



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN
INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA
RESIDENCIAL**

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del título de Ingenieros en Electromecánica.

Autores:

Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

Pullotasig Changoluisa Danny Estalin

Tutor:

Ing. Corrales Bastidas Byron Paúl MSc

Latacunga – Ecuador

Marzo 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Pullotasig Changoluisa Danny Estalin y Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín declaramos ser autores de la siguiente propuesta tecnológica.

“ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL”, Siendo el Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas MSc Director del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados obtenidos en el presente trabajo son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, marzo 2021



Pullotasig Changoluisa Danny Estalin

CC: 050430424-7



Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

CC: 050377976-1

AVAL DEL TUTOR DE TESIS

En calidad del Tutor de la Propuesta tecnológica sobre el tema

“ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL”, de PULLOTASIG CHANGOLUISA DANNY ESTALIN Y QUILUMBA GUANOLUISA LEONIDAS EFRAÍN, estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico – técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, marzo 2021

El Tutor

Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas MSc

CC: 050234776-8



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes: Pullotasig Changoluisa Danny Estalin y Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín, con el título del proyecto de “ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL”, Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, marzo 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente).

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina

CC: 050284769-2

Lector 2

Ing. Verónica Paulina Freire Andrade

CC: 050205622-9

Lector 3

Ing. Luis Miguel Navarrete López

CC: 180374738-4

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Latacunga, febrero 2021

Quien suscribe, Sr. **SEGUNDO ALCIDES PULLOTASIG CHICAIZA**, en calidad de **Propietario de la casa**, **CERTIFICO** que los Sres. **PULLOTASIG CHANGOLUISA DANNY ESTALIN Y QUILUMBA GUANOLUISA LEONIDAS EFRAIN**, realizaron las instalaciones en la casa el proyecto de investigación titulado: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL”**, **UBICADO EN EL “BARRIO ZUMBALICA NORTE” DE LA PARROQUIA ELOY ALFARO PERTENECIENTE A LA PROVINCIA DE COTOPAXI**, en la ejecución de dicho proyecto los Sres. demostraron habilidad y conocimientos en su estabilidad; así también generaron resultados que les será de gran utilidad al área de electromecánica, por cuanto se enfocaron al tema al cien por ciento.

Durante su estadía se hicieron acreedores de la confianza por la responsabilidad, honestidad y profesionalismo demostrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estime conveniente.

Atentamente

Sr. Segundo Alcides Pullotasig Chicaiza

C.C. 050201396-4

PROPIETARIO

AGRADECIMIENTO

En el nombre de Dios agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme permitido ser parte de tan prestigiosa Institución y así poder estudiar y fortalecer en los conocimientos de tan anhelada Carrera de Ingeniería Electromecánica.

Agradezco a mis docentes de las diferentes asignaturas por haberme brindado excelentes conocimientos y experiencias vividas como profesionales.

A mis padres por haberme dado la mejor herencia de la vida que son los estudios y así tener una excelente educación.

A mis compañeros y amigos quienes con su apoyo tanto moral y económicamente me ayudaron a llegar a una etapa más de mi vida.

Al Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina MSc. Docente de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, por asesorarme y guiarme como profesional, por haberme compartido su tiempo durante esta etapa de la vida como estudiante de tercer nivel.

Danny Estalin Pullotasig Changoluisa

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

En especial a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas quien me brindó la oportunidad, a través de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de realizar mis estudios de tercer nivel y obtener una carrera y profesión de excelencia y humanista.

A mis docentes de las diferentes asignaturas quienes han compartido sus conocimientos y experiencia profesional en las diferentes áreas ayudándome de esta forma a obtener los conocimientos adquiridos para poder desempeñarme en el ámbito profesional.

A mis compañeros de clase y a mis amigos quienes con su apoyo moral me ayudaron de una u otra manera a culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Al Ing. MSc Byron Paúl Corrales Bastidas Tutor del proyecto de titulación, por su valiosa guía y asesoramiento quien ha sabido guiarme y ofrecerme su conocimiento y su tiempo incondicional durante el desarrollo del proyecto de titulación.

Leonidas Efraín Quilumba Guanoluisa

DEDICATORIA

El presente trabajo de Titulación le dedico a Dios por haberme guiado por un buen camino, por darme la vida y por permitirme tomar excelentes decisiones en mi vida, a mis padres Alcides Pullotasig y María Changoluisa por haberme forjado como persona y guiado de la mejor manera para cumplir mis metas, a mi abuela Olga Tandalla por su apoyo incondicional, a mis familiares que me apoyaron y confiaron en mí les llevo en lo más profundo de mi corazón, fueron mi motivación más grande que tuve para poder concluir con mi proyecto de tesis.

Danny Estalin Pullotasig Changoluisa

DEDICATORIA

Este proyecto de Titulación está dedicado con mucho cariño a:

Mis padres Segundo Quilumba y Rosa Guanoluisa, quienes con su cariño me forjaron con valores y principios para ser una persona de bien y con su apoyo incondicional me educaron hasta lograr obtener una carrera profesional, muchos de mis logros se los debo a ustedes quienes han estado a mi lado todo el tiempo de mi vida.

Leonidas Efrain Quilumba Guanoluisa

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE TESIS.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	2
2.2. TIPO DE ALCANCE.....	2
2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO.....	2
2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.5. OBJETIVO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.5.1. Objeto de estudio.....	3
2.5.2. Campo de acción.....	3
2.6. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA.....	4
2.6.1. Situación problemática.....	4
2.6.2. Problema.....	4
2.6.3. Matriz causa efecto.....	4
2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA.....	5
2.8. OBJETIVO.....	5
2.8.1. Objetivo general.....	5
2.8.2. Objetivo específico.....	5
2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	6
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3.1. ANTECEDENTES.....	7
3.2. COMUNICACIONES INALÁMBRICAS.....	9
3.2.1. Diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica.....	9
3.2.1.1. Transmisor	9

3.2.1.2. Medio de transmisión.....	9
3.2.1.3. Receptor.....	10
3.2.2. Potencia de transmisión.....	10
3.2.3. Velocidad de transmisión de datos.....	10
3.3. TIPOS DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.....	10
3.3.1. Tecnología radiofrecuencia RF.....	11
3.3.1.1. Descripción.....	11
3.3.1.2. Aplicaciones de la tecnología RF.....	11
3.3.1.3. Características de la tecnología RF.....	11
3.3.1.4. Ventajas de la tecnología RF.....	11
3.3.1.5. Desventajas de la tecnología RF.....	11
3.3.2. Tecnología GSM.....	12
3.3.2.1. Descripción.....	12
3.3.2.2. Aplicación de la tecnología GSM.....	12
3.3.2.3. Características de la tecnología GSM.....	12
3.3.2.4. Ventajas de la tecnología GSM.....	12
3.3.2.5. Desventajas de la tecnología GSM.....	12
3.3.3. Tecnología Bluetooth.....	13
3.3.3.1. Descripción.....	13
3.3.3.2. Aplicaciones.....	13
3.3.3.3. Características de la tecnología Bluetooth HC-05.....	13
3.3.3.4. Ventajas de la tecnología bluetooth.....	13
3.3.3.5. Desventajas de la tecnología bluetooth.....	14
3.3.4. Tecnología ZigBee.....	14
3.3.4.1. Descripción.....	14
3.3.4.2. Aplicaciones de la tecnología Zig-Bee.....	14
3.3.4.3. Características de la tecnología Zig-Bee.....	14
3.3.4.4. Ventajas de la tecnología Zig-Bee.....	14
3.3.4.5. Desventajas de la tecnología Zig-Bee.....	15
3.3.5. Tecnología WIFI.....	15
3.3.5.1. Descripción.....	15
3.3.5.2. Aplicaciones de la tecnología WIFI.....	15
3.3.5.3. Características de la tecnología WIFI.....	15

3.3.5.4. Ventajas de la tecnología WIFI.....	15
3.3.5.5. Desventajas de la tecnología WIFI.....	16
3.3.6. Tecnología LORA.....	16
3.3.6.1. Descripción.....	16
3.3.6.2. Aplicaciones de la tecnología LORA.....	16
3.3.6.3. Características de la tecnología LORA.....	16
3.3.6.4. Ventajas de la tecnología LORA.....	17
3.3.6.5. Desventajas de la tecnología LORA.....	17
3.3.7. Tecnología Ubiquiti.....	17
3.3.7.1. Descripción.....	17
3.3.7.2. Aplicación de la tecnología Ubiquiti.....	17
3.3.7.3. Características de la tecnología Ubiquiti.....	17
3.3.7.4. Ventajas de la tecnología Ubiquiti.....	18
3.3.7.5. Desventajas de la tecnología Ubiquiti.....	18
3.4. SENSORES.....	18
3.4.1. Error de medición.....	18
3.4.2. Sensibilidad de los sensores.....	18
3.4.3. Sensor de presión.....	19
3.4.3.1. Descripción.....	19
3.4.3.2. Funcionamiento del sensor de presión.....	19
3.4.3.3. Partes del sensor de presión.....	20
3.4.4. Sensor de Flujo.....	20
3.4.4.1. Descripción.....	20
3.4.4.2. Funcionamiento del sensor de flujo.....	20
3.4.4.3. Partes del sensor de Flujo.....	21
3.5. ADQUISICIÓN DE DATOS.....	21
3.5.1. Microcontroladores Arduino.....	21
3.5.1.1. Tipos de placas Arduino.....	22
3.6. RECEPCIÓN DE DATOS.....	24
3.6.1. Sistemas HMI.....	24
3.6.1.1. Funciones.....	24
4. METODOLOGÍA.....	25
4.1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	25

4.2. CARACTERITICAS RELEVANTES DE LAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICAS A UTILIZAR.....	26
4.2.1 Tecnologías inalámbricas de corta distancia.....	26
4.2.1.1. Transmisor Bluetooth HC-05.....	26
4.2.1.2. Transmisor X-bee S2.....	26
4.2.1.3. Transmisor WiFi ESP8266.....	26
4.2.2 Tecnologías de inalámbricas de larga distancia.....	26
4.2.2.1. Transmisor NRF24L01.....	26
4.2.2.2. Transmisor GSM SIM 800L.....	26
4.2.2.3. Transmisor LoRa SX1278.....	27
4.2.2.4. Transmisor Ubiquiti Nano Station.....	27
4.3 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA.....	27
4.3.1 Conexión del sensor de caudal en la tubería de consumo residencial.....	27
4.3.2 Conexión del sensor de presión en la tubería de consumo residencial.....	28
4.3.3. Error de medición de los sensores.....	29
4.3.3.1. Sensor de caudal YFS201.....	29
4.3.3.3. Sensor de Presión HK1100C.....	29
4.3.4 Sensibilidad de los Sensores.....	29
4.3.4.1. Sensor de Presión HK1100C.....	29
4.3.4.2. Sensor de Caudal YFS201.....	30
4.4. CONFIGURACIÓN DE LOS MODULOS.....	30
4.4.1. Configuración del módulo Xbee Transmisor.....	30
4.4.2. Configuración del módulo Xbee Receptor.....	30
4.4.3. Configuración de la antena Ubiquiti Transmisor.....	31
4.4.3.1. Conexión de la antena Ubiquiti Transmisor.....	31
4.4.4. Configuración de la antena Ubiquiti Receptor.....	31
4.4.4.1. Conexión de la antena Ubiquiti Receptora.....	31
4.5. PROGRAMACIÓN DE LOS MODULOS TRANSMISOR Y RECEPTOR.....	31
4.6. CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA TRANSMISOR Y RECEPTOR.....	32
4.7. DISEÑO DEL SISTEMA HMI.....	32
4.8 DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA, EFICIENCIA Y POTENCIA DE TRANSMISIÓN.....	33
4.8.1 Transmisión de datos con tecnologías de corta distancia.....	33

4.8.1.1 Tecnología Bluetooth.....	33
4.8.1.2 Tecnología X-Bee.....	33
4.8.1.3 Tecnología Wifi.....	33
4.8.2 Transmisión de datos con tecnologías de larga distancia.....	33
4.8.2.1 Tecnología Radiofrecuencia RF.....	33
4.8.2.2 Tecnología GSM.....	33
4.8.2.3 Tecnología Lora.....	33
4.8.2.4. Tecnología Ubiquiti.....	34
4.8.3 Potencia de transmisión de las tecnologías de corta distancia.....	34
4.8.3.1. Tecnología Bluetooth.....	34
4.8.3.2 Tecnología Xbee.....	34
4.8.3.3 Tecnología Wifi.....	34
4.8.4 Potencia de transmisión de las tecnologías de larga distancia.....	34
4.8.4.1 Tecnología Radiofrecuencia RF.....	34
4.8.4.2 Tecnología Lora.....	35
4.8.4.3. Tecnología GSM.....	35
4.8.4.4 Tecnología Ubiquiti.....	35
4.8.5 Eficiencia de la comunicación de las tecnologías de corta distancia.....	35
4.8.6 Eficiencia de la comunicación de las tecnologías de larga distancia.....	36
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
5.1 Resultados obtenidos del caudal, presión y consumo después de la instalación de los sensores.....	40
5.2. Comportamiento de las variables de caudal, presión y consumo residencial.....	41
5.2.1. Curva de caudal en función del consumo.....	41
5.2.2. Curva de Caudal en función de la presión.....	41
5.3. Comportamiento de las variables de los datos recibidos con las tecnologías de corta distancia.....	42
5.3.1. Tecnología Bluetooth.....	42
5.3.2. Tecnología X-Bee.....	43
5.3.3. Tecnología WiFi.....	45
5.4. Comportamiento de las variables de los datos recibidos con las tecnologías de larga distancia.....	46
5.4.1. Tecnología Radio Frecuencia.....	46

5.4.2. Tecnología LORA.....	48
5.4.3. Tecnología GSM.....	49
5.4.4. Tecnología Ubiquiti.....	51
5.5. Error de medición de los sensores.....	52
5.6 RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO.....	53
5.7. ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE CORTA DISTANCIA.....	54
5.8. ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE LARGA DISTANCIA.....	54
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTO.....	55
6.1. PRESUPUESTO.....	55
6.2. ANALISIS DE IMPACTO.....	57
6.2.1. Impacto técnico.....	57
6.2.2. Impacto Social.....	57
6.2.3. Impacto Ambiental.....	58
6.2.4. Impacto Económico.....	58
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
7.1. CONCLUSIONES.....	58
7.2. RECOMENDACIONES.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.2. Transmisión y recepción de datos con tecnología Bluetooth.....	35
Tabla 4.3. Transmisión y recepción de datos con tecnología X-Bee.....	36
Tabla 4.4. Transmisión y recepción de datos con tecnología Wifi.....	36
Tabla 4.5. Transmisión y recepción de datos con tecnología Radiofrecuencia.....	36
Tabla 4.6. Transmisión y recepción de datos con tecnología GSM.....	37
Tabla 4.7. Transmisión y recepción de datos con tecnología Lora.....	38
Tabla 4.8. Transmisión y recepción de datos con tecnología Ubiquiti.....	39
Tabla 5.1. Datos de caudal, presión y consumo de la vivienda.....	40
Tabla 5.2. Porcentaje de Error de medición de los sensores.....	52
Tabla 5.3 Comparación de las tecnologías inalámbricas de corta distancia.....	53
Tabla 5.4 Comparación de las tecnologías inalámbricas de larga distancia.....	53
Tabla 6.1. Materiales Electrónicos.....	55
Tabla 6.2. Materiales de PVC.....	56
Tabla 6.3. Gastos indirectos.....	56
Tabla 6.4. Imprevistos.....	57
Tabla 6.5. Costos Total.....	57

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura 3.1. Diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica.....	9
Figura 3.2. Funcionamiento del sensor de presión.....	19
Figura 3.3. Partes del sensor de presión.....	20
Figura 3.4. Funcionamiento del sensor de caudal.....	21
Figura 3.5. Partes del sensor de caudal.....	21
Figura 3.6. Tarjetas electrónicas Arduino.....	22
Figura 3.7. Instrumento Real y Virtual (HMI).....	24
Figura 4.1. Conexión del sensor de caudal.....	28
Figura 4.2. Conexión del sensor de presión.....	28
Figura 5.1. Curva de comportamiento de caudal vs consumo.....	41
Figura 5.2. Curva de comportamiento de caudal vs presión	41
Figura 5.3. Curva de comportamiento del caudal con tecnología Bluetooth.....	42
Figura 5.4. Curva de comportamiento del consumo con tecnología Bluetooth.....	42
Figura 5.5. Curva de comportamiento de presión con tecnología Bluetooth.....	43
Figura 5.6. Curva de comportamiento del caudal con tecnología X-Bee.....	43
Figura 5.7. Curva de comportamiento del consumo con tecnología X-Bee	44
Figura 5.8. Curva de comportamiento de presión con tecnología X-Bee	44
Figura 5.9. Curva de comportamiento del caudal con tecnología WiFi	45
Figura 5.10. Curva de comportamiento del consumo con tecnología WiFi.....	45
Figura 5.11. Curva de comportamiento de presión con tecnología WiFi.....	46
Figura 5.12. Curva de comportamiento del caudal con tecnología RF.....	46
Figura 5.13. Curva de comportamiento del consumo con tecnología RF.....	47
Figura 5.14. Curva de comportamiento de presión con tecnología RF.....	47
Figura 5.15. Curva de comportamiento del caudal con tecnología LoRa.....	48
Figura 5.16. Curva de comportamiento del consumo con tecnología LoRa	48
Figura 5.17. Curva de comportamiento de presión con tecnología Lora.....	49
Figura 5.18. Curva de comportamiento del caudal con tecnología GSM.....	49
Figura 5.19. Curva de comportamiento del consumo con tecnología GSM	50
Figura 5.20. Curva de comportamiento de presión con tecnología GSM.....	50
Figura 5.21. Curva de comportamiento del caudal con tecnología Ubiquiti.....	51
Figura 5.22. Curva de comportamiento del consumo con tecnología Ubiquiti	51
Figura 5.23. Curva de comportamiento de presión con tecnología Ubiquiti.....	52

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL.

Autores: Pullozasig Changoluisa Danny Estalin – Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

RESUMEN

El propósito de esta investigación es la obtención de la potencia, distancia, y eficiencia de trasmisión de datos de caudal presión y consumo con las tecnologías inalámbricas de corta y de larga distancia en la aplicación del consumo de agua residencial, siendo el problema la indisponibilidad de un análisis de diferentes tecnologías inalámbricas que sirva como base para la implementación de un adecuado sistema, se justifica que la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica se lo implementa sin un estudio previo para conocer de mejor manera el funcionamiento de las tecnologías utilizando la que se disponga, para el desarrollo de la investigación se realizó la adquisición de los datos de caudal, presión y consumo, una vez obtenidos los valores se realizó la transmisión de datos a diferentes distancias, y se validó el funcionamiento mediante el sistema HMI. Los resultados de la investigación con las tecnologías de corta distancia fueron las siguientes: Con la tecnología Bluetooth un alcance de 25 metros, eficiencia del 100%, potencia de 3.98 mW, velocidad de 1 Mbps, con la tecnología X-Bee un alcance de 10 metros, eficiencia del 100%, potencia de 3.98 mW, velocidad de 250 kbps, con la tecnología WiFi un alcance de 8 metros, eficiencia del 100%, potencia de 3.98 mW, velocidad de 110 bps. con las tecnologías de larga distancia los resultados fueron los siguientes: Con la tecnología RF un alcance de 980 metros, eficiencia de 100%, potencia de 2.51 mW, velocidad de 2 Mbps, con la tecnología GSM el alcance dependió de su cobertura en este caso 1 km, eficiencia del 97.28 %, potencia de 1.99 mW, velocidad de 1200 bps, con la tecnología LoRa un alcance de 8 Km, eficiencia del 99.11 %, potencia de 100 mW, velocidad de 300 kbps, con la tecnología Ubiquiti un alcance de 8 Km, eficiencia del 98.47 %, potencia de 199.52 mW, velocidad de 300Mbps.

Palabras Clave: Transmisor, receptor, caudal, presión, agua.

THEME: COMPARATIVE STUDY OF WIRELESS COMMUNICATION TECHNOLOGIES AT THE TRANSMISSION OF RESIDENTIAL WATER CONSUMPTION.

Authors: Pullotasig Changoluisa Danny Estalin - Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

ABSTRACT

This research purpose is to obtain the power, distance, efficiency and speed of data transmission of flow, pressure and consumption of short and long distance wireless technologies in the application of residential water consumption, the problem being unavailability from an analysis of different wireless technologies that serves as a basis for this research development, it is justified that the implementation of a wireless communication system is implemented without a prior study to better understand the technologies operation, for its development, the flow, pressure and consumption data were acquired, once the values were obtained, the data was transmitted at different distances, and the operation was validated through the HMI system. The research results with the short distance technologies were the following: With Bluetooth technology a range of 25 meters, efficiency of 100 %, power of 3.98 mW, speed of 1 Mbps, with X-Bee technology a range of 10 meters, 100 % efficiency, 3.98 mW power, 250 kbps speed, with WiFi technology a range of 8 meters, 100 % efficiency, 3.98 mW power, 110 bps speed. With long distance technologies the results were the following: With RF technology a range of 980 meters, efficiency of 100 %, power of 2.51 mW, speed of 2 Mbps, with GSM technology the range depended on its coverage in this case 1 km, efficiency of 97.28 %, power of 1.99 mW, speed of 1200 bps, with LoRa technology a range of 8 km, efficiency of 98.47 %, power of 100 mW, speed of 300 kbps, with Ubiquiti technology a range of 8 km, 99.11 % efficiency, 199.52 mW power, 300 Mbps speed.

Key Words: Transmitter, receiver, flow, pressure, water.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: PULLOTASIG CHANGOLUISA DANNY ESTALIN y QUILUMBA GUANOLUISA LEONIDAS EFRAÍN**, cuyo título versa “**ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA EN LA TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente,

Lidia Rebeca Yugla L.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502652340

1803027935 Firmado
VICTOR digitalmente por
HUGO 1803027935
ROMERO VICTOR HUGO
GARCIA ROMERO GARCIA
Fecha: 2021.03.08
16:38:16 -05'00'

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR:

Integrantes: Pullotasig Changoluisa Danny Estalin
Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

Tema aprobado:

Estudio comparativo de tecnologías de comunicación inalámbrica en la transmisión del consumo de agua residencial

CARRERA:

Ingeniería Electromecánica

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Tutor: Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas MSc.

EQUIPO DE TRABAJO:

Tutor: Ing.: Byron Paúl Corrales Bastidas MSc.
Integrante: Pullotasig Changoluisa Danny Estalin
Quilumba Guanoluisa Leonidas Efraín

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Provincia Cotopaxi, Ciudad Latacunga, Barrio Zumbalica Norte
Dirección Domiciliaria: Calle Colaiza y Vía Poalo

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA:

6 Meses

FECHA DE ENTREGA:

Marzo del 2021

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos Industriales

SUBLINEAS DE INVESTIGACIÓN:

Automatización, control, y protecciones de sistemas electromecánicos.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

El tipo de propuesta tecnológica es el desarrollo de una tecnología innovadora mediante un prototipo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos del consumo de agua residencial a diferentes distancias que puedan ayudar a la solución de los problemas debido a que la comunicación inalámbrica es parte principal del desarrollo económico y social.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Estudio comparativo de tecnologías de comunicación inalámbrica en la transmisión del consumo de agua residencial.

2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

Interdisciplinar: La utilización de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica para la transmisión de los datos del consumo de agua residencial emplea diferentes protocolos de comunicación inalámbrica, las tecnologías emplean diferentes estándares para la transmisión de la información

2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Según la norma Unesco se trabajará en las áreas del conocimiento especificadas que son las siguientes:

33 Ciencias tecnológicas

3304. Tecnología de los ordenadores

3304.13 Dispositivos de transmisión de datos

3304.17 Sistemas de tiempo real

3304.18 Dispositivos de almacenamiento

3307. Tecnología Electrónica

3307.01 Antenas

3307.03 Diseño de circuitos

3307.11 Transmisores de radio

3307.12 Receptores de radio

3307.90 Microelectrónica

3311. Tecnología de la Instrumentación

3311.01 Tecnología de Automatización

3307.02 Ingeniería de control

3325. Tecnología de las telecomunicaciones

3325.05 Radiocomunicaciones

2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El propósito de la investigación es realizar un estudio de las tecnologías de comunicación inalámbrica para determinar la distancia, potencia, eficiencia, este estudio está realizado en una residencia del barrio Zumbalica de la provincia de Cotopaxi, con los resultados obtenidos se podrá proponer la implementación de un sistema de monitorización y toma de datos de caudal, presión, y consumo de agua residencial ya sea en la junta, municipio, u otra organización.

De esa manera el beneficiario directo de la investigación es el investigador porque en el futuro lo podrá implementar en alguna organización y el beneficiario indirecto el dueño de la residencia ya que el estudio se lo realizó en su residencia y tiene instalado los elementos en su residencia. La justificación del por qué se desarrolla esta investigación es debido a que existen varias tecnologías de comunicación inalámbrica y no se tiene un análisis de las mismas que permita determinar cuál es la adecuada para la transmisión de datos de caudal, presión, y consumo de agua residencial, ya que cuando se realiza un sistema de comunicación inalámbrica se lo hace con la tecnología que se disponga.

La propuesta se basa en realizar un estudio y determinar la eficiencia de la comunicación, la distancia de transmisor y la potencia de transmisión de datos de caudal, presión y consumo de agua residencial, con las tecnologías de corta distancia y de larga distancia para lo cual se debe ejecutar tres etapas; adquisición de datos mediante un sensor de caudal y uno de presión, transmisión y recepción de datos mediante los módulos transmisores, y visualización de los datos en HMI mediante un software.

2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1. Objeto de estudio

Comparativa de las tecnologías de comunicación inalámbrica.

2.5.2. Campo de acción

Tecnologías inalámbricas, sensor de caudal y de presión, transmisor, receptor, adquisición de datos, sistema HMI.

2.6. SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

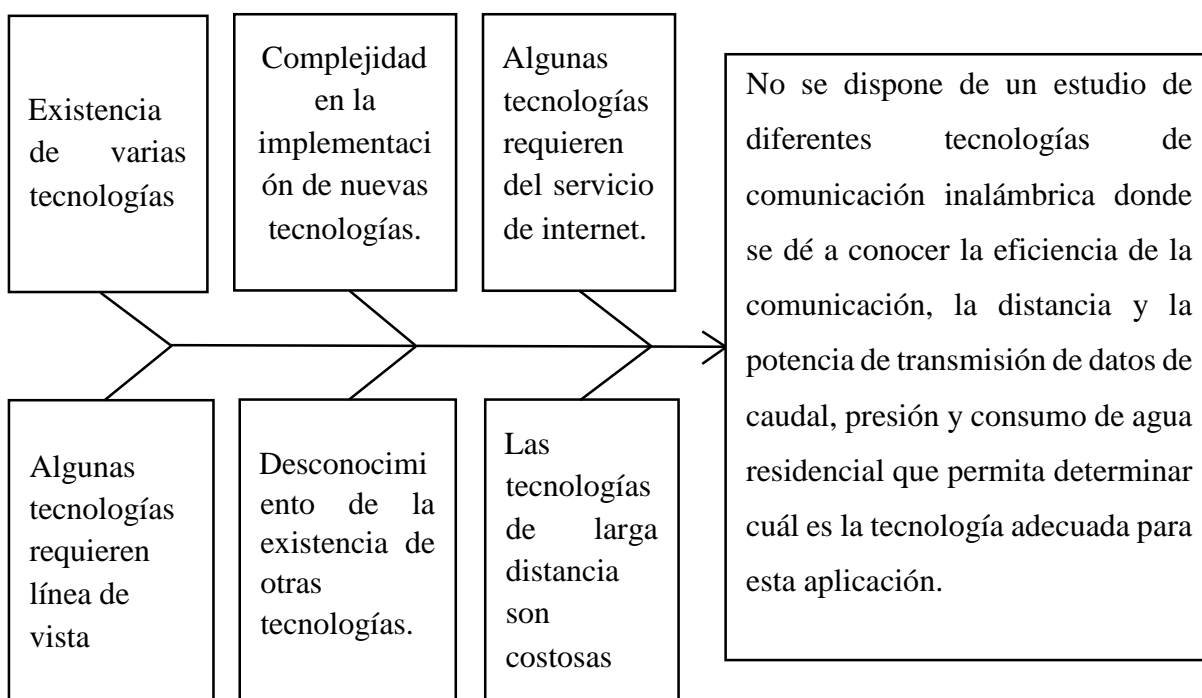
2.6.1. Situación problemática

Existen diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica como: Bluetooth, Radiofrecuencia, Wifi, X-Bee, Lora, GSM, Ubiquiti, etc., para la transmisión de la información de diferentes variables como caudal presión y consumo de agua residencial, debido a su desarrollo existen inconvenientes ya que para esto debe existir un estudio previo para conocer de mejor manera el funcionamiento de cada uno de ellos y así poder determinar cuál es la tecnología adecuada que se puede implementar en el consumo de agua residencial para la monitorización de las diferentes variables, ya que algunas tecnologías pueden presentar deficiencias en la transmisión de los datos.

2.6.2. Problema

No se dispone de un estudio de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica donde se dé a conocer la eficiencia de la comunicación, la distancia y la potencia de transmisión de datos de caudal, presión y consumo de agua residencial que permita determinar cuál es la tecnología adecuada para esta aplicación.

2.6.3 Matriz causa efecto



2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

El estudio de diferentes tecnologías de comunicación inalámbricas permitirá conocer la eficiencia de la comunicación, la distancia de transmisión y la potencia de transmisión de datos de caudal, presión y consumo de agua residencial para determinar cuál es la tecnología adecuada para esta aplicación.

2.8. OBJETIVO

2.8.1. Objetivo general

Realizar el estudio comparativo de las tecnologías de comunicación inalámbrica de corta y de larga distancia mediante la transmisión de datos de caudal, presión, y consumo de agua residencial para determinar cuál es la tecnología adecuada para esta aplicación.

2.8.2. Objetivos específicos

- Investigar las características relevantes de las tecnologías de comunicación inalámbrica
- Diseñar el prototipo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos del consumo de agua residencial.
- Determinar la distancia, eficiencia, y potencia de transmisión.

2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<p>1. Investigar las características relevantes de las tecnologías de comunicación inalámbricas a utilizar.</p>	<p>1.1. Investigación de las especificaciones técnicas de las tecnologías de corta distancia</p> <p>1.2. Investigación de las especificaciones técnicas de las tecnologías de larga distancia</p>	<p>Análisis de artículos científicos, tesis, libros</p>	<p>Artículos científicos, tesis, libros</p>
<p>2. Diseñar el prototipo de comunicación inalámbrica para la transmisión de datos del consumo de agua residencial.</p>	<p>2.1. Conexión del sensor de presión y caudal en la tubería del consumo de agua residencial</p> <p>2.3. Programación de los módulos transmisores</p> <p>2.4. Construcción de las placas emisor y receptor</p> <p>2.5. Diseño del sistema HMI</p>	<p>Implementación del prototipo de comunicación inalámbrica</p>	<p>Prototipo implementado</p>
<p>3. Determinar la distancia, potencia, y eficiencia de la comunicación.</p>	<p>3.1. Transmisión y recepción de datos con tecnologías de corta distancia</p> <p>3.1. Transmisión y recepción de datos con tecnologías de larga distancia</p> <p>3.2. Calculo de la potencia de transmisión</p> <p>3.3. Calculo de la eficiencia de comunicación.</p>	<p>Comprobación del adecuado funcionamiento del prototipo</p>	<p>Pruebas experimentales</p>

3 MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES

En el presente capítulo se presenta los análisis de los trabajos precedentes referentes a las principales publicaciones relacionadas con el tema, las cuales se obtuvieron mediante libros, artículos de revistas referenciadas, entre otros.

En la actualidad debido a la importancia que tiene la comunicación inalámbrica se han desarrollado módulos, prototipos, o sistemas, es así que para nuestro enfoque es necesario detallar los principales avances tecnológicos que se han desarrollado en las comunicaciones inalámbricas.

LECTURA AUTOMÁTICA DE MEDIDORES DE CONSUMO DE AGUA CON TECNOLOGÍA BLUETOOTH

Los dispositivos de tecnología inalámbrica tienen una interfaz y su funcionamiento es sobre la capa RFCOMM del Bluetooth que a su vez permite ejecutar todas las transmisiones necesarias, mediante el protocolo se obtiene un nivel de seguridad para la administración del datalogger, los dispositivos de procesamiento de niveles distintos de la tecnología Bluetooth limitan el procesamiento de transacciones de datos con la validez de la estructura del formato de trama definido al nivel de acceso al logger. [1]

MONITOREO DEL CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA POTABLE UTILIZANDO TECNOLOGÍA XBEE S2

Al diseñar un sistema de adquisición de datos es una alternativa viable para un monitoreo de consumo de agua residencial, las pruebas realizadas sugieren que el tiempo de medición sea de un segundo para poder medir los datos de consumo doméstico.

El sistema de comunicación inalámbrica está configurado para hacer pruebas de distintos puntos en la cual es posible realizar una conexión inalámbrica por mallas para implementar más dispositivos para la lectura de diferentes hogares en el consumo de agua residencial y así reducir el gasto excesivo que registran en los diferentes medidores domiciliarios y así poder dar un valor exacto de consumo de agua mediante la aplicación de un dispositivo móvil. [2]

SISTEMA AUTOMÁTICO DE REGADÍO PARA HUERTA DE PEPINO UTILIZANDO ARDUINO Y SIM800L EN EL CORREGIMIENTO MATURÍN

Al implementar este sistema se puede controlar y monitorear la cantidad de agua necesaria para el cultivo reduciendo el esfuerzo físico del campesino para realizar el riego de agua en los

respectivos cultivos, también se da a conocer los datos de la humedad y de la temperatura del suelo con el funcionamiento de dichos sensores, debido a la automatización de estos sistemas se reduce el trabajo de las personas y mediante esto podrán tener un uso adecuado del sistema de agua en los cultivos. [3]

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE SENSORES AUTO CONFIGURABLE UTILIZANDO TRANSCEPTORES NRF24L01

La implementación de un prototipo WSN para la agricultura es de mucha ayuda al ser un módulo flexible de un costo reducido y bajo consumo ya que nos facilita las comunicaciones inalámbricas y nos brinda datos en tiempos reales, el sistema que muestra en el software creado se dice que ayuda a comprender los procesos que ocurre en ese momento, también se ha comprobado que el módulo WSN tiene la facilidad de reconfigurarse. [4]

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA EL CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN HOGARES RESIDENCIALES.

Al utilizar los módulos nodemcu se dice que el control y la supervisión de agua es más factible ya que mediante las aplicaciones móviles se puede controlar el consumo constante de agua en el hogar ya que mediante este sistema de control y supervisión hace que los usuarios no paguen valores elevados de planilla por falta de control del consumo de agua en distintas zonas del consumo de agua en la ciudad. [5]

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA DE CONTROL DE VOLUMEN DE AGUA PARA LA ADMINISTRACIÓN AUTÓNOMA PARA OBRAS SANITARIAS.

Mediante el sistema de telemetría se transportará la información y los datos adquiridos a la respectiva empresa ya que el diseño del sistema se propone realizar las configuraciones del equipo Ubiquiti dando a conocer que se puede realizar este sistema a largas distancias y puede enviar excelentes datos a tiempo real ya que es un módulo de gran utilidad en distancias largas. [6]

DESARROLLO DE UNA RED IOT CON TECNOLOGÍA LORA PARA DETECCIÓN DE AUTOMÓVILES

La tecnología IOT en los módulos LORA en la red vehicular es de baja potencia ya que los dispositivos son de un rango muy elevado en señal inalámbrica, también permiten definir parámetros de forma individual para cada cosa y estos indica el momento preciso para transmitir una señal de acuerdo al esquema que se realice en relación a la distancia. [7]

3.2 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

La comunicación inalámbrica es la transmisión de datos, señales, imágenes, sonidos, o información de cualquier naturaleza entre el emisor y el receptor utilizando el espacio libre como medio de transmisión, la información se convierte en una señal eléctrica que viaja por el espacio libre en forma de ondas electromagnéticas, la comunicación inalámbrica se establece mediante dispositivos electrónicos. [8]

3.2.1 Diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica

Los sistemas de comunicación inalámbrica emplean tres partes principales que son el transmisor, receptor y el espacio libre, la figura 3.1 indica el diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica. [9]

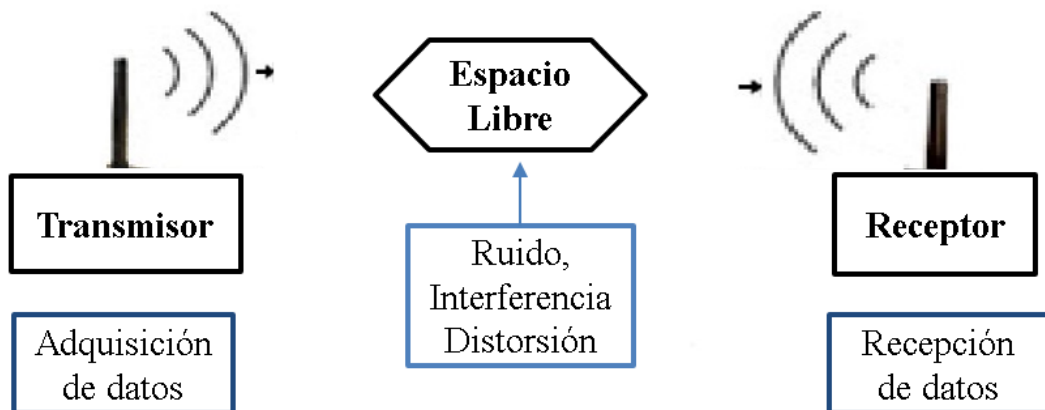


Figura 3.1 Diagrama de Bloques de un sistema de comunicación inalámbrica

Fuente: [9]

3.2.1.1 Transmisor

El transmisor es el elemento del sistema de comunicación inalámbrica que se encarga de la transmisión de cualquier tipo de dato ya sea imagen, voz, dato u otro tipo de información, el transmisor es el encargado de la modulación de la señal, además de que el transmisor puede amplificar la señal, filtrarla mediante antenas o algún tipo de sistema de acoplamiento para el transmisor. [10]

3.2.1.2 Medio de transmisión

El medio de transmisión es el medio por donde transita la señal que es enviada del emisor hacia el receptor, la señal viaja por la atmósfera y atraviesa obstáculos, la señal que se envía puede sufrir variaciones debido a las interferencias y ruidos, los sistemas inalámbricos están conformados por antenas y son estas las encargadas de la transmisión y recepción de la información. [10]

3.2.1.3 Receptor

El propósito del receptor es recibir la información que fue enviada del transmisor mediante la demodulación de la señal eléctrica que viaja por medio del espacio libre, sin embargo, la señal recibida puede presentar alguna variación o el receptor no puede recibir la información enviada a causa del medio de transmisión, o la señal puede tardar en llegar a su destino, al igual que el transmisor el receptor también contiene una antena para mejorar su transmisión. [10]

3.2.2 Potencia de transmisión

Los modulo transeptores indican la potencia de trasmisión en términos de decibelio (dBm), y para conocer la potencia de transmisión de los módulos en (W) watts se utilizó la siguiente ecuación. [11]

$$\text{dBm} = 10 \log 10 \quad \text{Ec (1)}$$

$$P = 10^{\text{dbm}/10}$$

Dónde:

P: Potencia [mW]

dBm: Decibelios

Log: Logaritmo

3.2.3 Velocidad de transmisión de datos

La Velocidad de Transmisión es el número de bits enviados durante un periodo de tiempo, y representa la velocidad a la que se puede transmitir la información. La Velocidad de Transmisión es igual a $1/T$ siendo T el tiempo necesario para transmitir 1 bit. La velocidad de transmisión se mide en bits por segundo (Bits/s ó bps). La velocidad de transmisión de datos mide, el tiempo que tarda un host o un servidor en poner en la línea de transmisión el paquete de datos a enviar. El tiempo de transmisión se mide desde el instante en que se pone el primer bit en la línea hasta el último bit del paquete a transmitir. [12]

3.3 TIPOS DE TECNOLOGÍAS INALAMBRICAS

Las tecnologías inalámbricas permiten la comunicación sin el uso de cables entre dos o más equipos, el desarrollo del internet a permitido el ingreso de servicios como el comercio electrónico, video llamadas, etc. Las tecnologías transmiten información en tiempo real desde cualquier lugar sin encontrarse en un punto en específico como las cableadas. [12]

3.3.1 Tecnología radiofrecuencia RF

3.3.1.1 Descripción

La tecnología de radiofrecuencia es aquel que, para la transmisión, la información se convierte en señal eléctrica que viaja por el espacio libre en forma de ondas electromagnéticas, el principal elemento de los dispositivos con tecnología RF es la frecuencia ya que son estas las que determinan la distancia de la comunicación a la que puede viajar la onda, existen 2 tipos principales de módulos RF que son el NRF24L01 y RF433. [13]

3.3.1.2 Aplicaciones de la tecnología RF

- Comunicaciones satelitales
- Redes inalámbricas
- Radiocomunicación
- Medicina
- Radares

3.3.1.3 Características de la tecnología NRF24L01

- Voltaje de funcionamiento 3.3 A 5 V
- Consumo Corriente 115Ma
- Decibelios 20dBm
- Velocidad de Transmisión 2Mbps
- El alcance de transmisión 1Km
- Frecuencia 2.4GHz

3.3.1.4 Ventajas de la tecnología RF

La tecnología RF presenta varias ventajas para la comunicación las cuales dependen de la transmisión de información. [14]

- Las ondas de radio son fáciles de generar
- Pueden recorrer distancias largas
- Empleados en interiores y exteriores
- A baja frecuencia las ondas atraviesan obstáculos

3.3.1.5 Desventajas de la tecnología RF

La tecnología RF presenta varias ventajas para la comunicación las cuales dependen de la transmisión de información. [14]

- La pérdida de trayectoria reduce la potencia
- Las ondas de radio de alta frecuencia son absorbidas por la lluvia y obstáculos
- Las ondas están sujetas a interferencias en presencia de motores y equipos eléctricos

- La señal rebota varias veces en ciertas condiciones atmosféricas
- A frecuencia alta las ondas viajan en línea recta y rebotan en los obstáculos

3.3.2 Tecnología GSM

3.3.2.1 Descripción

La tecnología GSM es un estándar internacional para teléfonos móviles que transmiten datos y voz. Utilizando tres componentes por separado de la Red GSM, emplean una tarjeta de identificación en que las persona o usuarios pueden utilizar según su cobertura o costo de las llamadas o servicios de mensajería u otros, esta tarjeta se denomina SIM o chip los equipos transmiten la información, existen 3 tipos principales de módulos GSM que son el SIM800, SIM800L Y SIM900. [15]

3.3.2.2 Aplicaciones de la tecnología GSM

Comunicación GPS

Comunicación entre dispositivos móviles

Envío y recepción de datos, voz, imágenes, textos.

3.3.2.3 Características de la tecnología GSM SIM 800L

La tecnología GSM presenta varias características para la comunicación las cuales dependen de la calidad de cobertura. [16]

- Voltaje e operación 3.4 V – 4.4. V DC
- Corriente de operación 50 mA
- Decibelios 20dBm
- Velocidad de transmisión 1200bps
- Frecuencia 850 MHz
- Alcance (Cobertura)

3.3.2.4 Ventajas de la tecnología GSM

La tecnología GSM presenta varias ventajas para la comunicación las cuales dependen de la calidad de cobertura. [16]

- Cobertura
- Usuarios
- Claridad de voz
- Economía

3.3.2.5 Desventajas de la tecnología GSM

La tecnología GSM presenta varias desventajas para la comunicación las cuales dependen de la calidad de cobertura. [16]

- Interferencias con equipos electrónicos
- La transmisión puede afectarse por su cobertura
- La transmisión se bloquea en lugares de alto riesgo donde se emplean inhibidores

3.3.3 Tecnología Bluetooth

3.3.3.1 Descripción

Es una tecnología de comunicación inalámbrica de ondas de radio normalizada por la IEEE 802.15.1 de comunicación global de corto alcance para la transmisión de datos de forma fija y móvil en dispositivos como Teléfonos, PC, impresoras, etc. Es una red de área local inalámbrica WLAN, que transmite voz, datos, videos, la red WLAN facilita la incorporación de nuevos usuarios, comunicación rápida, bajo costo a los cableados, existen dos principales módulos Bluetooth que son el HC05 y HC06. [17]

3.3.3.2 Aplicaciones

- Comunicación entre dispositivos
- Conexión a internet
- Envío y recepción de información
- Envío y recepción de voz
- Creación de red personales

3.3.3.3 Características de la tecnología Bluetooth HC-05

- Voltaje de funcionamiento 3.3 a 6 V DC
- Consumo Corriente 50 mA
- Decibelios 4dBm
- Velocidad de Transmisión 1Mbps
- Alcance de transmisión 10m
- Frecuencia 2.4GHz

3.3.3.4 Ventajas de la tecnología Bluetooth

- Facilidad de crear una red entre varios dispositivos
- Facilidad de utilización y nada complejo
- Gratuidad de servicio
- Baja autonomía
- Tecnología mundial

3.3.3.5 Desventajas de la tecnología Bluetooth

- Inseguridad
- Vulnerable
- Alcance Reducido
- Baja Potencia

3.3.4 Tecnología Zig-Bee

3.3.4.1 Descripción

Es un estándar de comunicación basado en el estándar IEEE 802.15.4 de red inalámbrica de área personal WPAN para aplicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y optimización de energía. En la topología en estrella los nodos están conectados al controlador principal, el fallo del principal genera el fallo total de la red y el fallo de un nodo no genera el fallo total de la red. La topología en árbol es la combinación de varias en estrella y las ramas se forman de un nodo. La topología en malla cada nodo está conectado a todos los nodos para enviar los datos por distintos caminos sin interrupciones, la topología que permite la evolución de la tecnología ZigBee es la de malla el cual si un camino de comunicación falla puede comunicarse por otro, existen 3 tipos principales de módulos X-Bee que son el X-Bee S1, B-Bee S2, X-Bee Pro. [18]

3.3.4.2 Aplicaciones de la tecnología Zig-Bee

- Autolimitación industrial
- Periféricos de PLC
- Medicina
- Domótica
- Inmótica

3.3.4.3 Características de la tecnología X-Bee S2

- Voltaje e operación 3.3 V DC
- Corriente de operación 55 mA
- Decibelios 6 dBm
- Velocidad de transmisión 250kbps
- Frecuencia 2.4 MHz
- Alcance 10 m

3.3.4.4 Ventajas de la tecnología X-Bee

- Bajo consumo de energía
- Emplea poca energía

- Permite crear hasta 216 nodos
- Permite conectar varios sensores
- Banda libre

3.3.4.5 Desventajas de la tecnología X-Bee

- Tasa de transferencia baja
- Utilizado pequeños datos o textos
- Corto alcance
- Baja frecuencia

3.3.5 Tecnología WiFi

3.3.5.1 Descripción

Permite la comunicación entre sistemas informáticos y electrónicos como Pc, Televisores, Teléfonos, y otros dispositivos pueden conectarse a internet para intercambiar datos o conectarse a un punto de acceso de una red inalámbrica para acceder a internet que utiliza el estándar IEEE 802.11 y el tipo de red WLAN, para la comunicación a corta distancia, los datos son descifrados por un modem que envía la señal hacia un Router de manera decodificada, existen 2 tipos principales de módulos WiFi que son el ESP8266 y ESP01S. [19]

3.3.5.2 Aplicaciones de la tecnología WiFi

La tecnología WiFi es aplicado en diferentes aplicaciones según el alcance del servicio de internet. [20]

- Comunicación entre dispositivos
- Redes de comunicación
- Acceso al servicio de internet
- Uso Residencial en la transmisión de datos
- Usos Industriales

3.3.5.3 Características de la tecnología WIFI ESP8266

- Voltaje de operación 3.3. a 3.6 V DC
- Corriente de operación
- Velocidad 110 bps
- Frecuencia 80MHz
- Decibelios 19.5 dBm

3.3.5.4 Ventajas de la tecnología WIFI

- De fácil uso
- Conexión en cualquier lugar donde exista una red wifi

- Elección de redes wifi para conectarse
- Permite el acceso a múltiples dispositivos

3.3.5.5 Desventajas de la tecnología WIFI

- Requiere del servicio de internet
- Fallas al establecer la conexión
- Distancia limitada
- Vulnerable al hackeo
- Pérdida de la señal

3.3.6 Tecnología LoRa

3.3.6.1 Descripción

La tecnología LoRa consiste en la transmisión a larga distancia, utiliza el tipo de red WAN, que de comunicación a largo alcance y bajo consumo, adecuada para desarrollar proyectos IOT, la transmisión de datos es de forma simplex o unidireccional donde el transceptor principal transmite la información y los demás transceptores N la reciben, otra forma de transmisor de dúplex donde los transceptores de la red transmiten y reciben la información, y la full dúplex donde los transceptores de la red transmiten y reciben la información de forma simultánea o aleatoria, existen tres tipos principales de módulos LoRa que son el SX1276, ESP32, SX1278 [21]

3.3.6.2 Aplicaciones de la tecnología LoRa

La tecnología LoRa es una de las mejores tecnologías de largo alcance y son empleados en múltiples aplicaciones inalámbricas. [22]

- Redes de sensores en ciudades urbanas y rurales
- Proyectos IOT de largo alcance
- Rastreo de vehículos, animales o personas,
- Redes privadas donde no exista el servicio de internet
- Redes privadas donde no exista el servicio en la nube

3.3.6.3 Características de la tecnología LoRa SX1278

- Voltaje 1.8 a 3.6 V DC
- Corriente de trabajo 10.8mA
- Velocidad 300 kbps
- Frecuencia 433 MHz
- Decibelios 20 dBm
- Alcance 10 Km

3.3.6.4 Ventajas de la tecnología LoRa

- Comunicación a larga distancia
- Bajo consumo
- Tecnología barata
- Tecnología de fácil implementación
- Seguro

3.3.6.5 Desventajas de la tecnología LoRa

- Baja potencia
- Transmite pocos bites de información
- Baja velocidad
- Baja frecuencia
- Baja transferencia de datos

3.3.7 Tecnología Ubiquiti

3.3.7.1 Descripción

Cubiquita es una tecnología de alta potencia y rendimiento para la comunicación inalámbrica, se basan en el protocolo 802.11, se basan en los chipsets Intel, Atheros, Realtek, entre otros, Los equipos ubiquiti utilizan la plataforma AirMax, los equipos tienen doble polaridad en las antenas de estación base, utiliza la técnica de acceso múltiple, lo que permite el soporte de video y voz, menor ruido, baja latencia, y mayor rendimiento, mediante la plataforma AirMax, ubiquiti utiliza la red WLAN red inalámbrica de área local, la transmisión de datos emplean ondas de radio con frecuencia alta, existen 3 tipos principales de antenas ubiquiti como el Nano Station, Power Bear, Air Max. [23]

3.3.7.2 Aplicaciones de la tecnología Ubiquiti

- Distribución de Internet
- Enlaces PTP, PTMP
- Creación de redes

3.3.7.3 Características de la tecnología Ubiquiti Nano Station

- Voltaje 24 V DC
- Corriente de trabajo 0.5 A
- Velocidad 300 Mbps
- Frecuencia 2400 MHz
- Decibelios 23 dBm

- Alcance 10 Km

3.3.7.4 Ventajas de la tecnología Ubiquiti

- Envío de información de un punto a múltiples puntos
- Servicio de voz video y datos
- Alta potencia y frecuencia
- Alta ganancia de señal
- Rango de alcance largo

3.3.7.5 Desventajas de la tecnología Ubiquiti

- Requieren de otros elementos para la comunicación como un Reuter Ethernet, un módulo wifi, cables LAN, fuente de alimentación AC-DC
- Requiere del servicio de internet
- Costo muy elevado
- Alto consumo de energía

3.4 SENSORES

Un sensor es un dispositivo que adquieren los datos de variables físicas, es un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de alguna variable física que se haya medido, no solo es un dispositivo de entrada si no que es un intermediario entre la variable y la medida, los sensores proporcionan señales eléctricas en su salida estas pueden ser analógicas o digitales. [24]

3.4.1 Error de medición de los sensores

El error es la diferencia entre el valor real con el medido, los sensores presentan un error de medición el cual produce una variación en los datos medidos, la ecuación N° 2 Indica la ecuación para determinar el error de medición [25]

$$\%e = \left| \frac{Vr - Va}{Vr} \right| * 100\% \quad Ec (2)$$

Donde

e: Error [%]

Vr: Valor real

Va: Valor Aproximado o medido

3.4.2 Sensibilidad de los sensores

Se define como el mínimo valor que presenta cambios la variable física el cual produce variaciones en la salida, o razón del incremento del valor de la salida [25], la sensibilidad de un sensor se determina con la ecuación N° 3

$$S = \frac{(V_f - V_i) \text{ de la señal de salida}}{(V_f - V) \text{ de la variable}} \quad Ec (3)$$

Donde

S: Sensibilidad

Vf: Valor final

Vi: Valor inicial

Va: Valor Aproximado o medido

3.4.3 Sensor de Presión

3.4.3.1 Descripción

El sensor de presión piezoeléctrico es aquel transductor de voltaje que transforma la fuerza por unidad de superficie (presión) en una señal eléctrica, la unidad de medida en MPa, existen equivalencias entre unidades, así 1Pa = 1N/m², 1atm = 1.035525 Bar, 1Bar = 14.50378 Psi. La presión del sensor calcula con la ecuación número 4 [24].

$$P = \frac{F}{A} : MPa \quad Ec (4)$$

Donde:

F: Fuerza [N]

A: Área: [mm²]

3.4.3.2 Funcionamiento del sensor de presión

Un sensor de presión piezoeléctrico funciona al recibir a la entrada la presión del fluido y entrega a la salida una señal de voltaje y la señal de salida aumenta proporcionalmente al aumentar la presión como se indica en la figura 3.2. [24]

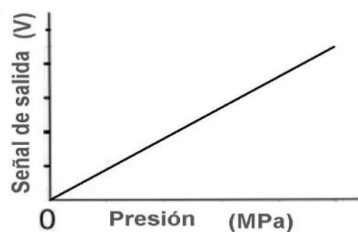


Figura 3.2 Funcionamiento del sensor de presión

Fuente: [24]

3.4.3.3 Partes del sensor de presión

Las partes del sensor de presión se pueden visualizar en la figura número 3.3, los cuales son el sensor, entorno, placa electrónica. [24]

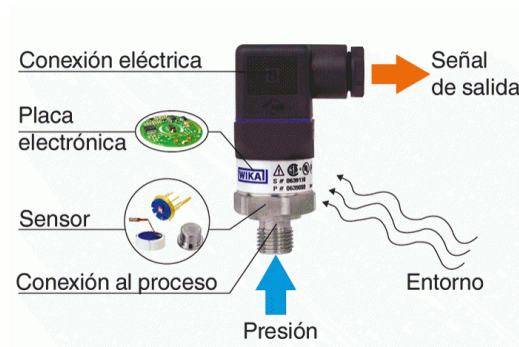


Figura 3.3 Partes del sensor de presión

Fuente: [24]

3.4.4 Sensor de Flujo

3.4.4.1 Descripción

Un sensor de flujo es el que utiliza una turbina en su interior para su funcionamiento que se encuentra dentro del conducto por donde atraviesa el fluido que girara a medida que el fluido circulo, la velocidad del fluido es proporcional a la velocidad angular de la turbina. El flujo o caudal se calcula con la ecuación N 5. [24]

$$Q = \frac{f}{7.5} : l / \text{min} \quad Ec (5)$$

Donde

Q: Caudal: [l/min]

f: frecuencia o Pulsos

7.5: Constante de operación del sensor

3.4.4.2 Funcionamiento del sensor de flujo

Un sensor funciona cuando circula el fluido por el conducto, el detector magnético del sensor recibe la señal cuando la turbina completa un ciclo en un determinado tiempo, la turbina gira y envía una señal al detector magnético del sensor, el detector magnético es un encoger que recibe una señal física y la convierte en señal eléctrica, este funcionamiento se puede observar en la figura 3.4. [24]

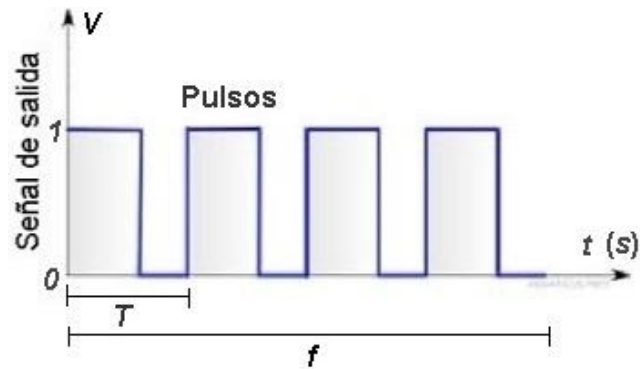


Figura 3.4 Funcionamiento del sensor de caudal

Fuente: [27]

3.4.4.3 Partes del sensor de Flujo

Las partes del sensor de presión se pueden visualizar en la figura número 3.5, los cuales son el sensor, entorno, placa electrónica. [27]

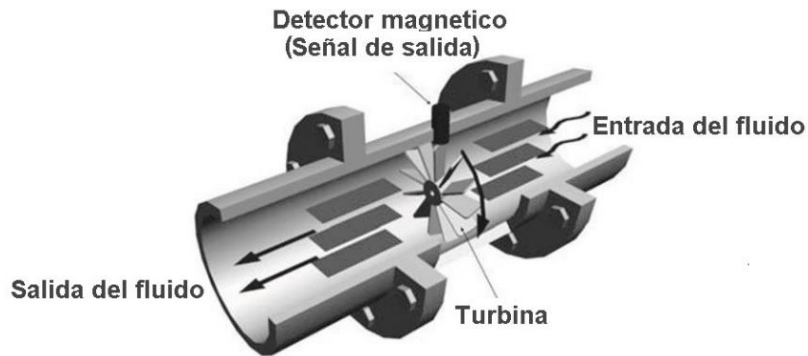


Figura 3.5 Partes del sensor de caudal

Fuente: [27]

3.5 ADQUISICIÓN DE DATOS

3.5.1 Microcontroladores Arduino

Arduino es una plataforma de código abierto y software y software libre que facilita el desarrollo de aplicaciones electrónicas, domótica, robótica, internet, control de sensores y actuadores, IOT, etc. Todas las placas arduino se basan en un microcontrolador, figura. 3.6, para realizar la programación y se lo realiza mediante el ID de arduino. [28]

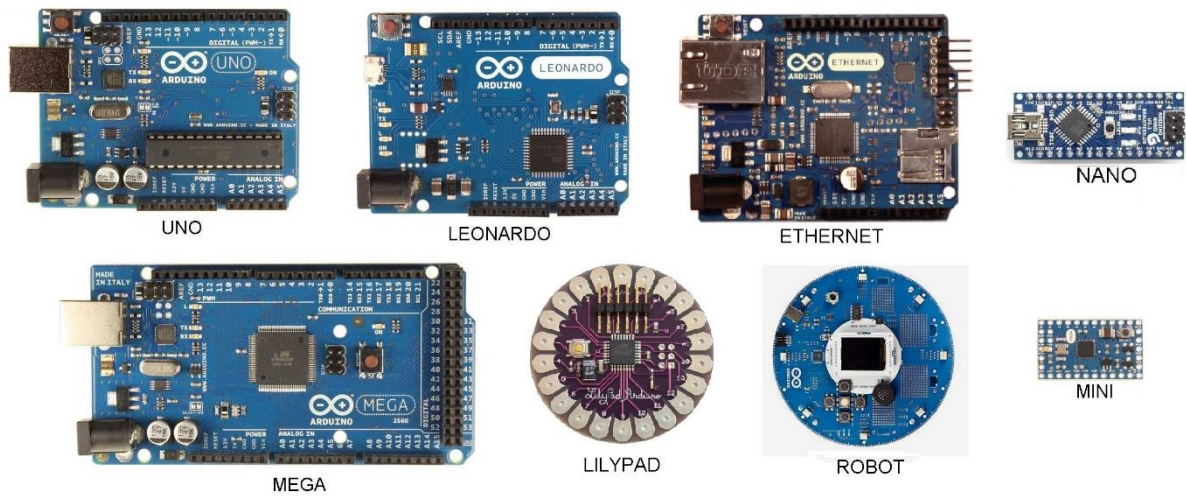


Figura 3.6 Tarjetas electrónica Arduino

Fuente: [29]

3.5.1.1 Tipos de placas arduino

La tecnología arduino posee una gran variedad de placas que se utilizan de acuerdo al tipo de aplicación a desarrollar ya sea para baja tasa de transferencia de datos o para altas tasas de transferencia de datos, capacidad de memoria, y capacidad de los pines para la conexión de sensores, actuadores u otros componentes, en la figura 3.4 se puede visualizar los tipos de placas arduino existentes. [29]

- **Arduino UNO**

Es la placa más conocida en el mercado y la más utilizada en el desarrollo de proyectos, con microcontrolador ATmega328P de 32Kbyte como memoria ROM, tiene 14 entradas/salidas digitales, 6 entradas analógicas, conexión USB, cristal de cuarzo con 16 MHz.

- **Arduino Mega**

Esta placa es la más potente para desarrollar proyectos que empleen múltiples elementos como sensores y actuadores y otros componentes, con un microcontrolador ATmega2560, con 54 pines de entrada/salida digital, 16 entradas analógicas, puerto USB.

- **Arduino Ethernet**

Basado en el Arduino UNO, con un microcontrolador ATmega328, 14 pines de entrada/salida digital, puerto ethernet RJ45, 6 entradas analógicas, lector de tarjeta micro SD, oscilador de cristal de 16 MHz.

- **Arduino Leonardo**

Diseñado con el microcontrolador ATmega32u4, con comunicación USB, con 20 pines de entrada/salida digital, conexión micro USB, cristal de cuarzo de 16 MHz

- **Arduino Robot**

Con Microcontrolador ATmega32U4, Velocidad de reloj de 16 MHz, Full color LCD más de SPI comunicación, Memoria flash de 32 KB (ATmega32U4) que 4 KB utilizado por el gestor de arranque, UU. Enchufe.

- **Arduino Lilypad**

Su placa es de forma circular para el uso en dispositivos como relojes, zapatos, y aplicaciones especiales, con microcontrolador 328V, 14 pines de entrada y salida, 6 pines PWM, entradas analógicas 6.

- **Arduino Mini**

Basado en la placa de Arduino UNO, con microcontrolador ATmega168, de menor tamaño, con 24 pines de entrada/salida, 8 entradas analógicas, cristal con oscilador de 16MHz, botón reset.

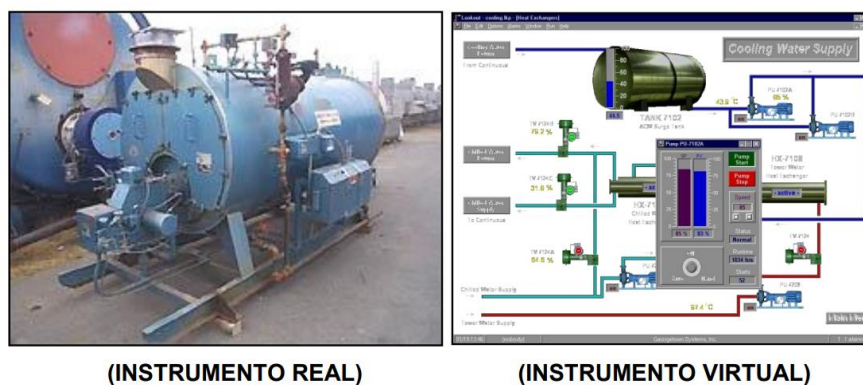
- **Arduino Nano**

Es muy pequeño con microcontrolador ATmega328 con memoria de 32 KB, 24 pines de entrada/salida digital, 8 entradas analógicas, entrada mini USB, botón reset, en la figura 3.7 se puede observar los pines del arduino nano.

3.6 RECEPCIÓN DE DATOS

3.6.1 Sistemas HMI

Los sistemas HMI puede ser como una “ventana” de un proceso, en la cual la ventana puede realizar el proceso en un panel del operador o computador para la monitorización y control de la supervisión, las señales de los diferentes procesos están directamente conducidas al HMI mediante los dispositivos de tarjetas de Entrada y Salida en los ordenadores, PLC's, RTU (Unidad remota de I/O) o DRIVE's (Variadores). Los sistemas HMI son conocidos como instrumentos virtuales que simulan el funcionamiento de un instrumento real, en la figura 3.7 se puede visualizar la diferencia entre los 2. [30]



(INSTRUMENTO REAL)

(INSTRUMENTO VIRTUAL)

Figura 3.7 Instrumento Real y Virtual (HMI)

Fuente: [31]

3.6.1.1 Funciones

Los sistemas HMI presentan varias funciones que pueden ser útiles según el requerimiento del sistema. [30]

- **Monitorización:** Es la capacidad de mostrar toda la información en tiempo exacto. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar
- **Supervisión:** Esta respectiva función nos permite junto con la monitorización las posibilidades de ajustar las condiciones de trabajo de los procesos directamente desde el computador.
- **Alarmas:** Tiene la capacidad de reconocer los eventos excepcionales dentro de los procesos y reportar los eventos. Las alarmas tienen un reporte para un límite de control preestablecido.
- **Control:** Son capaces de aplicar algoritmos para ejecutar valores de los procesos y así mantener dentro de los ciertos límites, el control va más allá del control de la supervisión de revolver las necesidades de la interacción humana.

4. METODOLOGÍA

4.1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE				
TRANSMISIÓN DEL CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL				
DEFINICIÓN	CATEGORÍA DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Envío y recepción de datos de caudal, presión y consumo	Caudal	Cantidad de fluido por unidad de tiempo	L/m	Sensor de Caudal
	Consumo	Cantidad de Agua	L	Sensor de Caudal
	Presión	Fuerza por unidad de área	psi	Sensor de Presión
VARIABLE INDEPENDIENTE				
TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA				
DEFINICIÓN	CATEGORÍA DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Módulos transmisores inalámbricos	Distancia	Alcance de la comunicación	m Km	Cinta métrica Google Maps
	Potencia de transmisión	Intensidad de la señal eléctrica	mW	Ecuación
	Eficiencia de la comunicación	Relación entre los datos enviados y recibidos	%	Ecuación
	Velocidad de transmisión	Cantidad de datos que se transmite en segundos	kbps	Datasheet

4.2 CARACTERISTICAS RELEVANTES DE LAS TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN INALAMBRICAS A UTILIZAR.

4.2.1 Tecnologías inalámbricas de corta distancia

4.2.1.1 Transmisor Bluetooth HC-05

- Voltaje de funcionamiento 3.3 a 6 V DC
- Consumo Corriente 50 mA
- Decibelios 4dBm
- Velocidad de Transmisión 1Mbps
- Alcance de transmisión 10m
- Frecuencia 2.4GHz

4.2.1.2 Transmisor X-Bee S2

- Voltaje e operación 3.3- 6 V DC
- Corriente de operación 55 mA
- Decibelios 6 dBm
- Velocidad de transmisión 250kbps
- Frecuencia 2.4 MHz
- Alcance 10 m

4.2.1.3 Transmisor WIFI ESP8266

- Voltaje de operación 3.3. a 3.6 V DC
- Corriente de operación 55 mA
- Velocidad 110 bps
- Frecuencia 80MHz
- Decibelios 19.5 dBm

4.2.2 Tecnologías inalámbricas de larga distancia

4.2.2.1 Transmisor NRF24L01

- Voltaje de funcionamiento 3.3 A 5 V
- Consumo Corriente 115Ma
- Decibelios 20dBm
- Velocidad de Transmisión 2Mbps
- El alcance de transmisión 1Km
- Frecuencia 2.4GHz

4.2.2.2 Trasmisor GSM SIM 800L

- Voltaje e operación 3.4 V – 4.4. V DC

- Corriente de operación 50 mA
- Decibelios 20dBm
- Velocidad de transmisión 1200bps
- Frecuencia 850 MHz
- Alcance (Cobertura)

4.2.2.3 Transmisor LoRa SX1278

- Voltaje 1.8 a 3.6 V DC
- Corriente de trabajo 10.8mA
- Velocidad 300 kbps
- Frecuencia 433 MHz
- Decibelios 20 dBm
- Alcance 10 Km

4.2.2.4 Transmisor Ubiquiti Nano Station

- Voltaje 24 V DC
- Corriente de trabajo 0.5 A
- Velocidad 300 Mbps
- Frecuencia 2400 MHz
- Decibelios 23 dBm
- Alcance 10 Km

4.3 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA

4.3.1 Conexión del sensor de caudal en la tubería de consumo residencial

Para seleccionar el sensor de caudal se tomó en cuenta el diámetro de tubería que es de ½ debido a que las tuberías utilizadas en las acometidas del suministro de agua residencial son de ½ (in) de diámetro se seleccionó el sensor de caudal YF S201, el cual indica un caudal de funcionamiento de 1 a 30 L/min para tuberías de ½ (Anexo 1), los demás modelos de sensores trabajan en otros rangos y son para otro diámetro de tubería, la figura 4.1 indica la conexión del sensor, para adquirir los datos del caudal se realizó la conexión del sensor según indica la dirección de circulación del fluido.

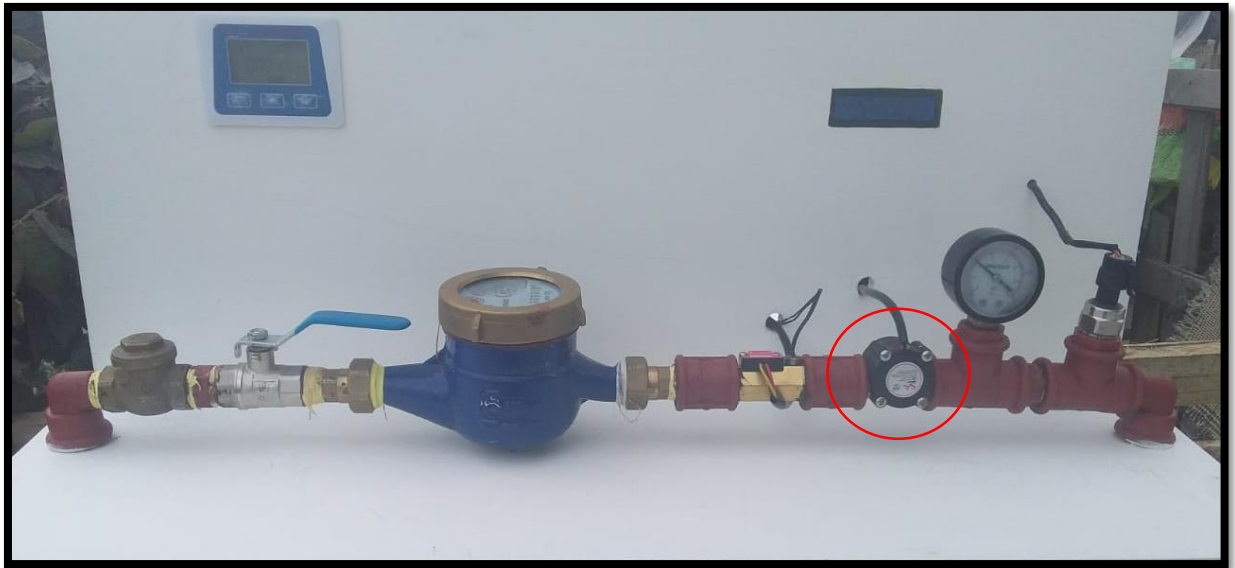


Fig. 4.1: Conexión del sensor de caudal

Fuente: [Autores]

4.3.2 Conexión del sensor de presión en la tubería de consumo residencial

Para seleccionar el sensor de presión se tomó en cuenta la presión de los medidores convencionales que es de 0 a 0.2 MPA y se seleccionó el sensor de presión HK1100C, el cual indica una presión de 0 a 1.2 MPA (Anexo 2), a diferencia de otros modelos que trabajan con presiones superiores, la figura 4.2 indica la conexión del sensor, para adquirir los datos de la presión se realizó la conexión junto al manómetro de presión.



Fig. 4.2: Conexión del sensor de presión

Fuente: [Autores]

4.3.3 Error de Medición de los sensores

El error de medición se determina mediante la ecuación N° 2, y los datos se obtiene de los sensores y medidores.

4.3.3.1 Sensor de Caudal YF S201

Datos

$V_r = 12 \text{ l/m}$ (medidor de flujo)

$V_a = 11.97 \text{ l/m}$ (Sensor de caudal)

$$\%e = \left| \frac{V_r - V_a}{V_r} \right| * 100\%$$
$$\%e = \left| \frac{12 \text{ l/m} - 11.80 \text{ l/m}}{12 \text{ l/m}} \right| * 100\%$$
$$\%e = \pm 0.8 \%$$

4.3.3.2 Sensor de Caudal YF S201

Datos

$V_r = 12 \text{ l}$ (medidor residencial)

$V_a = 0.95$ (Sensor de caudal)

$$\%e = \left| \frac{1l - 0.95l}{1l} \right| * 100\%$$
$$\%e = \pm 5 \%$$

4.3.3.3 Sensor de Presión HK1100C

Datos

$V_r = 30 \text{ psi}$ (manómetro de presión)

$V_a = 0.95 \text{ psi}$ (Sensor de presión)

$$\%e = \left| \frac{30.00 \text{ psi} - 29.85 \text{ psi}}{30 \text{ psi}} \right| * 100\%$$
$$\%e = \pm 0.5 \%$$

4.3.4 Sensibilidad de los Sensores

El error de medición se determina mediante la ecuación N° 3, y los datos se obtiene de los rangos de medición de las entradas y salidas de los sensores.

4.3.4.1 Sensor de Presión HK1100C

Datos

$V_f = 4.5 \text{ V}$ (señal de salida)

$V_i = 0 \text{ V}$ (Señal de entrada)

Vf = 174 psi (señal de salida)

Vi = 0 psi (Señal de entrada)

$$S = \frac{(Vf - Vi)señal\ de\ salida}{(Vf - V)señal\ de\ entrada}$$

$$S = \frac{(4.5 - 0)V}{(174 - 0)psi} = 0.026V/psi$$

4.3.4.2 Sensor de Caudal YF S201

398 pulsos = 1 Litro

$$S = 398pulsos/Litro$$

4.3.4.3 Sensor de Caudal YF S201

Vf = 300000 C (señal de salida)

Vi = 0 V (Señal de entrada)

Vf = 30 L/m (señal de salida)

Vi = 0 L/m (Señal de entrada)

$$S = \frac{(300000 - 0)C}{(30 - 0)L/m} = 10000C/Lpm$$

$$S = 398pulsos/Litro$$

4.4 CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS

4.4.1 Configuración del módulo X-Bee Transmisor

Para configurar los módulos X-Bee se utilizó el software XCTU, para lo cual se debe seleccionar la opción IDE PAIN que es una etiqueta que se le da al módulo Coordinador (transmisor), esta debe ser la misma para el receptor (Router) para que se puede establecer la comunicación entre los dos, luego se selecciona la opción destination address high (DH) y destination address low (DL), estas se establecen por defecto, y seleccionamos la opción guardar, (Anexo 18).

4.4.2 Configuración del módulo X-Bee Receptor

Se debe seleccionar la opción IDE PAIN que es una etiqueta que se le da al módulo Router (receptor), se debe verificar que sea el mismo que el Coordinador (transmisor) para que se puede establecer la comunicación entre los dos, luego se selecciona la opción destination

address high (DH) y destination address low (DL), estas se establecen por defecto y se deben verificar que sean las mismas para el coordinador y router, y seleccionamos la opción guardar, (Anexo18)

4.4.3 Configuración de la antena Ubiquiti Transmisor

Para configurar los módulos X-Bee se utilizó el software AirOs, para lo cual se debe asignar una nueva IP a la PC de 192: 168: 1: 20, 255: 255: 0, luego ingresamos al navegador e digitando las IP de nuestra PC, luego ingresamos digitando el usuario y contraseña ubnt y ubnt, damos click en Wireless y seleccionamos el modo access point para hacer la comunicación punto a punto, luego seleccionamos la red que tenemos disponible y el ancho de banda de la antena, escribimos la contraseña (tesisUTC123) y guardamos cambios. (Anexo 19).

4.4.3.1 Conexión de la antena Ubiquiti Transmisor

Las antenas ubiquiti requieren ser alimentados por una fuente de voltaje de 24 Voltios DC que proporciona el adaptador, el puerto POE de la antena se debe conectar al puerto POE del adaptador y el puerto LAN se debe conectar en el puerto LAN de un router, en este caso se utilizó el módulo Arduino ESP8266 el cual incorpora el servicio de internet mediante WIFI, el módulo envía los datos a la antena, el (Anexo 32) indica la conexión de la antena ubiquiti.

4.4.4 Configuración de la antena Ubiquiti Receptor

Para configurar la antena Receptora se debe ingresamos al navegador y digitar la otra IP de nuestra PC que es 192.168.1.21, luego ingresamos digitando el usuario y contraseña ubnt y ubnt, damos click en Wireless y seleccionamos el modo access point para hacer la comunicación punto a punto, luego seleccionamos la red que tenemos disponible de la primera antena que configuramos y el ancho de banda de la antena, escribimos la contraseña (tesisUTC123) y guardamos cambios. El (Anexo 19) indica la configuración.

4.4.4.1 Conexión de la antena Ubiquiti Receptor

La antena receptora se conecta de la misma manera que la transmisora, a diferencia que en el puerto LAN el adaptador se conecta a la entrada de la PC para recibir los datos de la antena transmisora, el (Anexo 32) indica la conexión de la antena ubiquiti receptora.

4.5 PROGRAMACIÓN DE LOS MÓDULOS TRANSMISOR Y RECEPTOR

La programación de las placas para el funcionamiento del prototipo se la realizo en la ID de Arduino, el cual utiliza el lenguaje de programación C, para los cual se describe en los siguientes diagramas de flujo para dar a conocer cuál es el proceso que tiene la programación,

el diagrama de flujo indica el proceso de la programación de los módulos transmisor y receptor. (Anexo 26 y 27)

4.6. CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA TRANSMISOR Y RECEPTOR

La construcción de la placa se lo realizo en el software Proteus.

-Como primer paso se seleccionó el entorno de ISIS y mediante el buscador de componentes se seleccionó los elementos a utilizar que fueron el arduino nano, el regulador de voltaje, y los módulos inalámbricos, fuentes de alimentación, resistencias.

-El segundo paso consistió en las conexiones de los elementos para obtener el diagrama del circuito, se arrastran los componentes, se cambian los valores de resistencias, y se desplazan los elementos, y conectamos los pines de los elementos según a las indicaciones de los componentes positivo negativo y tierra. (Anexo 14)

-En el tercer paso se ingresó al entorno ARES y luego se seleccionan los componentes del entorno ISIS, y los colocamos en el rectángulo de trabajo, y se los puede posicionar a los elementos para que el diseño sea el requerido y se dibujan las pistas. (Anexo 15)

4.7 DISEÑO DEL SISTEMA HMI

Para la visualización de los datos en un sistema HMI se utilizó el software LabView el cual tiene dos entornos que son el panel frontal y el diagrama de bloques, el software nos facilitó la recepción de los datos de caudal y presión, a continuación, se describe los pasos para el diseño del sistema HMI.

1 Como primer paso se ingresa al entorno de bloques de labview y se crea una estructura while, y se seleccionaron los diferentes bloques como el configure port para la comunicación con arduino, Read, Clouse, buffer, Visa Read, Match Pattern, Conversor string number, stop, Write to Text File, Visa Clouse.

2 El segundo paso consistió en realizar las conexiones de los bloques, todo el programa se ejecutará dentro del ciclo while, el bloque configure porta debe estar fuera del ciclo while, y se debe trabajar con una velocidad de 9600 baudios al utilizar las funciones visa, todo el sistema funcionará mediante la comunicación serial.

3 En el tercer paso se diseñó el panel frontal donde será el entorno de adquisición y visualización de datos, los monitores indicarán las gráficas de las variables que se recibirán. (Anexo 16).

4.8 DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA, EFICIENCIA Y POTENCIA DE TRANSMISIÓN.

4.8.1 Transmisión de datos con tecnologías de corta distancia

4.8.1.1 Tecnología Bluetooth

Para transmitir los datos se activan los switchs de comunicación 1. (Anexo 17), se toma como referencia una distancia de 10 metros según sus especificaciones y se transmiten a esta distancia para determinar el alcance máximo de la comunicación mediante la cinta métrica, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.1.2 Tecnología X-Bee

Para transmitir los datos se activan los switchs de comunicación 3. (Anexo 17), se toma como referencia una distancia de 10 m según sus especificaciones y se transmiten a esta distancia para determinar el alcance máximo de la comunicación mediante la cinta métrica, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.1.3 Tecnología WiFi

Para transmitir los datos se lo hace teniendo en cuenta el alcance de la red wifi del hogar y se desplaza el computador con el modulo receptor wifi y se transmiten los datos hasta determinar el alcance máximo de la comunicación, la distancia se lo determina mediante la cinta métrica, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.2 Transmisión de datos con tecnologías de larga distancia

4.8.2.1 Tecnología Radiofrecuencia RF

Para transmitir los datos se activan los switchs de comunicación 2. (Anexo 17), se toma como referencia una distancia de 1 Km según sus especificaciones y se transmiten a esta distancia para determinar el alcance máximo de la comunicación mediante google maps, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.2.2 Tecnología GSM

Para transmitir los datos se activan los switchs de comunicación 7. (Anexo 17), para la transmisión de los datos se toma en cuenta la cobertura de la red en este caso Tuenti y la distancia se determina mediante google maps, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.2.3 Tecnología LoRa

Para transmitir los datos se activan los switchs de comunicación 4. (Anexo 17), se toma como referencia una distancia de 1 km según sus especificaciones y se transmiten a esta distancia

para determinar el alcance máximo de la comunicación mediante google maps, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.2.4 Tecnología Ubiquiti

Para transmitir los datos se utiliza la tecnología WiFi. (Anexo 17), se toma como referencia una distancia de 1 km según sus especificaciones y se transmiten a esta distancia para determinar el alcance máximo de la comunicación mediante google maps, para conocer los datos que se transmiten se emplea un lcd o el monitor serial de arduino.

4.8.3 Potencia de transmisión de las tecnologías de corta distancia

Para determinar la potencia de transmisión de los módulos transmisores se utiliza la ecuación (1)

4.8.3.1 Tecnología Bluetooth

Datos:

dBm: 4dBm

$$P = 10^{\text{dbm}/10}$$

$$P = 10^{4\text{dbm}/10}$$

$$P = 2.51\text{mW}$$

4.8.3.2 Tecnología X-Bee

Datos:

dBm: 6dBm

$$P = 10^{6\text{dbm}/10}$$

$$P = 3.98\text{mW}$$

4.8.3.3 Tecnología WiFi

Datos:

dBm: 19.5dBm

$$P = 10^{19.5\text{dbm}/10}$$

$$P = 89.12\text{ mW}$$

4.8.4 Potencia de transmisión de las tecnologías de larga distancia

4.8.4.1 Tecnología Radiofrecuencia RF

Datos:

dBm: 6dBm

$$P = 10^{6\text{dbm}/10}$$

$$P = 3.98\text{mW}$$

4.8.4.2 Tecnología LoRa

Datos:

dBm: 20

$$P = 10^{19.5 \text{ dbm}/10}$$

$$P = 100 \text{ mW}$$

4.8.4.3 Tecnología GSM

Datos:

dBm: 3 dBm

$$P = 10^{3 \text{ dbm}/10}$$

$$P = 1.99 \text{ mW}$$

4.8.4.4 Tecnología Ubiquiti

Datos:

dBm: 23 dBm

$$P = 10^{20 \text{ dbm}/10}$$

$$P = 199.52 \text{ mW}$$

4.8.5 Eficiencia de la comunicación de las tecnologías de corta distancia

Para determinar la eficiencia de la comunicación toma una serie de datos transmitidos y recibidos. Los datos transmitidos se los obtiene del monitor serial de arduino (Anexo 28-31) y los datos recibidos se obtiene del sistema HMI los cuales son almacenados en Excel (Anexo 22-25).

Tabla: 4.2 Transmisión y recepción de datos con tecnología Bluetooth

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
8.91	10	25.16	8.91	10	25.16
9.47	6	25.47	9.47	6	25.47
7.65	18	25.72	7.65	18	25.72
7.23	19	25.95	7.23	19	25.95
7.16	18	31.82	7.16	18	31.82
8.14	4	32.15	8.14	4	32.15
10.25	4	32.48	10.25	4	32.48
10.32	4	43.38	10.32	4	43.38
9.89	6	43.33	9.89	6	43.33
9.82	9	51.00	9.82	9	51.00

Fuente: [Autores]

Tabla 4.3: Transmisión y recepción de datos con tecnología X-BEE

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
1.89	28	160.71	1.89	160.71	28
1.82	23	161.00	1.82	161.00	23
1.68	21	161.42	1.68	161.42	21
1.61	13	161.53	1.61	161.53	13
1.75	23	161.59	1.75	161.59	23
1.75	23	161.59	1.75	161.59	23
1.89	26	161.65	1.89	161.65	26
1.82	20	161.71	1.82	161.71	20
1.75	24	161.76	1.75	161.76	24
1.96	25	161.83	1.96	161.83	25

Fuente: [Autores]

Tabla 4.4: Datos transmitidos y recibidos con Tecnología Wifi

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
0.00	33	8.65	0.00	33	8.65
10.04	6	9.63	10.04	6	9.63
9.96	5	18.38	9.96	5	18.38
9.96	5	19.35	9.96	5	19.35
11.09	0	28.69	11.09	0	28.69
10.95	0	29.05	10.95	0	29.05
10.60	1	29.39	10.60	1	29.39
2.60	27	36.92	2.60	27	36.92
2.32	27	39.32	2.32	27	39.32
0.49	31	40.86	0.49	31	40.86

Fuente: [Autores]

4.8.6 Eficiencia de la comunicación de las tecnologías de larga distancia

Tabla: 4.5 Transmisión y recepción de datos con tecnología Radiofrecuencia

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
0.00	26	51.08	0.00	26	51.08
8.49	3	57.29	8.49	3	57.29
8.49	3	57.56	8.49	3	57.56
8.70	3	57.84	8.70	3	57.84
8.63	3	58.12	8.70	3	58.12
6.18	32	58.32	6.18	32	58.32
0.42	25	58.34	0.42	25	58.34
0.00	27	58.34	0.00	25	58.34
0.00	26	58.34	0.00	26	58.34
0.00	21	58.34	0.00	21	58.34

Fuente: [Autores]

Tabla 4.6: Transmisión y recepción de datos con tecnología GSM

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
0.00	18.11	116.00	0.00	18.11	116.00
1.25	20.13	116.11	1.10	20.13	116.11
2.24	22.21	117.25	2.12	22.21	117.25
3.15	24.42	117.42	3.05	24.42	117.42
3.81	26.33	118.10	3.38	26.33	118.10
4.42	28.61	118.22	4.20	28.61	118.22
4.36	30.42	118.31	4.25	30.42	118.31
5.22	32.54	119.12	5.11	32.54	119.12
6.39	35.66	119.58	6.21	35.66	119.58
6.50	35.10	120.00	6.30	35.10	120.00

Fuente: [Autores]

Caudal

$$Q_t = 0.00+1.25+2.24+3.15+3.81+4.42+4.36+5.22+6.39+6.50 = 36.72 \text{ L/m}$$

$$Q_r = 0.00+1.10+2.12+3.05+3.38+4.20+4.25+5.11+6.21+6.30 = 35.73 \text{ L/m}$$

$$\eta_c = \left| \frac{35.73}{36.72} \right| * 100\% = 97.73 \%$$

Presión

$$P_t = 18.21+20.24+22.29+24.48+29.43+28.61+50.42+32.84+35.99+35.26 = 282.88 \text{ psi}$$

$$P_r = 18.11+20.13+22.21+24.42+26.33+28.61+30.42+32.54+35.66+35.10 = 276.56 \text{ psi}$$

$$\eta_p = \left| \frac{273.53}{282.88} \right| * 100\% = 97.69 \%$$

Consumo

$$L_t = 116.00+116.11+117.25+117.42+118.10+118.22+118.31+119.12+119.58+120.00$$

$$L_t = 1090.98 \text{ L}$$

$$L_r = 116.00+116.11+117.25+117.42+118.10+118.22+118.31+119.12+119.58+120.00$$

$$L_r = 1080.11 \text{ L}$$

$$\eta_c = \left| \frac{1180.11}{1070.11} \right| * 100\% = 97.90\%$$

$$X = \eta_c + \eta_p + \eta_c / 3$$

$$X = 97.73+97.69+97.90/3$$

$$X = 97.28 \%$$

Tabla 4.7: Datos transmitidos y recibidos con Tecnología LoRa

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
0.00	15.15	144.88	0.00	15.10	144.84
1.80	22.47	145.19	1.75	22.43	145.17
2.64	26.67	146.29	2.60	26.65	146.27
2.77	34.99	148.49	2.74	34.98	148.86
2.91	35.36	149.52	2.81	35.33	149.74
3.19	36.59	151.19	3.16	36.57	151.18
3.55	37.15	153.50	3.51	37.12	153.98
5.16	39.57	155.15	5.12	39.55	155.11
6.38	44.25	159.15	6.32	44.23	159.11
7.19	46.54	160.25	7.16	46.51	160.20

Fuente: [Autores]

$$Q_t = 0.00+1.80+2.64+2.77+2.91+3.19+3.55+5.16+6.38+7.19 = 35.59 \text{ L/m}$$

$$Q_r = 00.00+1.75+2.60+2.74+2.81+3.16+3.51+5.12+6.32+7.16 = 35.17 \text{ L/m}$$

$$\eta = \left| \frac{35.59}{35.17} \right| * 100\% = 98.81\%$$

Presión

$$P_t = 15.15+22.47+26.67+34.99+35.36+36.59+37.15+39.57+49.25+46.54 = 343.74 \text{ psi}$$

$$P_r = 15.10+22.43+26.65+34.98+35.33+36.57+37.12+39.55+44.23+46.51 = 338.47 \text{ psi}$$

$$\eta = \left| \frac{307}{317} \right| * 100\% = 98.47\%$$

Consumo

$$L_t = 144.88+145.19+146.29+148.89+149.76+159.19+158.99+159.15+159.15+168.25$$

$$L_t = 1539.74 \text{ L}$$

$$L_r = 144.84+145.17+146.27+148.86+149.74+151.18+153.98+155.11+159.11+160.20$$

$$L_r = 1514.46$$

$$\eta = \left| \frac{1539.74}{1514.46} \right| * 100\% = 98.35\%$$

$$X = \eta_c + \eta_p + \eta_c / 3$$

$$X = 98.81\% + 98.47\% + 98.35\%$$

$$X = 98.47\%$$

Tabla 4.8: Datos transmitidos y recibidos con Tecnología Ubiquiti

Datos Transmitidos			Datos Recibidos		
Caudal L/m	Presión psi	Consumo L	Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
1.10	16.15	120.02	1.05	16.10	120.00
1.90	21.48	122.88	1.89	21.43	122.84
2.28	26.80	126.50	2.25	26.75	126.48
2.36	28.89	129.64	2.32	28.83	129.60
2.79	29.70	130.20	2.76	29.66	130.18
2.91	30.15	131.35	2.88	30.10	131.36
3.28	31.64	132.66	3.23	31.61	132.63
3.95	33.14	135.19	3.92	33.12	135.17
4.99	36.11	136.38	4.98	36.09	136.33
6.97	40.48	139.87	6.95	40.45	139.83

Fuente: [Autores]

Caudal

$$Q_t = 1.10+1.90+2.28+2.36+2.79+2.91+3.28+3.95+4.99+6.97= 32.53 \text{ L/m}$$

$$Q_r = 1.05+1.89+2.25+2.32+2.76+2.88+3.23+3.92+4.98+6.95 = 32.23 \text{ L/m}$$

$$\eta = \left| \frac{32.53}{32.23} \right| * 100\% = 99.07 \%$$

Presión

$$P_t = 16.15+21.48+26.80+28.89+29.70+30.15+31.64+33.14+36.11+40.48 = 294.49 \text{ psi}$$

$$P_r = 16.10+21.43+26.75+28.83+29.66+30.10+31.61+33.12+36.09+40.45 = 294.14 \text{ psi}$$

$$\eta = \left| \frac{294.14}{294.49} \right| * 100\% = 99.88\%$$

Consumo

$$L_t = 120.02+122.88+126.50+129.64+130.20+131.35+132.66+135.19+136.38+139.87$$

$$L_t = 1304.69 \text{ L}$$

$$L_r = 120.00+122.84+126.48+129.60+130.18+131.36+132.63+135.17+136.33+139.83$$

$$L_r = 1304.42$$

$$\eta = \left| \frac{1304.42}{1304.69} \right| * 100\% = 99.96\%$$

$$X = \eta_c + \eta_p + \eta_c / 3$$

$$X = 99.88\% + 99.07 + 99.96\%$$

$$X = 99.11 \%$$

5 ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 Resultados obtenidos del caudal, presión y consumo después de la instalación de los sensores

Después de haber realizado la instalación de los sensores y medidores en la residencia ubicado en el Barrio Zumbalica Norte de la provincia de Cotopaxi el cual consta de 5 integrantes de una familia, se obtuvo los siguientes valores de caudal, presión, y consumo de agua en la vivienda:

Tabla 5.1: Datos de caudal, presión y consumo de la vivienda

Caudal L/m	Presión psi	Consumo L
0.00 – 0.50	28 - 35	0.36
0.50 - 1.00	29 - 32	0.94
1.00 - 1.50	29 - 33	1.42
1.50 - 2.00	28 – 32	2.05
2.00 – 2.50	27 – 30	2.85
2.50 – 3.00	24 – 31	3.28
3.00 – 3.50	26 – 30	4.30
3.50 – 4.00	26 – 29	5.14
4.00 – 4.50	25 – 31	8.2
4.50 – 5.00	19 – 25	10.72
5.00 – 5.50	19 – 23	15.97
5.50 – 6.00	16 – 19	17.11
6.00 – 6.50	16 – 20	22.12
6.50 – 7.00	18 – 20	25.10
7.00 – 7.50	16 – 18	28.48
7.50 – 8.00	14 – 16	31.93
8.00 – 8.50	11 – 14	32.45
8.50 – 9.00	9 – 11	32.73
9.00 – 9.50	6 – 9	33.62
9.50 – 10.00	4 – 6	36.31
10.00 – 10.50	3 - 4	45.45
10.50 – 11.00	2 - 3	47.15
11.00 – 11.50	1 - 2	52.20
11.00 – 12.00	0	60.04

Fuente: [Autores]

5.2 Comportamiento de las variables de caudal, presión y consumo residencial

5.2.1 Curva de Caudal en función del Consumo

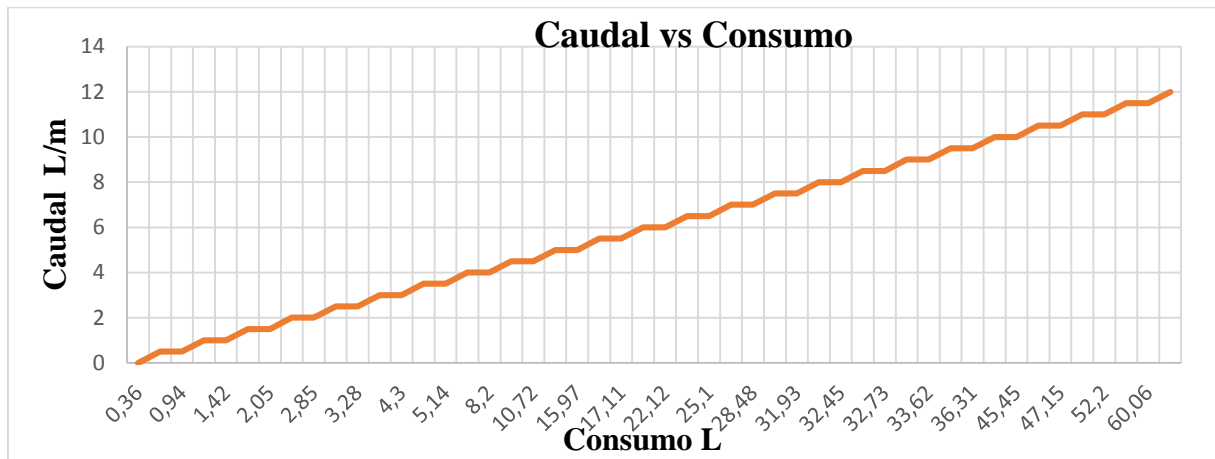


Fig. 5.1 Curva de comportamiento del caudal vs consumo

Fuente: [Autores]

Como se puede visualizar en la gráfica la curva se comporta según los datos obtenidos de la tabla 5.1 los cuales fueron tomados en un tiempo de 30 minutos en el cual se tiene que cuando no existe circulación del fluido el caudal es de 0 y el consumo presenta el mismo valor, esto se debe a que el caudal y consumo tienen relación directa, cuando el caudal va aumentando el consumo incrementa proporcionalmente.

5.2.2 Curva de Caudal en función de la Presión

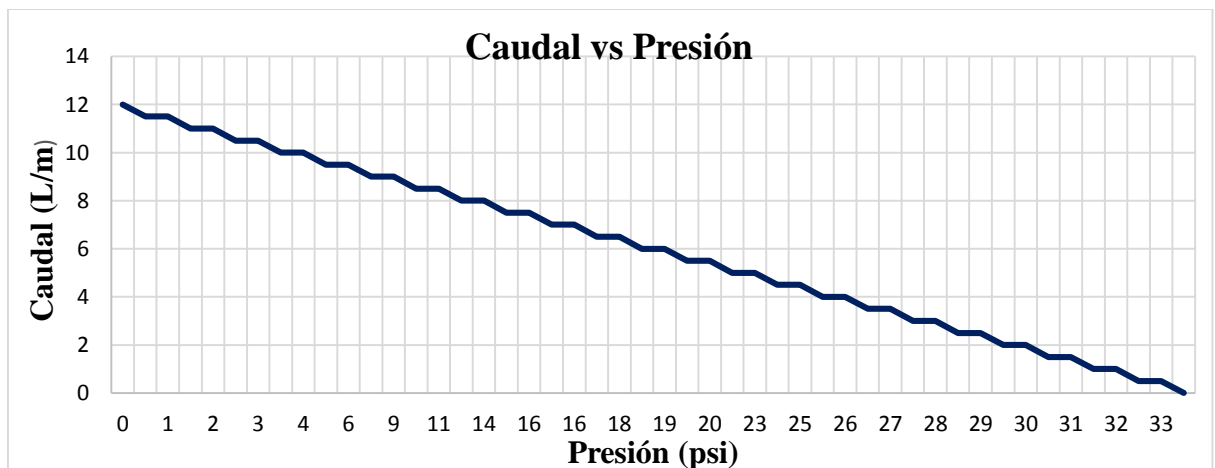


Fig. 5.2 Curva de comportamiento del caudal vs presión

Fuente: [Autores]

La curva del comportamiento del caudal en función de la presión tiene relación directa debido a que cuando existe circulación de flujo la presión disminuye esta disminución de la presión es inversamente proporcional al valor del caudal, como se observa el caudal máximo es de 12 L/m en ese momento la presión es de 0 a 1 y cuando la presión es de 33 psi el caudal es de 0.

5.3 Comportamiento de las variables de los datos recibidos con las tecnologías de corta distancia

5.3.1 Tecnología Bluetooth

5.3.1.1 Caudal

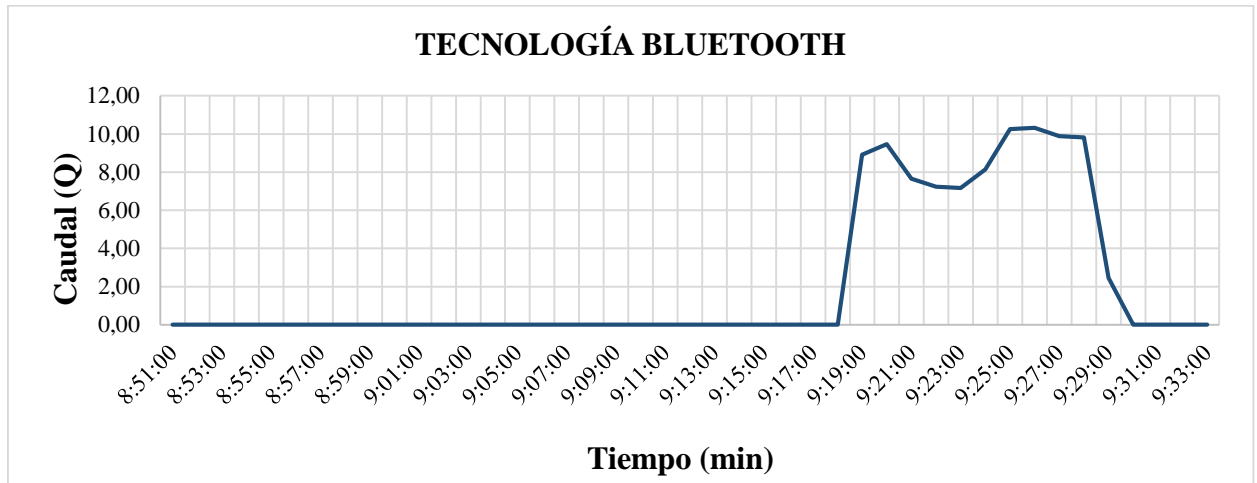


Fig. 5.3 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable Caudal el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 12 L/m en un tiempo de 40 minutos, el cual varia de 7 a 11 L/m en el tiempo de 9:19 a 9:29, y de 0 a 2 L/m en el tiempo de 9:29 a 10:33.

5.3.1.2 Consumo

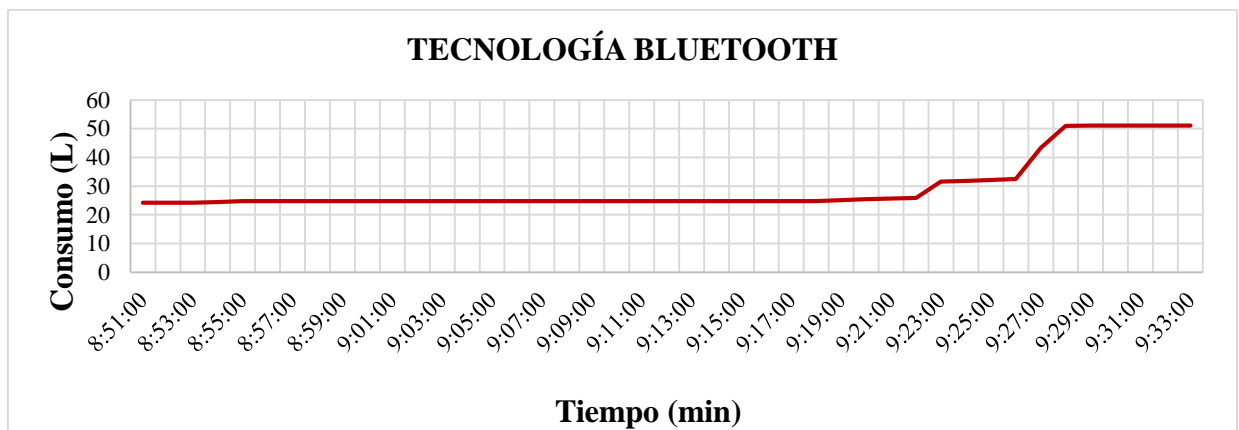


Fig. 5.4 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable consumo, el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 60 L en un tiempo de 40 minutos, el cual varia de 23 a 27 L en el tiempo de 8.51 a 9:23, de 28 a 32 L en el tiempo de 9:23 a 9.27, y de 50 a 52 L en el tiempo de 9.29 a 9:33 am

5.3.1.3 Presión

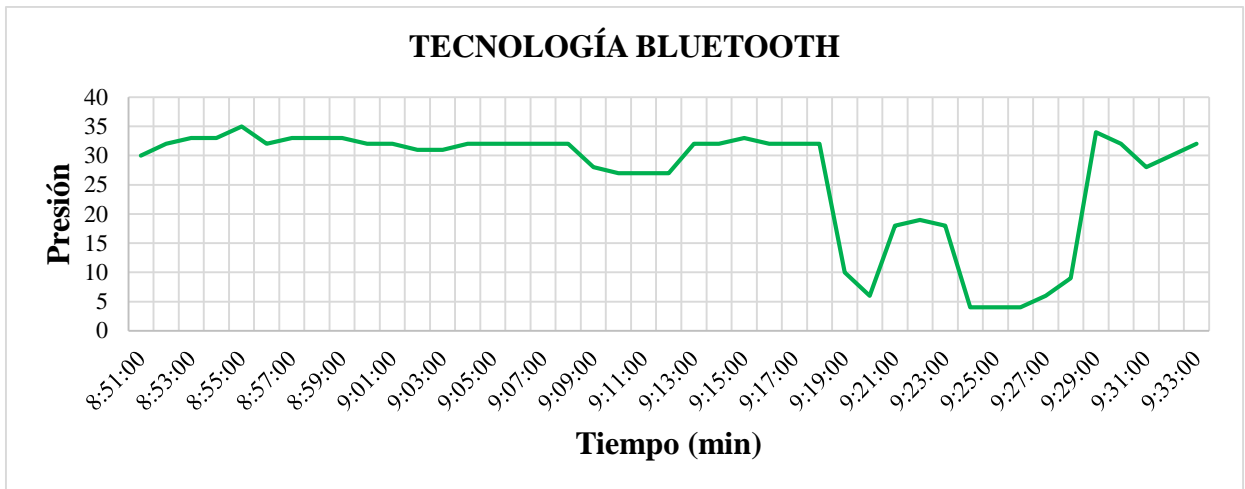


Fig. 5.5 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable presión el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 40 psi en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 25 a 35 psi en el tiempo de 8.51 a 9:19, de 18 a 20 psi en el tiempo de 9:21 a 9.23, y de 3 a 10 en el tiempo de 9.25 a 9.29.

5.3.2 Tecnología X-BEE

5.3.2.1 Caudal

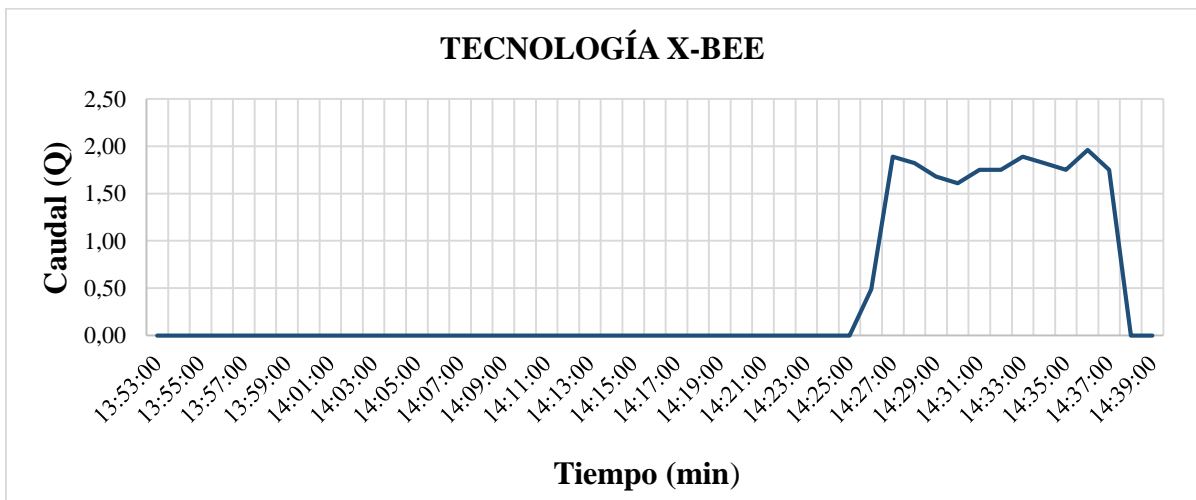


Fig. 5.6 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable Caudal el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 2.5 L/m en un tiempo de 50 minutos, el cual varía de 0 a 0.5 L/m en el tiempo de 13:53 a 14:27, y de 1.5 a 2 L/m en el tiempo de 14:27 a 14:37.

5.3.2.2 Consumo

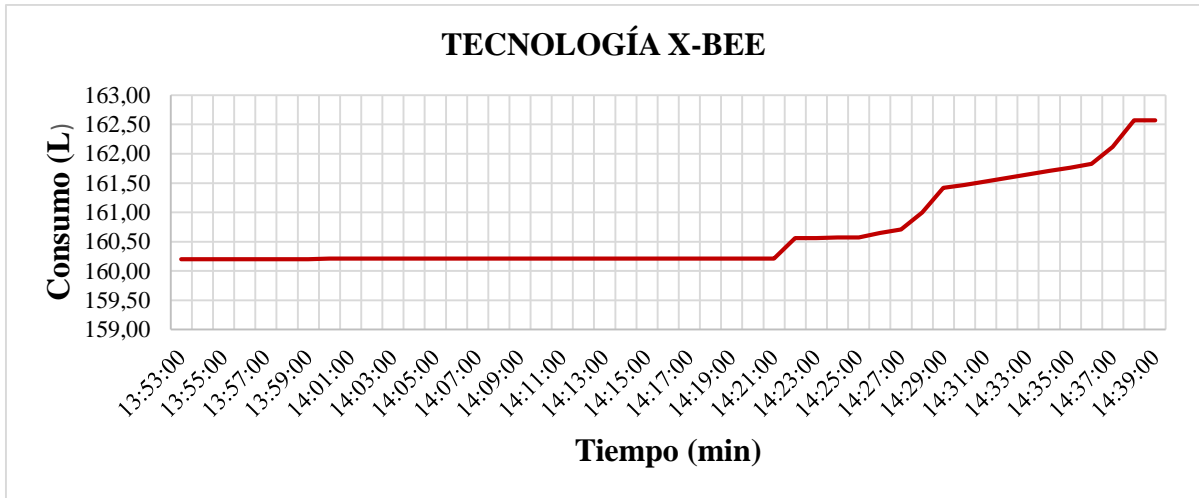


Fig. 5.7 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable consumo, el cual se indica el rango en que varía siendo de 159 a 163 L en un tiempo de 50 minutos, el cual varia de 160 a 160.5 L en el tiempo de 13.53 a 14:22, de 160.5 a 161 L en el tiempo de 14:23 a 14.29, y de 161 a 162.5 L en el tiempo de 14.29 a 14:39

5.3.2.3 Presión

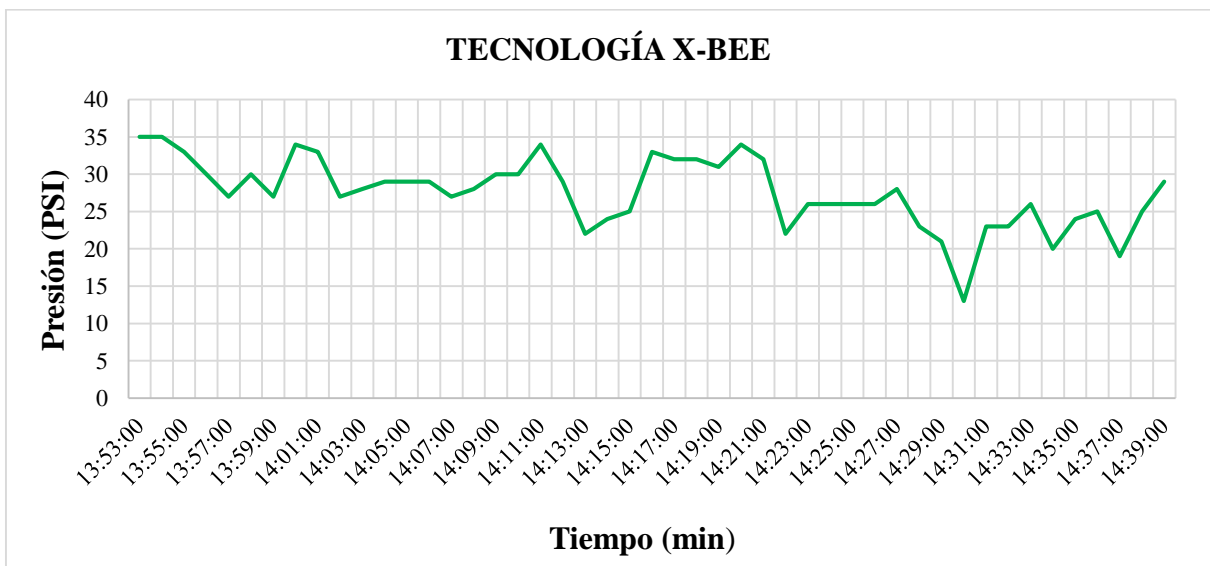


Fig. 5.8 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable presión el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 40 psi en un tiempo de 50 minutos, el cual varia de 12 a 35 psi en el tiempo de 13:53 a 14:39 minutos.

5.3.3 Tecnología WiFi

5.3.3.1 Caudal

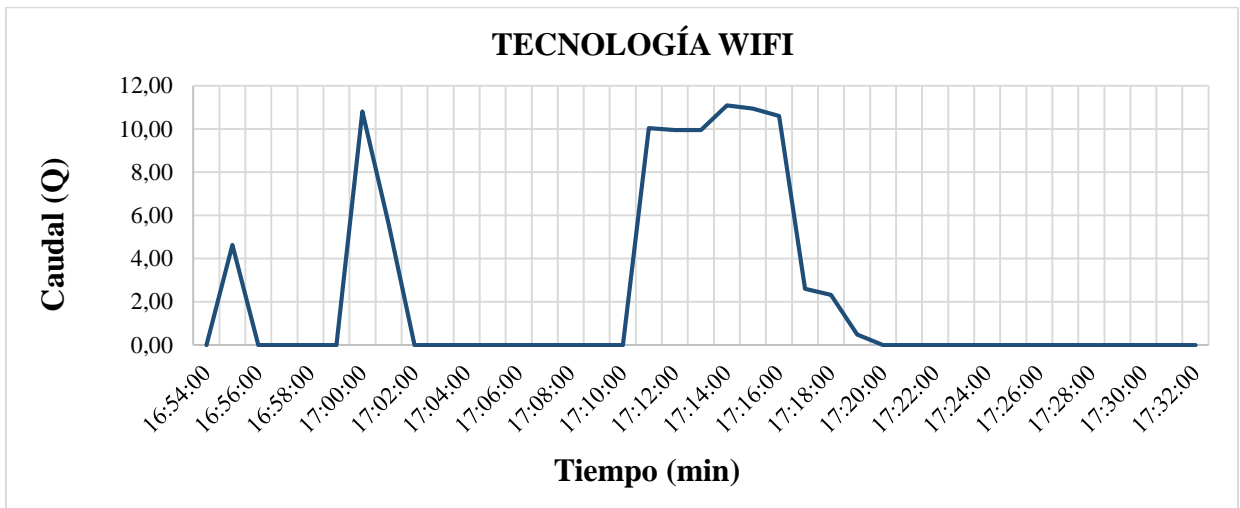


Fig. 5.9 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable Caudal el cual se indica el rango en que varía de 0 a 12 L/m en un tiempo de 40 minutos, el valor del caudal va cambiando según el tiempo en que hay consumo.

5.3.3.2 Consumo

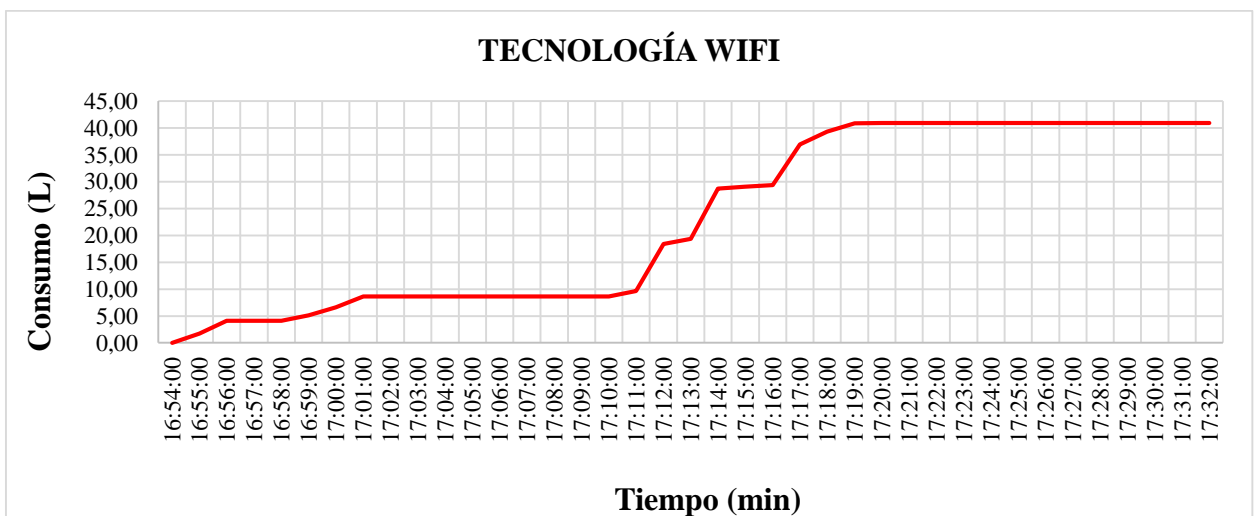


Fig. 5.10 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable consumo, el cual se conoce el rango en el que varía siendo de 0 a 45 L en el tiempo que varía de 16:54 pm a 17:32 pm, el consumo es de 0 a 10 L en el tiempo de 16:54 a 17:11 pm, de 17:11 pm a 17:17 el consumo sube de 10 L a 35L, y finalmente el consumo es de 35 a 45 L de 17:17 pm a 17:32 pm.

5.3.3.3 Presión

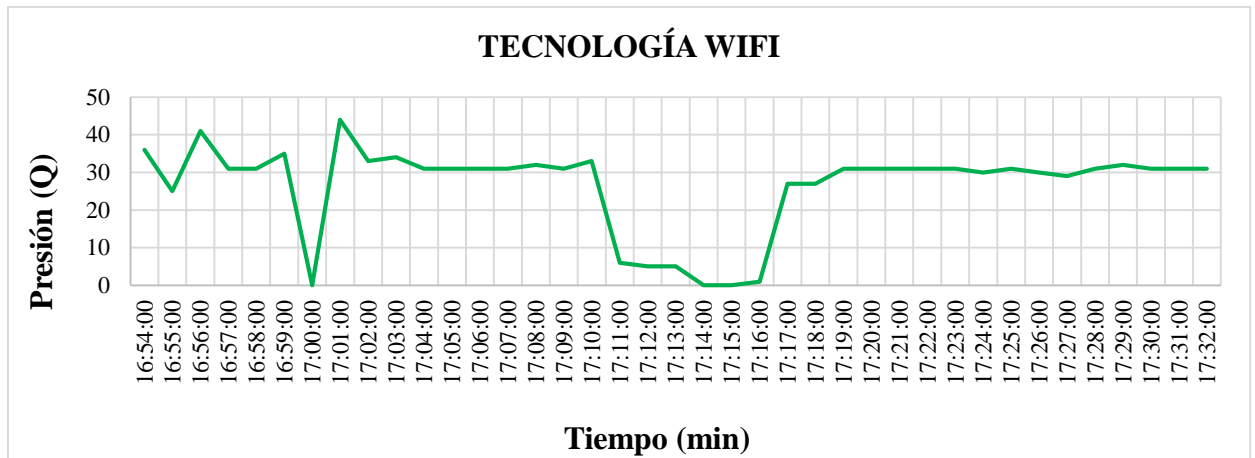


Fig. 5.11 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable presión en el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 45 psi en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 16:54 pm a 17:32 pm el cual varía según el consumo.

5.4 Comportamiento de los datos recibidos con tecnologías de larga distancia

5.4.1 Tecnología Radiofrecuencia RF

5.4.1.1 Caudal

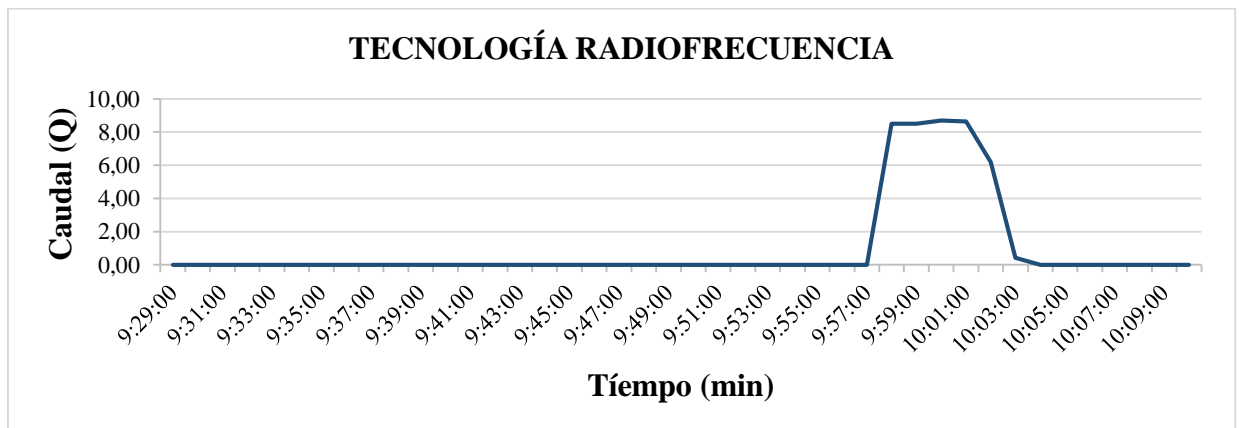


Fig. 4.12 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la gráfica de la variable caudal el cual se indica el rango en que varía el caudal siendo de 0 a 10 L/m en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 8 a 9 L/m en el tiempo de 9.57 a 10:01, y 7 L/m a las 10:02, el caudal es de 10:03 entre 0 a 1 L/m.

5.4.1.2 Consumo

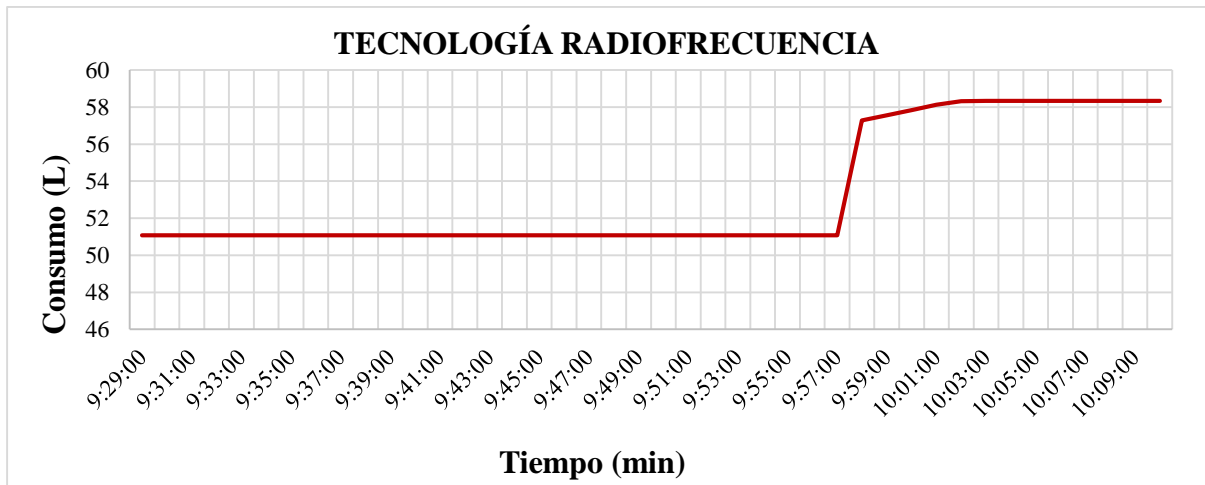


Fig. 4.13 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la gráfica de la variable consumo, el cual se indica el rango en que varía de 50 a 60 L en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 50 a 52 L en el tiempo de 9:29 a 9:57 minutos, y de 57 a 59 L, de 9:59 a 10:09 minutos.

5.4.1.3 Presión

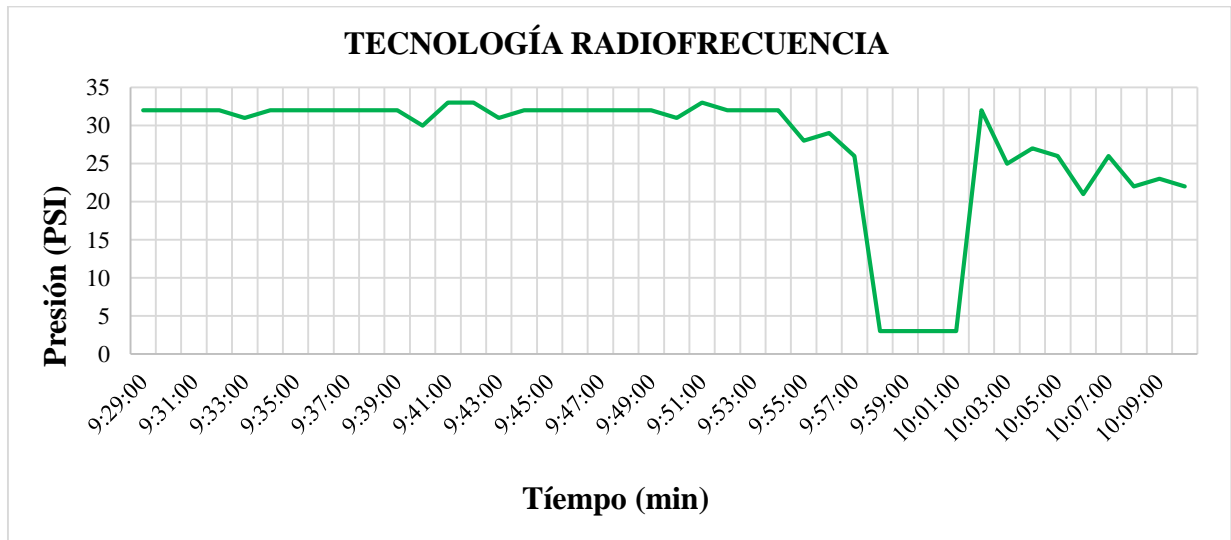


Fig. 4.14 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable presión el cual se indica el rango en que varía de 0 a 35 psi en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 30 a 35 psi en el tiempo de 9:29 a 9:55 minutos, de 0 a 5 psi en el tiempo de 9:57 a 10:03 minutos, y de 20 a 35 psi en el tiempo de 10:03 a 10:09 minutos.

5.4.2 Tecnología LoRa

5.4.2.1 Caudal

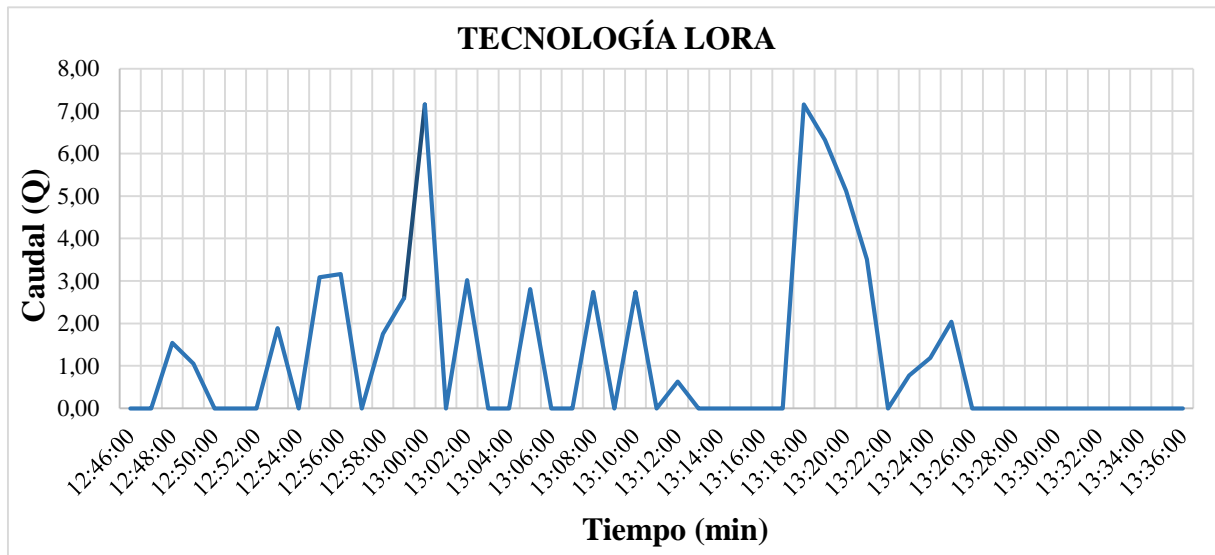


Fig. 5.15 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable Caudal el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 8 L/m en un tiempo de 50 minutos.

5.4.2.2 Consumo

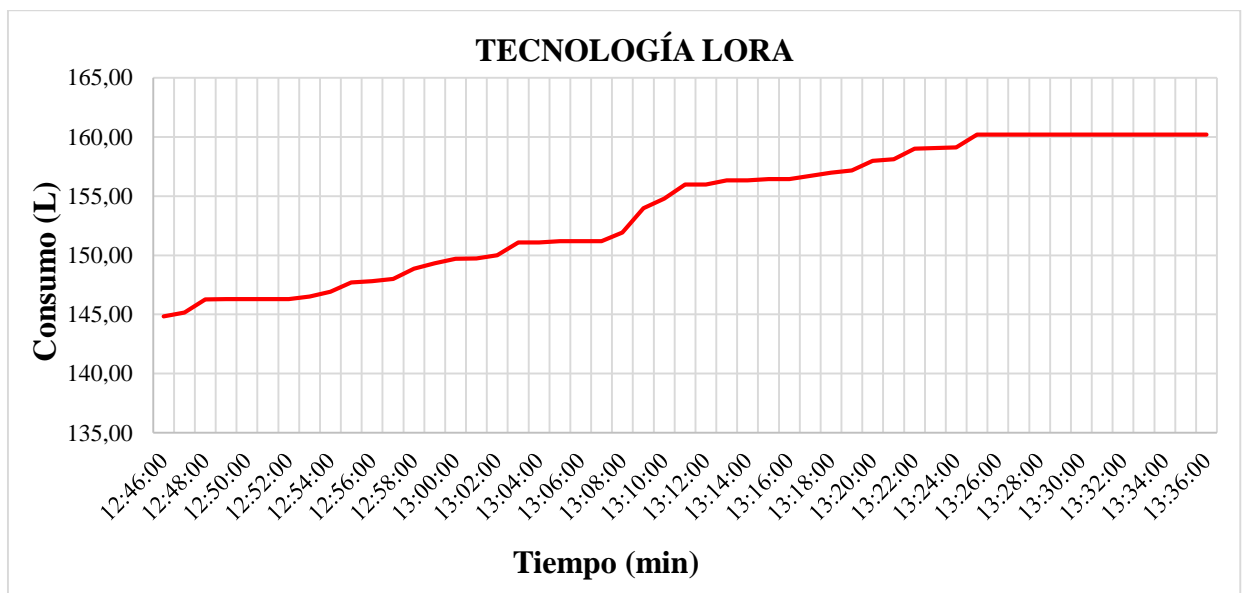


Fig. 5.16 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable consumo, el cual se indica el rango en que varía siendo de 145 a 160 L en un tiempo de 50 minutos, el cual varía de 12:46 a 13:36 pm.

5.4.2.3 Presión

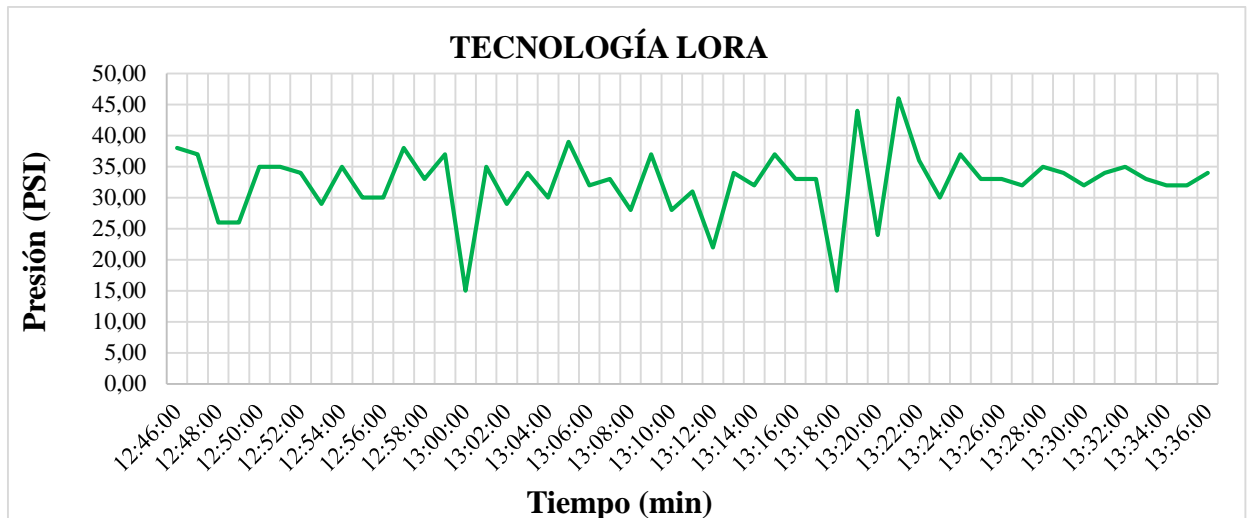


Fig. 5.17 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable presión, el cual se indica el rango en que varía siendo de 15 a 48 psi en un tiempo de 50 minutos, el cual presenta mayor variación en el tiempo de 13:00 a 13:02 pm una presión de 15 a 38 psi, y en el tiempo de 13:18 a 13:24 pm un caudal de 15 a 30 psi.

5.4.3 Tecnología GSM

5.4.3.1 Caudal

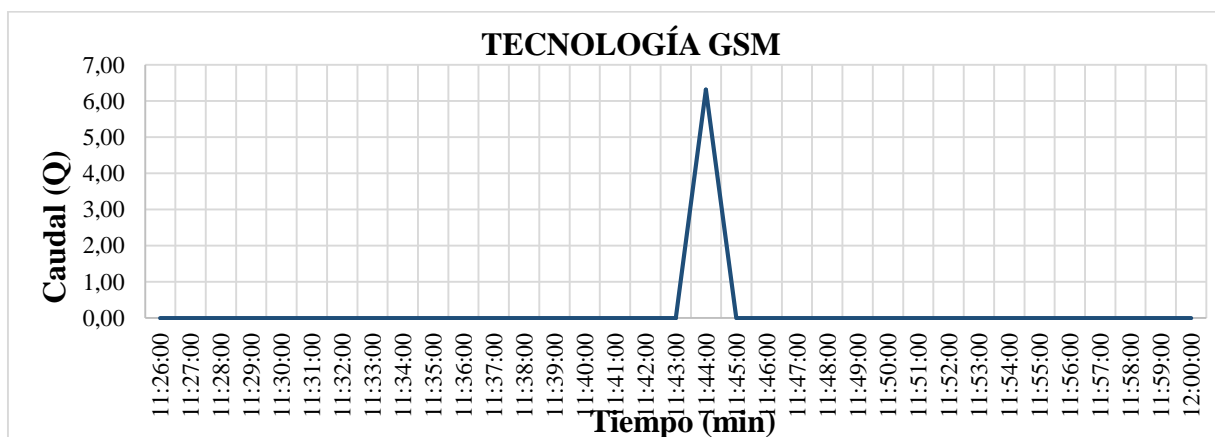


Fig. 5.18 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable Caudal el cual se indica el rango en que varía siendo de 0 a 7 L/m los datos fueron tomados en un tiempo de 30 minutos, en el tiempo de 11.43 am a 11:45 el caudal sube a 6 L/m, en el tiempo de 11.26 a 11:43 el agua no se consumió por lo que la gráfica indica en caudal de 0 al igual que de 11:45 a 12:00 pm.

5.4.3.2 Consumo

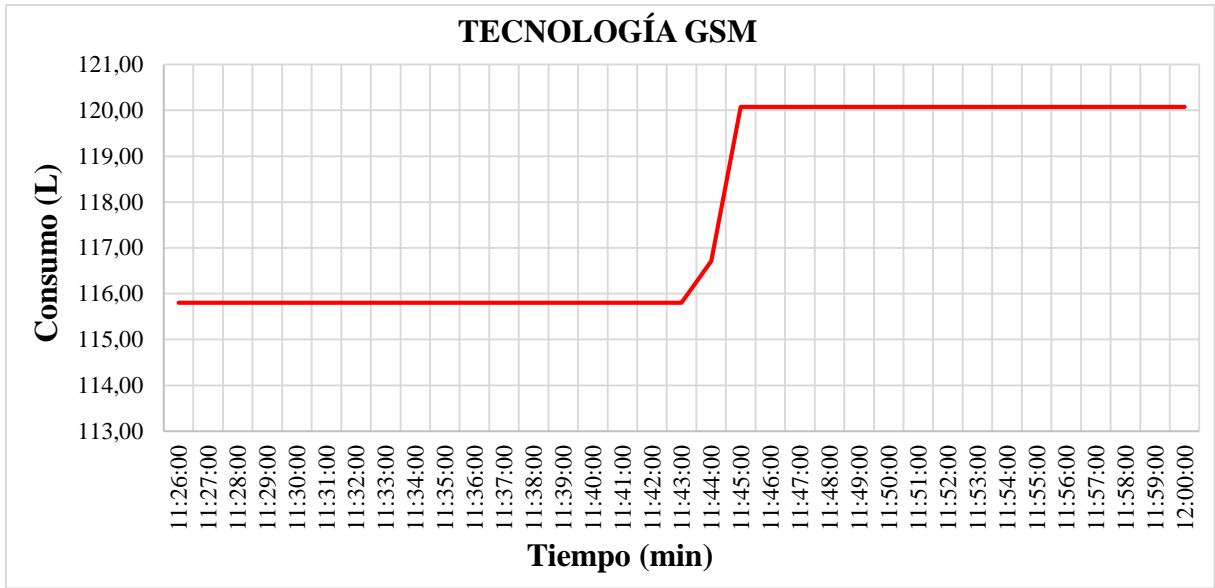


Fig. 5.19 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se indica el comportamiento de la variable consumo, el cual se conoce el rango en el que varía siendo de 116 L en el tiempo que varía de 11:26 am a 11:43 am, y en el tiempo de 11:45 a 12:00 pm el consumo se mantiene en 120 L.

5.4.3.3 Presión

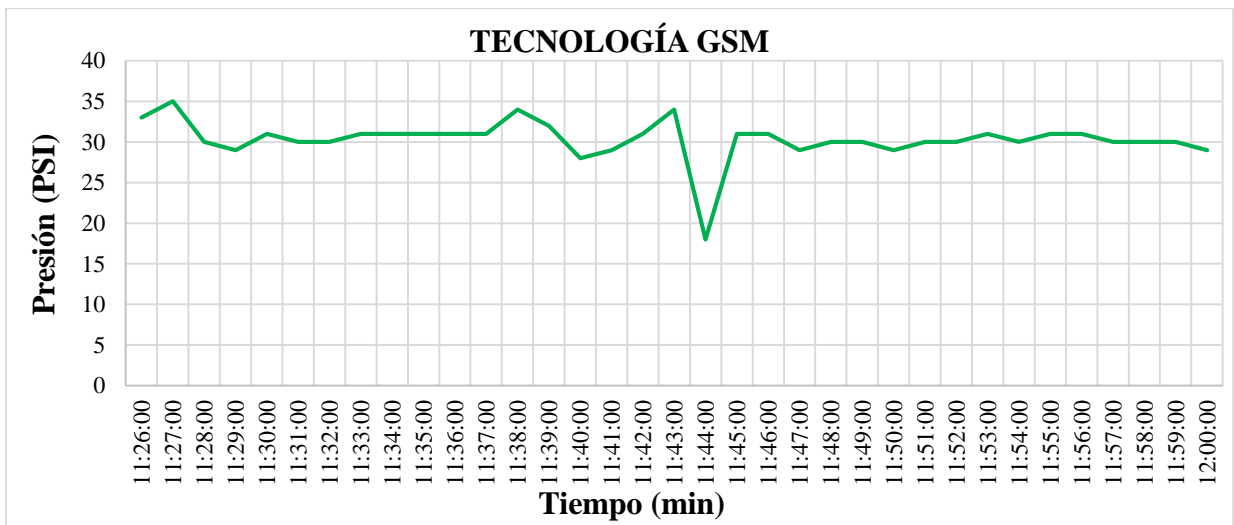


Fig. 5.20 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable presión el cual se indica el rango en el que varía siendo de 20 a 35 psi en un tiempo de 40 minutos, el cual varía de 11:26 am a 12:00 pm.

5.4.4 Tecnología Ubiquiti

5.4.4.1 Caudal

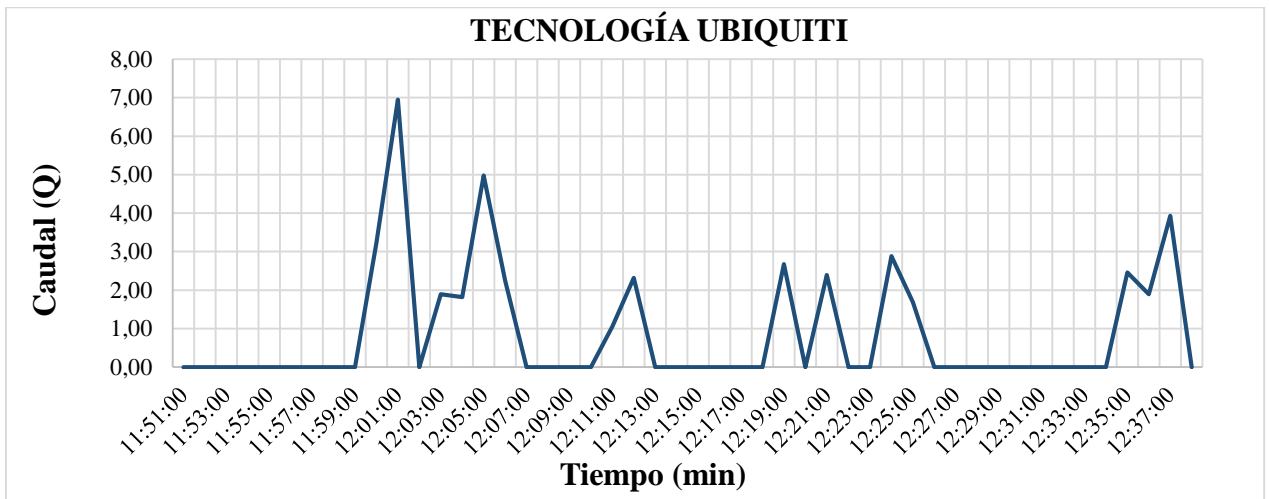


Fig. 5.21 Curva de comportamiento del caudal

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable Caudal en el cual se indica el rango en que varía de 0 a 8 L/m en un tiempo de 40 minutos, el valor del caudal va cambiando según el tiempo en que hay consumo y se observa que el consumo de 11.59 a 12.25 pm fue de 0 a 7L/m.

5.4.4.2 Consumo

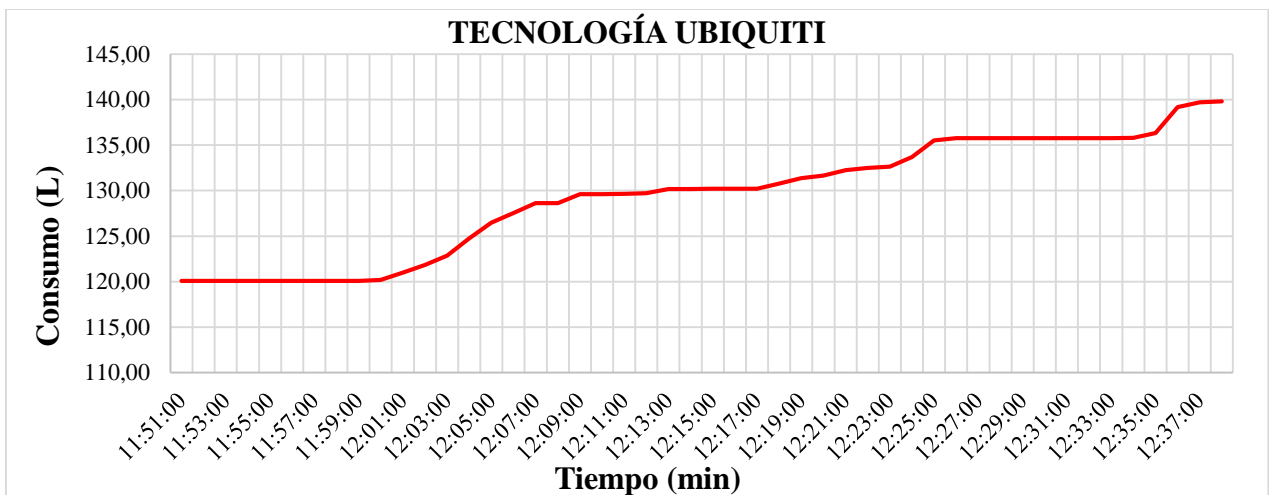


Fig. 5.22 Curva de comportamiento del consumo

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable consumo en el cual se conoce el rango en el que varía siendo de 110 a 145 l en el tiempo que varía de 11:51 am a 12:37 pm, el consumo es de 0 a 120 l en el tiempo de 11:51 a 12:01pm, de 12:07 pm a 12:25 el caudal sube de 120 a 130 l, y finalmente el consumo es de 135 l de 12:25 pm a 12:37 pm.

5.4.4.3 Presión

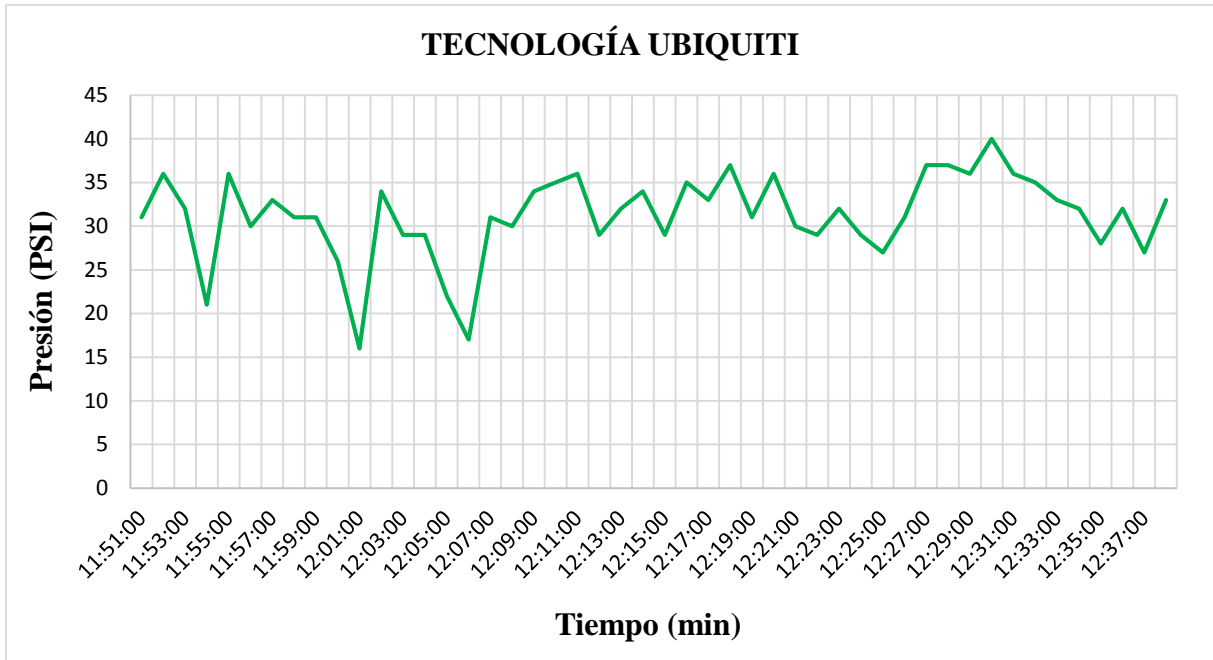


Fig. 5.23 Curva de comportamiento de la presión

Fuente: [Autores]

En la gráfica se visualiza el comportamiento de la variable presión en el cual se indica el rango en que varía de 15 a 40 PSI en un tiempo de 40 minutos, el cual varia de 11:51 am a 12:37 pm una presión de 15 a 35 psi.

5.5 Error de medición de los sensores

Tabla 5.2: Porcentaje de error de medición

Variables	Error
Caudal	$\pm 0.8 \%$
Consumo	$\pm 5 \%$
Presión	$\pm 0.5 \%$

Fuente: Autores

Según el apartado 4.3.3 el error de medición del sensor de caudal es del $\pm 0,8 \%$, el error de medición del consumo es del $\pm 5 \%$, el error de medición del sensor de presión es del $\pm 0.5 \%$.

5.6 RESULTADOS OBTENIDOS DEL ESTUDIO

Tabla 5.3: Comparación de las tecnologías inalámbricas de corta distancia en el consumo de agua residencia

TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE CORTA DISTANCIA				
Tecnologías Inalámbricas	Distancia de transmisión (m)	Eficiencia de la comunicación (%)	Potencia de transmisión (mW)	Velocidad de Transmisión (kbps)
Bluetooth HC 05	25	100	2,98	1000
Zig-Bee X-Bee S2	10	100	3,98	250
Wifi ESP8266	8	100	89,12	0,11

Fuente: [Autores]

Tabla 5.4: Comparación de las tecnologías inalámbricas de larga distancia en el consumo de agua residencia

TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LARGA DISTANCIA				
Tecnologías Inalámbricas	Distancia de Transmisión (Km)	Eficiencia de la Comunicación (%)	Potencia de Transmisión (mW)	Velocidad de Transmisión (kbps)
RF NRF24L01	0.98	100	3.98	200
GSM SIM 800L	1	97.28	1.99	1.2
Lora SX 1278	8	98.47	100	300
Ubiquiti Nano Station M2	8	99.11	199.52	3000

Fuente: [Autores]

5.7 ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE CORTA DISTANCIA.

El análisis de las tecnologías inalámbricas de corta distancia indica lo siguiente: la tecnología Bluetooth es el de mayor alcance con 15 m y su potencia de transmisión es la más baja de 2,98 mW comparado con las demás, a pesar de eso tiene la velocidad de transmisión más alta de 1000 kbps que las demás y se puede determinar que la distancia a dependido mucho de la velocidad de transmisión en comparación con la WiFi su distancia es la más baja de 8 m al manejar una velocidad muy baja de 0,11 kbps y finalmente X-Bee se mantiene entre las 2, esto nos indica que a mayor velocidad de transmisión mayor es la distancia y menor es la potencia.

Para el monitoreo del caudal presión y consumo residencial se puede utilizar la tecnología Bluetooth para una distancia de 25m a la redonda si la central base de monitoreo se encuentra a esa distancia, además de su costo que es muy bajo de \$ 18,00 el par de módulos, y si la central de monitoreo se encuentra a 980 k a la redonda se puede utilizar tecnología RF, con un precio de 30\$ el par de módulos transmisores.

5.8 ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE LARGA DISTANCIA

El análisis de las tecnologías inalámbricas de larga distancia indica lo siguiente: La tecnología RF tiene una potencia de transmisión de 3.98 mW con una velocidad de transmisión de 200kbps y su alcance se lo ha considerado de larga distancia al transmitir los 980 m y debido a su alta velocidad de transmisión y potencia la eficiencia es del 100%. La tecnología GSM presenta menos potencia y velocidad de transmisión y se puede determinar que es debido a estas condiciones que su eficiencia es del 97.28 %. La tecnología LoRa al tener una potencia de 100 mW y una velocidad de 300 debido a estas condiciones su eficiencia es de 98.47 %, siendo más eficiente que es GSM, en cuanto a la tecnología Ubiquiti, al ser más robusto presenta mayor potencia y velocidad de 3000 kbps y 199.52 mW, estos parámetros nos indican la mayor eficiencia de las tecnologías de larga distancia.

Para el monitoreo del caudal presión y consumo residencial se puede utilizar la tecnología LoRa para una distancia de 8 m a la redonda si la central base de monitoreo se encuentra a esa distancia, además de su costo no es de \$ 60.00 el par de módulos, a diferencia del Ubiquiti que la instalación es más compleja y su precio es de \$ 200, 00 el par d antenas, y si se quiere monitorear los valores en cualquier región donde exista cobertura se debe utilizar la tecnología GSM pero se debe tomar en cuenta que su eficiencia es la menor de todas.

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTO

6.1 PRESUPUESTO

Tabla 6.1: Materiales Electrónicos

Elementos			
Cantidad	Elemento	Costo. Unitario (\$)	Costo. Total (\$)
2	Módulos transceptores Bluetooth HC-05	9,00	18,00
2	Módulos transceptores RF RNF24L1	15,00	30,00
2	Módulos transceptores GSM SIM800L	20,00	40,00
2	Módulos transceptores Xbee S2 con convertidor	50,00	100,00
2	Módulos transceptores WiFi ESP 8266	10,00	20,00
2	Módulos transceptores Lora SX1278	80,00	160,00
2	Antenas Ubiquiti Nano Station M2 con adaptadores	100,00	200,00
1	Rollo de Cables Ethernet RJ45 50 m	20,00	20,00
1	Router	25,00	25,00
2	Placa Electrónica Arduino Nano V3	10,00	20,00
1	Batería 7V- 1A	20,00	20,00
2	Reguladores de Voltaje AC-DC LM2596S	10,00	20,00
1	Sensor de Caudal YFS-201	10,00	10,00
1	Sensor de Presión HK110C	90,00	90,00
1	Medidor de Agua Digital US2011M Lite	85,00	85,00
2	Chips Tuenti con saldo	15,00	30,00
7	Interruptores 5V DC	1,00	7,00
1	Pantalla LCD 16x2 I2C con convertidor serial I2C	15,00	15,00
1	Fuente de Voltaje AD-DC 7V – 1A	20,00	20,00
7	Dip Switchs 5V DC	1,00	7,00
2	Placa de cobre	15,00	30,00
1	Ácido Férrico	5,00	5,00
1	Estaño	2,00	2,00
		Total	\$ 974,00

Elaborado por: Los autores

Tabla 6.2: Materiales de PVC

Elementos			
Cantidad	Elemento	Costo. Unitario (\$)	Costo. Total (\$)
1	Medidor de Agua residencial	40,00	40,00
1	Manómetro de Presión 100PSI	5,00	5,00
1	Válvula Check ½ (in)	10,00	10,00
1	Llaves de Paso ½ (in)	5,00	5,00
4	Codos cachimba de ½ (in)	2,00	8,00
2	Uniones T ½ (in)	0,80	1,16
1	Tubo ½ (in)	3,00	3,00
2	Uniones Macho ½ (in)	0,80	1,16
2	Uniones Hembra ½ (in)	0,80	1,16
2	Uniones Universales ½ (in)	2,00	2,00
2	Reductores de Diámetro de ½ - ¼	2,00	4,00
2	Conectores de tubería ½ (in)	0,80	1,16
3	Teflones	1,00	3,00
1	Permatex	8,00	8,00
Elaborado por: Los autores			Total
			\$ 92,64

Tabla 6.3: Gastos indirectos

Gastos Indirectos			
Cantidad	Elemento	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
2	Adhesivo Impresión	5,00	5,00
-	Internet	30,00	30,00
1	Instalación Labview y Proteus	20,00	20,00
1	Estructura Maqueta	10,00	10,00
1	Tablones Maqueta	10,00	10,00
1	Soldadura	10,00	10,00
1	Pintura	5,00	5,00
2	Transporte	100,0	100,00
Elaborado por: Los autores			Total
			\$ 190,00

<

Tabla 6.4: Imprevistos

Imprevistos	\$ 50,00
--------------------	-----------------

Elaborado por: Los autores

Tabla 6.5: Costo total

Presupuesto Total de la maquina	
Material Electrónico	974,00
Material de PVC	92.64
Gastos Indirectos	190,00
Imprevistos	50,00
	Total
	\$ 1306,64

Elaborado por: Los autores

6.2 ANÁLISIS DE IMPACTO

El análisis de impacto indica la relevancia que tiene la implementación de un prototipo de comunicación inalámbrica con diferentes tecnologías en la transmisión del consumo de agua residencial en el desarrollo de la propuesta tecnológica ya sea en el ámbito tecnológico, social, ambiental.

6.2.1 Impacto Técnico

El desarrollo de la propuesta tecnológica requiere un nivel de conocimiento técnico de ingeniería para el diseño y la construcción del mismo, para la adecuada conexión de los sensores, diseño de las tarjetas electrónicas emisora y receptora, programación, diseño del sistema HMI, todas las etapas para su elaboración requieren de una adecuada elaboración al ser una propuesta innovadora, es por eso que el desarrollo del mismo tiene un impacto técnico.

6.2.2 Impacto Social

La propuesta tecnológica permitirá a la sociedad conocer la presión, el consumo y el caudal en sus medidores de agua residencial, en la transmisión las diferentes tecnologías pueden transmitir los datos que pueden ser o no reales según la distancia de transmisión debido a las pérdidas que existen en la transmisión, teniendo presente el ámbito social las tecnologías de largo alcance son las más importantes debido a que en lugares alejados se necesita el uso de estas para la comunicación en tiempo real de las variables, además que se puede realizar la comunicación para otro tipo de aplicación con las tecnologías de largo alcance.

6.2.3 Impacto Ambiental

La propuesta tecnológica presenta una mínima parte de la contaminación ambiental al tener incorporado componentes electrónicos y sensores que nos son contaminantes y baterías recargables, de la misma manera las placas de cobre libre sin plomo y las cajas para las placas son de material plástico en impresión 3d.

6.2.4 Impacto Económico

El desarrollo de la propuesta tecnológica presenta un presupuesto considerable principalmente en los componentes electrónicos, a pesar de esto el manejo de las diferentes tecnologías inalámbricas pueden servir para la implementación de un sistema de comunicación para futuros proyectos el cual nos puede generar rentabilidad en su desarrollo

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Se concluye que las tecnologías presentaron los siguientes resultados, un alcance de 25 metros, eficiencia del 100%, potencia de 3.98 mW con tecnología Bluetooth velocidad de 10000 kbps, con la tecnología RF un alcance de 980 metros, eficiencia de 100%, velocidad de 200 kbps, potencia de 2.51 mW, con la tecnología X-Bee un alcance de 10 metros, eficiencia del 100%, velocidad de 250 kbps, potencia de 3.98 mW, con la tecnología WiFi un alcance de 8 metros, eficiencia del 100%, potencia de 3.98 mW, velocidad de 0.11 kbps, con la tecnología GSM el alcance dependió de su cobertura, eficiencia del 96 %, potencia de 1.99 mW, velocidad de 1.2 kbps, con la tecnología LoRa un alcance de 8 Km, eficiencia del 99 %, potencia de 100 mW, velocidad de 300 kbps, con la tecnología Ubiquiti un alcance de 8 Km, eficiencia del 98 %, potencia de 199.52 mW, velocidad de 300 kbps, concluyendo que la eficiencia depende mucho de la potencia y velocidad de transmisión en cuanto a mayor potencia y velocidad mas es el alcance y la eficiencia. para las tecnologías de larga distancia, en cuanto a las tecnologías de larga distancia si la velocidad de transmisión es baja y la potencia es baja la eficiencia no se ve afectada al transmitir los datos a cortas distancias.

El caudal máximo de la vivienda fue de 11 a 12 l/m con una presión de 2 PSI, de 0 a 0.55 l/m una presión de 28 a 35 PSI, el consumo en litros se obtiene al aperturar las llaves de la vivienda y a mayor caudal y menor presión mayor es el consumo, el consumo de agua en 6 meses de investigación fue de 3m³ según el medidor residencial, la medición de la variable Caudal en el consumo de agua residencial presentó valores que varían entre 0 a 12 l/m, esto nos indica que

los 12 l/m corresponden a la apertura de todas las llaves de la vivienda siendo de 6 llaves, la medición de la presión presentó valores que varían entre 0 a 35 PSI siendo el valor de 0 PSI la apertura de todas las llaves de la vivienda, y los 35 PSI es debido a los momentos en que todas las llaves de la vivienda están cerradas

Las tecnología que presentan más potencia de transmisión según la ecuación 1 son las tecnologías Wifi siendo de 89, 12 mW, Lora siendo de 100 mW, y Ubiquiti siendo de 199.52 mW, y las que presentan menor potencia de transmisión son las tecnologías Bluetooth de 2.51 mW, Radiofrecuencia de 3.99 mW, X-Bee de 3.98 mW, y GSM de 1.99 mW, esto nos indica que la potencia mínima para la transmisión de datos es de 1.99 mW a corta distancia de hasta 25 metros y la potencia necesaria para la transmisor de datos a larga distancia de hasta 10 km es de 199.52 mW.

7.2 RECOMENDACIONES

No se recomienda utilizar las tecnologías xbee y GSM en futuras investigaciones o en implementaciones de sistemas de comunicación inalámbricos, debido a que la tecnología xbee es costosa y su distancia de transmisión es de 10 m, y la tecnología GSM requiere de servicio de mensajería para lo cual es necesario la contratación de un plan el cual requiere de un costo elevado.

Se recomienda el uso de la RF y Lora para una posterior implementación de un sistema de adquisición e datos de caula presión y consumo debido a que estas tecnologías presentan mayor eficiencia, y no son costosas a diferencia de otros no es recomendable debido a su consto y requerimientos como internet, línea de vista y un plan de mensajería. Con estas tecnologías es posible implementar un adecuado sistema de comunicación inalámbrica de larga distancia. Con respecto a las tecnologías de corta distancia para el monitoreo se recomienda el uso de la tecnología Bluetooth debido a que puede transmitir hasta 25 m y su costo es muy bajo a diferencia de otros que su distancia es de hasta 10 metros y el costo es muy elevado.

Para determinar de manera práctica o experimental y conocer de manera más exacta la potencia de transmisión y la velocidad de la transmisión se recomienda el uso del equipo analizador de señales si se requiere profundizar en este ámbito de las señales inalámbricas de forma experimental para la potencia de transmisión y la velocidad, el uso de estos equipos puede presentar complicaciones debido a que pueden existir distintas señales inalámbricas en el espacio.

8 BIBLIOGRAFIA

- [1] V Cesar, "Evaluación de tecnologías inalámbricas en redes de área doméstica para obtener la curva característica de carga en edificios inteligentes" Quito Julio 2019.
- [2] J. Daniel, R. Hernández, and R. O. Gómez, "Monitoreo del consumo doméstico de agua potable utilizando tecnología ZigBee," no. 112, pp. 1050–1064, 2015.
- [3] G. T. Granados Quitian, E. J. Pérez Ombita, , "Diseño de un prototipo para la medición del consumo de agua en un grifo de una unidad habitacional a través de la tecnología ZigBee," 2017.
- [4] M. Manuel and R. López, "Tesis Mario Manuel Rivera Lopez Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría Centro de Investigaciones en Microelectrónica Facultad De Ingeniería En Telecomunicaciones Y Electrónica Diseño e implementación de una red de sensores auto-confi," no. November, 2020.
- [5] P. Canales, K. Bryan, R. Rosero, and C. Bolívar, "Desarrollo de un sistema de Telemetría para el control y supervisión del consumo de agua en hogares residenciales.," 2018.
- [6] T Julio, Universidad mayor de san andres faculta de tecnología, "Diseño de un sistema de telemetría de control de volumen de agua para la administración autónoma para obras sanitarias", La Paz Bolivia vol. 16, no. 2, pp. 39–55, 2015.
- [7] E. Maldonado, "Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito," *Tesis*, no. Vi, pp. 1–57, 2019.
- [8] J. Prieto, "Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos," Introducción a los sistemas de comunicación inalámbrica, pp. 5–29, 2015.
- [9] M. Learning "Título de análisis de estructura sin covarianza sobre indicadores relacionados con la salud en ancianos domiciliarios con un enfoque en salud subjetiva"
- [10] S. Ezequiel, N. Tec, M. T. I. Luis, and J. Mota, *Instituto tecnologico de merida*. 2017.
- [11] G. Amorin A Programación de robots nivel pregrado internacional conferencia de robotica avanzada, belo horizonte, brazil, 2019
- [12] L Alliance Lora Wan parametros reguinales lora-alliance.org, parametros reguinales 2020
- [13] G Jackson el camino hacia la tecnología 5G Universidad privada Dr Rafael Belloso Chacín, Venezuela, 2016
- [14] D. P. Burbano Báez, *Sistema De Transmisión De Datos Inalámbrica Mediante Pulsos Luminosos*. 2016.
- [15] H. Mendez, "Repositorio UTP: Desarrollo del prototipo de un sistema de seguridad

- basado en tecnología GSM para la empresa Familia Castro y Baca S.A.C.,” p. 52, 2016.
- [16] F. Maldonado Tinizaray, “Diseño De Un Sistema De Telemetría Basado En Transmisores De Corriente Y Tecnología Celular,” *Bibdigital.Epn.Edu.Ec*, pp. 13–14, 2018.
- [17] E. J. Casagrande Campoverde, *Universidad católica de santiago de guayaquil*. 2014.
- [18] J. Ronny, ““ Enlace Inalámbrico Zigbee Para Un Sistema De Alumbrado Led Autónomo “ Presentada Por : Piura-Perú,” pp. 20–29, 2018.
- [19] M. D. E. Graduaci, “UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL,” 2019.
- [20] J. McNulty, "Sin título La sucursal del kiwi: situación", *Planting Bulletin*, vol. 66, no. 1997, págs. 37–39, 2018..
- [21] “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESINA SEDE QUITO,” 2020.
- [22] E. M. Bravo and E. S. Zambrano, “Escuela Superior Politécnica Del Litoral,” p. 125, 2014.
- [23] M. B. Gutiérrez Sotomayor, “Facultad De Ingeniería En Sistemas Electrónica E Industrial Carrera De Ingeniería Industrial En Procesos De,” p. 250, 2018.
- [24] C. Viii, *Sensores y Actuadores Introducción :*, no. 2014. 2020.
- [25] F Boccardi A. D. Helfrick, W. D. Cooper, and A. D. Helfrick, “Instrumentación electronica de medición.” 1014.
- [26] E. Gassmann and A. Gries, “¿Cómo funciona un transmisor de presión?,” *Verlag Mod. Ind.*, p. 56, 2014.
- [27] P. Del, L. D. E. Construcciones, and C. Ft, “Implementación De Un Medidor De Caudal Digital Para El Civiles Ft Udfjc Implementation of a Digital Flow Meter for the Test Lab,” 2016.
- [28] R. H. Sampieri, “Análisis de estructura de covarianza sobre indicadores relacionados con la salud en ancianos domiciliarios con enfoque en la salud subjetiva”, p. 634. [29]K. SanMartin Salazar and A. Álvarez Moreira, “Diseño e implementación de una red Con sensores inalambricoa (WSN) con un protocolo abierto de comunicación basado en Ieee 802 .,” 2018.
- [30] C. D. E. Ingeniería and E. N. Sistemas, “SALESIANA,” 2018.
- [31] C. D. E. P. Industriales, *MANUAL DE PROGRAMACION LabVIEW (NIVEL BÁSICO)*, vol. 0, no. October. 2018.

ANEXOS



ANEXO 1



SENSOR DE CAUDAL YFS-201



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SENSOR YF S-201

Especificación	Valor
tensión de trabajo nominal	DC4.5 5V-24V
Corriente máxima de funcionamiento	15mA (DC 5V)
Gama del voltaje de trabajo	CC 5 ~ 18V
Capacidad de carga	10mA (DC 5V)
Temperatura de uso	80 ° C
Rango de humedad de funcionamiento	35% ~ 90% RH
Presión permitida	2.0Mpa
Temperatura	-25 ~ +80 ° C
Tubería	1/2 "



ANEXO 2



SENSOR DE PRESIÓN HK100C



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SENSOR HK1100C

Especificación	Valor
Voltaje de operación	DC 5V \pm 0.25 V
Temperatura de trabajo	-40°C ~ 125°C
Tipo de Salida	Analógica lineal
Rango de voltaje en la salida	0.5V ~ 4.5V
Alcance	0MPa~1.2MPa (0psi~174PSI)
Capacidad	0Bar ~ 12 Bar
Presión de Sobrecarga	24 Bar
Presión de Explosión	30 Bar
Error de Medición	\pm 1.5 %
Tiempo de respuesta	<2ms
Rosca	G1/4



ANEXO 3



MEDIDOR DE AGUA DIGITAL



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Especificación	Valor
Rango de medición	1 ~ 999999L
Numero de rosca	1/2
Temperatura de trabajo	0-100 grado C
Pulso de flujo	$F \text{ (Hz)} = 11 \times Q \pm 5\%$ $Q = \text{L/min}$
Temperatura del sensor	3950K a 25/50 DEG. C
Resistencia TEM	50k ohmios a 25Deg. C
Potencia	batería 3xAAA
Rango de Medición	-99°C a 999° C
Rango de Medición	30 LPM
Aplicación	Consumo de agua



ANEXO 4



REGULADOR DE VOLTAJE DC- CD LM2596S



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Especificación	Valor
Voltaje de entrada	3.2V – 40V
Voltaje de salida	1.25V – 35V
Corriente de salida	3A (Máximo)
Eficiencia	92%
Rizado de salida	<30mV
Frecuencia de conmutación	65KHz
Temperatura de operación	-45°C ~ 85°C
Rango del voltímetro	0 a 40V, error $\pm 0.1V$



ANEXO 5



ARDUINO NANO V3



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ARDUINO NANO V3

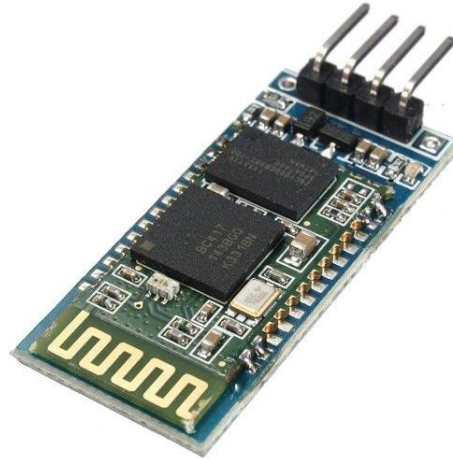
Especificación	Valor
Microcontrolador	Atmel ATmega 328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada	7 – 12V
Voltaje mínimo y máximo	6 – 20V
Corriente máxima de entrada y salida	40mA
Entradas/salidas digitales I/O	14
Canales PWM	6
Entradas Analógicas	8
Memoria flash	32KB
Memoria Sram	2KB
Velocidad del reloj	16MHz



ANEXO 6



MODULO BLUETOOTH HC 05



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MÓDULO BLUETOOTH HC 05

Especificación	Valor
Voltaje de alimentación	3.6 a 6V
Frecuencia	2.4 GHz, banda ISM
Antena	PCB Incluida
Decibelios	4 dBm
Alcance	5m a 10m
Sensibilidad	-84 dBm a 0.1% VER
Velocidad de transmisión	1 Mbps
Consumo de corriente	50 mA
Temperatura de operación	-20 °C a +75°C
Dimensiones	4.4 * 1.6 * 0.7 cm



ANEXO 7



MÓDULO X-BEE S2



Especificaciones técnicas de Xbee S2

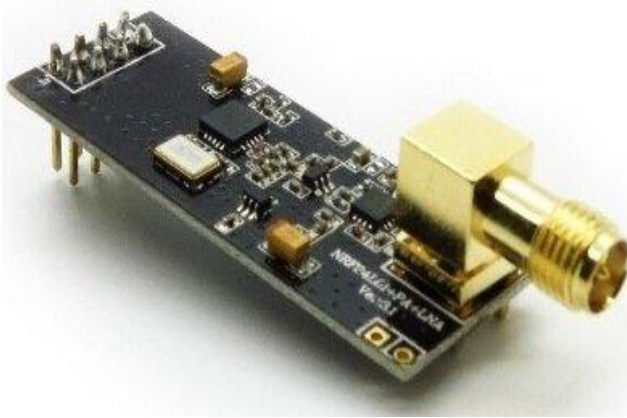
Descripción	Valor
Categoría	Módulo Xbee S2 (802.15.4)
Frecuencia	2.4 GHz
Velocidad de transmisión	250kb/seg
Rango	10m
Voltaje de operación	3.3 V
Corriente de operación	55 mA
Potencia	6dBm
Protocolo	802.15.4
Conector para antena	PCB
Subcategoría	Wireless&RF Modules
Peso	18g



ANEXO 8



MODULO DE RADIOFRECUENCIA NRF24L1



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL NRF24L01

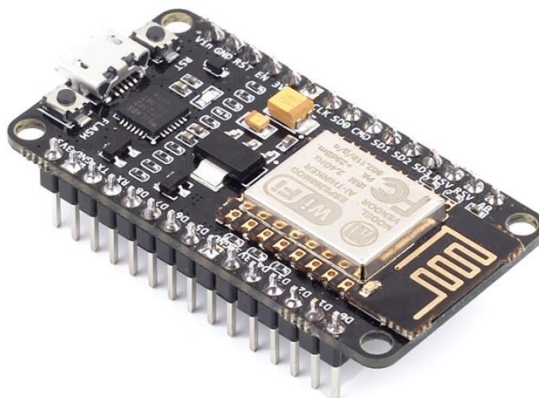
Especificación	Valor
Voltaje de funcionamiento	3.3 A 5 V
Consumo Corriente	115Ma
Decibelios	20dBm
Velocidad de Transmisión	2Mbps
El alcance de transmisión	1Km
Frecuencia	2.4GHz
Dimensiones	16.5mm x 45.5 mm
Fuente de alimentación	1.9 a 3.6 V



ANEXO 9



MODULO WIFI ESP8266



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TRANSEPTOR WIFI ESP 8266

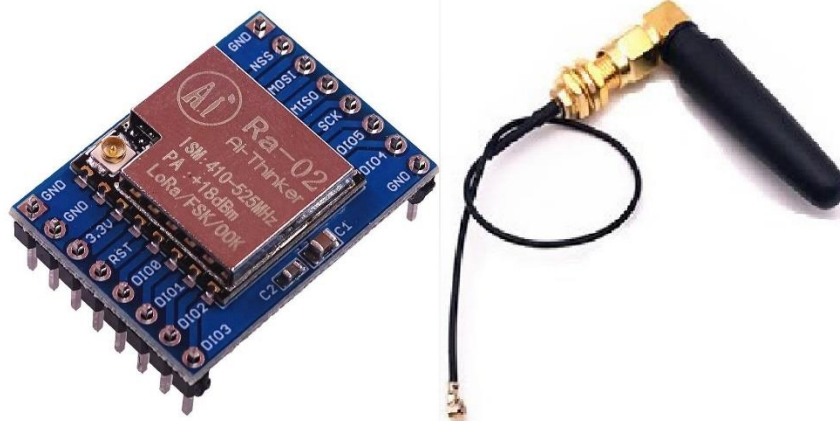
Descripción	Valor
Voltaje de funcionamiento	3.3 a 3.6 V DC
Corriente	80mA
Velocidad de transmisión	110bps
Frecuencia	80 MHz
Decibelios	19.5 dBm
Instrucción RAM	32kb
Data RAM	96kb
Memoria Flash Externa	4MB
Pines digitales GPIO	17 (4 pueden configurarse como PWM a 3.3v)
Pin analógico ADC	1 (0-1V)
Puerto Serial UART	2
Certificación	FCC
Antena	PCB
802.11	b/g/n
Wifi directo	P2P Soft-AP
Voltaje de entrada y salida	5V DC
Stack de protocolo	TCP/IP integrado
Potencia de salida	+19.5dBm en modo 802.11b
Corriente de fuga	Menor a 10Ua
STBC	1x1 MIMO, 2X1 MIMO
A-MPDU & A-MSDU	Agrega y guarda intervalos en 0.4ms / transmisión de paquetes en 2ms
Consumo de potencia Standby	1.0mW (DTIM3)
Pulsador	RESET Y FLASH



ANEXO 10



MODULO LORA SX1278



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LORA

Especificación	Valor
Voltaje	1.8 – 3.6
dBm	20
Corriente de trabajo	10.8 mA
Velocidad	300kbp
Alcance	10 KM
Estándar inalámbrico	433MHz
Frecuencia	433 MHz
Tensión de funcionamiento	1.8 – 3.7 V
Temperatura de trabajo	- 40 - 85°C



ANEXO 11



MODULO GSM SIM 800L



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Especificación	Valor
Voltaje de operación	3.4 V – 4.4 V DC
Velocidad de transmisión	1200bps
dBm	20
Consumo máximo de corriente (máx.)	50mA
Consumo de corriente (modo reposo)	0.7mA
Interfaz	Serial UART
Frecuencia	850MHz
Envía y recibe mensajes	SMS
Envía y recibe datos	GPRS (TCP/IP, HTTP)
Escanea y recibe emisiones	Radio FM
Controlado por comandos	AT
Interfaz de comandos	AT automática
Protocolo TCP/IC	En chip
Codificación	CS-1, CS-2, CS-3, CS-4
Soporta	USSD
Tamaño	Micro SIM



ANEXO 12



ANTENA UBIQUITI NANO STATION M2



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

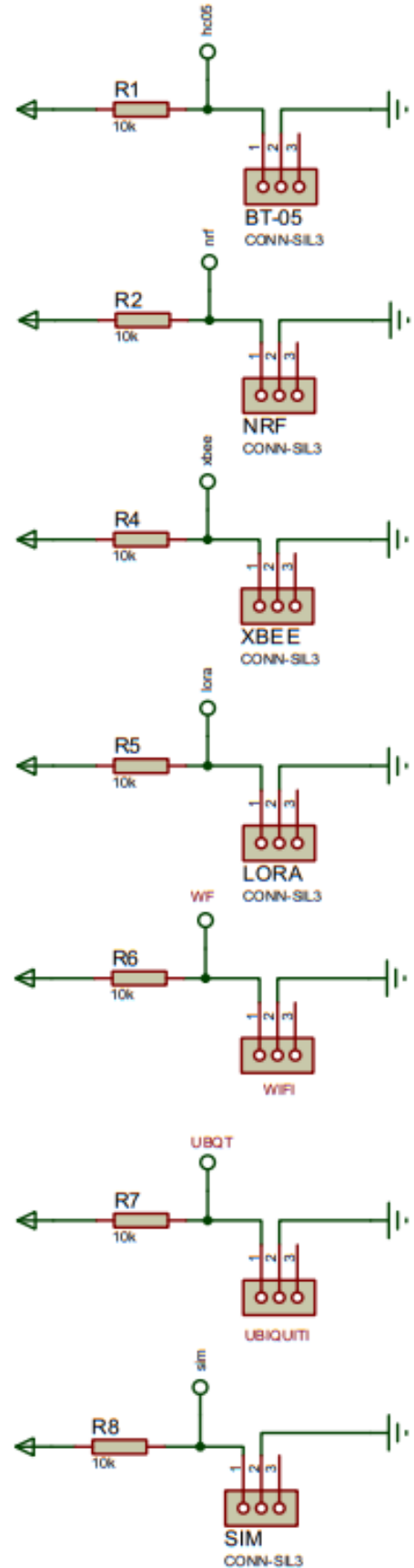
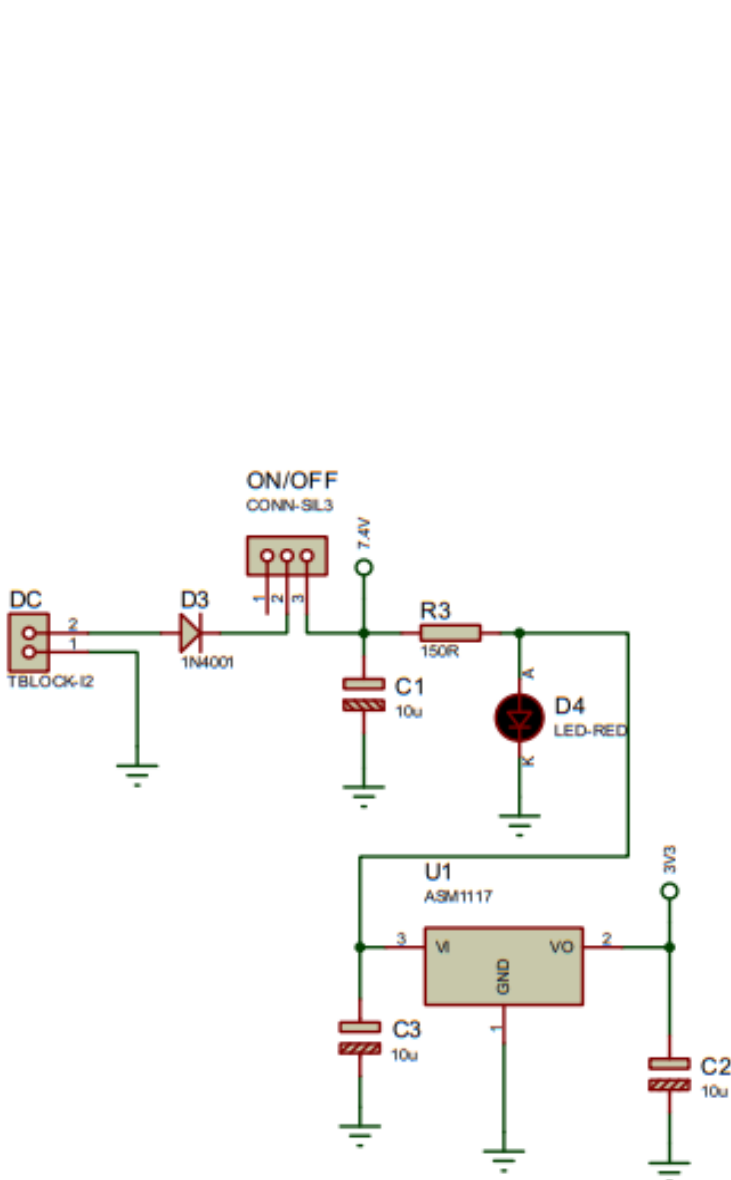
Especificación	Valor
Modo de funcionamiento	AP, Client, WDS
Frecuencia	2400 - 2486 MHz
Velocidad de Transmisión	hasta 300 Mbps
Estándar	802.11b/g/n
Chipset	Atheros
Max. potencia de salida	23 dBm
Sensibilidad	WEP, WPA, WPA2
Modulación	OFDM, DBPSK, DQPSK, CCK, 64QAM, 16QAM
Encriptación	WEP, WPA, WPA2
Certificaciones	FCC, CE
Puerto	LAN 1x RJ45 10/100 Mbps
Fuente de alimentación	24 V, 0,5 A
Temperatura de funcionamiento	desde -30°C hasta +80°C
Dimensiones	163 x 31 x 80 mm
Interface	LAN, WiFi
Sistema Operativo	AirOS V
Ganancia	8 dBi
Polarización	Lineal - horizontal y vertical
Ancho de Haz	V-pol 60°/60°
Procesador	MIPS 24KC, 400 MHz
RAM	32 MB
NAND	8 MB



ANEXO 13



DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ELECTRONICOS EN PROTEUS

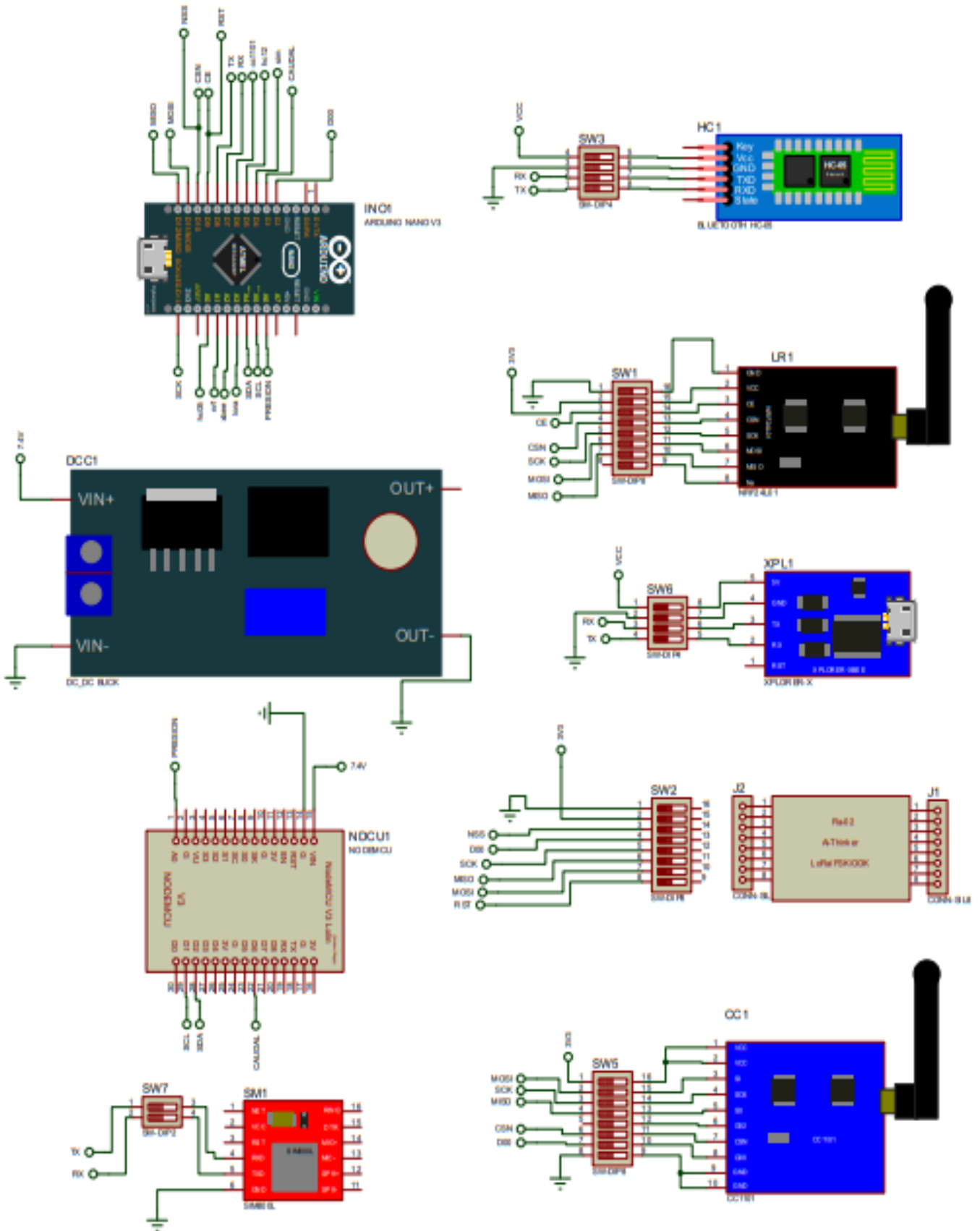




ANEXO 14

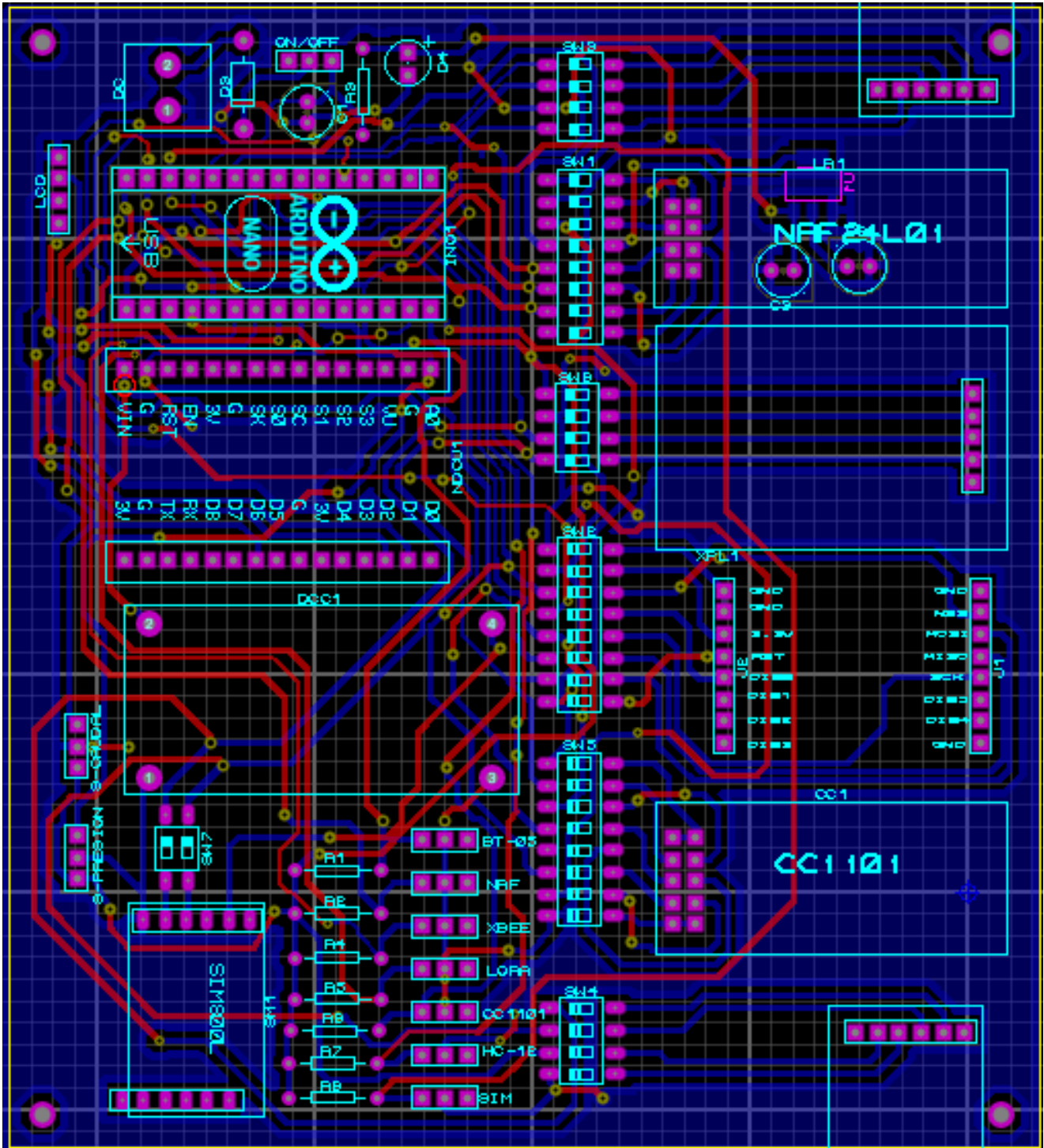


DISEÑO DE LOS CIRCUITOS ELECTRONICOS EN PROTEUS





DISEÑO DE LAS PISTAS EN PROTEUS ARES

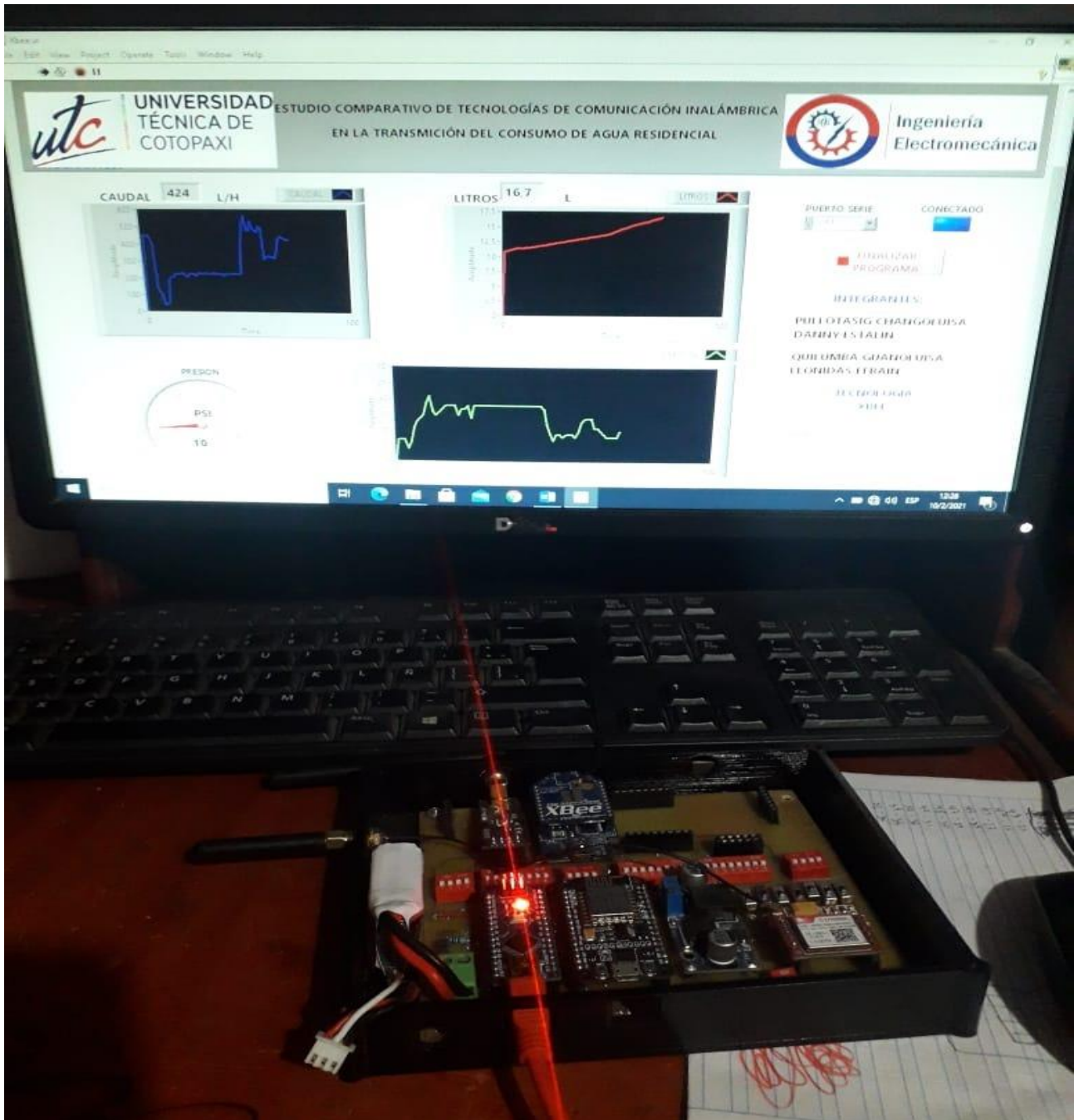




ANEXO 16



DISEÑO DEL SISTEMA HMI



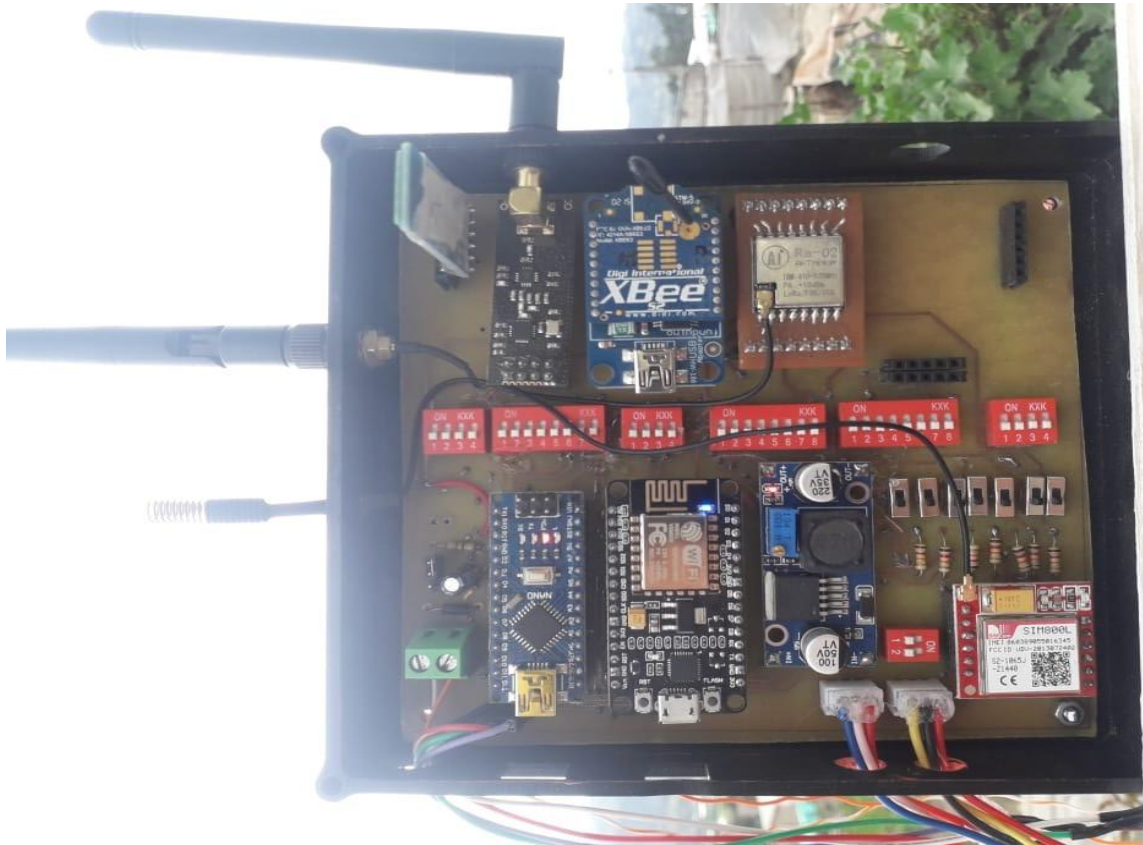


ANEXO 17

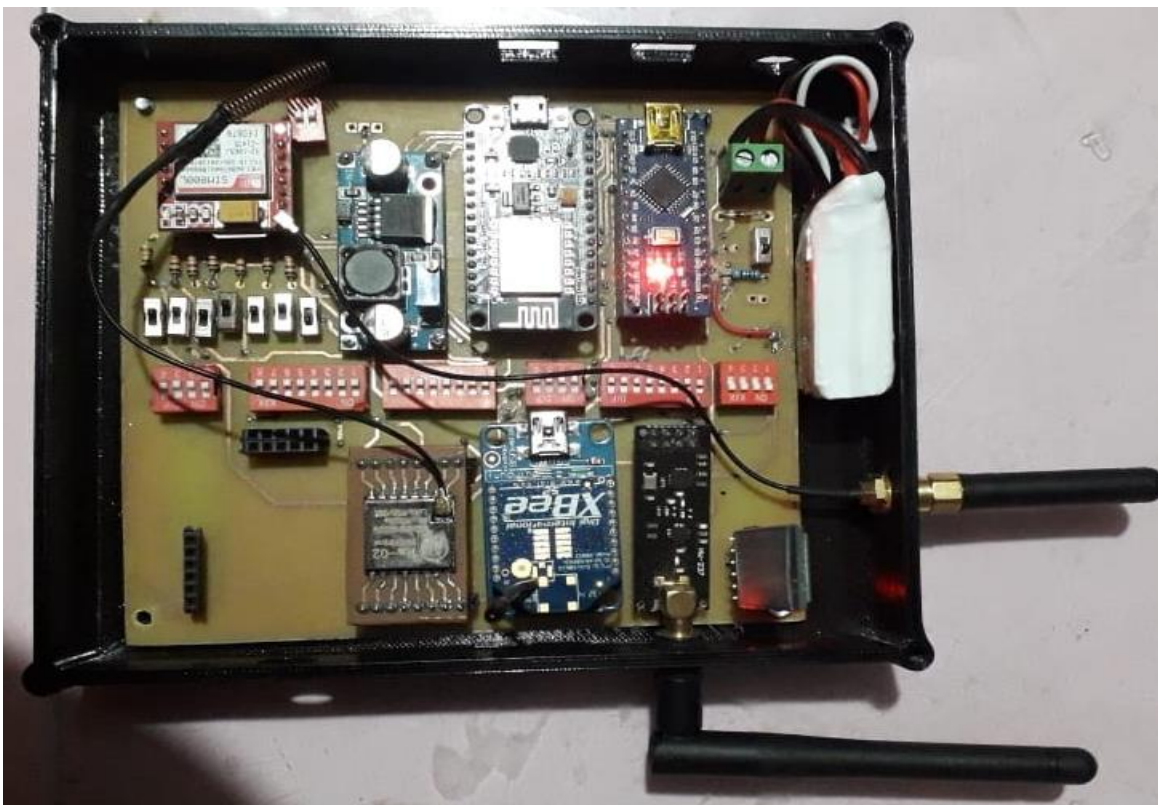


PLACAS CONSTRUIDAS

PLACA TRANSMISORA



PLACA RECEPTORA





ANEXO 18



CONFIGURACIÓN DE LOS MODULO X-BEE

CONFIGURACIÓN DEL MODULO X-BEE TRANSMISOR

The screenshot displays the X-CTU software interface for configuring a ZigBee Coordinator AT module. The left sidebar shows the module details:

- Name: ZigBee Coordinator AT
- Function: ZigBee Coordinator AT
- Port: COM6 - 9600/S/N/L/N - AT
- MAC: 0013A20040E33F0E

The main window shows the "Radio Configuration" for the module. The "Addressing" section is expanded, showing the following parameters:

Parameter	Value
NC Number of Remaining Children	A
SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	40E33F0E
MY 16-bit Network Address	0
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	40C19FB9
NI Node Identifier	
NH Maximum Hops	1E
BH Broadcast Radius	0
AR Many-to-One Route Broadcast Time	FF x 10 sec
DD Device Type Identifier	3000
NT Node Discovery Backoff	3C x 100 ms
NO Node Discovery Options	0
NP Maximum Number of Transmission Bytes	54
CR PAN Conflict Threshold	3

CONFIGURACIÓN DEL MODULO X-BEE RECEPTOR

The screenshot displays the X-CTU software interface for configuring a ZigBee Router AT module. The left sidebar shows the module details:

- Name: ZigBee Router AT
- Function: ZigBee Router AT
- Port: COM14 - 9600/S/N/L/N - AT
- MAC: 0013A20040C19FB9

The main window shows the "Radio Configuration" for the module. The "Addressing" section is expanded, showing the following parameters:

Parameter	Value
SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	40C19FB9
MY 16-bit Network Address	707
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	40E33F0E
NI Node Identifier	
NH Maximum Hops	1E
BH Broadcast Radius	0
AR Many-to-One Route Broadcast Time	FF x 10 sec
DD Device Type Identifier	3000
NT Node Discovery Backoff	3C x 100 ms
NO Node Discovery Options	0
NP Maximum Number of Transmission Bytes	54
CR PAN Conflict Threshold	3



ANEXO 19



CONFIGURACIÓN DE LAS ANTENAS UBIQUITI

CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI TRANSMISOR

The screenshot shows the 'Basic Wireless Settings' page for a Ubiquiti NanoStation loco M2. The 'Wireless Mode' is set to 'Access Point'. The SSID is 'TRANSMISOR'. The country code is 'United States'. The channel width is '20 MHz' and the frequency is '2412 MHz'. The antenna is 'Built in (2x2) - 8 dBi' and the output power is '23 dBm'. The data rate module is 'Default' and the max TX rate is 'MCS 15 - 130/144.4' with 'Auto' selected. The 'Wireless Security' section shows 'Security' set to 'WPA2-AES', 'WPA Authentication' set to 'PSK', and the 'WPA Preshared Key' set to 'transmisorbtcx' with 'Show' checked. A 'Change' button is at the bottom right.

CONFIGURACIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI RECEPTOR

The screenshot shows the 'Basic Wireless Settings' page for a Ubiquiti NanoStation loco M2. The 'Wireless Mode' is set to 'Station S'. The SSID is 'RECEPTOR'. The 'Lock to AP' is set to '78:8A:20:16:5D:72'. The country code is 'United States'. The channel width is '20 MHz'. The 'Frequency Scan List, MHz' is set to '2412' with 'Enable' checked. The antenna is 'Built in (2x2) - 8 dBi' and the output power is '23 dBm'. The data rate module is 'Default' and the max TX rate is 'MCS 15 - 130/144.4' with 'Auto' selected. The 'Wireless Security' section shows 'Security' set to 'WPA2-AES', 'WPA Authentication' set to 'PSK', and the 'WPA Preshared Key' set to '*****' with 'Show' unchecked. A 'Change' button is at the bottom right.

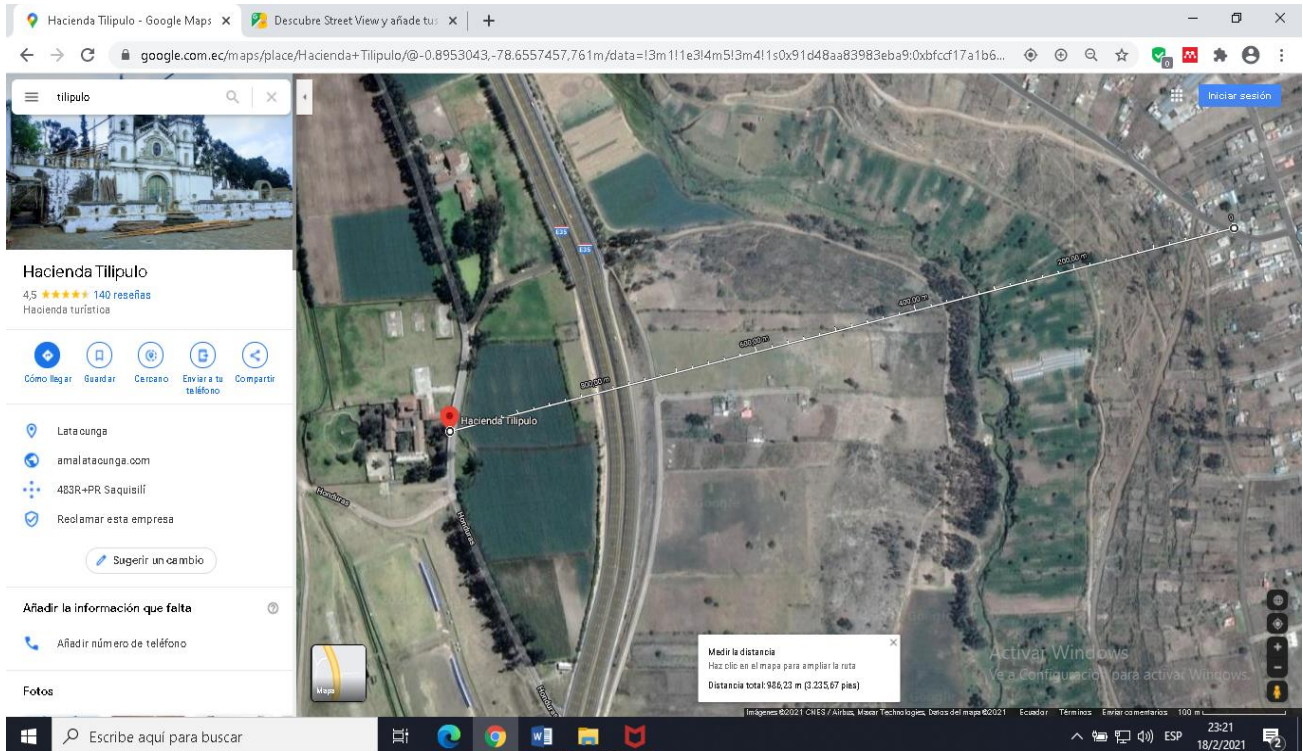


ANEXO 20

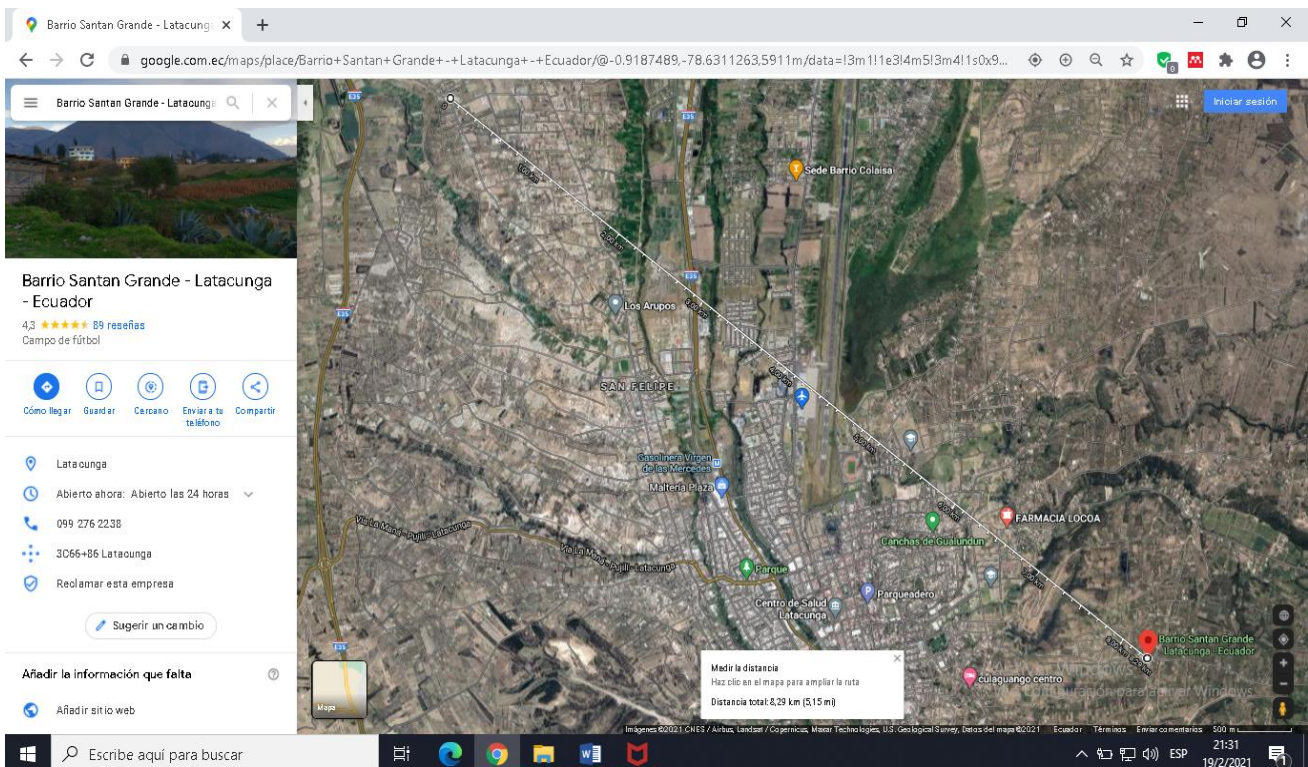


OBTENCIÓN DE LAS DISTANCIAS DE TRANSMISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LARGA DISTANCIA

TECNOLOGÍA GSM: 1Km



TECNOLOGÍA LORA: 8 Km TECNOLOGÍA UBIQUITI: 8 Km

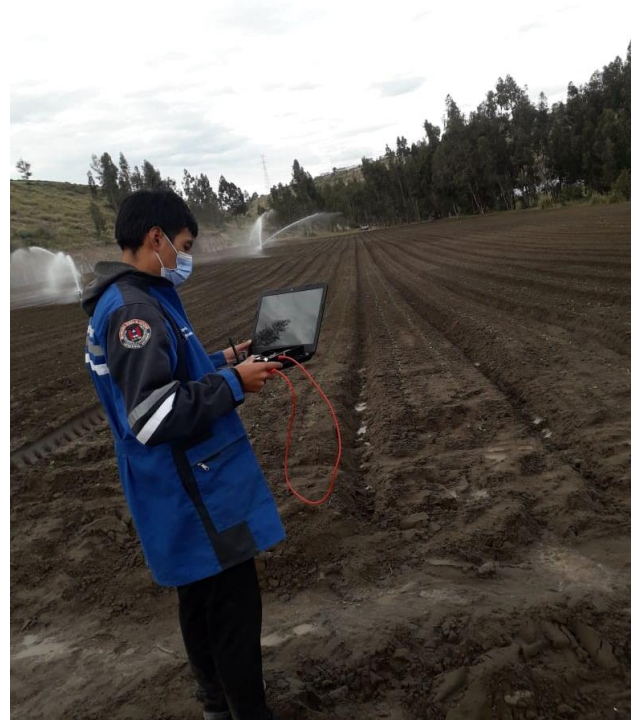




ANEXO 21



PRUEBAS DE CAMPO DE LAS TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE LARGA DISTANCIA



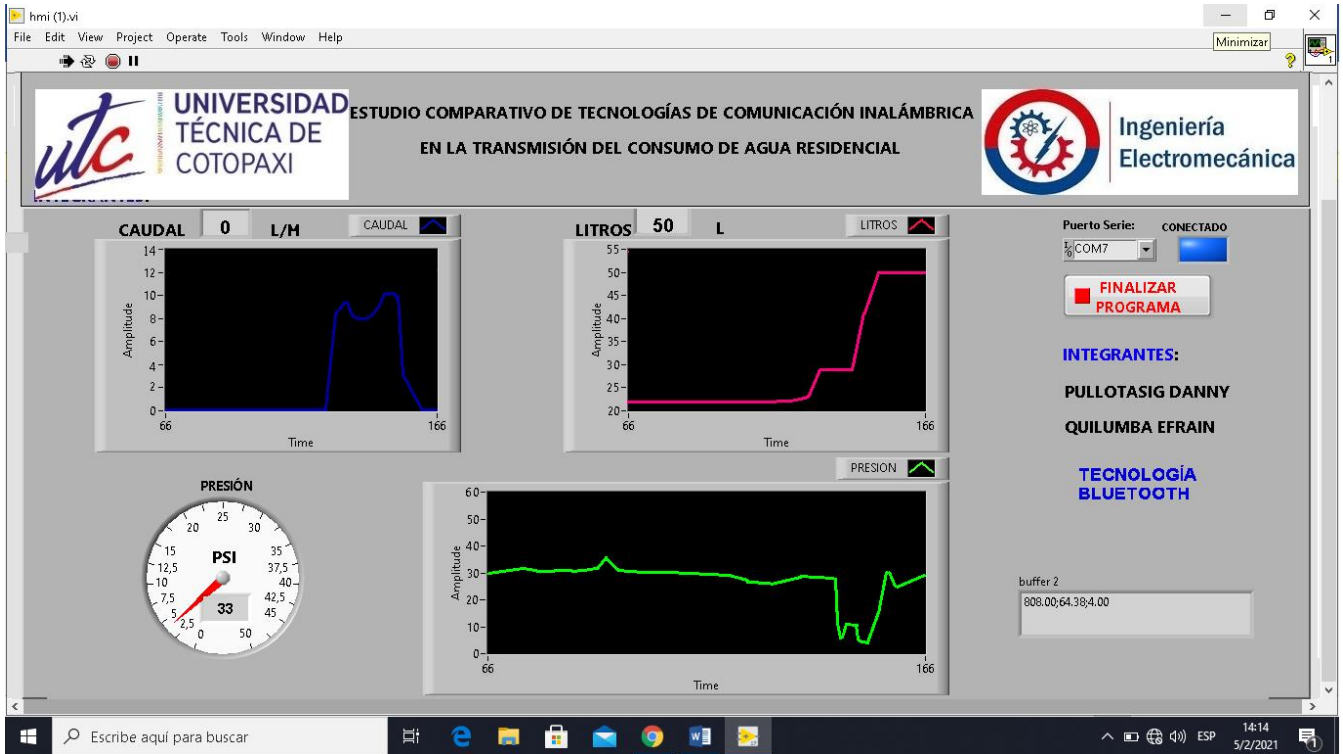


ANEXO 22

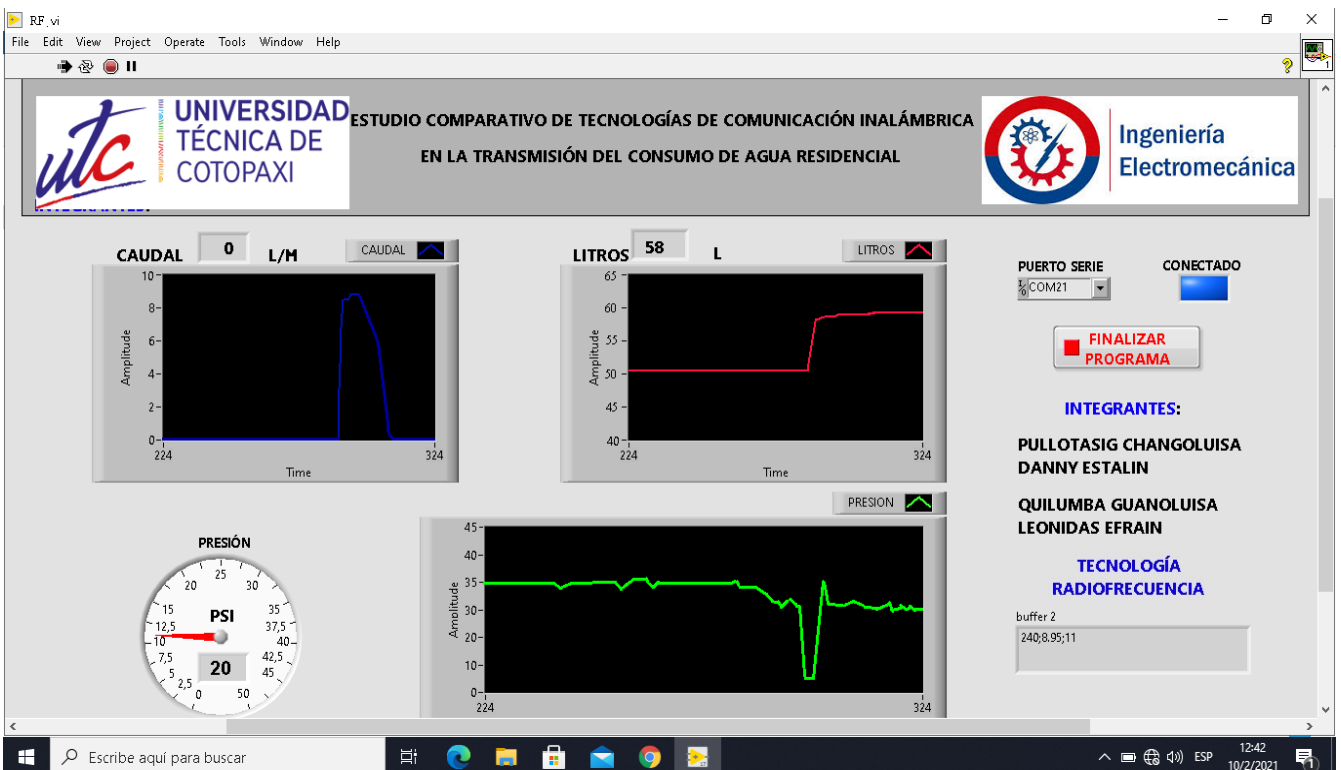


RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO EN EL SISTEMA HMI

SISTEMA HMI BLUETOOTH



SISTEMA HMI RADIOFRECUENCIA



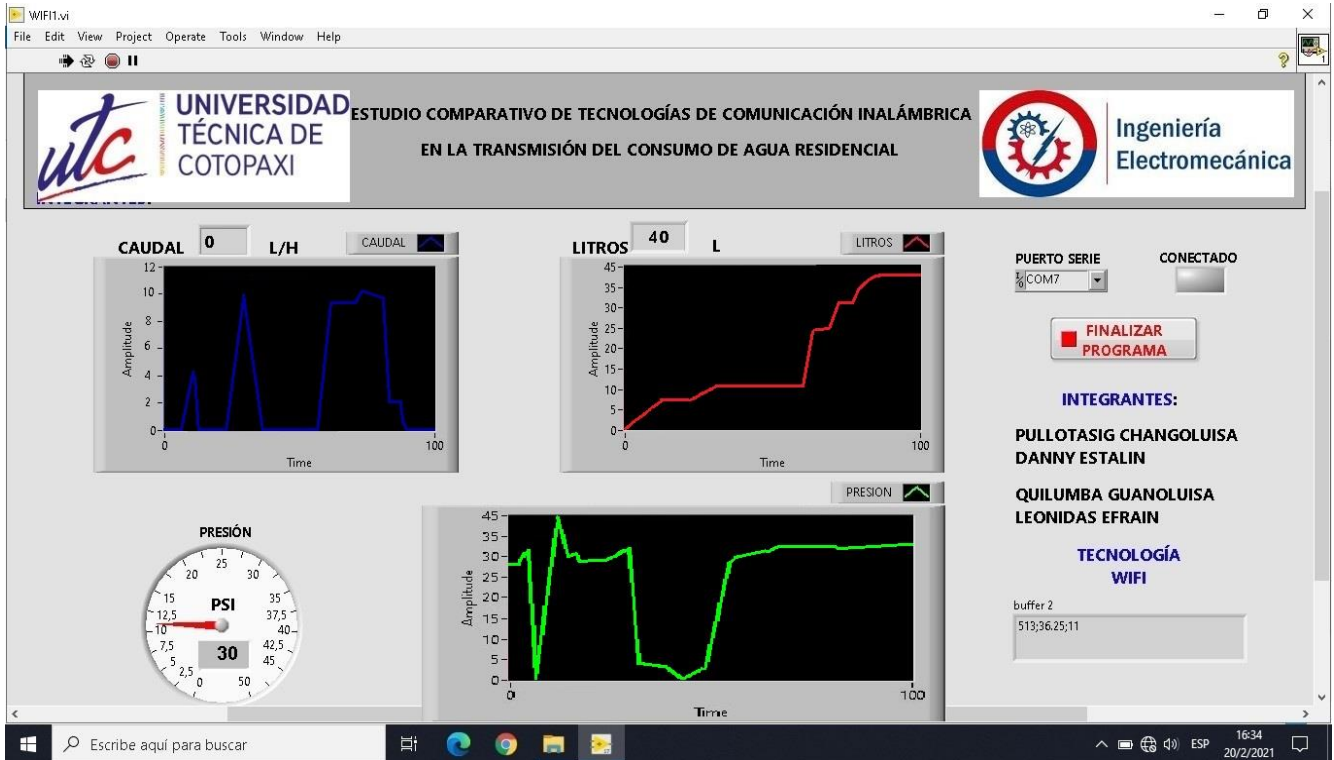


ANEXO 23

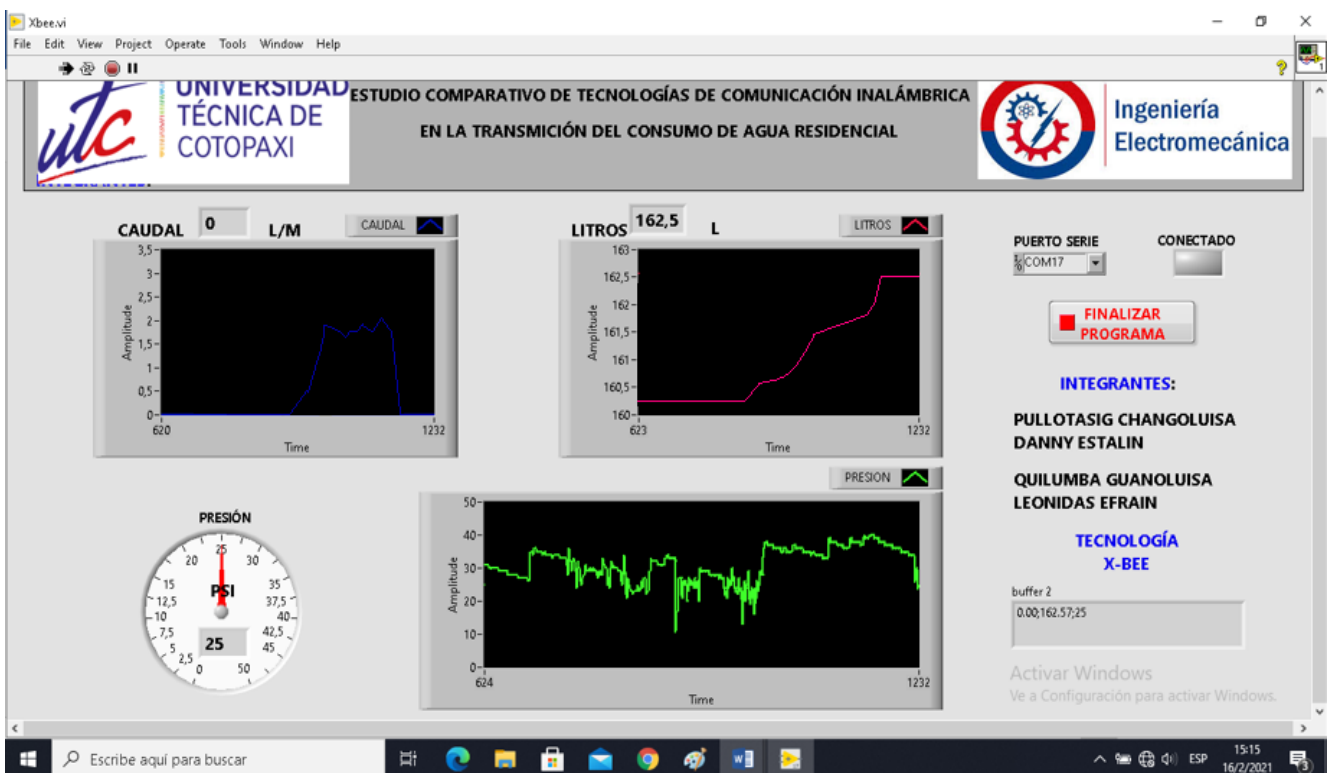


RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO EN EL SISTEMA HMI

SISTEMA HMI WIFI



SISTEMA HMI X-BEE



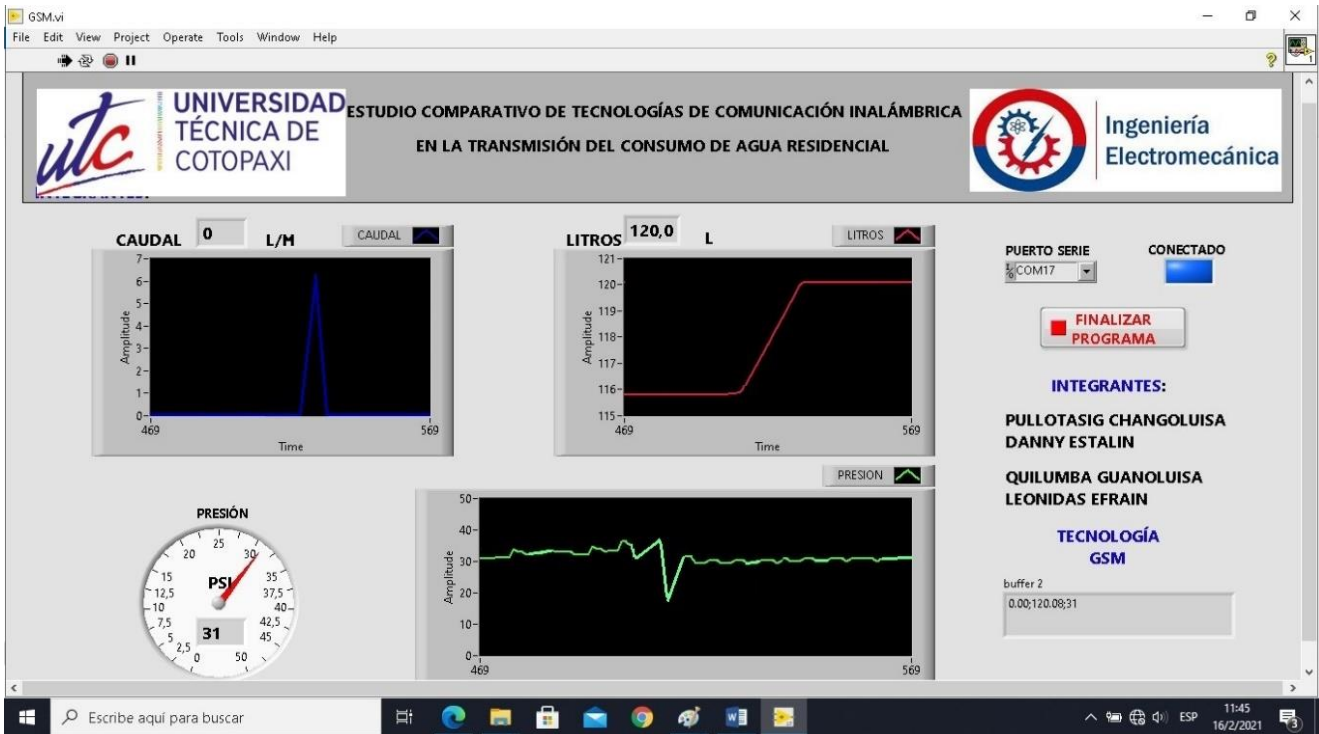


ANEXO 24



RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO EN EL SISTEMA HMI

SISTEMA HMI GSM



SISTEMA HMI LORA



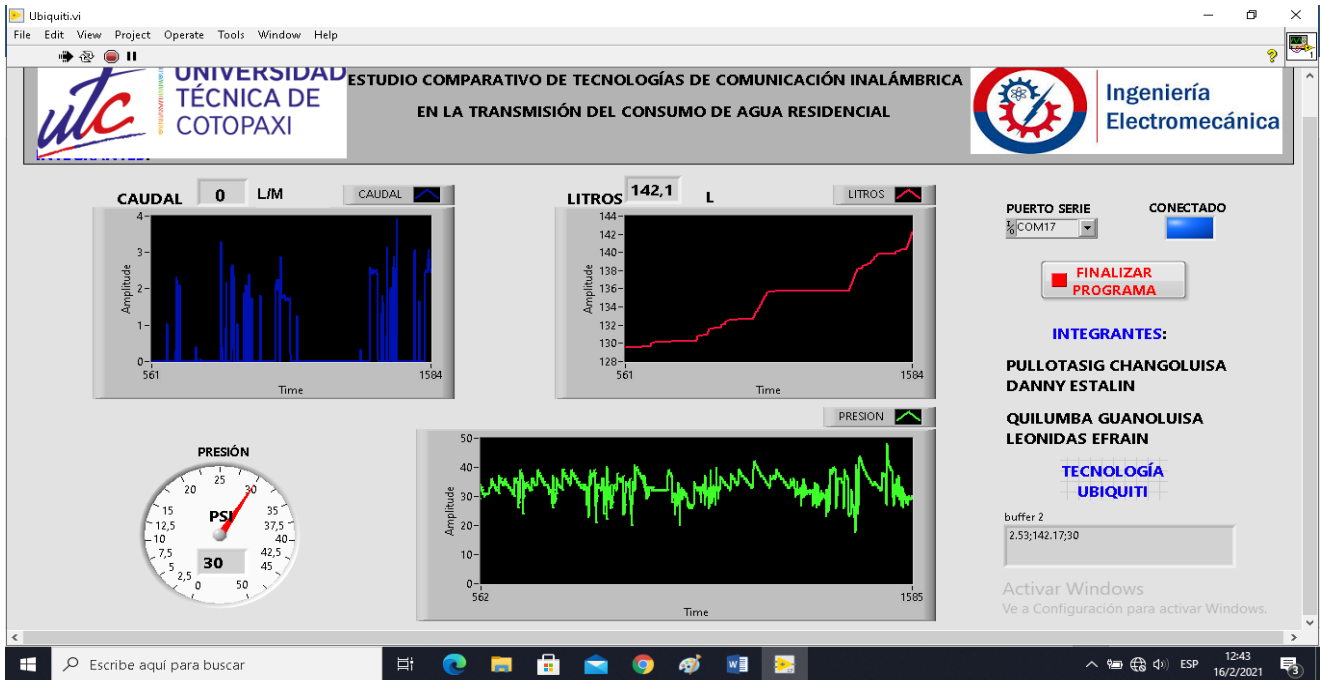


ANEXO 25



RECEPCIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO EN EL SISTEMA HMI

SISTEMA HMI UBIQUITI





ANEXO 26



DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA TRANSMISORA

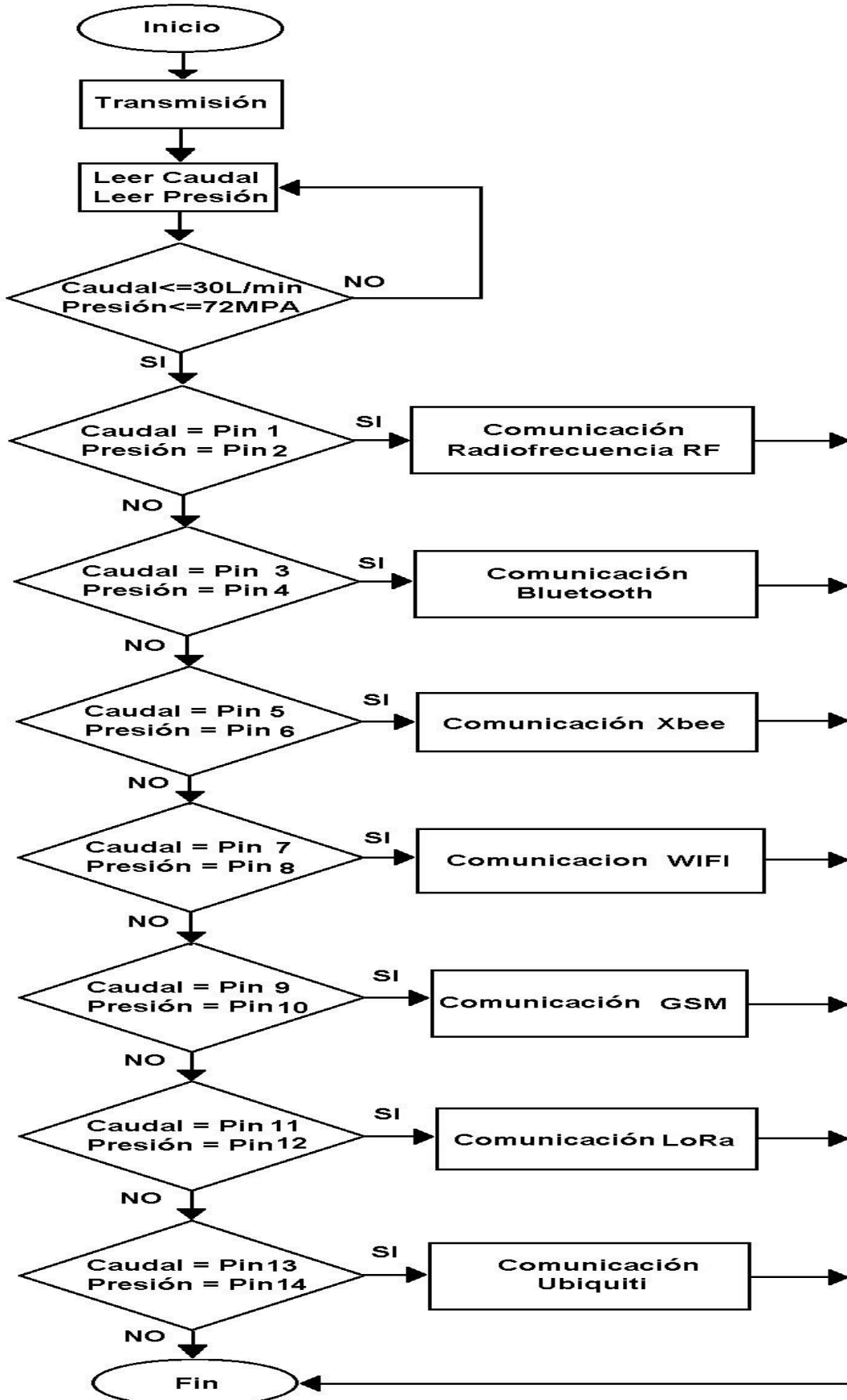
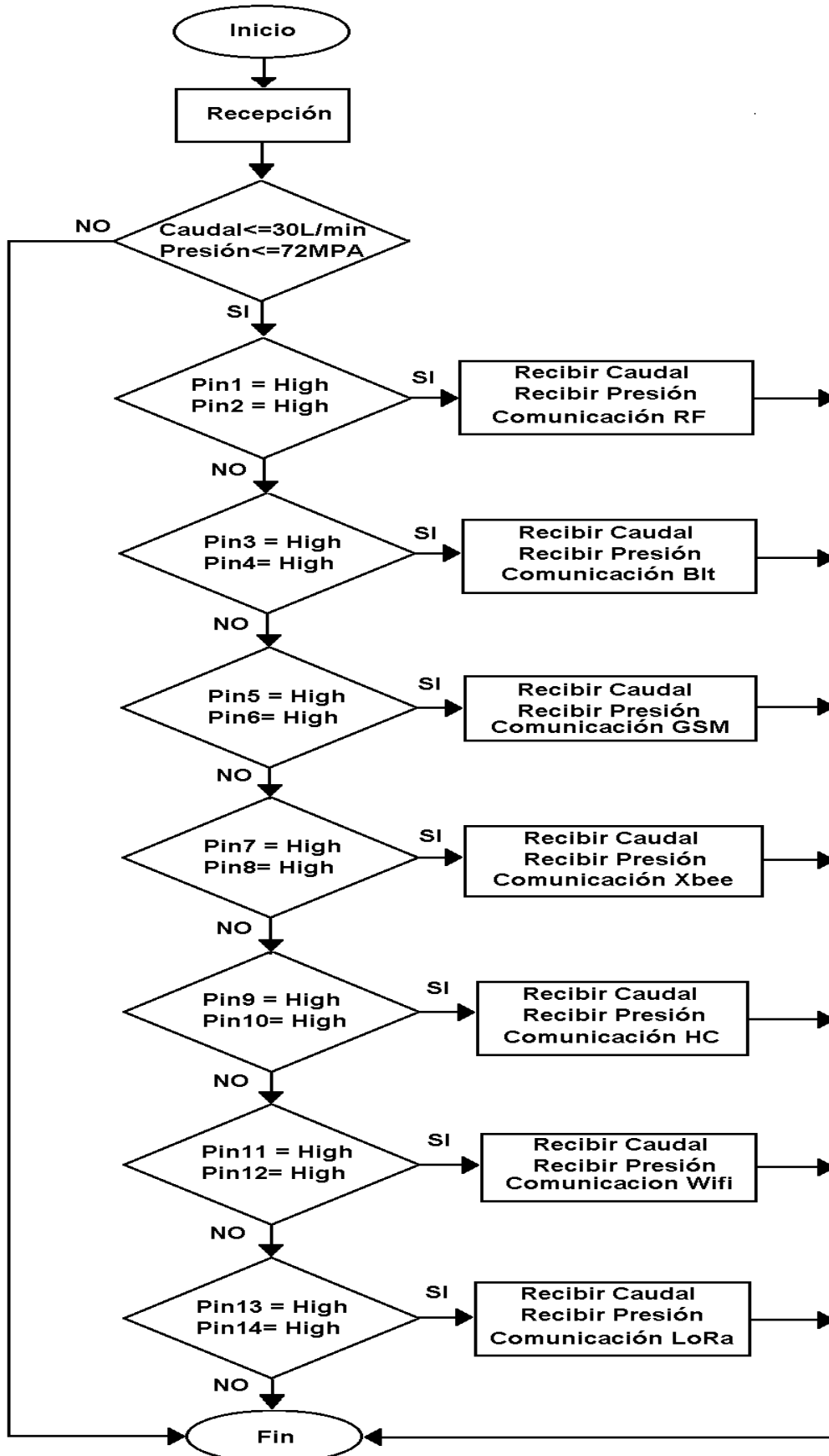




DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA RECEPTORA





ANEXO 28



VERIFICACIÓN DE LA TRASMISIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO CON EL MONITOR SERIAL DE ARDUINO

MONITOR SERIAL DE BLUETOOTH

8.91	L/m	10 psi	25.16 L
9.47	L/m	6 psi	25.47 L
7.65	L/m	18 psi	25.72 L
7.23	L/m	19 psi	25.95 L
7.16	L/m	18 psi	31.82 L
8.14	L/m	4 psi	32.15 L
10.25	L/m	4 psi	32.48 L
10.32	L/m	4 psi	43.38 L
9.89	L/m	6 psi	43.33 L
9.82	L/m	9 psi	51.00 L

MONITOR SERIAL DE-XBEE

1.89	L/m	28 psi	160.71 L
1.82	L/m	23 psi	161.00 L
1.68	L/m	21 psi	161.42 L
1.61	L/m	13 psi	161.53 L
1.75	L/m	23 psi	161.59 L
1.75	L/m	23 psi	161.59 L
1.89	L/m	26 psi	161.65 L
1.82	L/m	20 psi	161.71 L
1.75	L/m	24 psi	161.76 L
1.96	L/m	25 psi	161.83 L



ANEXO 29



VERIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO CON EL MONITOR SERIAL DE ARDUINO

MONITOR SERIAL WIFI

0.00	L/m	33	psi	8.65	L
10.04	L/m	6	psi	9.63	L
9.96	L/m	5	psi	18.38	L
9.96	L/m	5	psi	19.35	L
11.09	L/m	0	psi	28.69	L
10.95	L/m	0	psi	29.05	L
10.60	L/m	1	psi	29.39	L
2.60	L/m	27	psi	36.92	L
2.32	L/m	27	psi	39.32	L
0.49	L/m	31	psi	40.86	L

MONITOR SERIAL RF

0.00	L/m	26	psi	51.08	L
8.49	L/m	3	psi	57.29	L
8.49	L/m	3	psi	57.56	L
8.70	L/m	3	psi	57.84	L
8.63	L/m	3	psi	58.12	L
6.18	L/m	32	psi	58.32	L
0.42	L/m	25	psi	58.34	L
0.00	L/m	27	psi	58.34	L
0.00	L/m	26	psi	58.34	L
0.00	L/m	21	psi	58.34	L



ANEXO 30



VERIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO CON EL MONITOR SERIAL DE ARDUINO

MONITOR SERIAL GSM

Flow Rate (L/m)	Pressure (psi)	Consumption (L)
0.00	18.11	116.00
1.25	20.13	116.11
2.24	22.21	117.25
3.15	24.42	117.42
3.81	26.33	118.10
4.42	28.61	118.22
4.36	30.42	118.31
5.22	32.54	119.12
6.39	35.66	119.58
6.50	35.10	120.00

MONITOR SERIAL LORA

Flow Rate (L/m)	Pressure (psi)	Consumption (L)
0.00	15.15	144.88
1.80	22.47	145.19
2.64	26.67	146.29
2.77	34.99	148.49
2.91	35.36	149.52
3.19	36.59	151.19
3.55	37.15	153.50
5.16	39.57	155.15
6.38	44.25	159.15
7.19	46.54	160.25



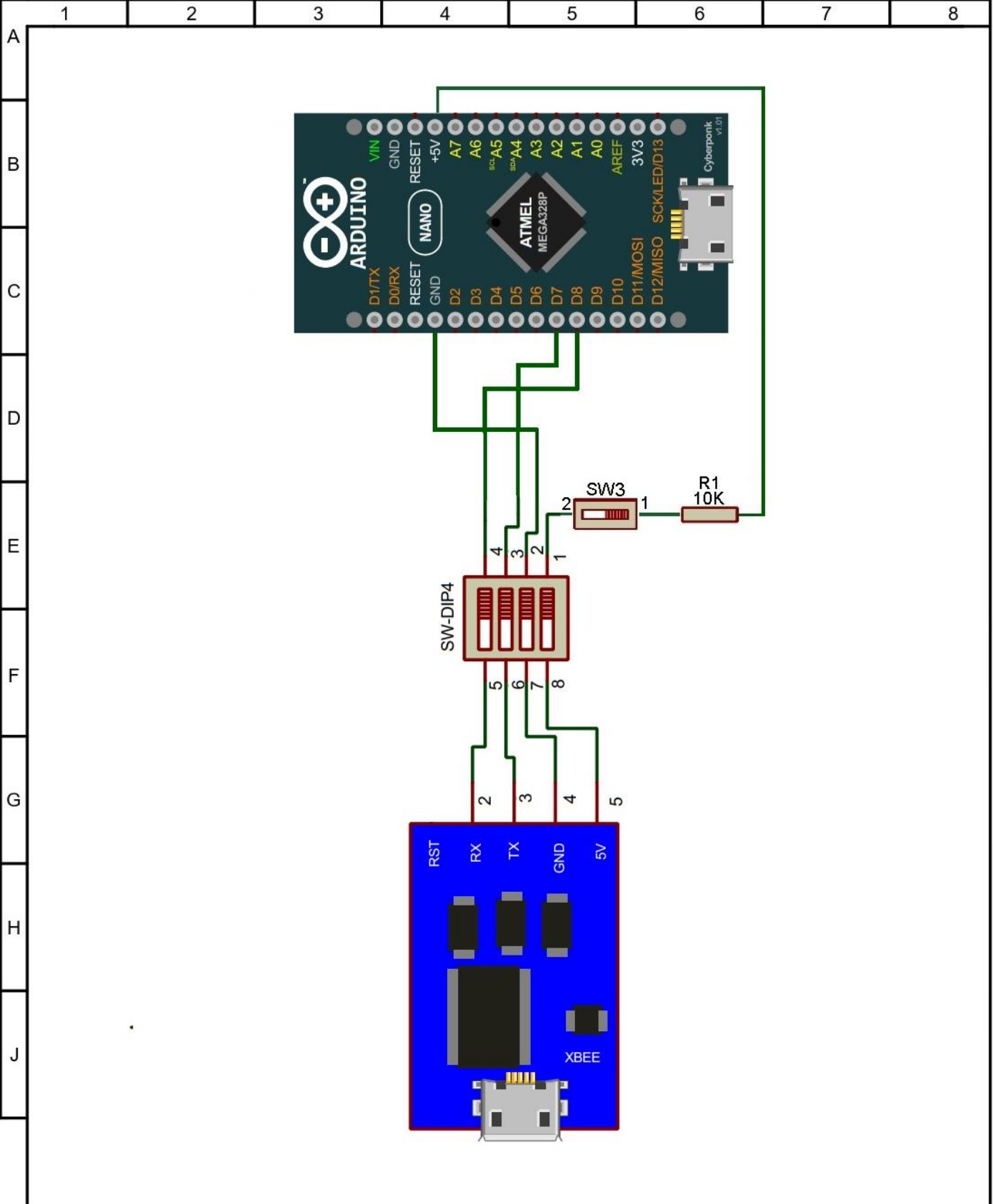
ANEXO 31



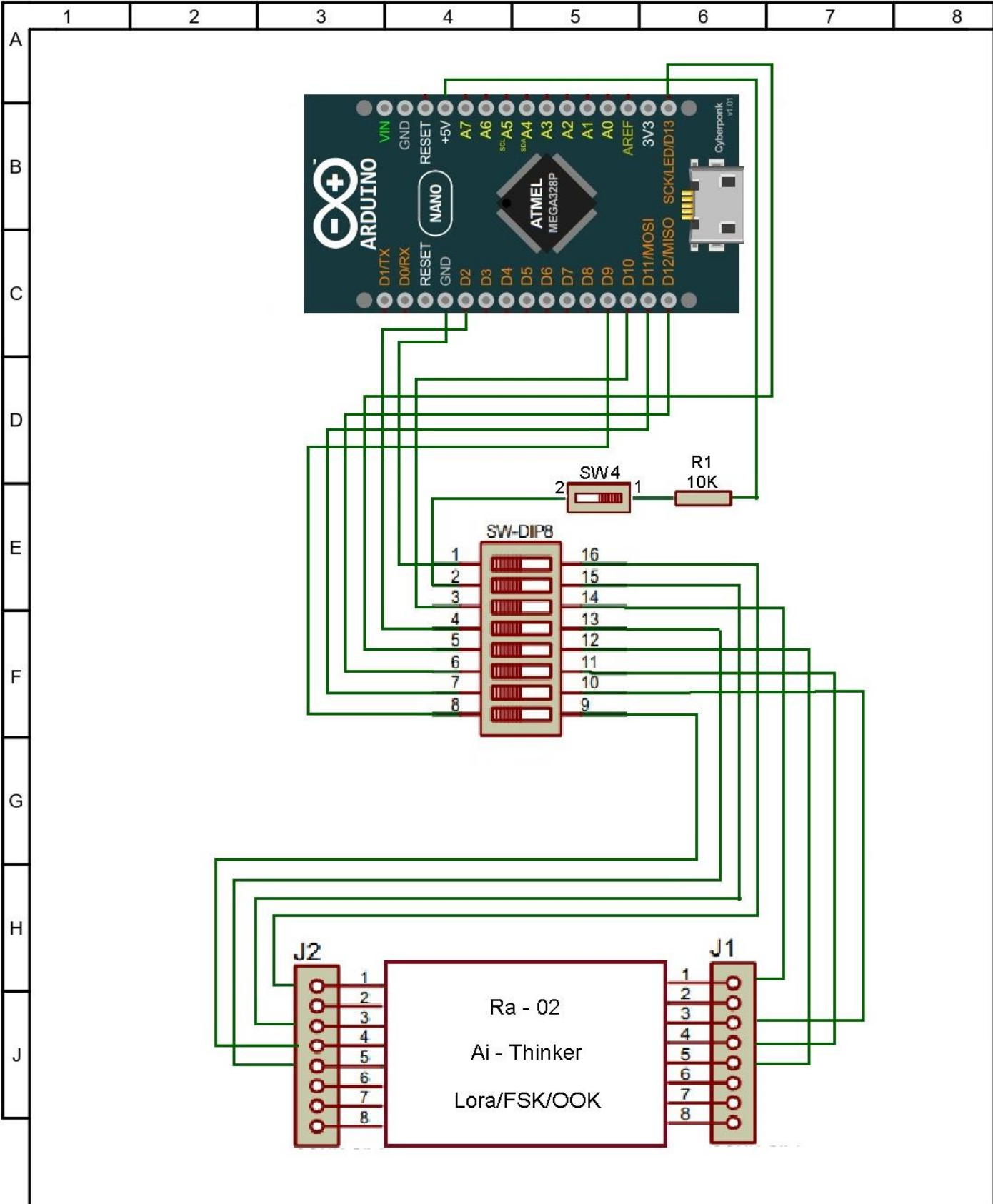
VERIFICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE LOS DATOS DE CAUDAL PRESIÓN Y CONSUMO CON EL MONITOR SERIAL DE ARDUINO

MONITOR SERIAL UBIQUITI

1.10 L/m	16.15 psi	120.02 L
1.90 L/m	21.48 psi	122.88 L
2.28 L/m	26.80 psi	126.50 L
2.36 L/m	28.89 psi	129.64 L
2.79 L/m	29.70 psi	130.20 L
2.91 L/m	30.15 psi	131.35 L
3.28 L/m	31.64 psi	132.66 L
3.95 L/m	33.14 psi	135.19 L
4.99 L/m	36.11 psi	136.38 L
6.97 L/m	40.48 psi	139.87 L

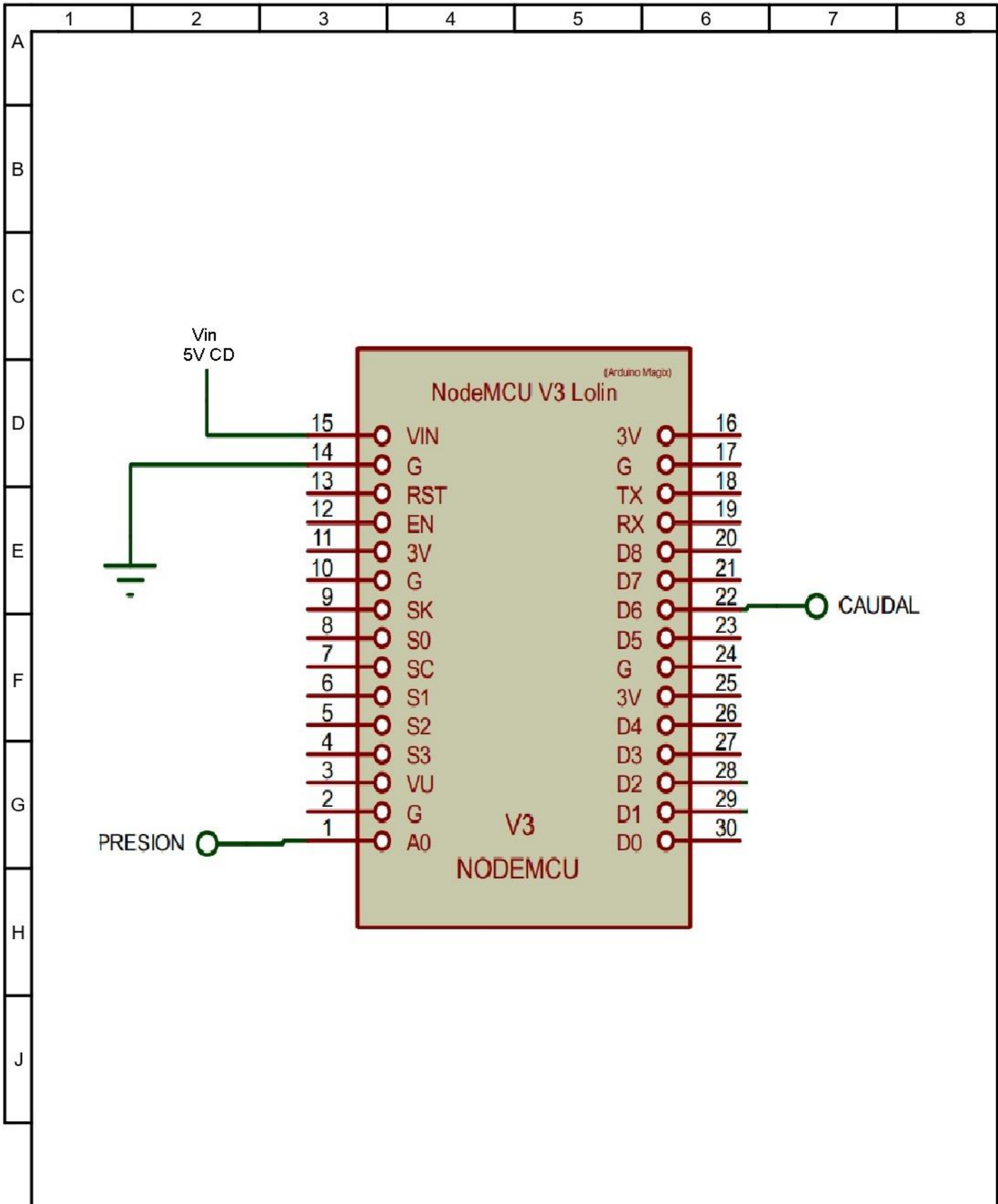


				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
					Integrantes	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación	
				Dib	15-02-21	Quilumba Efrain	DIAGRAMA DE CONEXIÓN MÓDULO X-BEE TRANSMISOR Y RECEPTOR
				Rev.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales	
				Aprb.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales	
				FIRMA:		Lamina No	003
						SUSTITUYE A:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

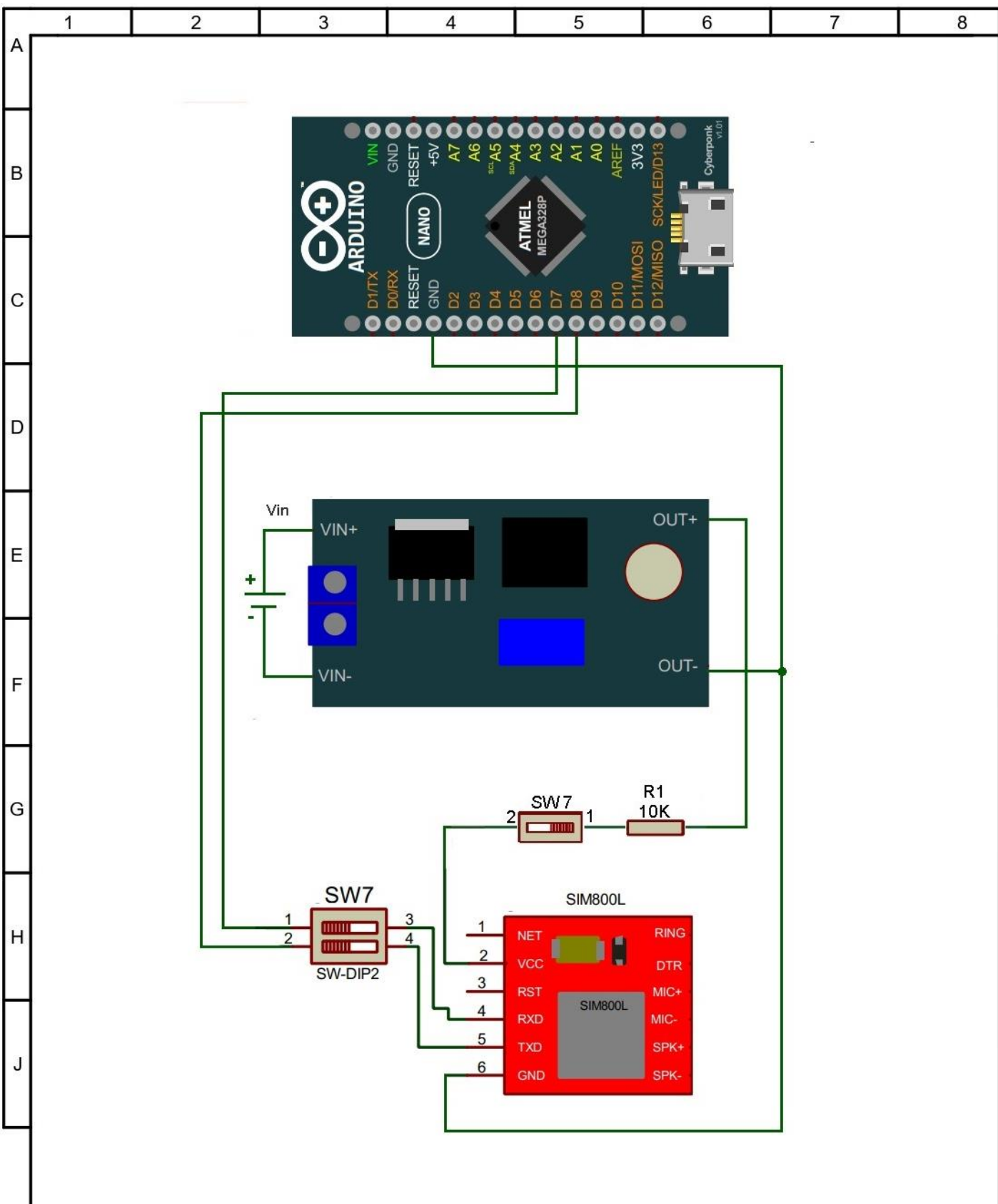


				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
					Integrantes	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación	
				Dib	15-02-21	Quilumba Efrain	DIAGRAMA DE CONEXIÓN MÓDULO LORA TRANSMISOR Y RECEPTOR
				Rev.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales	
				Aprb.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales	
				FIRMA:		Lamina No	004
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUYE A:	

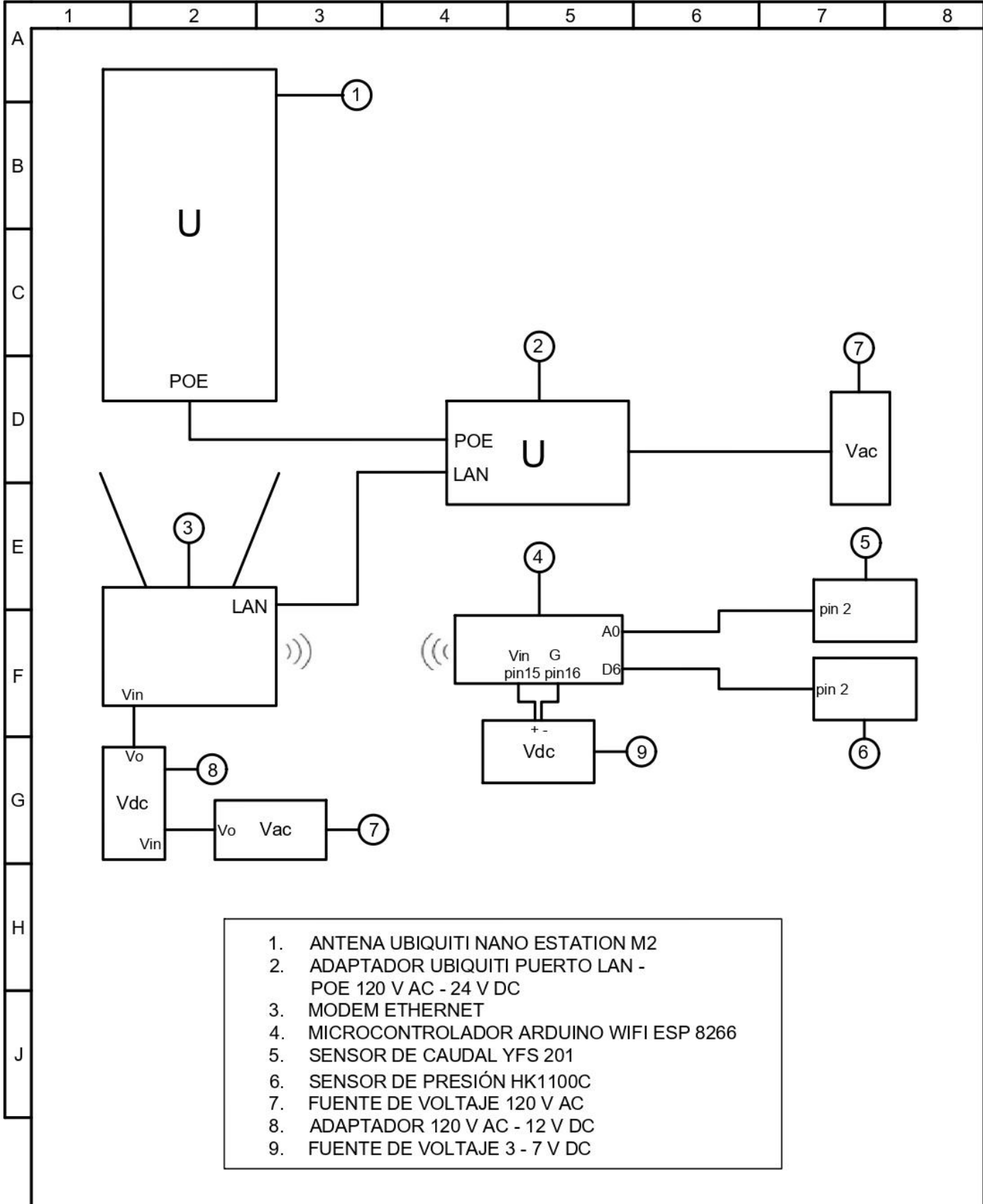




				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
					Integrantes	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación	
				Dib	15-02-21	Quilumba Efrain	
				Rev.	15-02-21	Ing. Paúl Corrales	
				Aprb.	15-02-21	Ing. Paúl Corrales	
				FIRMA:		Lamina No	
						005	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUYE A:	

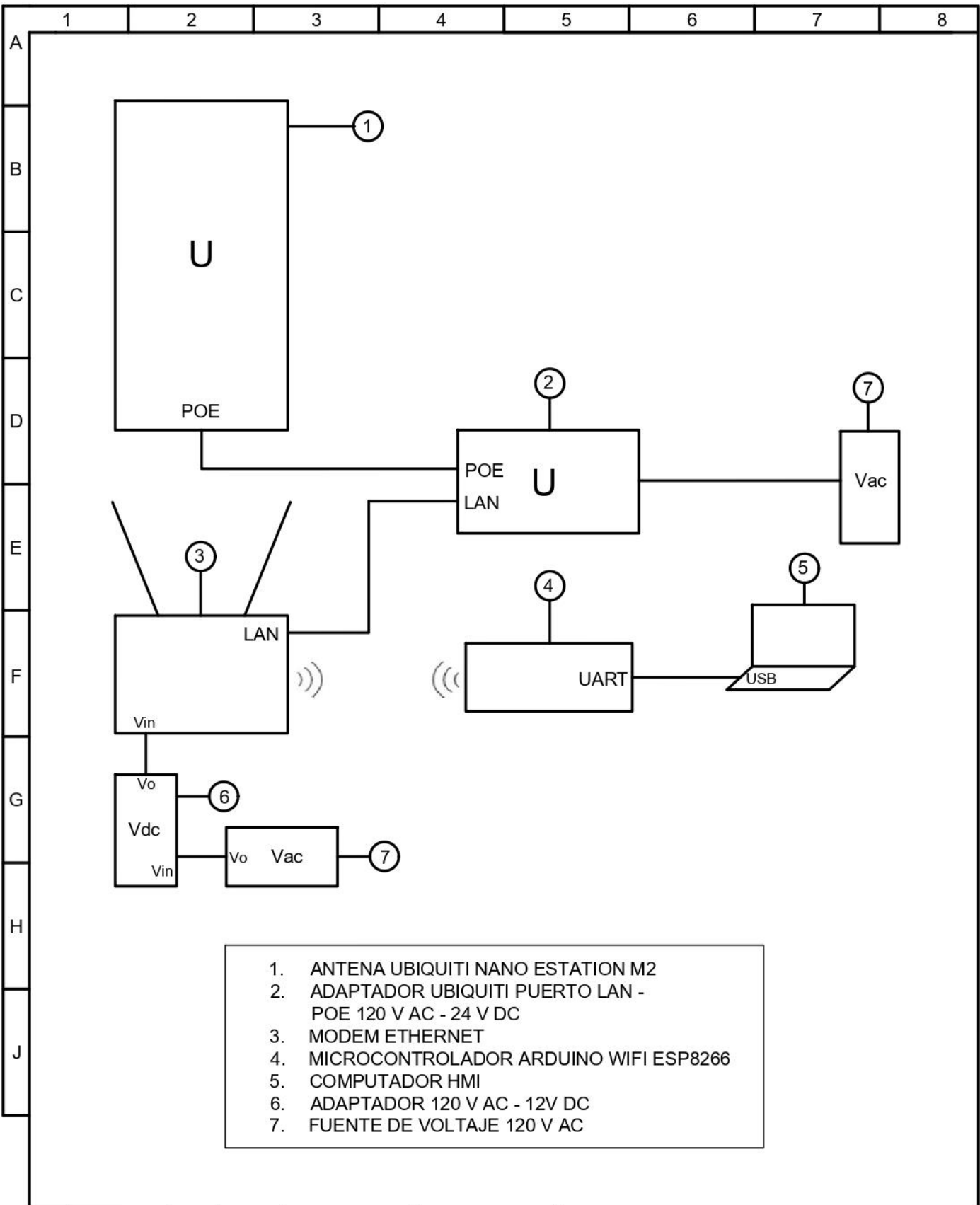


				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
					Integrantes	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación	
			Dib	15-02-21	Quilumba Efrain	DIAGRAMA DE CONEXIÓN MÓDULO	
			Rev.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales	SIM TRANSMISOR Y RECEPTOR	
			Aprb.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales		
				FIRMA:		Lamina No	
						007	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUYE A:	



1. ANTENA UBIQUITI NANO ESTATION M2
2. ADAPTADOR UBIQUITI PUERTO LAN - POE 120 V AC - 24 V DC
3. MODEM ETHERNET
4. MICROCONTROLADOR ARDUINO WIFI ESP 8266
5. SENSOR DE CAUDAL YFS 201
6. SENSOR DE PRESIÓN HK1100C
7. FUENTE DE VOLTAJE 120 V AC
8. ADAPTADOR 120 V AC - 12 V DC
9. FUENTE DE VOLTAJE 3 - 7 V DC

				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
					Integrantes	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación	
			Dib	15-02-21	Quilumba Efrain	DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI TRANSMISOR	
			Rev.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales		
			Aprb.	15-02-21	Ing.Paúl Corrales		
				FIRMA:		Lamina No	
						007	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre	SUSTITUYE A:			



1. ANTENA UBIQUITI NANO ESTATION M2
2. ADAPTADOR UBIQUITI PUERTO LAN - POE 120 V AC - 24 V DC
3. MODEM ETHERNET
4. MICROCONTROLADOR ARDUINO WIFI ESP8266
5. COMPUTADOR HMI
6. ADAPTADOR 120 V AC - 12V DC
7. FUENTE DE VOLTAJE 120 V AC

				Tolerancia	Peso	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		
				Integrantes				
				Fecha	Pullotasig Danny	Designación DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LA ANTENA UBIQUITI RECEPTOR		
				Dib.	15-02-21			Quilumba Efrain
				Rev.	15-02-21			Ing. Paúl Corrales
				Aprb.	15-02-21			Ing. Paúl Corrales
				FIRMA:		Lamina No	008	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			SUSTITUYE A:		

