de la variable que se está midiendo.
- Conformidad o repetitividad: La conformidad es el grado con que mediciones sucesivas difieren unas de las otras.
- Resolución: La resolución es el cambio más pequeño que se puede medir.
- Precisión La precisión se compone de las características de conformidad y resolución.
- Sensibilidad: La sensibilidad viene dado por el mínimo valor de la variable medida que produce un cambio en la salida.
- Error: El error es la desviación entre valor verdadero y valor medido.
- Linealidad: La linealidad nos indica que tan cerca está la correlación

entre la entrada y la salida a una línea recta.

- Rango El rango es la diferencia entre el mayor valor y el menor valor que se puede medir.
- Rapidez de respuesta: La rapidez de respuesta es la capacidad del instrumento de seguir las variaciones de la entrada.

2.3.4 Sensor de flujo

El sensor de flujo indica cuán rápido se está moviendo un fluido por una tubería, en la cual puede ser expresado de tres maneras: flujo volumétrico, flujo másico y velocidad de fluido. El flujo volumétrico (Q) indica el volumen de un fluido pasando por un punto en una unidad de tiempo [m^3/s]. Flujo másico (Q_m) está dado en unidades de masa en una unidad de tiempo [kg/s]. La velocidad del fluido (Q_v) es expresada en [m/s].

Estas tres cantidades están relacionadas donde:

$$Q_m = Q * \rho \quad \text{Ec. 1}$$

Q_m = flujo másico.

Q = flujo volumétrico

ρ = es la densidad de fluido

$$Q_v = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 2}$$

Q_v = velocidad de fluido

Q = flujo volumétrico




A es el área de la sección transversal.

El sensor internamente tiene un rotor cuyas paletas tiene un imán, la cámara en donde se encuentra el rotor es totalmente aislado evitando fugas de agua, externamente a la cámara tiene un sensor de efecto hall que detecta el campo magnético del imán de las paletas y con esto el movimiento del rotor, el sensor de efecto hall envía los pulsos

por uno de los cables del sensor, los pulsos deberán ser convertidos posteriormente a flujo pero esto se logra a través de un controlador que se desee usar. [20].

La diversidad de las propiedades de los distintos materiales de los sensores hace necesario una selección del tipo de sensor a utilizar para medir el caudal, como se observa en la tabla 2 los diferentes tipos de sensores de caudal con sus características como son: El modelo, tipo de conexión, y el factor K que es la conversión de frecuencia (Hz) a volumen (L/min), el cual depende de los parámetros constructivos del sensor. El fabricante proporciona un valor K de referencia en su datasheet, pero es importante realizar pruebas de funcionamiento.

Tabla 2 Tipos de sensores de caudal

Sensor de flujo	Modelo	Conexión	Caudal	K
	YF-S201	½"	1-30 L/min	7.5
	FS300A	¾"	1-60 L/min	5.5
	FS400A	1"	1-60 L/min	3.5

Fuente: El Investigador basado en [20]

2.3.5 Electroválvula

La Electroválvula o válvula solenoide, es un dispositivo que funciona eléctricamente y es utilizada para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada, la apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo. Cuando el solenoide se desenergiza, un resorte se encarga de regresar el pistón magnético a la posición inicial de cerrado, cortando el flujo de líquido a través de la válvula, la válvula de solenoide se usa para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

Las limitantes de las Válvulas Solenoides radican en que generalmente no exceden

las 3" (pulgadas) de conexión y por su tipo de construcción interna, no puede manejar fluidos altamente viscosos, con sólidos en suspensión o que no sean compatibles con los materiales de construcción. [21]

Una electroválvula está compuesta por las siguientes partes:

1. Cabeza magnética: La cabeza magnética está constituida principalmente por una bobina, tubo, culata, anillo desfasado.
2. Cuerpo: El cuerpo de la electroválvula cuenta con orificios con rosca a cada lado y están obstruidos por una membrana o pistón, según el tipo de tecnología empleada. La apertura y el cierre de la electroválvula están unidas junto a la posición del núcleo móvil que se desplaza bajo el efecto del campo magnético provocado por la inducción de voltaje en la bobina de la válvula, la cual permite la apertura o cierre de la misma como se observa en la figura 9.



Figura 9 Electroválvula [21]

Pantalla de cristal líquido

El LCD o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está ligado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento.

En este caso vamos a emplear un LCD de 16x2, esto quiere decir que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una.

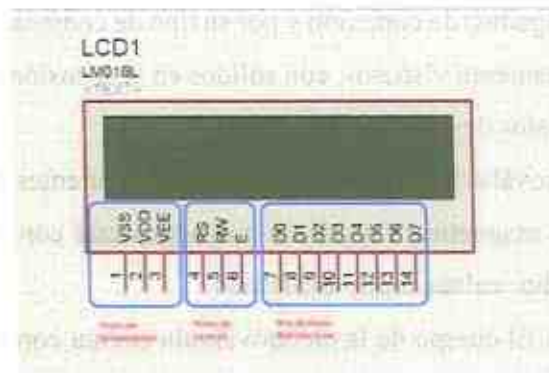


Diagrama de pines pantalla LCD

A la LCD la podemos dividir en: pines de alimentación, pines de control y los pines del bus de datos bidireccional. Por lo general podemos encontrar además en su estructura los pines de Ánodo de led backlight y cátodo de led backlight.

Pines de alimentación:

Vss: Gnd

Vdd: +5voltios

Vee: corresponde al pin de contraste, lo regularemos con un potenciómetro de 10K conectado a Vdd.

Pines de control:

RS: Corresponde al pin de selección de registro de control de datos (0) o registro de datos (1). Es decir, el pin RS funciona paralelamente a los pines del bus de datos. Cuando RS es 0 el dato presente en el bus pertenece a un registro de control/instrucción, y cuando RS es 1 el dato presente en el bus de datos pertenece a un registro de datos o un carácter.

RW: Corresponde al pin de Escritura (0) o de Lectura (1). Nos permite escribir un dato en la pantalla o leer un dato desde la pantalla.

E: Corresponde al pin Enable o de habilitación. Si E (0) esto quiere decir que el LCD no está activado para recibir datos, pero si E (1) se encuentra activo y podemos escribir o leer desde el LCD.

Pines de Bus de datos:

El Bus de datos bidireccional comprende desde los pines D0 a D7. Para realizar la comunicación con el LCD podemos hacerlo utilizando los 8 bits del bus de datos (D0 a D7) o empleando los 4 bits más significativos del bus de datos (D4 a D7).

2.3.6 Dispositivos de proceso

Los dispositivos de proceso son los dispositivos electrónicos encargados de manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.

Arduino

Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, su entorno está basado en el lenguaje de programación Processing. Es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos. Al ser de código abierto, tanto su diseño como su distribución de pines, puede utilizarse libremente para la conexión de sensores y actuadores que controlen diferentes procesos de una forma rápida y segura. [22]

Tiene su acogida en el mercado por ser un entorno de desarrollo totalmente libre de licencia, empezando por la creación de varios tipos de placas o Shields que integran microcontroladores, entradas y salidas analógicas y digitales, etc. En la figura 10 se muestran las diferentes placas arduino.



Figura 10 Placas Arduino [22]

Arduino es de software y hardware, y esta es una de las primeras diferencias con otras placas y entrenadores. Los ambientes de desarrollo y lenguaje de programación de Arduino han sido generados de la mano, por lo que tenemos afirmada una compatibilidad y sencillez de desarrollo.

Software del Arduino: está compuesto con un IDE (Integrated Development Environment) para casi todos los sistemas operativos (Windows, Linux, Mac). Arduino es un espacio donde podemos programar aplicaciones, descargarlas a la placa Arduino y ejecutarlas o depurarlas desde ese entorno.

Hardware de Arduino: está basado en un microcontrolador Atmel AVR, por su

sencillez y bajo coste, cuya programación se basa en lenguaje C/C++ que utiliza el compilador de código abierto avr-gcc. Adicionalmente cuenta con puertos de entrada/salida y el cargador de arranque que se ejecuta en la placa. [22]

2.3.7 Comunicaciones

Las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos. En la figura 11 se muestra un diagrama de bloques de un sistema electrónico de comunicaciones, que comprende de un transmisor, un medio de transmisión y un receptor. El transmisor es un conjunto de dispositivos o circuitos electrónicos que convierten la información de la fuente original, en una señal que se acopla más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión.

El medio de transmisión transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor, mediante un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a ondas electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cables de fibra óptica hechas de vidrio o de plástico, o se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias sobre todo en terrenos donde sea difícil o costoso instalar un cable físico para propagar la señal de información.

El receptor es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que adquieren del medio de transmisión las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original. [23].



Figura 11 Diagrama simplificado de bloques de un sistema de comunicaciones electrónicas [23]

2.3.7.1 Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica es aquella en la que ni el emisor ni el receptor se encuentran unidos de manera física y se comunican mediante el uso de ondas

electromagnéticas, se basan en ondas de radio que permiten movilidad, flexibilidad y tienen una velocidad de transmisión alta [24].

Las principales ventajas de las comunicaciones inalámbricas son las siguientes:

- **Aumento de la eficiencia:** La mejora en las comunicaciones de datos conduce a una transferencia más rápida de información dentro de las empresas y entre los socios y clientes.
- **Mejor cobertura y movilidad:** Los cables atan a un solo lugar. Conectarse de manera inalámbrica significa que uno tiene la libertad de cambiar su ubicación sin perder la conexión, sin la necesidad de cables o adaptadores adicionales para acceder a las redes de un inmueble.
- **Flexibilidad** los trabajos de oficinas con redes inalámbricas pueden conectarse en red sin sentarse en equipos dedicados y pueden también seguir siendo productivos fuera de la oficina. Esto puede conducir a nuevos estilos de trabajo, como el trabajo desde casa o el acceso directo a datos corporativos mientras uno se encuentra fuera de la empresa.
- **Ahorro de costes** Las redes inalámbricas pueden resultar más fáciles y baratas de instalar, especialmente en edificios catalogados o donde el propietario no va a permitir la instalación de cables. La ausencia de cableado hace bajar costos.
- **Adaptabilidad** Integración rápida y fácil de los dispositivos en la red, y una alta flexibilidad al modificar una instalación.

Las desventajas de las comunicaciones inalámbricas son las siguientes:

- **Seguridad:** La transmisión inalámbrica es más vulnerable a los ataques de usuarios no autorizados, es por ello que se debe prestar una especial atención a la seguridad.
- **Problemas en la instalación:** Se pueden sufrir interferencias si existen otras redes inalámbricas en el mismo edificio o bien cuando otras fuentes de señales de radio están presentes. Esto podría conducir a una mala comunicación o, en casos extremos, a la pérdida de la comunicación inalámbrica por completo.
- **Cobertura** En algunos inmuebles conseguir una cobertura consistente puede ser difícil, lo que conlleva la existencia de puntos negros donde no hay cobertura.

- Velocidad de transmisión La transmisión inalámbrica puede ser más lenta y menos eficiente que las redes cableadas. En las grandes redes inalámbricas, por lo general, la red troncal será cableada en vez de inalámbrica. [24]

Las comunicaciones inalámbricas, se clasifican de acuerdo con su alcance como se observa en la figura 12, se llama alcance a la distancia máxima a la que pueden situarse el transmisor y receptor.

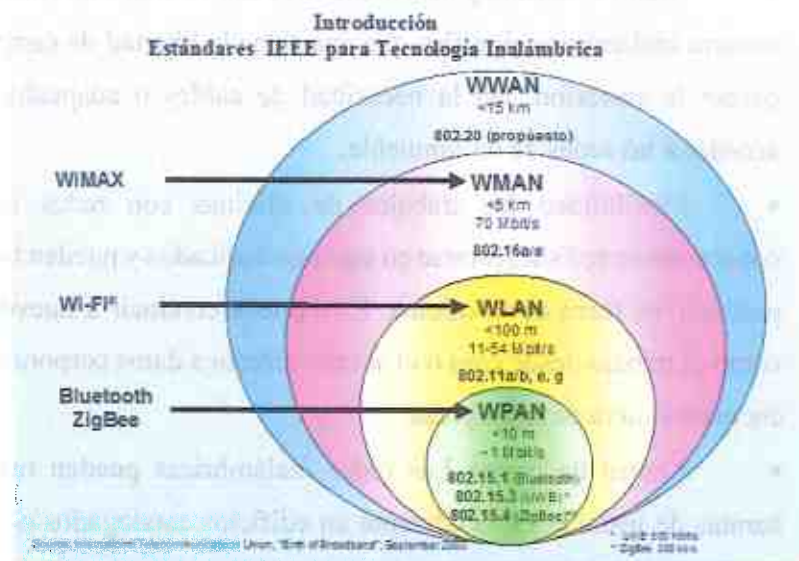


Figura 12 Tipos de redes inalámbricas y estándares inalámbricos [25]

Tecnologías y estándares inalámbricos

Hoy en día, existe en el mercado una gran cantidad de posibilidades para implementar una red inalámbrica, las cuales se agrupan en diferentes tipos de estándares y tecnologías como se observa en la figura 12. Cada una de estas tecnologías tiene sus propias características que la hacen adecuada para el tipo de aplicación que se desee.

Bluetooth

Bluetooth es un enlace radio de corto alcance que está asociado a las Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN). Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal con un radio de hasta 10 metros. Bluetooth trabaja en el rango de frecuencias de 2,402 GHz a 2,480 GHz

(Banda ISM). Los terminales pueden estar en movimiento y no tener línea de vista entre sí; además, las velocidades de transmisión oscilan entre 720kbps y 1 Mbps.

Home RF

La idea de Home RF se basa en el teléfono inalámbrico digital mejorado (Digital Enhanced Cordless Telephone, DECT). Home RF transporta voz y datos por separado, al contrario que protocolos como Wi-Fi que transporta la voz como una forma de datos. Trabaja a 2,4 GHz pero cuenta con un método de salto de frecuencia (SWAP) para no interferir con conexiones Bluetooth. Su alcance es de 50 metros aproximadamente.

UWB

UWB es una tecnología WPAN que permite transmitir paquetes de información muy grandes (480 Mbits/s) en distancias cortas, usa un ancho de banda muy alto del espectro de RF para transmitir información. UWB hace uso de un espectro de frecuencias usando frecuencias que van desde 3.1 GHz hasta 10.6 GHz: una banda de más de 7 GHz de anchura. Cada canal de radio tiene una anchura de más de 500 Mhz, dependiendo de su frecuencia central.

WI-FI

Wifi es la abreviatura de Wireless Fidelity, un conjunto de normas para redes inalámbricas (redes en la cual la comunicación entre sus componentes se realiza mediante ondas electromagnéticas). Wi-Fi se creó para ser utilizada en redes locales inalámbricas de ordenadores LAN (Local Area Network).

Estándares de WI-FI

- 802.11a: red inalámbrica con portadora en la banda ISM de 5 GHz y una tasa de transferencia de datos de hasta 54 Mbps.
- 802.11b: red inalámbrica con portadora en la banda ISM de 2,4 GHz y una tasa de transferencia de datos de hasta 11 Mbps.
- 802.11g: red inalámbrica con portadora en la banda ISM de 2,4 GHz y una tasa de transferencia de datos de hasta 54 Mbps.

- 802.11i: autenticación y encriptación.
- 802.11n: red inalámbrica con portadora en la banda ISM de 2,4 GHz y 5 GHz, con tasas de transferencia de datos de hasta 600 Mbps.
- 802.11ac: red inalámbrica con portadora debajo de 6 GHz, con tasas de transferencia de datos de al menos 1 Gbps en operación multi estación y 500 Mbps en un solo enlace.

GSM

GSM Sistema Global para Comunicaciones Móviles es un sistema de conmutación de circuitos, diseñado originalmente para voz, al que posteriormente se le adicionaron algunos servicios de datos: servicio de mensajes cortos, un servicio de entrega de mensajes de texto de hasta 160 caracteres y un servicio de datos GSM, que permite una tasa de transferencia de 9.6 kbps.

Sus principales características son:

- Baja tasa de transferencia de datos y fax, tan sólo 9.6Kbps.
- Área de cobertura de la célula limitada por la distancia de reutilización de frecuencias.
- Gran movilidad, permitiendo en algunas circunstancias velocidades cercanas a los 200 Km/h

GPRS

GPRS Servicio General de Paquetes vía Radio es la llamada generación 2.5 de telefonía móvil, estándar intermedio entre la segunda y la tercera generación, GSM y UMTS respectivamente. Utiliza una técnica de conmutación de paquetes que empezó a utilizarse en el 2001 y que se integró con la estructura actual de redes GSM.

Tecnologías de Comunicación Inalámbricas Celular.

La telefonía celular consiste en ofrecer el acceso vía radiofrecuencia a los abonados de telefonía, de tal manera que puedan realizar y recibir llamadas dentro del área de cobertura del sistema.

Dentro de la telefonía móvil hay que tener en cuenta entre los denominados de amplia cobertura y los denominados sin hilos de cobertura limitada, aun cuando los dos utilizan el espectro radioeléctrico para enlazar con las estaciones base conectadas a las centrales telefónicas las aplicaciones del uno y del otro son distintas. [26]

Servicio General de Paquetes vía Radio (GPRS)

El Servicio General de Paquetes vía Radio es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red de Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM) utilizando una transmisión de datos por medio de paquetes, en la cual posee una conexión "siempre activa" que no exige que los usuarios deban conectarse cada vez que desea obtener acceso a datos. Los usuarios sólo pagan por los datos en sí, en lugar de pagar por el tiempo de aire empleado en establecer una conexión y descargar los datos. La información es dividida en pequeños bloques, los que posteriormente se reagrupan al llegar a destino, este tipo de transmisión permite una mayor capacidad y velocidad.

El Servicio General de Paquetes vía Radio se basa en el sistema GSM de transmisión de voz, que fue de por sí una revolución mundial, al permitir comunicarse vía satélite, sin necesidad de cables ni conexión física a dos terminales móviles (GSM fue diseñado para la llamada segunda generación de móviles), este sistema que permite mandar y recibir paquetes de datos usando la red de telefonía por satélite. La gran diferencia entre GSM y GPRS era que la primera estaba orientada a la transmisión de audio y la segunda a la de datos, y además mediante la tarjeta SIM de los celulares permitía asignar una IP y por tanto integrar al móvil como un dispositivo más dentro de Internet, con su identificación propia. Es por ello que los sistemas GPRS se llamaron también de generación 2.5, al ser una evolución de los GSM tradicionales, y servirían de puente entre el GSM y el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UTMS).

A menudo la tecnología GPRS se describe como “2,5 G”, es decir, una tecnología entre la segunda (2G) y la tercera (3G) generación de tecnología móvil digital. Se transmite a través de redes de telefonía móvil y envía datos a una velocidad de hasta 114 Kbps. El usuario puede utilizar el teléfono móvil y el ordenador de bolsillo para navegar por Internet, enviar y recibir correo, y descargar datos y soportes. Permite realizar videoconferencias y utilizar mensajes instantáneos para charlar con familiares y amigos. Además, puede emplearse como conexión para el ordenador portátil u otros dispositivos móviles. [26]

GPRS integra el concepto de calidad de servicio (QoS), que representa la capacidad de adaptar el servicio a las necesidades de una aplicación.

Los criterios de calidad de servicio son los siguientes: [26]

- Prioridad
- Confiabilidad

Las características generales de GPRS son: [26]

- Red de conmutación de paquetes
- Se aprovecha gran parte de la estructura de red GSM
- Reserva flexible de canales radio
- Adecuado para tráfico de datos
- Requiere cambios en la red:

Terminal móvil: compatible con GPRS

Red fija: no requiere cambios hardware en la estación base (BTS); sí en los controladores de la estación base (BSC) y en el núcleo de red.

- Velocidad de hasta 21,4 kbps por intervalo.

Arquitectura de una red de Servicio General de Paquetes vía Radio

La arquitectura de una red GPRS posee un Nodo de Soporte GPRS (SGSN) y una interfaz hacia las redes de paquetes de datos externos (GGSN) como principales nodos de comunicación como se observa en la Figura 13 el cual el Nodo de Soporte

GPRS: es un elemento encargado de llevar a cabo la conmutación de paquetes en la red GPRS, las cuales las sus principales funciones son:

Red de acceso: Efectúa los procesos de avisos y control de acceso antes de permitir alguna transmisión de paquetes entre móvil y red de acceso.

Gestión de Movilidad: Mantener actualizada la información de localización de los usuarios.

Autenticación y registro de los móviles

Control de enlace lógico: Realiza el proceso de segmentación de los paquetes de usuario para transformarlos en tramas Control de enlace lógico (LCC) que entrega el Unidad de control de paquete (PCU).

Gestión de facturación

GGSN: Constituye la interfaz entre la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas para el acceso a sus servicios y aplicaciones basadas en IP. Se encarga de comprobar si la conexión esta activa o no y en caso de estar activa envía los datos al SGSN:

Las principales funciones del nodo GGSN son [26]:

- Mantenimiento de los datos de los usuarios
- Proporcionar los servicios básicos para poder acceder a ISP
- Recepción de los datos de los usuarios
- Recepción de los datos de señalización
- Asignación de direcciones IP
- Garantizar seguridad y privacidad

Elementos de una red GPRS

- PCU: Control único de paquete. Forma parte del Control de estación base (BSC). Gestiona las funciones relacionadas con la transmisión de paquetes en la interfaz radio.
- SGSN: Serving GPRS Support Node. Nodo de conmutación de paquetes.
- GGSN: Gateway GPRS Support Node. Nodo de conmutación de paquetes con funciones de interconexión con otras redes de datos.
- BG: Border Gateway. Interconexión con otras PLMN's.
- Móvil: debe ser compatible con GPRS

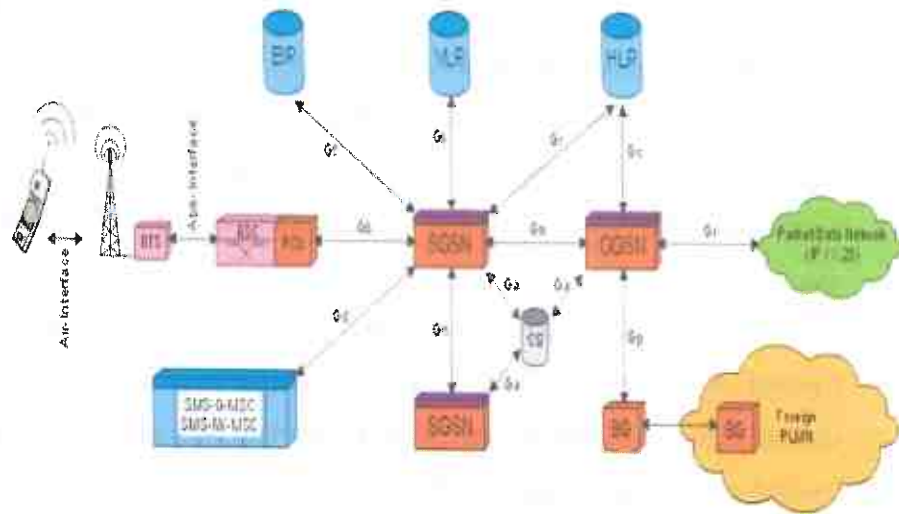


Figura 13 Arquitectura de una red GPRS [26]

2.3.8 Bases de datos

Las bases de datos es el método preferido para el almacenamiento estructurado de información., desde las grandes aplicaciones multiusuario, hasta los teléfonos móviles y las agendas electrónicas utilizan tecnología de bases de datos para asegurar la integridad de los datos y facilitar la labor tanto de usuarios como de los programadores que las desarrollan. Desde la realización del primer modelo de datos, pasando por la administración del sistema gestor, hasta llegar al desarrollo de la aplicación. [27]

Las características de una Base de Datos son las siguientes:

Integridad: La integridad de la base de datos se refiere a la validez y la consistencia de los datos almacenados, la integridad se expresa mediante restricciones o reglas que son difíciles de acceder a la información.

Seguridad: La seguridad de la base de datos es la protección frente a usuarios no autorizados que quieran acceder a la información.

Independencia: La independencia de los datos consiste en la capacidad de modificar el esquema (físico o lógico) de una base de datos sin tener que realizar cambios en las aplicaciones que se sirve de ella.

Recuperación: la recuperación lo realiza el usuario ya que es quien proporciona las medidas necesarias para proteger los datos ante fallos en el sistema o en las

aplicaciones. Los usuarios tienen que hacer copias de seguridad cada día, y si se produce algún fallo, utilizar estas copias para restaurarlos. [27]

2.3.9 Servidor Web

El servidor Web es un programa diseñado para permitir la interacción entre ordenadores, suelen funcionar permaneciendo a la espera de peticiones de los usuarios, cuando las recibe responden a ellas transfiriendo documentos de tipo hipertexto, para ello implementa el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol). El servidor espera las peticiones para enviar los archivos, luego ejecuta CGI's (interfaz de entrada común) en respuesta a las peticiones y luego envía los resultados, actúa de puerta de enlace para servicios como el correo, ftp, etc.

El cliente realiza las peticiones, interpreta el código HTML que recibe y ejecuta scripts "del lado del cliente" como java scripts. Arranca aplicaciones externas. Controla aspectos del formato del documento. [28]

La forma de trabajo de un servidor web inicia cuando el cliente realiza peticiones al servidor, estas se encuentran programadas en php y alojadas en una base de datos, dando así una respuesta en código HTML como se indica En la figura 14.

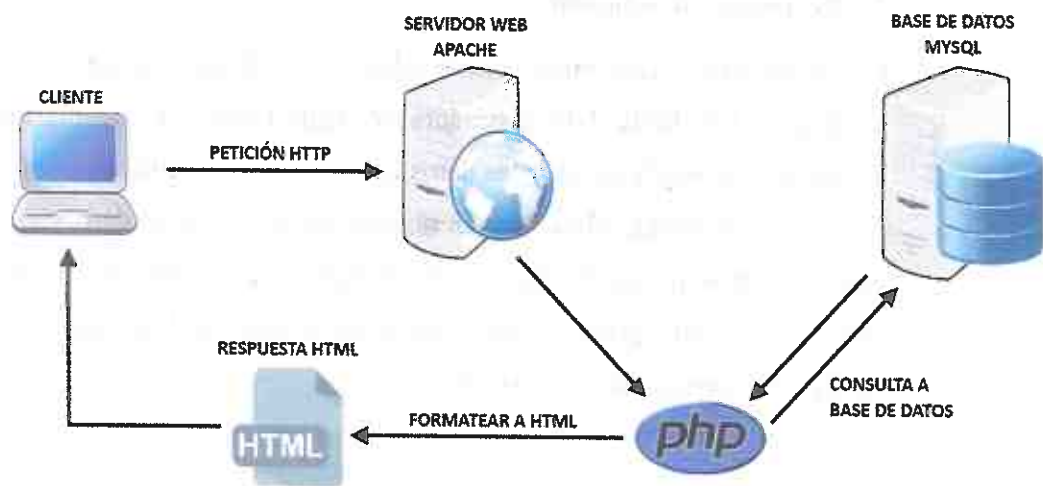


Figura 14 Procedimiento de un Servidor Web. [28]

Requisitos para un servidor web:

Hardware: Un ordenador tipo PC de nivel básico (2010-Pentium, 1Gb RAM, 20

Conectividad: Ordenador conectado a internet y ejecutando TCP/IP

Los principales Servidores Web son:

- Apache.
- Microsoft IIS.
- GlassFish.
- Nginx
- Lighttpd.
- Bluehost
- iPage

2.4 Propuesta de solución

Con el Sistema Electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, se logró adquirir los datos del consumo de agua potable para que llegue de una forma rápida, eficiente y en tiempo real a la base de datos del servidor web, para realizar su respectiva facturación, brindándoles así un servicio de calidad y un cobro justo en sus facturas a los clientes, sin la necesidad que un operador adquiriera las lecturas mensualmente y de forma manual.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Modalidad de la Investigación

El presente proyecto tuvo una modalidad de investigación aplicada con el propósito de desarrollar un sistema electrónico con tecnología inalámbrica destinado a la adquisición de lecturas de los medidores de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco; se inició desde la problemática, coordinada al desarrollo de un plan experimental donde se recogió datos verídicos para la obtención de resultados técnicos.

La investigación se la realizó de modo bibliográfico documental para fundamentar el tema, establecer una estructura metodológica del proyecto de investigación y realizar el marco teórico; para este propósito se utilizó fuentes de información primaria y secundaria como libros, revistas, publicaciones científicas, etc., de tal forma que se sustente el informe final de ingeniería.

La investigación de campo se desarrolló debido a que los datos e información necesaria para el desarrollo del proyecto se los debe recolectar en las dependencias de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado regional Yanahurco donde se realizó las respectivas pruebas del prototipo del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable.

3.2 Población y Muestra

Por las características de la presente investigación, no se requiere población y muestra.

3.3 Recolección de la Información

Para el presente proyecto se recopiló información utilizando fichas de resumen de contenidos bibliográficos; además de guías de observación como instrumento para recolectar información en el proceso de desarrollo de la investigación.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

La información forma parte de un proceso de análisis, para lo cual se traza los datos más importantes, estipulados de la siguiente manera:

Análisis y depuración de la información recolectada.

- Procesamiento de la Información
- Optimización de datos e información.
- Diseño e implementación del sistema electrónico para la toma de datos de los medidores de agua potable.
- Pruebas piloto y memorias técnicas.
- Depuración y control de errores.
- Presentación de resultados

3.5 Desarrollo del proyecto

En el desarrollo e implementación de un sistema electrónico con tecnología GPRS para la lectura y transmisión inalámbrica del consumo de agua potable, en la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, se procedió con la siguiente estructura de actividades:

- 1.- Analizar los métodos actuales utilizados por la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco para la recolección de las lecturas del consumo de agua potable.
- 2.- Determinar la eficiencia actual en la recolección de las lecturas del consumo de agua potable.
- 3- Analizar los procesos de transmisión de datos que pueden ser utilizados para la transmisión de las lecturas del consumo de agua potable.
- 4.- Definir la tecnología para la transmisión de la información del consumo de agua potable.
- 5.-Analizar los sensores a utilizar en el sistema de medición para el consumo de agua potable.
- 6.-Diseñar el esquema del sistema electrónico para la lectura y transmisión

inalámbrica del consumo de agua potable.

7.-Diseñar la aplicación e interfaz del Sistema Electrónico.

8.-Implementar el sistema electrónico para la lectura y transmisión inalámbrica del consumo de agua potable.

9.-Pruebas del prototipo y corrección de errores.

10.- Elaboración del informe final del proyecto de investigación

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA PROPIUESTA

4.1 Análisis de la Junta Administradora de agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco.

El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de mejorar la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable de forma rápida y en tiempo real para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, a través de un sistema electrónico. Con la implementación del prototipo se incentiva a que las personas y la empresa tengan un servicio en tiempo real del consumo de agua potable y siempre estén informados del consumo de agua potable de cada una de las viviendas, reduciendo así los errores humanos en la adquisición de las lecturas y tabulación, considerando que actualmente se lo realiza de forma manual.

En la provincia de Tungurahua, la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, está ubicada en la zona rural del caserío Yanahurco perteneciente al cantón Mocha como se observa en la figura 15, fue inaugurada el 10 de Agosto del 2000 por el Ilustre Consejo Provincial de Tungurahua, por la cual ha tenido que buscar las diferentes maneras para generar su expansión como empresa y brindar un mejor servicio en la dotación de agua potable a cada uno de sus usuarios, actualmente tiene 27 caseríos que reciben el servicio de dotación de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, actualmente la dificultad que presenta la empresa es en la lectura y tabulación de la información del consumo de agua potable de sus clientes, que se lo realiza de forma manual a través de sus lectores, los cuales realizan el trabajo de campo, mediante rutas previamente planificadas y asignadas a cada uno de sus operarios.

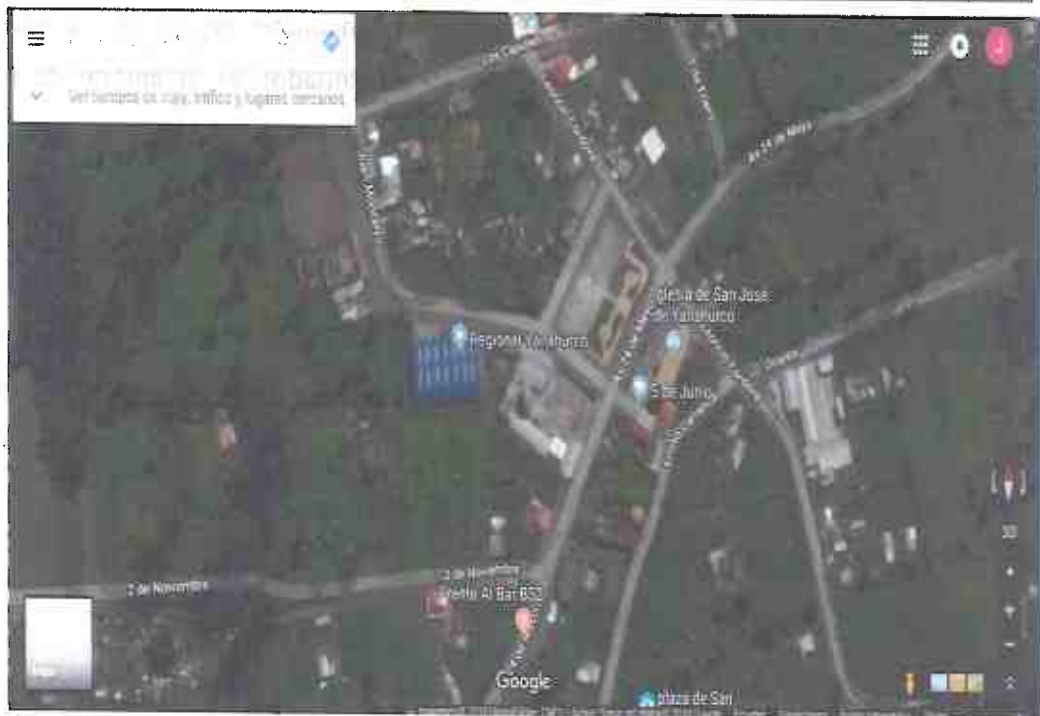


Figura 15 Imagen de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco

Ante tal situación el trabajo de investigación que se realizó, sobre un sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable, es de gran importancia para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, porque permite actualizar y tecnificar el servicio de toma de lecturas del consumo de agua potable de cada uno de sus clientes brindando así un servicio eficiente y en tiempo real al usuario en forma particular y a la sociedad en forma general, generando con ello un ahorro de tiempo y optimización en los procesos. [29]

4.2 Análisis de factibilidad

4.2.1 Factibilidad Técnica

Técnicamente el proyecto es factible realizarlo puesto que la tecnología y los dispositivos electrónicos utilizados son asequibles y se encuentran tanto en el mercado nacional e internacional.

4.2.2 Factibilidad Bibliográfica

Bibliográficamente es factible, debido a que toda la información requerida para la investigación del proyecto se la puede encontrar en libros, revistas, artículos científicos, tesis de grado y trabajos relacionados en el ámbito de los sistemas electrónicos.

4.2.3 Factibilidad Económica

La propuesta sobre la implementación de un sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable en la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco es económicamente factible debido que los gastos son financiados por el investigador.

4.3 Requerimientos del sistema

Los requerimientos para la realización del sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable de forma inalámbrica, para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco son los siguientes:

Las adquisiciones de las lecturas del consumo de agua potable sean precisas y en tiempo real

- Permita conocer el dato correcto del consumo de agua potable de cada usuario y los datos del cliente para realizar la respectiva facturación del consumo de agua potable.

- Los datos del consumo de agua potable también sean enviados al cliente para que se mantenga informado del consumo de agua potable.
- El sistema electrónico debe contar con una válvula de corte del servicio de agua potable en caso de que el cliente no pague de dicho servicio.

4.4 Propuesta

El prototipo del sistema electrónico para la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable consta de dos subsistemas, que trabajando en conjunto permiten mantener el control y el registro del consumo de agua potable de cada vivienda

El subsistema uno está ubicado en el inmueble donde se realiza la medición de caudal del consumo de agua potable donde está conectado el sensor de caudal, la electroválvula que son los actuadores del sistema que a su vez interactúan con el Arduino y el módulo GPRS para enviar la información al servidor web y el subsistema dos es el servidor web que está ubicado en la Junta Administradora de Agua potable y Alcantarillado Regional Yanahurco donde se almacena los datos del consumo de agua potable de los clientes en una base de datos, como se observa en la figura 16.

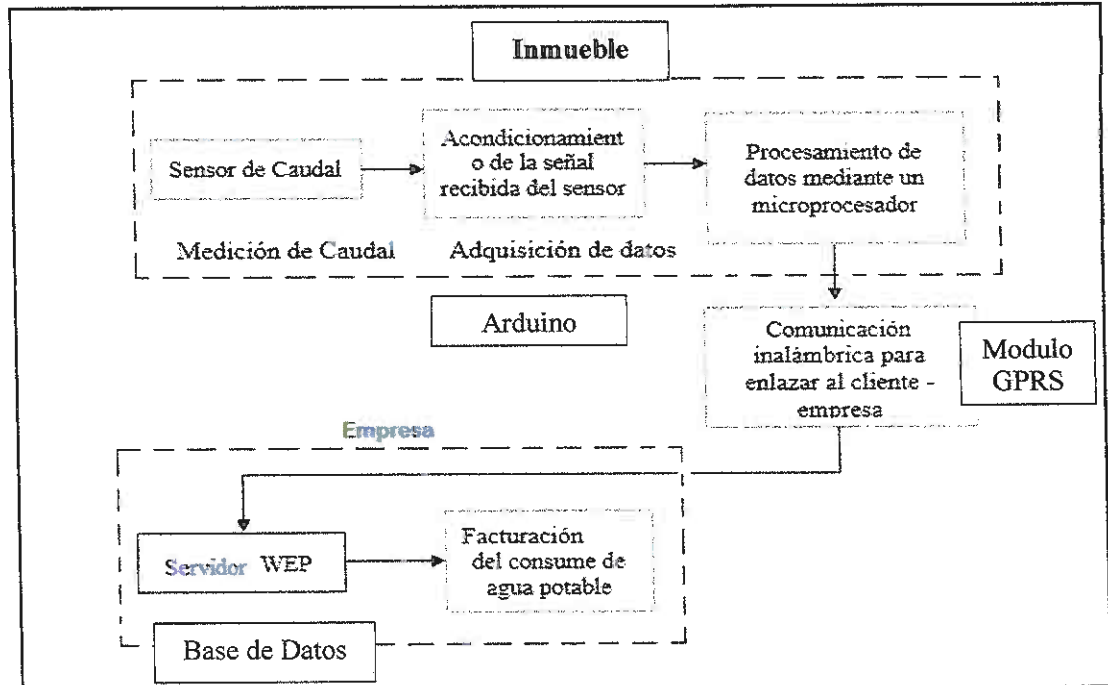


Figura 16 Diagrama del sistema de adquisición de lecturas del consumo de agua potable

Fuente: El Investigador

4.5 Selección de la tecnología inalámbrica

Para la selección de la tecnología inalámbrica de acuerdo con los requerimientos técnicos del proyecto, se consideró a los tipos de tecnologías que permitan realizar, transmisiones punto a punto o punto multipunto, compatibilidad y accesibilidad desde cualquier dispositivo móvil, todo esto con el fin de garantizar el envío y recepción de datos desde el servidor web .A continuación se detalla en la Tabla 3 una comparación característica entre los distintos tipos de tecnologías inalámbricas que han sido consideradas para su utilización.

Tabla 3 Tabla de Selección de la tecnología inalámbrica (Módulo GPRS)

Módulo	Módulo SIM 300	Módulo SIM 800L	Módulo SIM 900
Fuentes de voltaje	3.4 V-4.5 V	3.4 V – 4.4 V	3.1 V- 4.8V
Bandas de operación.	EGSM900-DCS1800 - PCS1900 MHz	GSM 850 EGSM900DCS1800 PCS 1900MHz	GSM 850 EGSM900DCS1800 PCS 1900MHz
Temperatura de operación.	-20 °C – +55 °C	-40 °C – +85 °C	-30 °C – -80 °C
Dimensiones	40 * 33 * 2.85 mm	15.8*17.8*2.4 mm	24*24*3mm
Peso	8g	1.35g	3.4g
Protocolos de red	TCP/IP	TCP / IP, HTTP, E-MAIL	FTP/HTTP
Consumo de corriente modo sleep	2.5 Ma	0.7 Ma	1.5mA
Velocidad máxima de transmisión GPRS	85.6 Kbps	85.6 Kbps	85.6 Kbps
Consumo de corriente de operación	2 A	500 Ma	2 A
Tarjeta SIM	1.8 V-3V	1.8 V-3V	1.8 V-3V

Elaborado por: El Investigador basado en: [30] [31] [32]

Luego de analizar las características de los diferentes dispositivos de comunicación inalámbrica citados en la tabla 3 se eligió el módulo GPRS SIM 800L debido a sus características técnicas como son sus dimensiones, su consumo de corriente, su peso que en la implementación del circuito se requiere que sean pequeños y de bajo peso debido a que van estar conectados cerca de una tubería de agua potable del inmueble, además su módulo de comunicación soporta el ingreso de comandos AT la cual permite que la comunicación sea en instrucciones codificadas, además posee el servicio de mensajes de texto, envío de información a través del correo electrónico para la validación y verificación de envío de la información y sobre todo la factibilidad de tener una comunicación serial.

El módulo SIM800L es un dispositivo que opera en distintas frecuencias, GSM/GPRS, trabaja en las frecuencias GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz y PCS1900MHz. Este módulo de telefonía celular que permite añadir voz, texto, datos y SMS, cuenta con un conector de antena que nos sirve para captar más la señal de RF, como se observa en la figura 17 [31]



Figura 17 Módulo GSM/GPRS 800L [31]

4.6. Selección del microcontrolador

La selección del microcontrolador es muy importante para el proyecto debido a que es el encargado del procesamiento de los datos obtenidos por el sensor de caudal. En el microcontrolador se ejecuta todo tipo de cálculos, procesos e instrucciones que se ejecuta en el sistema, por este motivo es adecuado analizar diferentes propuestas tomando en cuenta los requerimientos necesarios para el prototipo, en la tabla 4 se muestra las especificaciones de diferentes microcontroladores existentes en el mercado.

Tabla 4 Selección de los microcontroladores (Arduino)

Características	Arduino uno	Arduino Leonardo	Arduino mega 2560	Arduino due
Tipo de microcontrolador	AT Mega 328	AT Mega 32u4	AT Mega 2560	AT91SA M3X8E
Voltaje de Operación	5 V	5 V	5 V	5 V
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz	16MHz	84MHz
Alimentación	7 a 9V	7 a 12 V	7 a 12 V	7 a 12 V
Memoria de programa (Flash)	32 kb	32 kb	256 kb	32 kb
Memoria de datos (SRAM)	2 kb	2. 5kb	8 kb	2 kb
Memoria auxiliar (EEPROM)	1 kb	1 kb	4 kb	0 kb
Temperatura de operación	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Pines digitales (E/S)	14 (de los cuales 6 dan salida PWM)	20 (de los cuales 7 dan salida PWM)	54 (de los cuales 15 dan salida PWM)	14 (de los cuales 4 dan salida PWM)
Pines de entrada Analógicas	6	12	16	6
Salidas Analógicas	0	0	0	2 (DAC)
Corriente máxima de los pines E/S	40Ma	40Ma	40mA	40mA

Elaborado por: El Investigador basado en: [33] [34] [35]

Luego de ver analizado las características de cada uno de los microcontroladores citados en la tabla 4 se seleccionó el microcontrolador Arduino Mega 2560 porque trabaja en múltiples plataformas con un sencillo entorno de programación. Además, cuenta con una memoria muy amplia para el procesamiento de la información la cual

permite guardar la información enviada por el sensor de caudal. Este microcontrolador posee una memoria auxiliar por lo que es muy importante para poder almacenar mayor cantidad de información sin que se pierda si se requiere un reinicio del microcontrolador, además es compatible con el módulo de comunicación inalámbrica GPRS SIM 800L debido a que soporta en su entorno de programación comandos AT. Su memoria flash es muy importante considerando que las órdenes asignadas en el código se ejecutan con mayor rapidez.

Las características de Arduino Mega 2560 son las siguientes:

- Utiliza un Microcontrolador AT Mega 2560
- Voltaje de Operación 5V
- Cuenta con 54 entradas y salidas digitales con 15 pines para PWM.
- 16 entradas analógicas, las cuales trabajan con 10bits de resolución.
- Tensión de entrada recomendada de 7 – 12v
- Corriente generado por los pines digitales de 20mA.
- Memoria Flash de 256kb, SRAM de 8kb y EEPROM de 4kb.
- Frecuencia de reloj de 16 MHz
- Programable a través del software Arduino.
- Opción de transmitir y recibir datos en serie a través de sus pines TX y RX.
- Posee comunicación SPI y I2C.



Figura 18 Diagrama de distribución de pines Arduino Mega2560 [35]

4.7 Selección de los sensores de caudal

El sensor de caudal internamente tiene un rotor cuyas paletas tiene un imán, la cámara en donde se encuentra el rotor es totalmente aislado evitando fugas de agua, externamente a la cámara tiene un sensor de efecto hall que detecta el campo magnético del imán de las paletas y con esto el movimiento del rotor, el sensor de efecto hall envía los pulsos por uno de los cables del sensor, los pulsos deberán ser convertidos posteriormente a flujo, pero esto ya es tarea de un controlador en la tabla 5 se muestra las características de los sensores.

Tabla 5 Selección de los sensores de caudal

Características	Modelo YF-S201	Modelo FS 400A
Voltaje de funcionamiento	5 a 18 V DC	5 a 24 V DC
Máximo consumo de corriente	15 mA	15 mA
Tipo de salida de la señal	5 V TTL	5 V TTL
Trabajo Caudal	1 a 30 litros/minuto	1 a 60 litros/minuto
Temperatura de funcionamiento	-25 a 80°C	≤80°C
Presión máxima de agua	2.0 MPa ±2%	1.2 MPa ±1.5%
Dimensiones del sensor	½ pulgada	1 pulgada

Elaborado por Javier Valencia Basado en: [36] [37] [38]

Luego de analizar las características de los sensores de caudal en la tabla 5 se eligió el sensor YF-S201, se acopla muy bien a la tubería de agua potable de cualquier inmueble, además este sensor posee un paleta o molino para medir la cantidad de líquido que haya pasado a través de él, Posee un sensor magnético de efecto Hall que permite un impulso eléctrico con cada revolución que da la paleta dando así una medición exacta y precisa del caudal que pasa a través de él como se observa en la figura 19.



Figura 19 Sensor de flujo YF-S201[38]

En la figura 20 se muestra el diagrama del circuito para la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable, donde se observa cómo fueron conectados los diferentes elementos del sistema electrónico para su funcionamiento, consta de dos actuadores que son: la electroválvula y el sensor de caudal que van conectados a la tubería principal del inmueble, el sensor de caudal envía la información del volumen de agua que pasa por la tubería hacia el Arduino para luego proceder a enviarlo al módulo GPRS y posteriormente el dato del consumo de agua es enviado a la base de datos que está en servidor web. Por otra parte, la electroválvula es importante en caso que algún cliente no cancele del servicio de agua potable pueda ser suspendido del servicio de una forma remota.

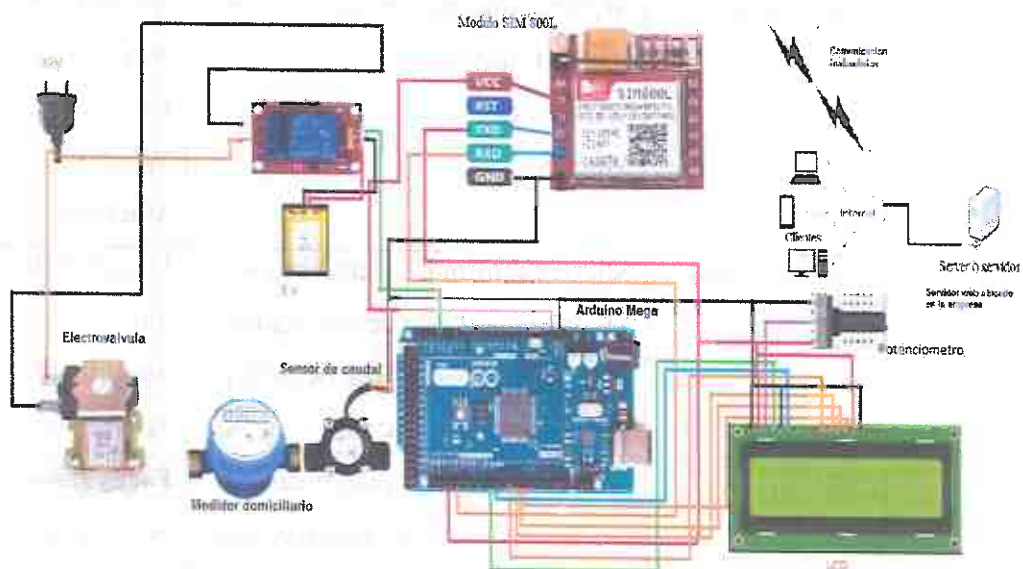


Figura 20 Diagrama del circuito para adquisición de lecturas del consumo de agua potable

Elaborado por: El Investigador

4.8 Software.

4.8.1 Selección de los servidores web

En el diseño del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable es importante la utilización de un servidor que sea configurable y compatible con el sistema operativo previamente seleccionado, que posea la facilidad de interactuar con la base de datos. En la tabla 6. se mencionan características de los servidores web.

Tabla 6 Selección de los servidores web

Servidores	Apache	Microsoft IIS	GlassFish	Nginx
Descripción	Es un servidor web gratuito de código abierto, potente y flexible.	Servidor web de Microsoft, es posible programar en ASP (páginas de servidor activo) similares a PHP.	Basado en código fuente liberado por SUN y Oracle, escrito en código Java.	Es un servidor http y proxy inverso gratuito de código abierto.
Plataforma	Multiplataforma (Unix, Linux, Windows, MacOS)	Solo Windows	Multiplataforma (Unix, Linux, Windows, MacOS)	Multiplataforma (Unix, Linux, Windows, MacOS)
Características	Multiplataforma Modular Extensible Soporta el protocolo HTTP	Certificados centralizados Restricciones de IP dinámicas Restricciones de intentos de sesión en FTP, escalabilidad	Uso de RJB 3.0 Soporte de JavaServer Faces 1.2 Soporte para conector Eclipse IDE	Compresión y descompresión con Gzip Reescritura de urls, Permite limitar el número de conexiones concurrentes.

				Geolocalización basada en direcciones IP.
Gratuito	Si	No	Si	Si

Elaborado por Javier Valencia basado en: [40] [41] [42]

En base a las necesidades del proyecto y luego de un análisis realizado en base a la tabla 6, se determinó que la mejor alternativa es usar el servidor Apache por las siguientes características:

- Para su configuración e instalación su código es abierto
- No tiene ningún costo
- Se lo puede instalar en varios sistemas operativos
- Posee gran seguridad y rendimiento
- Sirve para páginas dinámicas y estáticas
- Puede conectarse directamente a una base de datos
- Permite la administración remota

4.8.2 Base de Datos

La base de datos es la parte fundamental del sistema porque que es donde se almacena toda la información que llega de los actuadores de cada uno de los clientes, con la finalidad de almacenar todo el historial del consumo de agua potable los clientes y llevar el registro de los usuarios que cancelen el servicio de agua potable de una forma organizada y que la información pueda ser analizada de manera rápida y sencilla facilitando la facturación.

Tabla 7 Selección de los sistemas gestores de Base de Datos

Gestores de Base de Datos	Oracle	SQL Server	MySQL	PostgreSQL
Plataforma	Windows, Mac, Linux	Windows	Windows, Linux y Unix	Windows, Linux, Unix y Mac

Licencia	Privada	Libre	Libre	Libre
Memoria	13 GB	2 GB	200 MB	1.5 GB
Versión	11g Express Edition	SQL Enterprise	6.0.0	1.16.1
Lenguaje	Java, SQL, PHP.	T-SQL	C, C++, PHP, JAVA, etc.	C, C++, Java
Características	Es multiplataforma, estabilidad.	Útil al manejar datos de internet, facilidad de configuración del servidor	Multiplataforma de código abierto, no necesita mucha memoria RAM,	Base de datos orientada a objetos, conexión estable, buena capacidad de almacenamiento

Elaborado por: El Investigador basado en: [43] [44] [45]

Luego de analizar las bases de datos citadas en la tabla 7 se determinó que la mejor opción para almacenar los datos es SQL Server, porque posee características esenciales para el sistema como son:

- Gratuidad en la licencia
- Conectividad segura, permitiendo así el cifrado de contraseñas
- Fácil configuración e instalación
- Bajo consumo de memoria RAM para no permitir que las bases guardadas se saturen.
- Soporta diferentes tipos de datos.
- Interactúa en tiempo real con el hardware actualizando así los datos que van siendo ingresados.

4.8 Desarrollo de la etapa de la medición de caudal

En el presente proyecto de investigación la variable a medir es el volumen que pasa por la tubería principal de agua potable del inmueble, por lo cual se requiere identificar específicamente la cantidad de agua potable que pasa por la tubería a través de un sensor de caudal, el cual a través de un rotor hace que gire las paletas internas del sensor y envía el número de revoluciones que da su rotor a un microcontrolador el cual capta esa señal y lo procesa para dar los metros cúbicos consumidos en el inmueble como se observa en

la figura 20 la conexión y las ecuaciones para obtener el volumen de agua son las siguientes:

$$Ec 1 \quad f(\text{Hz}) = K * Q(\text{L}/\text{min})$$

$$Ec 2 \quad Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$Ec 3 \quad V = V_0 + Q\Delta t$$

Donde:

f= frecuencia

K= factor de conversion del sensor

Q= Caudal de agua litros/minuto

V=Volumen de agua litros

V_0 =Volumen inicial de agua

Δt = Variacion del tiempo

ΔV = Variacion de volumen de agua

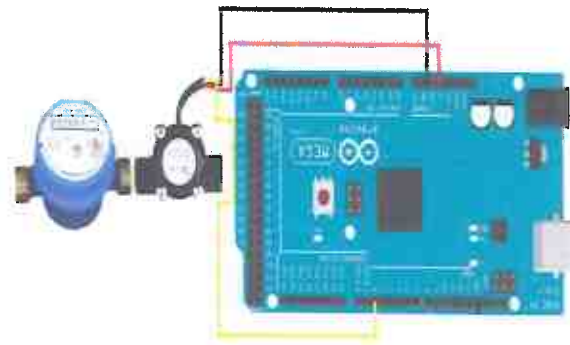


Figura 21 Diagrama de conexión del sensor hacia la tubería domiciliaria

Elaborado por: El Investigador

4.8.1 Procesamiento de datos y Comunicación inalámbrica

Para la etapa de procesamiento de datos del consumo de agua potable se realizó la conversión en metros cúbicos, debido que el sensor de caudal da la lectura en litros/minutos, por lo que es necesario realizar esta conversión de unidades para saber el consumo de agua en cada vivienda, considerando que las lecturas del

consumo de agua potable se las mide en metros cúbicos, además se debe utilizar comandos AT para poder realizar la comunicación entre el Arduino, el módulo GPRS 800L y el servidor web como se observa en la figura 21.

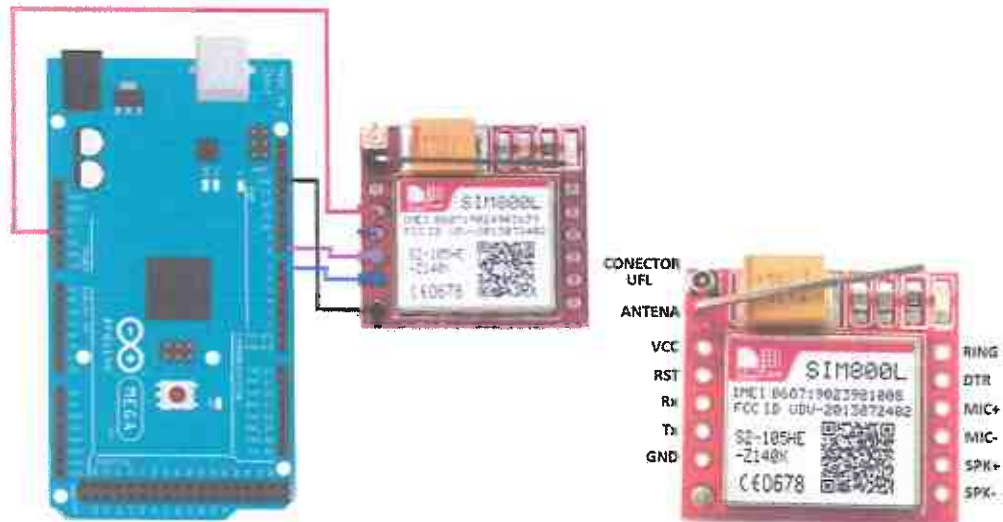


Figura 22 Comunicación entre Arduino Mega y el módulo SIM 800L

Elaborado por: El Investigador

En la tabla 8 se observa los comandos AT que se utilizó para establecer la comunicación con el módulo GPRS a través de Arduino donde se detallan el comando AT, la función y que respuesta da al ser ejecutado el comando.

Tabla 8 Comandos AT para realizar la comunicación entre Arduino y el módulo SIM 800L [46]

Comandos AT para la comunicación del Módulo SIM 800L		
Comando AT	Función	Respuesta
AT+IPR=9600	Configuración de los Baudios (bps) a la que opera el SIM	OK
AT+CREG?	Compruebo la conexión a la red	OK
AT+CGATT=1	Iniciar la comunicación GPRS	OK
AT+CSTT	Obtener la APN Claro	OK

AT+CIICR	Activar el perfil de datos inalámbrico	OK
AT+CIFSR	Obtenemos nuestra IP	OK
AT+CIPSTART="TCP"	Indicamos la dirección IP y el puerto al que se conecta	OK
AT+CIPSEND	Enviamos los datos al servidor PHP	OK
SEND OK	Enviamos OK para verificar la comunicación	OK
AT+CIPCLOSE	Cierra la comunicación	OK
AT+CIPSHUT	Cierra el contexto con GPRS	OK

Elaborado por: El Investigador

4.8.2 Diagrama de flujo para la configuración del módulo SIM 800L

En la figura 23 se muestra el diagrama de flujo para realizar la configuración del módulo SIM800L en la cual se debe configurar la velocidad a la cual se desea transmitir la información, luego se comprueba si existe conexión con la red y se da inicio a la comunicación GPRS, así obtenemos el punto de acceso a la red (APN) el cual sirve para que el dispositivo se pueda conectar a Internet usando las redes de la operadora que es en este caso internet.claro.com.ec, para luego activar el servicio de datos móviles, donde se genera una IP que se asigna al módulo de comunicación, finalmente se cierra la comunicación con el dispositivo.

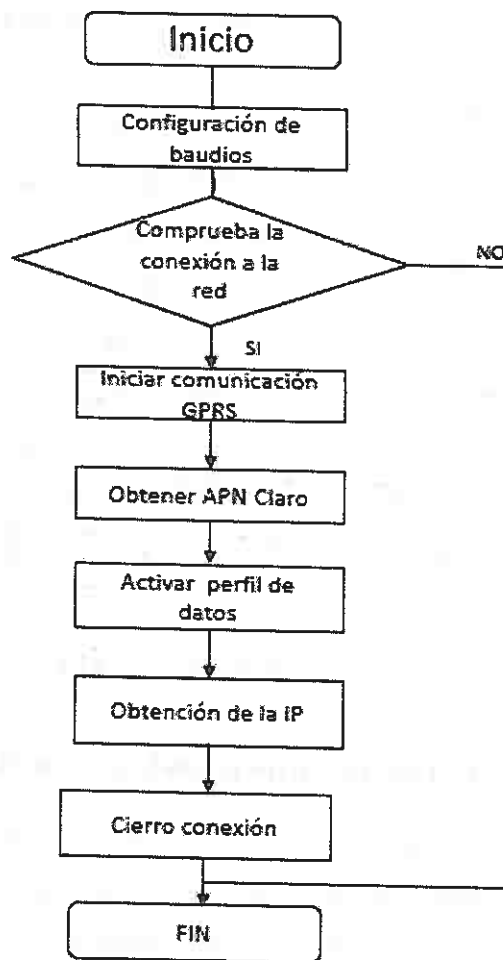


Figura 23 Diagrama de flujo para la configuración del módulo SIM 800L

Elaborado por: El investigador

4.9.3 Etapa de almacenamiento base de datos

Para la etapa de almacenamiento de la información sobre el consumo de agua potable es importante crear un servidor web con una base de datos que nos permita almacenar todos los datos del cliente y generar un historial del consumo, como se observa en la Figura 24.

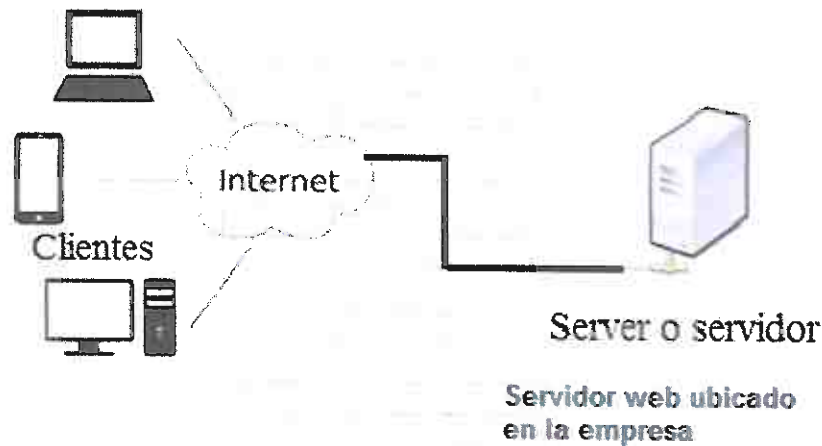


Figura 24 Servidor Web [47]

4.9.4 Diagramas de flujo del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco

A continuación en el siguiente diagrama de flujo se detallan los procesos que realiza el Arduino para poder procesar la información que llega de los actuadores como se observa en la figura 25 se explica detalladamente los procesos que se ejecutan en el sistema electrónico para la adquisición de lecturas de forma inalámbrica, que se lo realiza a través de un sensor de caudal, para lo cual se debe realizar la inicialización del programa, e inclusión de las librerías en Arduino y dar inicio a la comunicación serial, luego se debe establecer la comunicación con el módulo GPRS a través de comandos AT, para que se realice esta comunicación es importante acondicionar la información que se adquiere del sensor de caudal para poder enviar el dato del consumo de agua potable cada periodo de tiempo de una forma correcta caso contrario se vuelve a restablecer la comunicación debido que el tiempo de envío debe ser menor , al tiempo del delay y se envía nuevamente la lectura del consumo de agua potable bebido que esta información se almacena en acumulador para evitar que se pierda la lectura del consumo de agua potable.

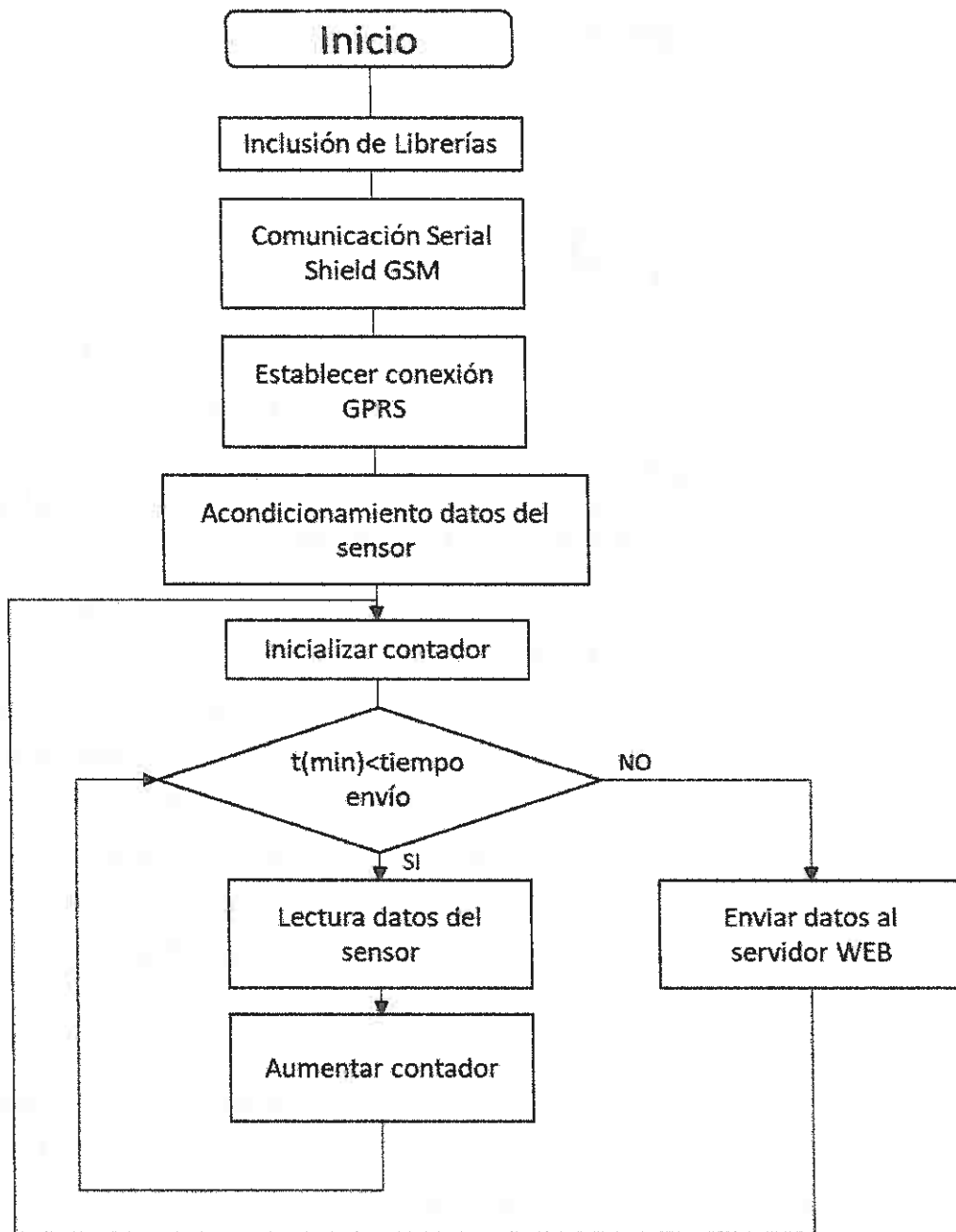


Figura 25 Diagrama de bloques del proceso de adquisición de los datos del consumo de agua potable

Elaborado por: El Investigador

2.9.5 Diagrama de bloques del almacenamiento de los datos en el servidor web

En la figura 26 se muestra el proceso de almacenamiento de información provenientes del sensor de caudal en un servidor Web, para poder almacenar la información en el servidor se lo debe inicializar, posteriormente levantar la base de

datos y realizar una petición PHP, el cual se encarga de validar la conexión del servidor Web y da acceso a la base de datos para insertar el dato del consumo de agua potable de forma remota cada cierto periodo de tiempo.

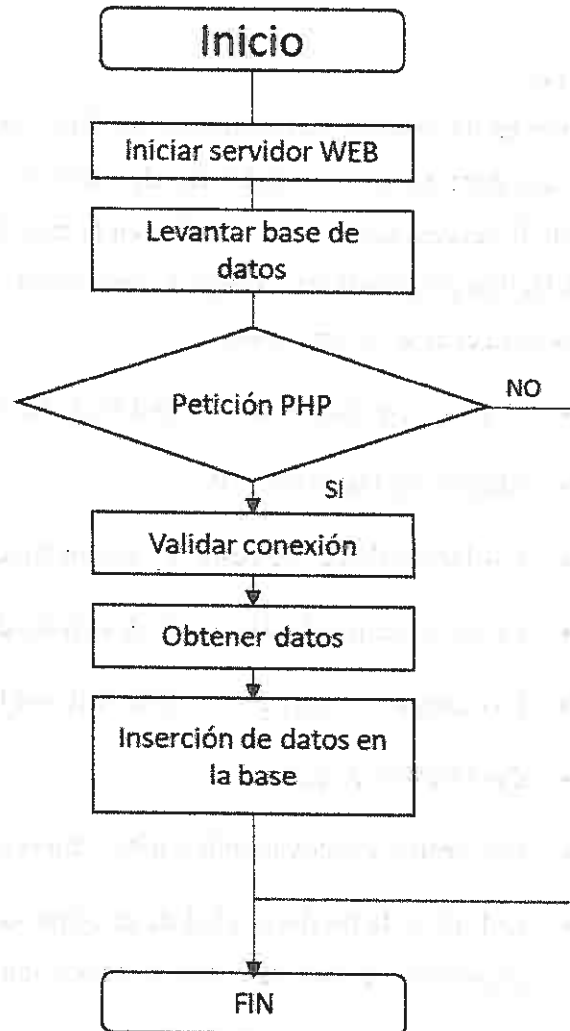


Figura 26 Diagrama de bloques del almacenamiento de los datos en el servidor web

Elaborado por: El Investigador

4.9.6 Implementación del servidor Web

Un servidor Web es un programa que gestiona cualquier tipo de petición que realice el cliente, en el cual el código recibido por el ordenador suele ser compilado y ejecutado por un navegador web. Los servidores web sirven para almacenar

contenidos de Internet y facilitar su disponibilidad de forma constante y segura para lo cual el servidor web debe estar permanentemente conectado.

Para la transmisión de los datos se utilizó un protocolo de comunicación HTTP perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI.

SQL Server

SQL Server es un sistema administrador de Base de Datos Relacional, Cliente – Servidor, que permite tener escalabilidad de explorar objetos de Base de Datos y la integración de secuencias de los comandos en la base de Datos OLTP y OLAP. SQL SERVER facilita una plataforma integral empresarial con procedimientos analíticos integrados en la cual se incluye: [48]

- El procesamiento Analítico en Línea (OLAP)
- Minería de Datos (OLAP).
- Las Herramientas de gestión y administración.
- El almacenamiento de datos y desarrollo de informes.
- Las características de SQL SERVER son las siguientes:
- Compresión de datos
- Desarrollar e innovar aplicaciones empresariales.
- Optimizar la productividad de la empresa, reduce la complejidad en la creación y administración de la aplicación de base de datos.
- Aumentar las capacidades de los programadores con un entorno de desarrollo Flexible y actual.
- Compartir datos a través de múltiples plataformas y aplicaciones.
- Integración optimizada con el sistema Office.
- Reporte de servicios mejorado.
- Las consultas distribuidas en el motor de base de datos.
- Los altos niveles de seguridad, encriptación de datos, escalabilidad y estabilidad.

- Arquitectura de interfaz virtual.
- Permite administrar información de otros servidores de datos.

Wamp Server

Wamp Server es un entorno de desarrollo web que permite tener un servidor propio o host local (instalado en nuestro ordenador), además Wamp Server posee un entorno de desarrollo web para Windows el cual permite crear aplicaciones web con Apache, PHP y base de datos en MySQL. Este programa incluye un administrador de base de datos PHP My Admin con el cual se puede crear una nueva base de datos e ingresar la data de las tablas creadas en ella, realizar consultas y generar scripts SQL, permite exportar e importar scripts de base de datos, una de las características importantes es que puede ser usada de forma libre es decir no debemos contar con alguna licencia para poder usarla.

Las características de Wamp Server son las siguientes: [49]

- Manejo de Bases de datos con MySQL
- Software para servidor web Apache
- Software para poder programar script con PHP
- Permite el manejo sencillo de Bases de Datos con PHPMyAdmin y SQLiteManager
- Compatibilidad con SQL mediante dll de Windows para descargar gratuitamente.
- Es completamente gratuito

4.9.7 Creación de la interfaz de usuario y generación de reportes de facturación

Para la creación de la interfaz del sistema electrónico de adquisición y transmisión del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, se utilizó Visual Basic.Net el cual permite desarrollar una interfaz sencilla y amigable para el usuario, para el ingreso al sistema de tarifado de agua potable, es necesario contar con un usuario y contraseña ya que el servidor se encuentra en la nube y es necesario tener una clave de acceso al sistema

y así evitar que personas maliciosas que puedan acceder al sistema como se observa en la figura 27.

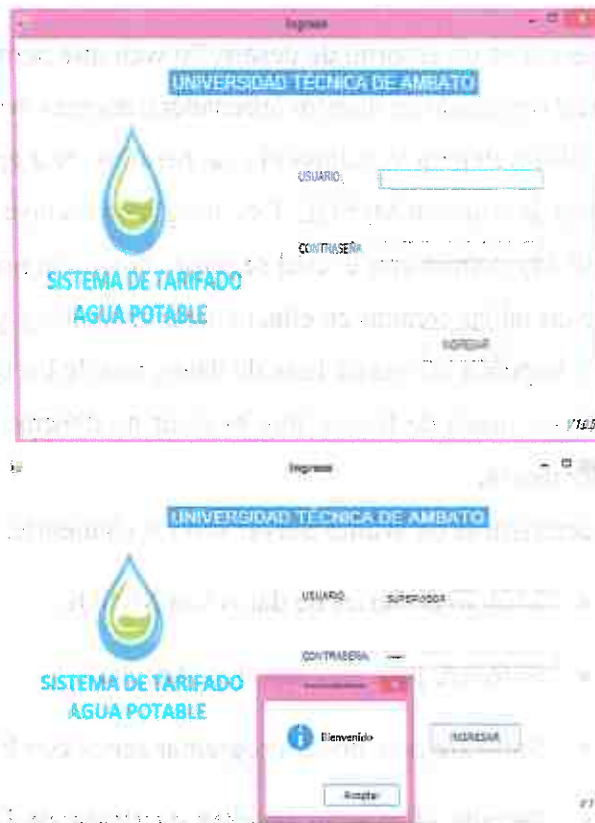


Figura 27 Interfaz de acceso al sistema de agua potable

Fuente: El Investigador

Una vez ingresado al sistema se ejecuta la base de datos donde se encuentra la información de cada uno de los clientes de la Junta Administradora de Agua potable y Alcantarillado Regional Yanahurco con los siguientes parámetros: Código (Cedula), Fecha, Cantidad de agua consumida y Observaciones como se observa en la figura 28, además permite obtener un historial de consumo de agua potable de cada cliente en caso de ser necesario.


ID	Fecha	Valor	Estado
00000001	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000002	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000003	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000004	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000005	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000006	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000007	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000008	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000009	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000010	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000011	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000012	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000013	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000014	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000015	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000016	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000017	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000018	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000019	2018-05-22	0.35	CERRADO
00000020	2018-05-22	0.35	CERRADO

Figura 28 Base de datos generada en el sistema

Fuente: El Investigador

Finalmente, el sistema electrónico genera una factura para el cobro de agua potable como se observa en la figura 29, en el cual se detallan los datos del cliente y el consumo de agua y el valor a pagar, para realizar la facturación de agua potable de este sistema electrónico se recopiló la información de las tablas de cobro de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado regional Yanahurco.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
PLANILLADO DEL AGUA POTABLE



		DESDE	HASTA
		22/01/2018	22/05/2018
CODIGO	0100763006		
NOMBRE	PINTADO CRIOLLO LUIS HUMBERTO		
OBSERVACIONES	inicio prueba		
CONSUMO DEL MES			
Lectura	Costo (m3)	Valor	
45.39	0.35	15.8865	
		TOTAL A PAGAR:	15.8865

Esta factura no tendrá validez sin el registro de pago.

USUARIO SUPERVISOR

22/05/2018 2:44:04

1

Figura 29 Generación de la factura para el cobro de agua potable

Fuente: El Investigador

Tabla 9 Tablas de cobro de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco

Para determinar el valor a pagar del consumo de agua potable del sector domiciliario se lo realiza a través de la lectura que se lo efectúa mes a mes donde:

de 1 a 10 m^3 consumidos debe cancelar un valor básico de \$ 3.50, donde el valor por cada m^3 es de \$0.35, si el consumo de agua potable va de 11 a 20 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 0.46 por cada metro cubico adicional consumido.

Si el consumo de agua potable va de 21 a 40 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 0.58 por cada metro cubico adicional consumido.

Si el consumo de agua potable va de 41 a 60 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 0.70 por cada metro cubico adicional consumido. Si el consumo de agua potable va de 61 a 80 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 0.82 por cada metro cubico adicional consumido.

Si el consumo de agua potable va de 81 a 100 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 0.93 por cada metro cubico adicional consumido.

Si el consumo de agua potable va de 101 a 10000 m^3 paga el valor básico \$3.50 más el costo adicional de \$ 1.28 por cada metro cubico adicional consumido.

De igual manera se aplica para las siguientes tablas.

Domiciliaria		
Mínimo m^3	Máximo m^3	Costo
1	10	3,5
11	20	0,46
21	40	0,58
41	60	0,70
61	80	0,82
81	100	0,93
101	10000	1,28

Industrial		
Mínimo m^3	Máximo m^3	Costo
1	10	10,5
11	30	1,17
31	60	1,63
61	100	2,1
101	150	2,72
151	20000	3,19

Comercial		
Mínimo m^3	Máximo m^3	Costo
1	10	7
11	30	0,88
31	60	1,11
61	100	1,58
101	150	2,04
151	20000	2,04

Vulnerable		
Mínimo m^3	Máximo m^3	Costo
1	10	1,75
11	20	0,46
21	40	0,58
41	60	0,7
61	80	0,82
81	100	0,93
101	10000	1,28

Institucional		
Mínimo m^3	Máximo m^3	Costo
1	10	3,50
11	20	0,46
21	40	0,58
41	60	0,7
61	80	0,82
81	100	0,93
101	1500	1,28

Tablas de cobro de agua potable de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco

Elaborado por: El Investigador basado en: [49]

4.9.8 Pruebas de funcionamiento

De acuerdo al presente proyecto de investigación para realizar la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco del GAD del Cantón Mocha se realiza un prototipo que permite adquirir las lecturas del consumo de agua potable de forma electrónica el cual permite medir el volumen en metros cúbicos de agua potable consumidos por el inmueble de forma remota y a la vez enviar la información a un servidor web.

Luego de haber implementado el Sistema Electrónico para la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable al inmueble se realiza las pruebas de funcionamiento para determinar la efectividad y confiabilidad del prototipo.

Posteriormente de haber realizado varias pruebas del accionar del prototipo, el sistema electrónico sufre un retardo de 13 a 14 segundos hasta que se logre establecer la comunicación para enviar la lectura del consumo de agua potable al servidor web. Para acceder al sistema electrónico por primera vez se debe esperar unos segundos hasta que se establezca la comunicación entre el módulo SIM 800L y el servidor web como se observa en la figura 30, una vez establecida la comunicación los datos se empiezan a subir a la base de datos cada cierto periodo de tiempo.

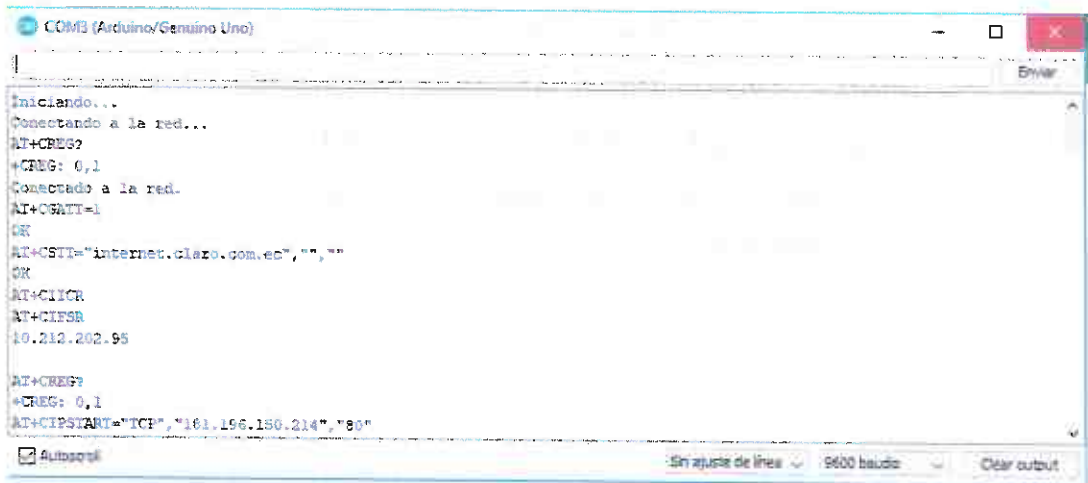


Figura 30 Proceso de espera para la comunicación entre el módulo SIM 800L y el servidor web

Fuente: Investigador

Una vez establecida la comunicación se empieza almacenar los datos del consumo de agua potable en una base de datos donde cuenta con varios campos como son: el código que es el número de cedula del cliente, la fecha en la cual se recibió la lectura del consumo de agua potable, la cantidad en metros cúbicos consumidos mensualmente y el campo de observación en caso de ser necesario que un cliente tenga algún tipo de inconveniente como se observa en la figura 31.

	codigo	fecha	cantidad	observaciones
1	0100763606	2018-07-24 00:00:00.000	0.003000	prueba
2	0100763606	2018-07-24 00:00:00.000	0.000000	prueba
3	0100763606	2018-07-24 00:00:00.000	0.000000	prueba
4	0100763606	2018-07-26 00:00:00.000	0.000000	prueba
5	0100763606	2018-07-26 00:00:00.000	0.009039	prueba
6	0100763606	2018-07-26 00:00:00.000	0.002442	prueba
7	0100763606	2018-07-26 00:00:00.000	0.002848	prueba

Figura 31 Almacenamiento de los datos del consumo de agua potable de los usuarios

Fuente: Investigador

Para finalizar se realiza la generación de la factura del consumo de agua potable de un usuario donde: Se selecciona el campo código que es el número de cedula del

cliente luego se ingresa la fecha del mes que se desea cobrar como se observa en la figura 32 donde se detallan la fecha del consumo mensual de agua potable, nombre del cliente, cedula, la lectura mensual en metros cúbicos, el costo de cada metro cubico que en este caso es el costo de 0.35 centavos por metro cubico consumido y la cantidad total a pagar.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
PLANILLADO DEL AGUA POTABLE



	DESDE	NASTA
	22/01/2018	22/05/2018

CODIGO 0106763R06

NOMBRE PINTADO CRIOLLO LUIS HUMBERTO

OBSERVACIONES inicio prueba

CONSUMO DEL MES		
Lectura	Costo (m3)	Valor
45,39	0,35	15,8865
TOTAL A PAGAR:		15,8865

Esta factura no tendrá validez sin el registro de pago.

Figura 32 Factura del consumo de agua potable

Fuente: El Investigador

4.9.9 Análisis de resultados

Realizadas las pruebas de funcionamiento del sistema electrónico, se obtiene como resultado un prototipo electrónico confiable para la adquisición y transmisión de lecturas de consumo de agua potable, evitando que los empleados que se encargan de realizar esta labor y lo hagan forma manual, por que con este sistema electrónico se lo realiza de forma remota y los datos del consumo de agua potable se los envía directamente al servidor web donde se almacenan en una base de datos de la empresa de agua potable.

Fueron realizadas 60 pruebas en tres inmuebles diferentes, pero se consideró como referencia a un solo inmueble debido que las lecturas y el margen fueron similares a los dos inmuebles anteriores, para verificar y comprobar el funcionamiento del sistema electrónico para la adquisición de las lecturas del consumo de agua potable, estas pruebas fueron realizas en un intervalo de 30 minutos por cada lectura, para luego ser enviadas a la base de datos de forma remota considerando que si se lo

realizaba en un periodo de tiempo pequeño quizá no hubiese existido consumo de agua potable en el inmueble por la cual la lectura seria de cero metros cúbicos, el intervalo de tiempo para la medición de la lectura del consumo de agua potable puede ser modificado según el requerimiento de la empresa que en este caso es mensual, es muy importante que se tenga una buena cobertura de la señal de la operadora seleccionada caso contrario habrán retardos en el envío de la información hacia el servidor web, el retardo que se tiene en el envío de la información hacia la base de datos es de 13 a 14 segundos.

De 60 pruebas realizadas al prototipo del sistema electrónico acoplado a la tubería de agua potable fueron exitosas con un margen de error del 2.09% como se observa en la tabla 10, para determinar el margen de error de las lecturas se realizó la resta entre el valor medido del sistema electrónico, menos el valor medido por el medidor de la empresa de agua potable, además es importante tomar en cuenta el factor de conversión del sensor el cual permite determinar los metros cúbicos de consumo de cada inmueble, el factor de conversión del sensor de caudal que viene dado por el fabricante en este caso es de 5.5, a continuación, se muestra los valores medidos y representados gráficamente donde las columnas de color azul (serie1) son las lecturas del medidor de agua potable, mientras que las de color tomate (serie2) son las lecturas del sistema electrónico como se puede observar en la figura 33.

Tabla 10 Lecturas del consumo de agua potable

Adquisición de lecturas del consumo de agua potable (m^3)				
Día	N.º Lecturas	Medidor Empresa	Sistema Electrónico	Margen de error de las lecturas
1	1	960,3677	960,3877	2%
	2	960,7354	960,7554	2%
	3	961,1031	961,1231	2%
	4	961,4708	961,5008	3%
	5	961,8385	961,8385	2%
	6	962,2062	962,2262	2%
	7	962,5739	962,5939	2%
	8	962,9416	962,9616	3%
	9	963,3093	963,3293	2%
	10	963,677	963,698	2.1%
	11	964,0447	964,0647	2%
	12	964,4124	964,4325	2.1%
	13	964,7801	964,8001	2%

2	14	965,1478	965,1678	2%
	15	965,5155	965,5355	2%
	16	965,8832	965,9033	2.1%
	17	966,2509	966,2709	2%
	18	966,6186	966,6486	3%
	19	966,9863	967,0063	2%
	20	967,354	967,374	2%
3	21	967,7217	967,7417	2%
	22	968,0894	968,1094	2%
	23	968,4571	968,4871	3%
	24	968,8248	968,8448	2%
	25	969,1925	969,2125	2%
	26	969,5602	969,5802	2%
	27	969,9279	969,9479	2%
	28	970,2956	970,3156	2%
	29	970,6633	970,6833	2%
	30	971,031	971,051	2%
4	31	971,3987	971,4187	3%
	32	971,7664	971,7864	2%
	33	972,1341	972,1541	2%
	34	972,5018	972,5218	2%
	35	972,8695	972,8995	3%
	36	973,2372	973,2572	2%
	37	973,6049	973,6250	2.1%
	38	973,9726	973,9926	2%
	39	974,3403	974,3604	2.1%
	40	974,708	974,728	2%
5	41	975,0757	975,0957	2%
	42	975,0757	975,0957	2%
	43	975,4434	975,4635	2.1%
	44	975,8111	975,8311	2%
	45	976,1788	976,2088	3%
	46	976,5465	976,5665	2%
	47	976,9142	976,9342	2%
	48	977,2819	977,3019	2%
	49	977,6496	977,6696	2%
	50	978,0173	978,0373	2%
6	51	978,0573	978,0773	2%
	52	978,0973	978,1173	2%
	53	978,1373	978,1573	2%
	54	978,1773	978,1973	2%
	55	978,2173	978,2373	2%
	56	978,2573	978,2773	2%
	57	978,2973	978,3173	2%
	58	978,3373	978,3573	2%

	59	978.3773	978,4073	3%
	60	978.4273	978.4473	2%
Error%				2,09%

Fuente: El Investigador

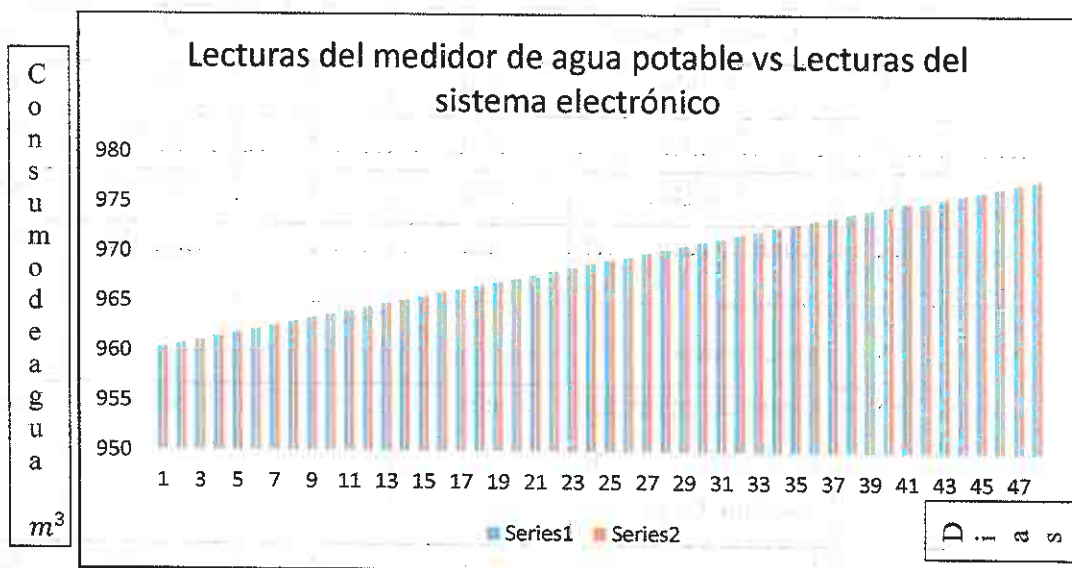


Figura 33 Lecturas del medidor de agua potable vs lecturas del sistema electrónico

Fuente: El Investigador

4.10 Análisis económico del proyecto

A continuación, en la tabla 11 se detalla el costo de los dispositivos y componentes que fueron utilizados en el sistema electrónico para la lectura y transmisión del consumo de agua potable.

Tabla 11 Costo de los dispositivos y componentes

Costo de los dispositivos y componentes					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Arduino MEGA 2560	c/u	1	\$35.90	\$35.90
2	Modulo SIM 800L	c/u	1	\$24.99	\$24.99
3	Válvula solenoide 1/2"	c/u	1	\$8.50	\$8.50

4	Sensor de flujo	c/u	1	\$13.99	\$13.99
5	Resistencia 100 Ω	c/u	1	\$0.05	\$0.05
6	Modulo relé	c/u	1	\$3.50	\$3.50
7	Fuente de 12V	c/u	1	\$9.75	\$9.75
8	Codos Plásticos	c/u	4	\$0.50	\$2.00
9	Teflón	c/u	2	\$0.75	\$1.50
10	Neplos	c/u	4	\$3.80	\$15.20
11	Cables	c/u	1	\$5.00	\$5.00
12	Caja para el Sistema Electrónico	c/u	1	\$15.00	\$15.00
13	Costo de envío del mensaje al servidor Web	c/u	1	\$0.08	\$0.08
14	LCD	c/u	1	\$5.00	\$5.00
SUBTOTAL					\$140.46
Imprevistos 10%					\$14.04
Total					\$154.46

Elaborado por: El Investigador

Adicional al costo de los dispositivos y materiales empleados en el prototipo se agrega el costo del diseño, basado en la información de la tabla de salarios mínimos sectoriales, 2018 aplicada en Ecuador, la hora de trabajo del ingeniero electrónico es de \$ 1,73 el costo del diseño implementado se detalla en la tabla 12.

Tabla 12 Costo del diseño del proyecto

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Horas laboradas	Horas	120	\$1.73	\$ 207.60
2	Costo del diseño				\$207.60

Elaborado por: El Investigador

El costo del proyecto de investigación resulta de la suma del costo de los componentes y el costo del diseño los cuales son detallados en la tabla 13.

Tabla 13 Costo total del proyecto implementado

Ítem	Descripción	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Costo del material	1	\$154.46	\$ 154.46
2	Costo del diseño	1	\$207.60	\$207.60
3	Costo total del proyecto			\$362.06

Elaborado por: El Investigador

El presupuesto para la implementación del “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA LECTURA Y TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE DE FORMA INALÁMBRICA, PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO REGIONAL YANAHURCO” treientos sesenta y dos con seis centavos los cuales estos costos serán financiados por el investigador.



Figura 34 Imagen del prototipo implementado en la red de agua potable

Fuente: El Investigador

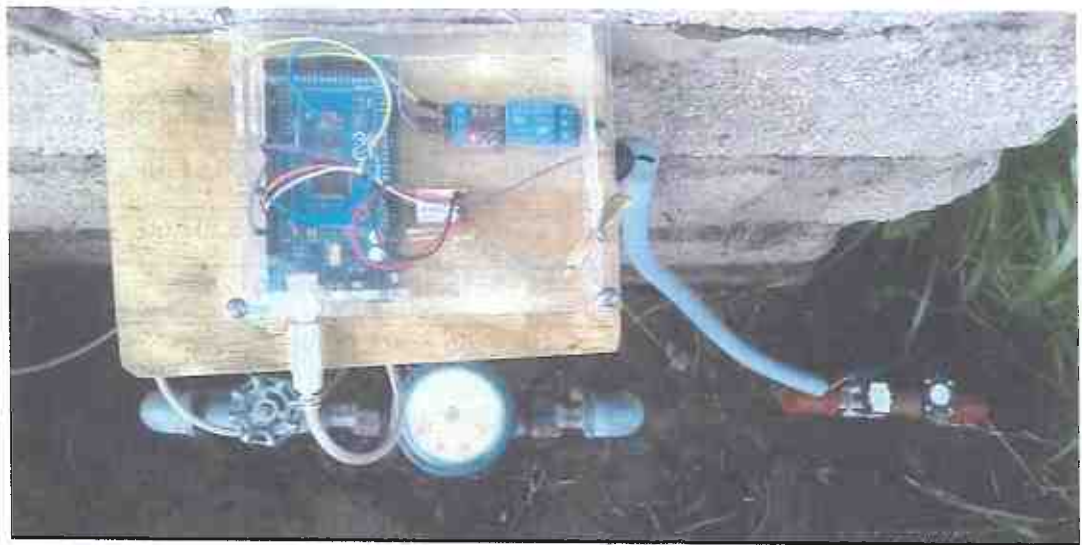


Figura 35 Imagen del sensor de caudal y la electroválvula conectado a la red de agua potable domiciliaria

Fuente: El Investigador

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El sistema actual con él se adquiere las lecturas del consumo de agua potable en la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco, no resulta eficiente, porque se trata de un sistema manual lo cual puede generar errores en la digitación de los datos y posteriormente una mala facturación del cobro del servicio de agua potable.
- Para envío de la información del consumo de agua potable se utilizó tecnología inalámbrica GPRS porque permite tener accesibilidad desde cualquier parte, para el envío y recepción de información facilitando así la comunicación entre emisor y receptor, debido que las otras tecnologías inalámbricas no tienen el alcance suficiente de cobertura para el envío de la información.
- La adquisición de la lectura del consumo de agua potable depende del factor de conversión del sensor de caudal que viene dado por el fabricante, pero es muy importante realizar las pruebas de funcionamiento para poder ajustarlo al volumen real que pasa por la tubería de agua potable y así tener un margen de error pequeño en las mediciones de caudal.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco consideren la implementación del presente proyecto para automatización en la adquisición de lecturas del consumo de agua potable y así brindar un mejor servicio a sus clientes.
- Utilizar fuentes independientes de voltaje para cada uno de los elementos del sistema electrónico, para evitar que el módulo GPRS se

reinicie dificultando así el envío de la información del consumo de agua potable.

- Realizar un control del factor de conversión del sensor de caudal cada cierto periodo de tiempo, para disminuir el margen de error en las mediciones de caudal para que no exista ningún tipo de inconvenientes en la adquisición de lecturas del consumo de agua potable.

BIBLIOGRAFIA

[1] Elodia Almirón, “El agua como elemento vital en el desarrollo del hombre” Editorial, Observatorio de políticas públicas de Derechos Humanos en el MERCOSUR (2014, junio), página 195.

[Online]

http://www.observatoriomercosur.org.uy/libro/el_agua_como_elemento_vital_en_el_desarrollo_del_hombre_17.php

[2] Raúl Borja, “Estrategia Gestión Socio Cultural del Agua por Cuenca Hidrográfica” Secretaría Nacional del Agua estrategias de gestión socio cultural del agua (senagua) (2008, mayo) [Online]
<http://www.sagua.org/organismos/secretaria-nacional-agua-senagua>

[3] Juan Gordon, “La recaudación de cuentas por cobrar a usuarios y su incidencia en la rentabilidad de la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco “JAAPARY” de la ciudad de Mocha” Tesis, Universidad Técnica de Ambato, (2015, diciembre). [Online]

<http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/18855?locale=en> Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Regional Yanahurco.

[4] Diego Ortiz, Jacqueline Llanos y Omayra Jacome “Sistema de medición inteligente para la gestión de la energía eléctrica y medición de agua potable en los hogares “Tesis Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, (2014, mayo). [online]
<https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8293>

[5] Juan Cruz “Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar”, (2014, Julio), Revista de Ingeniería y tecnológica, Volumen 10 No.2. [online] <http://www.redalyc.org/pdf/2654/265433711021.pdf>

[6] Elizabeth Sarabia “Diseño de un sistema móvil para la lectura de medidores mediante tecnología bluetooth”, Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, (2013, octubre).[Online]

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6428/5650>

[7] Gerardo Ayala y Antofio Beltran “Sistema de telemedición de consumo de agua potable para aplicaciones residenciales y comerciales” Tesis Instituto Tecnológico de Los Mochis (2014 noviembre).

[Online]https://www.researchgate.net/publication/273134928_SISTEMA_DE_TELEMEDICION_DE_CONSUMO_DE_AGUA_POTABLE_PARA_APLICACIONES_RESIDENCIALES_Y_COMERCIALES

[8] Jose L. Guato “Sistema operativo Android que permitirá la sincronización de las lecturas registradas en los medidores del sistema de agua potable en el cantón Pelileo” Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato (2015, Julio) [Online] <http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/1335>

[9] Fernando González “Sistema integral de medición de agua potable en ciudad universitaria de la Unam. Pumagua” Congreso latinoamericano de hidráulicapunta del este, Uruguay, (2010, noviembre).

[Online]https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiw_buW0oDeAhXr01kKHXXGCKkQFjABegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.agua.unam.mx%2Fassets%2Fpumagua%2Farticulo%2520completo_fgv.doc&usq=A0vVaw1JJ-lq9BgyoF9htD79pfpt

[10] Silvia Ayala y Gabriel Pacheco “Implementación de un sistema de control y monitoreo de cloración de agua en forma remota mediante tecnología zigbee para la planta de potabilización “el calzado” de la epmapal” Tesis, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga Departamento de Energía y Mecánica (2013, junio). [Online] <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7018>

[11] Wilmer Marcelo Urbina Gamboa “Estudio y diseño de un sistema de medición remota utilizando sensores inalámbricos bajo el estándar 802.15.4 para los servicios de energía eléctrica y agua potable” Tesis, Pontificia Universidad del Ecuador, (2014, Agosto) [Online]<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10917>

[12]Lara Rolando y Fabricio Molina “Diseño e implementación de un medidor digital para el consumo de agua potable en lugares residenciales y envío de datos

vía sms” Tesis, Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga (2011, octubre)
[Online] <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

[14] Hugo del Pozo Barrezueta “Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua ley o registro oficial suplemento”, (2014, Agosto)
[Online]http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/lotaip_anexos/lit_a/lit_a2/15_ley_organica_de_recursos_hdricos_usos_y_aprovechamiento_del_agua.pdf

[15] Asamblea General de las Naciones Unidas. Observación General No. 15. “El derecho humano al agua y al saneamiento” Resolución A/RES/64/292. Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. 2002, noviembre.

[Online]
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml

[16] M. Ramos “Desarrollo Territorial Rural El capital social de Juntas Administradoras de Agua Potable y Riego del Ecuador JAAPRE y la Ley Orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua” Tesis, maestría (2017, mayo)
[Online]
<http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/12670/2/TFLACSO-2017MLRB.pdf>

[17] Omar, Haro. Sistema Electrónico con Tecnología Zigbee Para la Lectura y Transmisión Inalámbrica del Consumo de Energía Eléctrica, en la Empresa Eléctrica Ambato S.A. TEMI Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2012

[18] María Mora “Estudio y diseño de un sistema de telecomunicaciones para el proyecto trolebús del municipio del distrito metropolitano de quito” (2013, marzo)[Online] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5752/1/T1418.pdf>

[19] Tutorial sensor de flujo de agua [Online]:
https://naylampmechatronics.com/blog/47_tutorial-sensor-de-flujo-de-agua.html

[20] Medir caudal y consumo de agua con arduino y caudalímetro [Online]

<http://proyectosconarduino.com/sensores/flujo-caudalimetro/>

[21] Válvula solenoide 1/2" 12V DC Naylan Mecatronic disponible en:

<https://naylampmechatronics.com/valvulas/314-valvula-solenoide-12-12v.html>

[22] Arduino Mega 2560 Datasheet [Online]

<http://www.mantech.co.za/datasheets/products/a000047.pdf>

[23] Sistemas de Comunicaciones Electrónicas Cuarta edición Wayne Tomasi DeVry Institute of Technology Phoenix, Arizona [Online]

<https://hellsingge.files.wordpress.com/2014/08/sistemas-de-comunicaciones-electronicas-tomasi-4ta-edicic3b3n.pdf>

[24] Sistemas de Comunicaciones Electrónicas Cuarta edición Wayne Tomasi DeVry Institute of Technology Phoenix, Arizona [Online]

<https://hellsingge.files.wordpress.com/2014/08/sistemas-de-comunicaciones-electronicas-tomasi-4ta-edicic3b3n.pdf>

[25] Sistema móvil-celular Introducción a la variedad de sistemas de telefonía celular, sus principales características y una clasificación por aplicaciones. [Online]

<http://robertoares.com.ar/wp-content/uploads/2010/06/Seccion-7.pdf>

[26] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11372/fichero/Memoria%252F03+-+GPRS.pdf>

[27] R. Elmasri, S.B. Navathe , “Sistemas de Bases de Datos”. Conceptos fundamentales, Segunda Edición, Addison Wesley Iberoamericana, Tercera Edición en 1999 (en inglés, por Addison-Wesley)

[28] Daniel Rodríguez en su tema “Servidores Web Departamento de Ciencias de la Computación” Universidad de Alcalá (

[Online] <http://www.cc.uah.es/drg/docencia/Servidores/ServidoresWeb4x1.pdf>

[29] Reseña histórica de la Junta Administradora de Agua potable y Alcantarillado

Regional Yanahurco [Online]

<http://jaapary.com.ec>

[30] Tutorial sobre los módems gsm y gprs [online]
<http://www.puntoflotante.net/tutorial-modem-gsm-gprs.htm>. [Último acceso: 15 de febrero 2017].

[31] <http://electropro.pe/image/data/imgProductos/140.%20Módulo%20GSM%20SIM800/SIM800L.pdf>

[32] <https://hetpro-store.com/tutoriales/sim900-gsm-shieldarduino/>

[33] <https://www.todoelectronica.com/es/modulo-shield-gsmgprs-sim900-para-arduino-p-110435.html>

[34] <https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>

[35] Análisis comparativo de las placas Arduino (oficiales y compatibles publicado por Isaac PE el 29 julio 2014

[36] Luis Llamas ingeniería, informática y diseño, medir caudal y consumo de agua con arduino y caudalímetro.

[37] <https://chips.mecatronicum.com/electronica/tutorial-sensor-de-flujo-yf-s201/>

[38] <https://altronics.cl/sensor-flujo-caudal-yf-s201>

[39] National Instruments, «Adquisición de Datos,» [Online].

Available: <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>. [Último acceso: junio 2018].

[40] Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, «Sistemas de adquisición y Procesamiento de datos,» [Online].

Available:

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>. [Último acceso: mayo 2018]

- [41] A. Juntamay y N. Macas, “Estudio y aplicación de análisis forense en servidores de bases de datos SQL SERVER y MYSQL, caso práctico: DESISLEL ESPOCH”, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba 2011. [Online] <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1425>
- [42] Gestor de base de datos, [online] <http://www.estudioteca.net/universidad/telecomunicaciones/gestor-base-datos/> [Último acceso: 25 junio 2017].
- [43] Base de datos, [online] <http://basededatos.over-blog.net/article-tipos-de-basesde-datos-68319538.html> [Último acceso: 20 de mayo 2017]
- [44] R. Campos Bases de datos Software libre [Online] <http://www.uoc.edu/masters/oficiales/img/913.pdf>
- [45] Capitulo 3 base de datos [Online] <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A6.pdf?sequence=6> [Último acceso: abril 2018].
- [46] Instructivo De Comandos AT [Online] <http://www.electronicaestudio.com/docs/ISTD-034.pdf>
- [47] Raspberry pi como servidor web [Online] <http://diymakers.es/raspberry-pi-como-servidor-web/> [Último acceso: agosto 2018].
- [48] J. Santamaria Microsoft SQL Server [Online] <https://iessanvicente.com/colaboraciones/sqlserver.pdf> [Último acceso: marzo 2017].
- [49] Manual de Instalación WAMP Server2 Creado: 28/05/2014 Última Revisión: 28/05/2014 Escuela de Ingeniería de Sistemas Informáticos [Último acceso: enero 2018].

ANEXOS

ANEXO A

En el anexo A se detallan las imágenes del sistema electrónico instalado en tubería domiciliaria para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable, para la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado regional Yanahurco, donde se observa cómo está instalado físicamente el sistema, adicionalmente se muestra imágenes de la empresa de agua potable.







Sede "JAAPARY"



Oficinas de Recaudación



Centro de Capacitación Hidrico

ANEXO B

En el anexo B se detalla la programación de una forma detallada y comentada del sistema electrónico para la adquisición de lecturas del consumo de agua potable después de haber realizados los diagramas de flujo como se observa en las paginas 67, 69, 70.

Programación de Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(7, 8); // Configura el puerto serial para el SIM900. Para el
Arduino MEGA utilizar pines 10 y 11
//CTRL+Z 0X1A

int respuesta;
char aux_str[50];

String aux;
String a="0100763606";
String b="0.00";
String c="prueba";
String d="2018-24-07 20:59:10.012";
unsigned int longitud;

volatile int m;
float Calc;
int flujo = 2;
int válvula = 11;

float volumen=0;
long dt=0; //variación de tiempo por cada bucle
long t0=0; //millis() del bucle anterior

//Contenido de la dirección Http
char direccion[] = "GET
/insert.php?a=11111111&b=3.15&c=pruebass&d=2018-04-07 14:45:10.012/
HTTP/1.1\r\nHost: 181.196.150.214\r\nConnection: close\r\n\r\n";
//char direccion[] = "";
int i=0;
bool activar = 0;

void suma ()
{
m++;
}

void setup()
```

```

{
  pinMode(flujo, INPUT);
  pinMode(valvula, OUTPUT);
  digitalWrite(valvula, HIGH);
  //Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(0, suma, RISING);

  SIM900.begin(9600); //Configura velocidad del puerto serie para el SIM900
  Serial.begin(9600); //Configura velocidad del puerto serie del Arduino
  delay(1000);
  Serial.println("Iniciando...");
  iniciar();
  t0=millis();
}

```

```

void loop()
{

```

Calculo de la medición de caudal en Arduino

```

  //Serial.println(direccion);
  m = 0;
  sei(); // activa interrupcion
  delay (1000);
  cli(); // desactiva interrupciones globales
  float caudal_L_m=m/5.5; //calculamos el caudal en L/m
  dt=millis()-t0; //calculamos la variación de tiempo
  t0=millis();
  volumen=volumen+((caudal_L_m/60)*(dt/1000))/1000;
  sei(); // activa interrupcion
  //Serial.println(volumen,DEC);

  if(i==10){
    PeticionHttp();
    Serial.println(volumen,DEC);
    volumen=0;
    i=0;
  }
  // if (SIM900.available()) {
  //Serial.write(SIM900.read());
  //}

  i++;
}

```

```

int enviarAT(String ATcommand, char* resp_correcta, unsigned int tiempo)
{

```

```

  int x = 0;

```



```

bool correcto = 0;
char respuesta[600];
volatile unsigned long anterior;

memset(respuesta, '\0', 600); // Inicializa el string
delay(100);
while ( SIM900.available() > 0) SIM900.read(); // Limpia el buffer de entrada
SIM900.println(ATcommand); // Envia el comando AT
x = 0;
anterior = millis();
// Espera una respuesta
do {
    // si hay datos el buffer de entrada del UART lee y comprueba la respuesta
    if (SIM900.available() != 0)
    {
        respuesta[x] = SIM900.read();
        x++;
        // Comprueba si la respuesta es correcta
        if (strstr(respuesta, resp_correcta) != NULL)
        {
            correcto = 1;
        }
    }
}
// Espera hasta tener una respuesta
while ((correcto == 0) && ((millis() - anterior) < tiempo));
Serial.println(respuesta);

return correcto;
}

```

```

int comparar(char* resp_correcta, unsigned int tiempo)
{
    int x = 0;
    bool correcto = 0;
    char respuesta[600];
    volatile unsigned long anterior;

    memset(respuesta, '\0', 600); // Inicializa el string
    delay(100);
    //while ( SIM900.available() > 0) SIM900.read(); // Limpia el buffer de entrada
    //SIM900.println(ATcommand); // Envia el comando AT
    x = 0;
    anterior = millis();
    // Espera una respuesta
    do {
        // si hay datos el buffer de entrada del UART lee y comprueba la respuesta
        if (SIM900.available() != 0)

```

```

    {
        respuesta[x] = SIM900.read();
        x++;
        // Comprueba si la respuesta es correcta
        if (strstr(respuesta, resp_correcta) != NULL)
        {
            correcto = 1;
        }
    }
}
// Espera hasta tener una respuesta
while ((correcto == 0) && ((millis() - anterior) < tiempo));
Serial.println(correcto);

return correcto;
}

void iniciar()
{
    //enviarAT("AT+CPIN=\"1867\"", "OK", 1000); //Introducimos el PIN de la
    SIM
    Serial.println("Conectando a la red...");
    delay (5000);

    //Espera hasta estar conectado a la red movil
    while ( enviarAT("AT+CREG?", "+CREG: 0,1", 1000) == 0 )
    {
    }

    Serial.println("Conectado a la red.");
    enviarAT("AT+CGATT=1\r", "OK", 1000); //Iniciamos la conexión GPRS
    enviarAT("AT+CSTT=\"internet.claro.com.ec\", \"\", \"\", \"\", \"OK\", 1000);
    //Definimos el APN, usuario y clave a utilizar
    enviarAT("AT+CIICR", "OK", 1000); //Activamos el perfil de datos inalámbrico
    enviarAT("AT+CIFSR", "OK", 1000); //obtiene la direccion ip
    //delay (5000);
}

void PeticionHttp()
{
    b= String(volumen,6);
    aux="GET /insert.php?";
    aux=aux+"a="+a;
    aux=aux+"&"+"b="+b;
    aux=aux+"&"+"c="+c;
    aux=aux+"&"+"d="+d;
    aux=aux+"/ HTTP/1.1\r\nHost: 181.196.150.214\r\nConnection: close\r\n\r\n";
    longitud=aux.length();
}

```

```

aux.toCharArray(direccion,longitud+1);

if (enviarAT("AT+CREG?", "+CREG: 0,1", 1000) == 1) //Comprueba la
conexion a la red
{
    enviarAT("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"181.196.150.214\", \"80\", \"CONNECT
OK\", 5000); //Inicia una conexión TCP
    // Enviamos datos a través del TCP
    sprintf(aux_str, "AT+CIPSEND=%d", strlen(direccion));

    if (enviarAT(aux_str, ">", 10000) == 1)
    {
        //enviarAT(direccion, "OK", 10000);
        if(enviarAT(direccion, "SEND OK", 10000)==1){
            if(comparar("ACTIVADO",100)==1){
                digitalWrite(valvula, LOW);
            }else{
                digitalWrite(valvula, HIGH);
            }
        }
        //enviarAT("AT+CIPCLOSE", "CLOSE OK", 10000); //Cerramos la
conexion
        //enviarAT("AT+CIPSHUT", "OK", 10000); //Cierra el contexto PDP del
GPRS
        //delay(20000);
        //iniciar();

    }
}
else
{
    iniciar();
}
}

```

Programación de la base de datos

```
Public Class valvula
```

```

    Private WithEvents bs As New BindingSource
    ' Adaptador de datos sql
    Private SqlDataAdapter As SqlDataAdapter
    Private bEdit As Boolean

```

```

    Private Sub cargar_registros(ByVal sql As String, ByVal dv As
DataGridView)

```

```

        Try
            ' control de errores

```

```

        ' Inicializar el SqlDataAdapter indicandole el comando y el
connection string
        SqlDataAdapter = New SqlDataAdapter(sql, cn)

        Dim SqlCommandBuilder As New SqlCommandBuilder(SqlDataAdapter)

        ' llenar el DataTable
        Dim dt As New DataTable()
        SqlDataAdapter.Fill(dt)
        ' Enlazar el BindingSource con el datatable anterior
        .....
        bs.DataSource = dt

        With (dv)
            .Refresh()
            ' coloca el registro arriba de todo
            .FirstDisplayedScrollingRowIndex = bs.Position
        End With
        bEdit = False
        ..... control de
errores

        Catch exSql As SqlException
            MsgBox(exSql.Message.ToString)
        Catch ex As Exception
            MsgBox(ex.Message.ToString)
        End Try
    End Sub

    Private Sub btnbuscar_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnbuscar.Click
        CheckForIllegalCrossThreadCalls = False 'PARA PODER UTILIZAR EL
TEXTBOX MODEM

        Dim total As Double

        conex.codcli = txtcli.Text
        conex.fecini = dpini.Value
        conex.fecfin = dpfin.Value

        Try
            conectar()
            With dgv_consulta
                .AlternatingRowsDefaultCellStyle.BackColor =
Color.FloralWhite
                .DefaultCellStyle.BackColor = Color.Beige
                .DataSource = bs
            End With
            Dim sql As String
            sql = "select codigo, fecha,cantidad, observaciones from datos
where fecha>='" & dpini.Value & "' and fecha<='" & dpfin.Value & "'"

            If txtcli.Text <> "" Then
                sql = sql & "and codigo='" & txtcli.Text & "'"
            End If

            sql = sql & "order by fecha"

            Dim sql_sum As String
            sql_sum = "select isnull(sum(cantidad),0)cantidad from datos
where fecha>='" & dpini.Value & "' and fecha<='" & dpfin.Value & "'"

```

```

If txtcli.Text <> "" Then
    sql_sum = sql_sum & "and codigo='" & txtcli.Text & "'"
End If

'cargar_registros(sql, dgv_consulta)

dgv_consulta.DataSource = bs
' Inicializar el SqlDataAdapter indicandole el comando y el
connection string
SqlDataAdapter = New SqlDataAdapter(sql, cn)
Dim SqlCommandBuilderC As New SqlCommandBuilder(SqlDataAdapter)

' llenar el DataTable
Dim dtC As New DataTable()
SqlDataAdapter.Fill(dtC)

' Enlazar el BindingSource con el datatable anterior
.....
bs.DataSource = dtC
CONSULTA If bs.Position <> -1 Then ' CONTROL DE Q NO HAYA NADA EN LA
    With dgv_consulta
        .Refresh()
    End With
End If

Dim oComando As New SqlCommand(sql_sum, cn)

' abrir conexión
total = oComando.ExecuteScalar() ' ejecutar comando
txttot.Text = total.ToString

txttot1.Text = (total * 0.35).ToString

conex.valor = txttot1.Text

Catch exSql As SqlException
    MsgBox("VERIFIQUE:" + exSql.Message.ToString, "!!!!!!")
End Try
End Sub

Private Sub btnImprimir_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnImprimir.Click
    frm_planilla.Show()
End Sub

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs)

End Sub

Private Sub abierto_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles abierto.Click
    Dim sql1 As String
    sql1 = "update clientes set observ='ACTIVADO' where codcli='" &
txtcli.Text & "'"

Try
    conectar()

```

```

        Dim oComando1 As New SqlCommand(sql1, cn)
        Dim iResultado As Integer
        iResultado = oComando1.ExecuteNonQuery() ' ejecutar comando

    Catch exSql As SqlException
        MsgBox("VERIFIQUE:" + exSql.Message.ToString, "!!!!!!!")
    End Try

End Sub

Private Sub cerrado_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles cerrado.Click
    Dim sql2 As String
    sql2 = "update clientes set observ='CERRADO' where codcli='" &
txtcli.Text & "'"

    Try
        conectar()

        Dim oComando2 As New SqlCommand(sql2, cn)
        Dim iResultado As Integer
        iResultado = oComando2.ExecuteNonQuery() ' ejecutar comando

    Catch exSql As SqlException
        MsgBox("VERIFIQUE:" + exSql.Message.ToString, "!!!!!!!")
    End Try
End Sub
End Class

```

ANEXO C

En el anexo C se detalla los datasheet de los elementos utilizados en el prototipo.

Datasheet módulo SIM 800L

MÓDULO GSM SIM800L

Este módulo de telefonía celular que te permite añadir voz, texto, datos y SMS a tu proyecto.

Se requiere un microcontrolador para controlarlo, usamos un Arduino pero cualquier microcontrolador 3-5V con una UART puede enviar y recibir comandos a través de los pines RX/TX.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 3.4V - 4.4V DC
- Nivel Logico de 3V a 5V
- Consumo de corriente (máx): 500 mA
- Consumo de corriente (modo de reposo): 0.7 mA
- Interfaz: Señal UART
- Quad-band 850/900/1800/1900MHz - se conectan a cualquier red mundial GSM con cualquier SIM 2G
- Trabaja solo con tecnología 2G
- Hacer y recibir llamadas de voz usando un auricular o un altavoz de 8Ω externo + micrófono electret.
- Enviar y recibir mensajes SMS
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP/IP, HTTP, etc)
- Escanear y recibir emisiones de radio FM
- Controlado por Comandos AT
- Interfaz de comandos AT con detección "automática" de velocidad de transmisión
- Soporta A-GPS
- Datos GPRS:
 - Velocidad máxima de transmisión 85.6 Kbps
 - Protocolo TCP/IP en chip
 - Codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4
 - Soporta USSD
- Soporta reloj en tiempo real (RTC)
- Velocidades de transmisión serial desde 1200bps hasta 115 200 bps
- Tamaño de la SIM: Micro SIM

Diagrama funcional del módulo SIM 800L

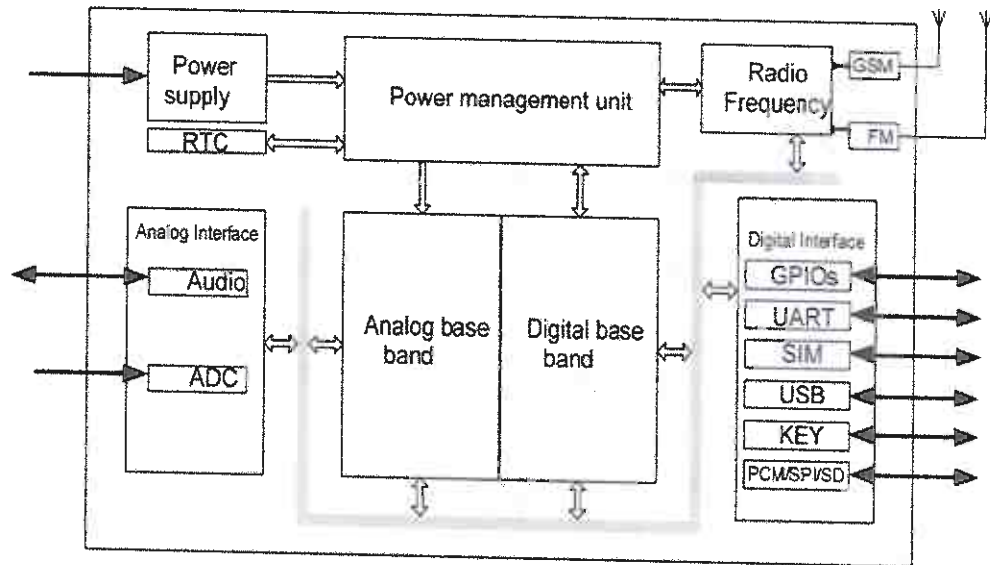
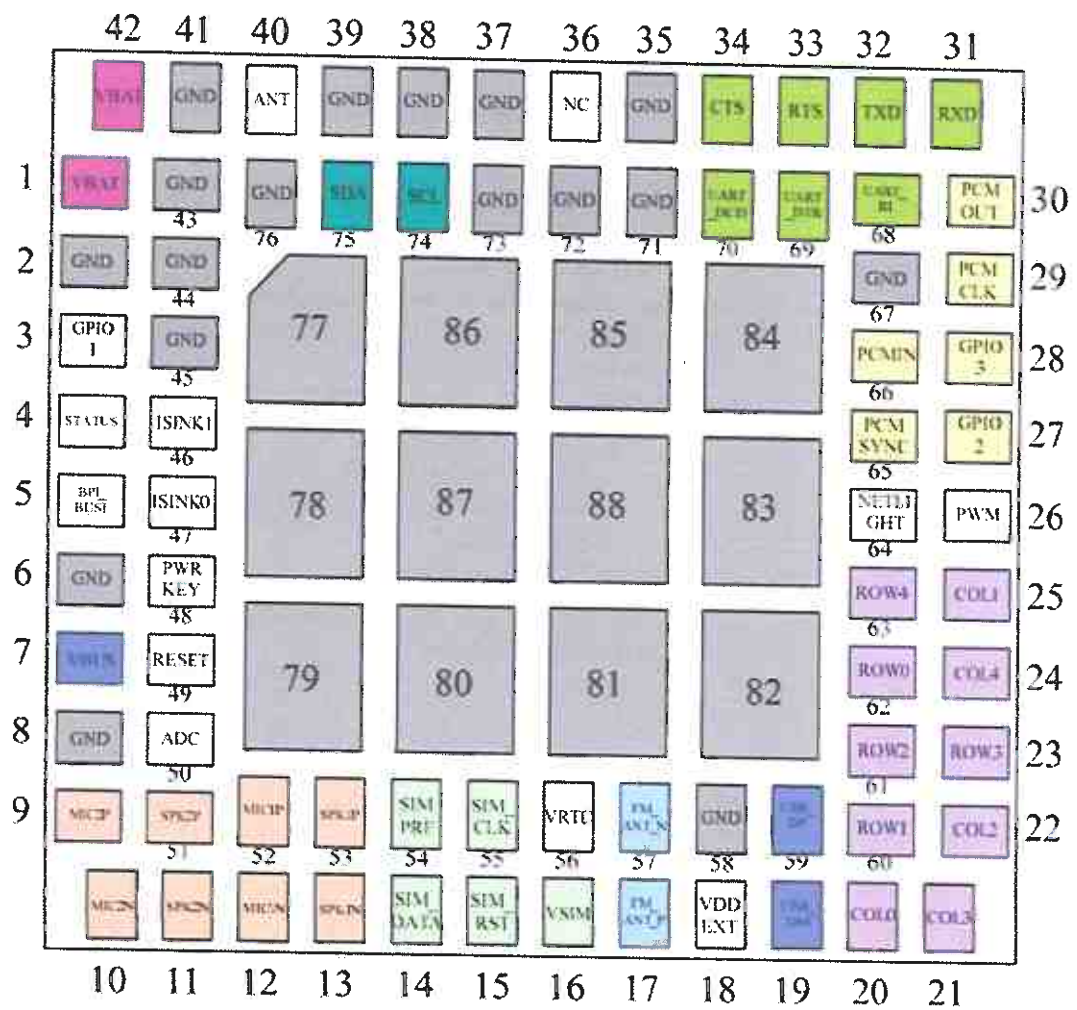
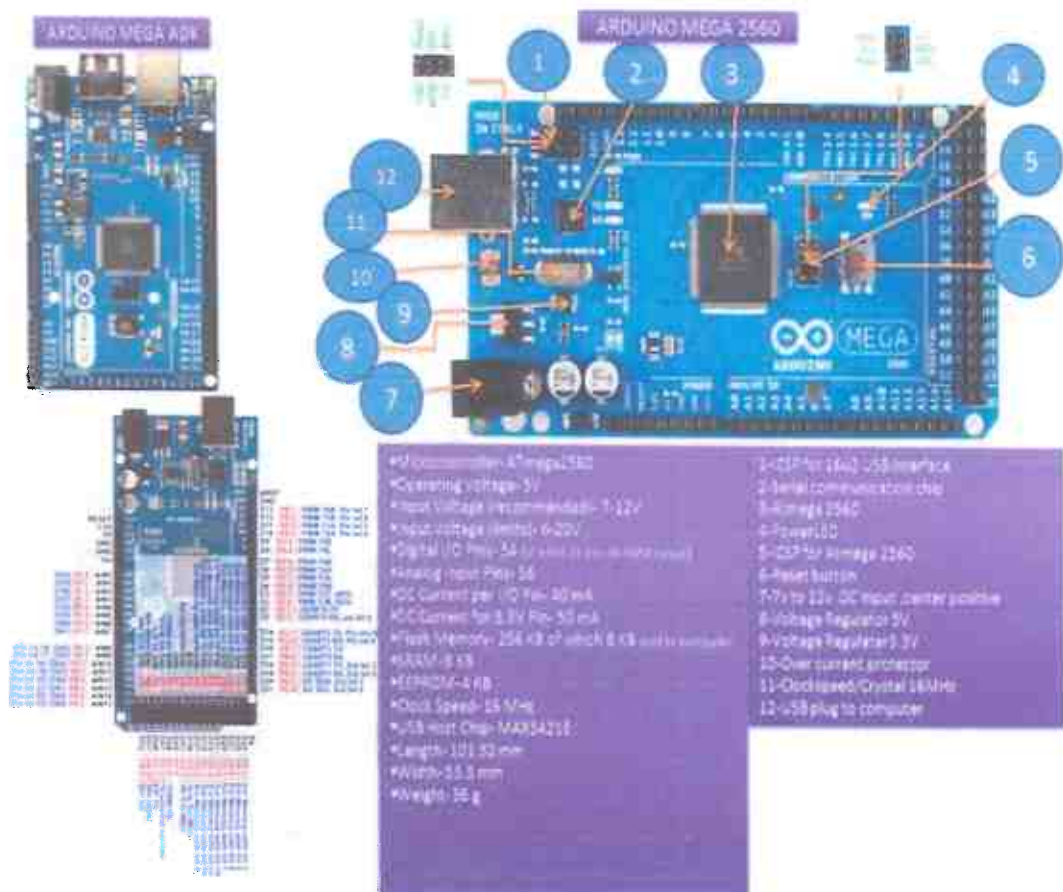


Diagrama de pines del módulo SIM 800L

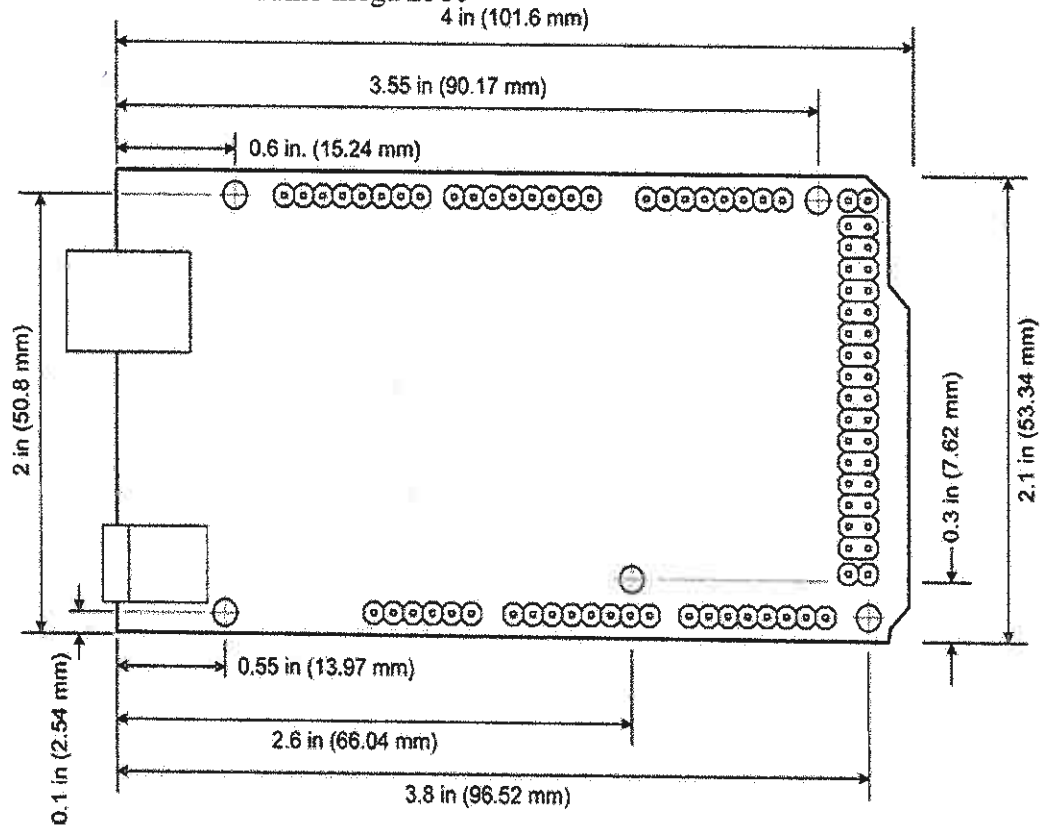


Datasheet de Arduino Mega

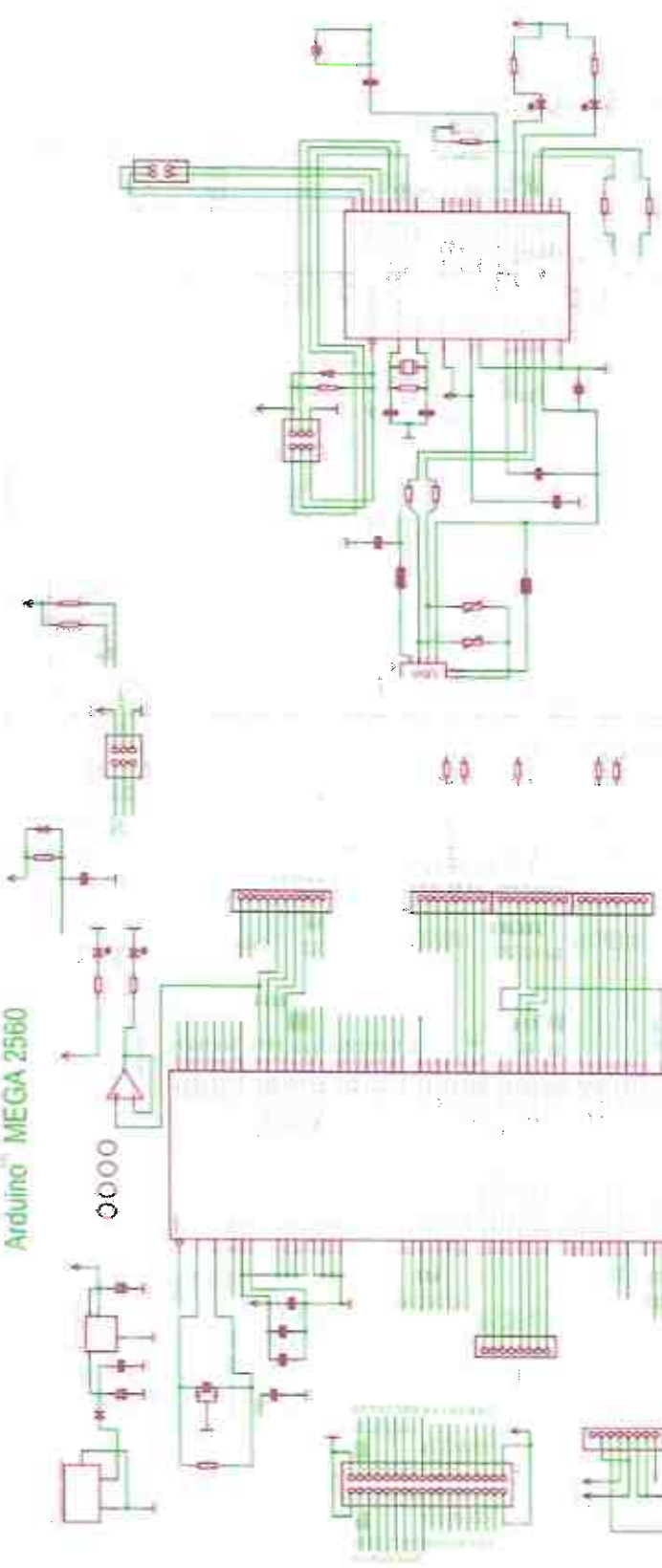
Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



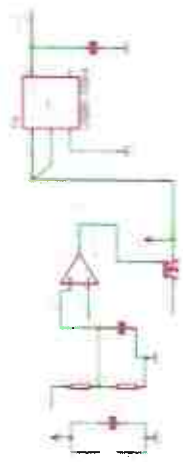
Dimensiones de Arduino mega 2560



Arduino[®] MEGA 2560



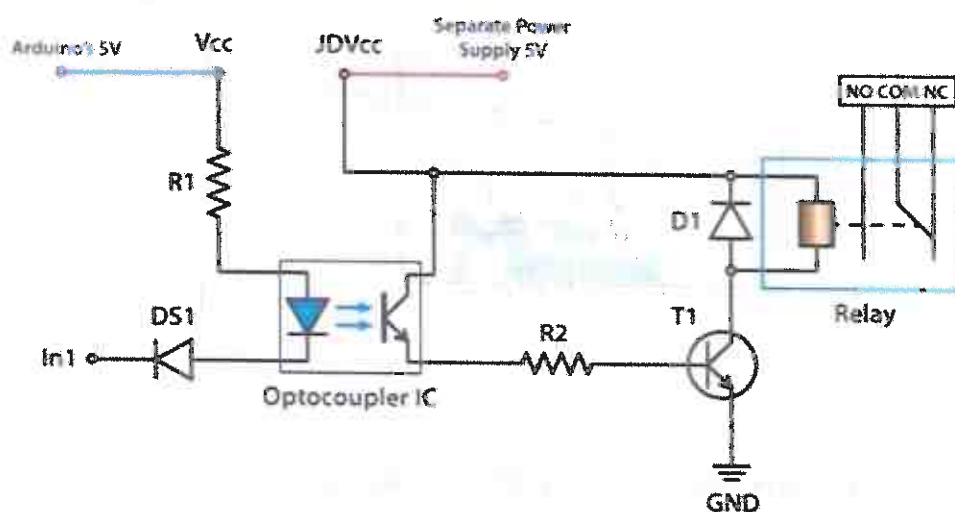
Arduino (Simple and Reprogrammable) is a free and open-source hardware and software project, a prototyping platform for building objects and interactive devices. The hardware and software are designed to be accessible to hobbyists, educators, enthusiasts, artists, designers, engineers, inventors, scientists, and in particular, anyone with an interest in tinkering, designing and building objects. Arduino is most commonly used to build objects for art, robotics, interactive design, scientific data acquisition, and prototyping. It is a general-purpose computer-based system for prototyping intelligent objects. Arduino is a registered trademark.

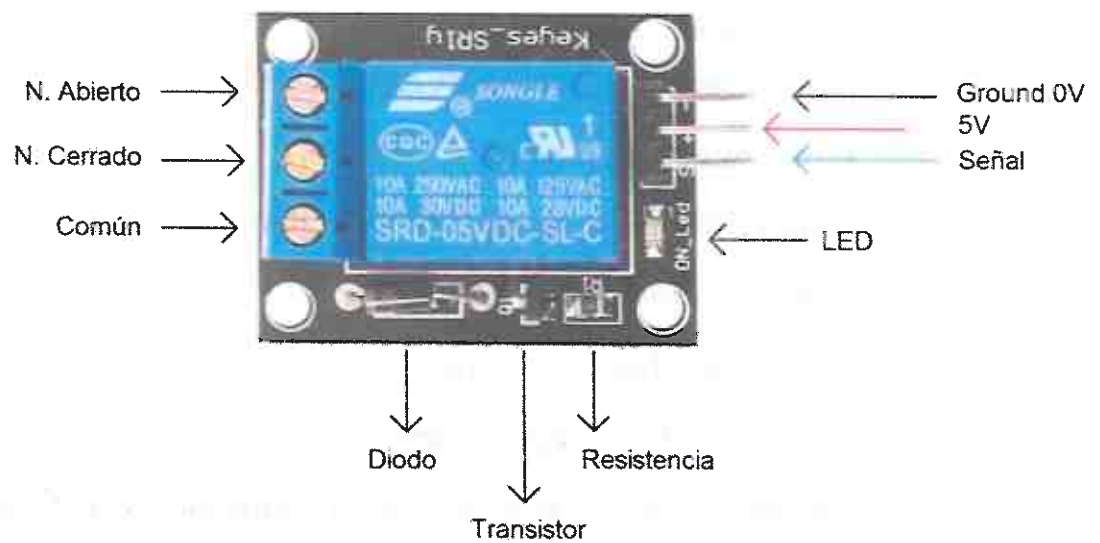


Especificaciones técnicas de módulo relé

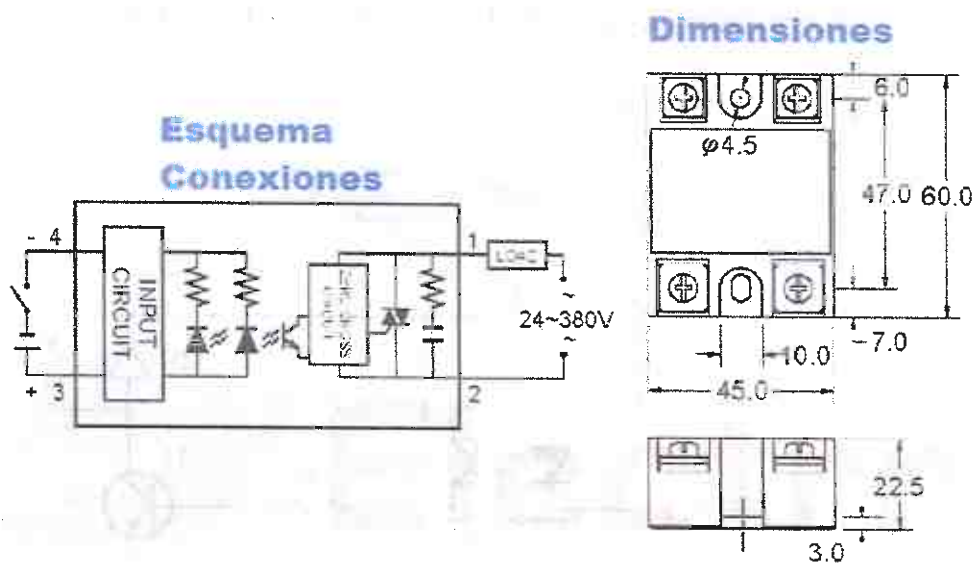
- 4.8.1 Módulo con 1 relé, un polo doble contacto, SPDT
- 4.8.2 El relé posee su propio pin de activación
- 4.8.3 Corriente máximo en contactos: 250VAC / 10A
- 4.8.4 Voltaje de trabajo: 5VDC
- 4.8.5 Corriente de trabajo: 0.2A (1 relé)
- 4.8.6 Dimensiones: 4.2cm x 2.2cm x 2cm
- 4.8.7 Para la activación del relé, es necesario un pulso negativo en el pin de entrada
- 4.8.8 Compatible con Microcontroladores, circuitos TTL, CMOS, etc.
- 4.8.9 Debe de utilizar una fuente de voltaje independiente, diferente a la fuente del circuito electrónico de control, de lo contrario existirán fallas de ACTIVACIÓN.

Diagrama del módulo relé





Dimensiones del módulo relé



Especificaciones técnicas del sensor de caudal

- 4.8.10 Model : YF-S201
- 4.8.11 Operating Voltage : 5V ~ 24V DC
- 4.8.12 Min. Working Voltage : 4.5V DC
- 4.8.13 Sensor Type : Hall Effect
- 4.8.14 Current Requirement : 15mA a 5V
- 4.8.15 Operating Temperature Range : -25°C ~ 80°C
- 4.8.16 Operating Humidity Range : 35% ~ 90% RH
- 4.8.17 Water Pressure : ≤ 1.75MPa

4.8.18 Flow Rate : 1 – 30 L/min

4.8.19 Cable Length : 15cm

4.8.20 Connection Thread : 1/2"

4.8.21 Pin Out

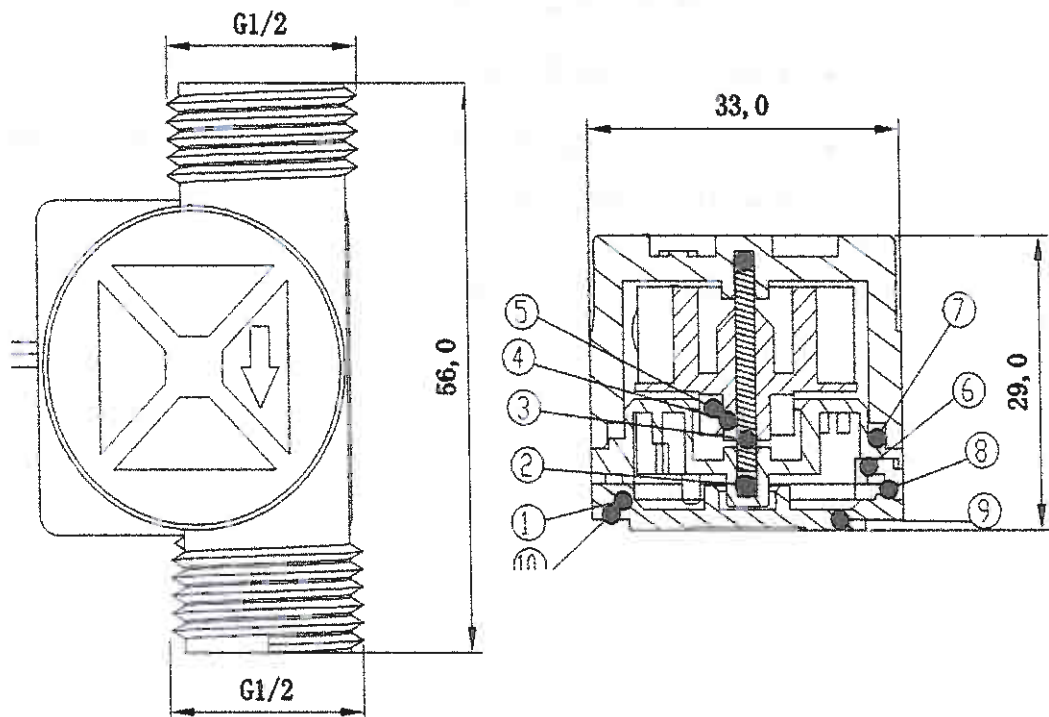
4.8.22 RED – Power Input

4.8.23 BLACK – Ground

4.8.24 YELLOW – PWM Output Signal



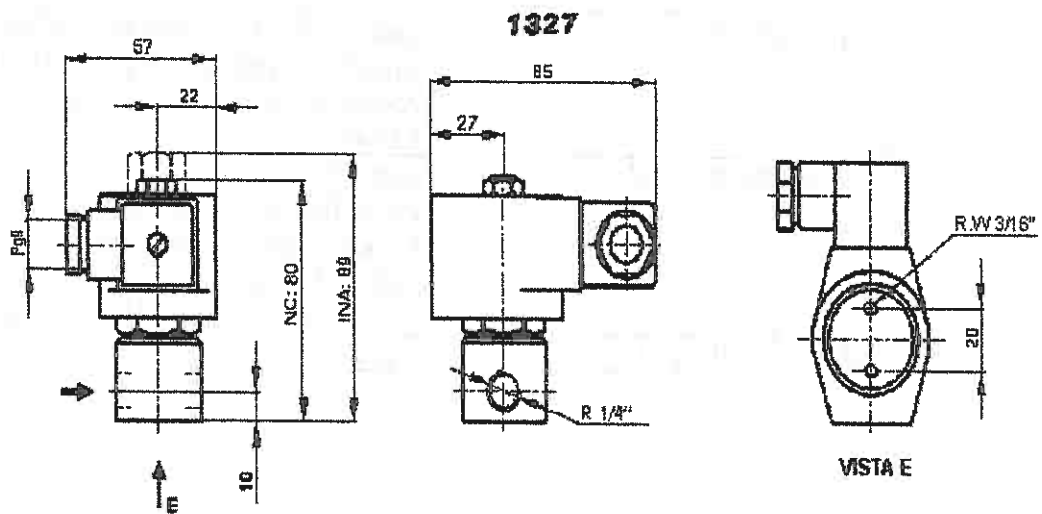
Dimensiones del sensor de Caudal



Especificaciones técnicas de la electroválvula

- Voltaje de operación: 12V DC
- Corriente de operación: 0.6A
- Potencia consumo: 8W
- Temperatura de funcionamiento: 5°C a 100°C
- Presión de funcionamiento mínima: 0.02 MPa
- Presión de funcionamiento máximo: 0.8 MPa (8 Bar)
- Tiempo de respuesta (apertura): ≤ 0.15 s
- Tiempo de respuesta (cerrado): ≤ 0.3 s
- Conectores: Rosca externa 1/2" NPS Macho
- Normalmente cerrado
- Tipo de válvula: Diafragma
- Adecuado para agua y fluidos de baja viscosidad
- Dimensiones: 60*85*26
- No se recomienda para aplicaciones que usan solo la gravedad, por la presión mínima de funcionamiento

Dimensiones de la electroválvula



Comandos AT

AT	Comprueba estado del módulo.
AT+CPIN="XXXX"	Introducir el PIN de la SIM. Cambiar XXXX por el PIN.
¿AT+CREG?	Comprueba la conexión a la red.
ATDXXXXXXXX;	Realiza una llamada. Sustituir XXXXXXXXXXX por el nº al que queremos llamar.
ATA	Descuelga una llamada.
ATH	Finaliza la llamada.
AT+CMGF=1	Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes. Devuelve ">" como inductor.
AT+CMGS="XXXXXXXXXX"	Nº al que vamos a enviar el mensaje.
AT+CLIP=1	Activamos la identificación de llamada.
AT+CNMI=2,2,0,0,0	Configuramos el módulo para que muestre los SMS por el puerto serie.
AT+CGATT=1	Conectamos a la red GPRS.
AT+CSTT="APN","usuario","contraseña"	Definimos APN. usuario y contraseña
AT+CIICR	Activamos el perfil de datos inalámbrico
AT+CIFSR	Obtenemos nuestra IP
AT+CIPSTART="TCP","dirección IP","puerto"	Indicamos el tipo de conexión, dirección IP y puerto al que realizamos la conexión
AT+CIPSEND	Preparamos el envío de datos. Devuelve ">" como inductor.
AT+CIPCLOSE	Cerramos la conexión.
AT+CIPSHUT	Cierra el contexto PDP del GPRS
AT+CGPSPWR=1	Activar el GPS.
¿AT+CGPSSTATUS?	Comprueba que el GPS ha encontrado la red.

AT+CGPSINF=0	Obtiene los datos del GPS: Modo, Latitud, Longitud, Altitud, Horario UTC, Tiempo de respuesta, Número de satélites, Velocidad, Curso
AT+CGPSOUT=32	para obtener los datos del GPS usando la especificación de la NMEA: Horario UTC, Estado, Latitud, Longitud, Velocidad en nudos, Ángulo de derrota en grados, Fecha, Variación magnética, Datos del Cheksum
AT+CGPSPWR=0	Cerrar el GPS.