



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN SISTEMA REMOTO PARA LA SUPERVISIÓN DE
TEMPERATURA Y NIVEL EN UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE
LIQUIDOS**

Autores:

Aquino, Manuel
C.I: 29.779.206
Perrotta, Antonio
C.I: 27.657.629

Tutor: Ing. Vírguez, Gilberto

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA REMOTO PARA LA SUPERVISIÓN DE
TEMPERATURA Y NIVEL EN UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE
LIQUIDOS**

Proyecto del Trabajo de Grado presentado para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

Autor:
Aquino, Manuel
C.I: 29.779.206
Perrotta, Antonio
C.I: 27.657.629

Tutor: Ing. Vírguez, Gilberto

San Diego, noviembre de 2021



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de un sistema remoto para la supervisión de temperaturas y nivel en un tanque de almacenamiento de líquido

Realizado por el (la) Br. Antonio Perotta

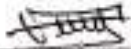
C.I. N° 27.657.629 cursante de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones


hace constar después de analizar su contenido y oír la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:


APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gilberto Virquez
C.I. 26.116.379


Jurado
Nombre: Winston Espinoza
C.I.: 9885695


Jurado
Nombre: Antonio Rodríguez
C.I.: V-14923464

Fecha 03/06/2020






ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: "Propuesta de un sistema remoto para la supervisión de Temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos"

Realizado por el (la) Br. Manuel Aquino

C.I. N° 29.779.206 cursante de la carrera de Ingeniería Electrónica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Gilberto Virquez
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Gilberto Virquez
C.I.: 26.116.377

Wiston Espinoza
Jurado
Nombre: Wiston Espinoza
C.I.: 9885895

Antonio Rodríguez
Jurado
Nombre: Antonio Rodríguez
C.I.: V-14923464

Fecha: 03, 06, 22





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Ingeniero Gilberto Virguez, portador de la cedula de identidad N° 26.116.379, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Manuel Aquino y Antonio Perrotta portadores de la cédula de identidad N° 29.779.206 y 27.657.629, titulado **"PROPUESTA DE UN SISTEMA REMOTO PARA LA SUPERVISIÓN DE TEMPERATURA Y NIVEL EN UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS"** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 27 días del mes de abril del año dos mil veintidós.

Ing. Gilberto Virguez

C.I. 26.116.379

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI E/T 003 2022-ICR TG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
AQUINO ESCOBAR, MANUEL ALEJANDRO
29.779.206

Presente -

Cumplo con informe que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2022 de fecha 16/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de ese proyecto a: Ing. Gilberto Rafael Virguez Arroyo, titular de la cédula de identidad V-26.116.379



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



FI/UT 003 2022-ICR TG

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
PERROTTA EDEMBURGO, ANTONIO ADOLFO
27.657.629

Presente.

Cumpla con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2022 de fecha 16/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Telecomunicaciones

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Gilberto Rafael Virquez Arroyo, titular de la cédula de identidad V-26.116.379

Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla,
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi viaje. Cuidándome, siguiéndome, celebrando conmigo mis logros, siempre aconsejándome en todo momento, brindándome la oportunidad de transitar este período universitario y vivir todas estas experiencias inolvidables a lo largo de la universidad. Gracias a mi hermana por su apoyo y cariño aun estando en otro país.

A todas las amistades que he adquirido en la universidad, y con quienes compartí tanto buenos momentos, gracias por darle tanto color y alegría a varios días de mi vida, tanto en la universidad como fuera de ella. También a aquellos amigos que he conservado desde la escuela secundaria, y con quienes he podido compartir momentos felices incluso después de todo este tiempo. Me alegra que podamos seguir celebrando nuestros logros y apoyándonos en nuestros fracasos sin importar el tiempo ni la distancia.

Gracias a todos los docentes que han trabajado arduamente para enseñarnos y desarrollarnos como profesionales, sin importar las adversidades que nos depare la situación, y por reinventarse cada vez más para reforzar nuestro entendimiento de los temas de las carreras. En particular, me gustaría agradecer a nuestro tutor, Gilberto Vírquez, por orientarnos durante estos últimos meses para poder mejorar nuestro trabajo de grado, por su paciencia, y por su dedicación hacia nosotros.

Y finalmente, un agradecimiento a todos aquellos, conocidos y desconocidos, que he podido ayudar y con quienes compartí mis conocimientos adquiridos durante este tiempo. Ha sido un privilegio para mi poder ayudar a cada uno de ellos a acercarse a sus metas y ser mejores cada día.

Antonio Adolfo Perrotta Edemburgo

AGRADECIMIENTO

A partir de lo expresado a través de este párrafo, quiero agradecer a todas las personas que estuvieron presentes durante el desarrollo de este trabajo de grado, siendo todas ellas imprescindibles para darme la fortaleza y producir en mí la motivación necesaria para conseguir un objetivo de estas magnitudes. Todas y cada una de ellas representan para mí una parte importante de mi vida, y que me hayan brindado el apoyo requerido en este contexto significa mucho más de lo que se puede llegar a explicar con palabras.

A mi madre, que estuvo presente en todos y cada uno de los momentos de la realización de este proyecto, siendo una pieza clave para lograr finalizarlo y poder encarar adecuadamente los retos inmersos dentro del mismo. A mi hermano, por encontrarse en los mejores y peores momentos, celebrando los triunfos y subiendo mi estado de ánimo cuando más lo necesitaba. Y, por último, a mi padre, que desde los cielos se encuentra presente observando el camino al cual se dirige mi vida, y quien soy en este momento como individuo se lo agradezco a él sobre todas las cosas, por ser mi principal modelo a seguir. Igualmente, demás familiares me han aportado mucho durante este tiempo, y me siento encarecidamente agradecido con su labor.

A mis compañeros de carrera, amigos, y personas que influyeron significativamente en el desarrollo del proyecto. Su influencia es remarcada, ya que siempre existió el apoyo necesario para seguir adelante, resolver problemas de manera conjunta, y lidiar con situaciones de distinta índole cuando era necesario. Los grandes momentos pasados durante estos años de formación profesional serán inolvidables, siendo ellos parte importante de este camino. También agradezco al profesor Gilberto Vírquez, por su apoyo en la realización del trabajo de grado y por ser una referencia como profesional durante el desarrollo de la carrera.

Manuel Alejandro Aquino Escobar

DEDICATORIA

A Dios,

A mi familia, quien me ha apoyado para llegar hasta acá desde el primer momento.

A mis amigos y seres queridos, quienes han alegrado mis días y mi vida.

A mis profesores, por el esfuerzo que ponen para que seamos mejores.

A todos los estudiantes y profesionales que se esfuerzan por ser mejores cada día, a pesar de las dificultades que se puedan presentar.

Antonio Adolfo Perrotta Edemburgo

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucha fuerza y cariño

A Dios, mi principal soporte y a quien confío todas mis decisiones diariamente.

A mis familiares, quienes son los que me han permitido llegar hasta aquí.

A mis amigos y seres queridos, que me han apoyado en todo momento.

A mis docentes y figuras, por ser una referencia como futuro profesional y persona.

Y en general, a todas y cada una de las personas que forman parte de mi vida, que se han encontrado conmigo en todo momento.

Manuel Alejandro Aquino Escobar

INDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema... ..	2
1.2. Formulación del Problema... ..	4
1.3. Objetivos de la Investigación... ..	5
1.3.1. Objetivo General... ..	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. Justificación de la Investigación... ..	5
1.5. Alcance de la Investigación... ..	7
1.6. Limitaciones de la Investigación... ..	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la Investigación... ..	8
2.2. Bases Teóricas	11
2.2.1. Tanques de almacenamiento.....	11
2.2.1.1. Estándar de tanques de almacenamiento.....	11
2.2.1.2. Tamaños de los tanques de almacenamiento	11
2.2.2. Medición de Nivel	12
2.2.2.1. Medición de Nivel Puntual.....	12
2.2.2.2. Medición de Nivel Continua.....	13
2.2.3. Medición de Temperatura.....	14
2.2.3.1. Termómetros de Expansión.....	14
2.2.3.2. Termómetros de Resistencia (RTD).....	15
2.2.3.3. Termistores.....	16
2.2.3.4. Termopares.....	17
2.2.3.5. Pirómetros.....	18

2.2.4. Sistemas de adquisición de datos.....	19
2.2.4.1 Transducción.....	19
2.2.4.2. Conversión Analógico-Digital	20
2.2.4.3. Acondicionamiento de Señales	20
2.2.5. Microcontroladores.....	21
2.2.5.1. Elementos de un Microcontrolador.....	21
2.2.6. Arduino.....	21
2.2.7. Raspberry Pi.....	22
2.2.8. Sistemas de Bases de Datos	23
2.2.9. Comunicación Serial.....	23
2.2.10. Familia de Protocolos TCP/IP	24
2.2.11. Servidores Web.....	25
2.2.11.1 Funcionamiento de un servidor Web	25
2.2.12. Ethernet.....	25
2.2.13. Página Web.....	26
2.2.13.1. Características de una Pagina Web.....	27
2.2.14. HTML.....	27
2.2.14.1. Utilidad de HTML.....	28
2.2.14.2. Presentación visual de un clásico diseño web.....	28
2.2.15. CSS3.....	28
2.2.15.1. Estructura de los CSS3.....	29
2.2.16. JavaScript.....	29
2.2.17. MySQL.....	29
2.2.17.1. Rapidez, fiabilidad y facilidad de un servidor de base de datos MySQL.....	30
2.2.17.2. MySQL server trabaja en entornos cliente/servidor o incrustados.....	30
2.2.18. PHP.....	30
2.2.18.1. Características.....	30
2.3. Bases Legales.....	30

2.4. Definición de Términos Básicos.....	32
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo de la Investigación	34
3.2. Diseño de la Investigación	34
3.3. Nivel de la Investigación.....	35
3.4. Población y muestra.....	36
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	36
3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.6. Fases de la Investigación.....	38
IV RESULTADOS	
4.1. Fase I: “Diagnosticar las características del proceso físico para la comprensión de sus requerimientos básicos”.....	42
4.1.1. Revisión Documental del proceso físico	42
4.1.1.1. Dimensiones estándar de los tanques de almacenamiento.....	43
4.1.1.2. Tipos de materiales comunes en la construcción de tanques.....	44
4.1.1.3. Principales líquidos almacenados.....	45
4.1.1.4. Tanques presurizados y no presurizados.....	46
4.1.1.5. Puntos de ubicación comunes.....	47
4.1.1.6. Formas características de los tanques.....	47
4.1.1.7. Rangos máximos y mínimos de nivel recomendados	47
4.1.1.8. Instalación recomendada de sensores de nivel y temperatura.....	48
4.1.2. Empleo de la Lista de Chequeo	48
4.1.2.1. Resultados obtenidos.....	49
4.1.2.2. Datos extraídos a partir de la lista de chequeo.....	50
4.1.3. Fichas técnicas.....	51
4.1.3.1. Tanque de almacenamiento de agua Rotoplas.....	52

4.1.3.2. Tanque de almacenamiento de agua Eternit.....	53
4.14.. Recursos fotográficos	54
4.2. Fase II: “Identificar los distintos tipos de señales normalizadas que son arrojadas por los sensores de nivel y temperatura existentes en el mercado”.	56
4.2.1. Principales señales normalizadas de los sensores de nivel y temperatura ...	56
4.2.2. Revisión de transmisores y circuitos de acondicionamiento de señal	58
4.2.3. Dispositivos de tratamiento de señales	61
4.3. Fase III: “Diseñar un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos	63
4.3.1. Sistema de Adquisición de Datos (SAD)	65
4.3.1.1. Proceso de selección de sensores de nivel y temperatura.....	65
4.3.1.2. Circuitos de acondicionamiento y adaptación de señales.....	71
4.3.1.3. Dispositivo de adquisición y tratamiento de señales ..	80
4.3.1.4. Dispositivo de conexión remota	82
4.3.1.5. Diseño de la placa PCB del SAD.....	83
4.3.2. Interfaz gráfica de monitoreo para el usuario	84
4.3.2.1. Instalación de Node Red en Debian OS	84
4.3.2.2. Diseño de la interfaz gráfica.....	85
4.3.3. Desarrollo de la página web	88
4.3.3.1. Html.....	89
4.3.3.2. Head.....	89
4.3.3.3. Body.....	89
4.3.3.4. Header.....	89
4.3.3.5. Main.....	90
4.3.3.6. Footer.....	93
4.3.4. Conexión de Enlace de Datos Remoto.....	93

4.3.4.1. Remote Red...	94
4.3.5. Base de datos.....	99
4.3.5.1. Creación de la base de datos.....	99
4.3.5.2. Configuración de la base de datos en Node Red....	100
4.3.5.3. Integración con la aplicación remota.....	102
4.4. Fase IV: “Simular el funcionamiento del sistema por medio del software existente destinado para este propósito”.....	104
4.4.1. Diagrama esquemático en Proteus.....	104
4.4.2. Instalación de Debian OS dentro de una Máquina Virtual..	105
4.4.2.1. VMware Workstation... ..	105
4.4.2.2. Instalación de la imagen ISO de Debian OS... ..	106
4.4.3. Virtual Serial Port Driver.....	107
4.4.4. Configuración de Remote Red.....	110
4.4.5. Funcionamiento del sistema.....	111
4.4.5.1. Manejo del esquema físico simulado... ..	111
4.4.5.2. Funcionamiento e interactividad con la interfaz gráfica.....	113
4.4.5.3. Notificaciones y funcionamiento remoto... ..	116
4.4.5.4. Acceso a la base de datos y control de sus registros	118
4.5. Fase V. “Estudiar la factibilidad técnica, social, operativa y el estudio de costos de la propuesta del diseño”.....	121
4.5.1. Estudio de Costos.....	121
4.5.2. Factibilidad Técnica.....	124
4.5.2.1. Requerimientos de Hardware... ..	125
4.5.2.2. Requerimientos de Software.....	126
4.5.2.3. Competencias para el diseño del sistema.....	126
4.5.2.4. Conocimientos necesarios para el manejo del sistema de monitoreo.....	128
4.5.3. Factibilidad Operativa.....	128
4.5.4. Impacto Social.....	128
4.5.4.1. Ventajas y desventajas sociales de la propuesta.....	129

4.5.5. Análisis FODA del sistema propuesto.....	131
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	134
REFERENCIAS	136

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		pp.
1	Ítems a investigar	42
2	Dimensiones estándar de los tanques de almacenamiento	43
3	Empleo de la Lista de Chequeo	48
4	Resultados Obtenidos	49
5	Tabla de capacidades Tanque para almacenamiento de agua Rotoplas	53
6	Características de los sensores de nivel elegidos	68
7	Estudios de costos	122
8	Costo Unitarios de los sensores	124
9	Análisis FODA del sistema propuesto	131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		pp.
1	Variación de la resistencia de materiales termo resistivos ante cambios de temperatura	16
2	Movimiento de la fem entre dos metales distintos	17
3	Relación f.e.m. vs temperatura para distintos tipos de termopares	18
4	Placa Arduino Mega 2560	22
5	Raspberry Pi 3 modelo B, V 1.2	23
6	Disposición de bits de comunicación serial asíncrona	24
7	Presentación visual de un clásico diseño web.	28
8	Presentación visual de una clásica página web con estilos por defecto	29
9	Simbología de tanques presurizados y no presurizados	46
10	Tanque para almacenamiento de agua Rotoplas	52
11	Descripción de las partes del Tanque para almacenamiento de agua Rotopla	53
12	Familia de tanques para almacenamiento de agua Eternit	54
13	Estructura de tanques para almacenamiento de agua Eternit	54
14	Tanques de almacenamiento de agua, marca Resinca de 2000 lts	55
15	Tanques de almacenamiento de agua de 500 lts	56
16	Evolución de las señales de transmisión a lo largo del tiempo	58
17	Acondicionamiento de una RTD con Puente de Wheatstone y amplificador	59
18	Circuito integrado AD594/595 para el acondicionamiento de una Termocupla tipo J o K	60
19	Entradas analógicas de la placa Arduino Uno	62
20	Entradas analógicas de un PLC Siemens S7-1200	62
21	Diagrama de bloques del sistema de monitoreo a diseñar	64
22	Sensor ultrasónico HC-SR04	69

23	Sensor de Presión Diferencial MPX5010DP	69
24	Circuito de acondicionamiento de la PT100	72
25	Puente de Wheatstone con PT100 conectada	72
26	Amplificador de Instrumentación	73
27	Estructura interna del CI AD594/595 para el acondicionamiento de una Termocupla tipo J o K	75
28	Circuitos de acondicionamiento. Termocuplas J y K	76
29	Relación voltaje/temperatura del sensor MPX5010DP	77
30	Instalación del sensor MPX5010DP para medición de Presión Hidrostática.....	79
31	Circuito de acondicionamiento para detectores puntuales	80
32	Placa Arduino Uno R3.	81
33	Características de la Raspberry Pi modelo 3B	83
34	Raspberry Pi modelo 3B.	83
35	Placa PCB de los circuitos de acondicionamiento de señales	84
36	Interfaz gráfica. Dashboard de Node Red	85
37	Figuras de medición interactivas	86
38	Gráficos de $T/N = f(\text{tiempo})$	86
39	Configuración de sensores utilizados	87
40	Selectores de temperatura máxima y mínima	87
41	LEDS para el estado de las alarmas en la interfaz	88
42	Header	89
43	Nav o Elemento de Sección de Navegación	90
44	Sección “Funcionamiento del Sistema	91
45	Sección “Galería de dispositivos”	91
46	Sección “Mediciones Disponibles”	92
47	Sección “Beneficios de monitorear tu tanque”	92
48	Sección “Usuarios”	92
49	Sección “Autores”	93

50	Footer	93
51	Logo de la aplicación Remote Red en Android/IOS	94
52	Configuración de los nodos de acceso remoto	95
53	Código QR para permitir el acceso remoto	96
54	Interfaz de la aplicación Remote Red	97
55	Mensaje de confirmación de la conexión	97
56	Nodos de notificación para las alarmas de alta y baja temperatura	98
57	Nodos de notificación para las alarmas de alta y baja temperatura	98
58	Creación de la base de datos “mediciones_almacenadas” y la tabla “mediciones”	100
59	Nodo de configuración de MySQL y Node Red (Verde)	101
60	Configuración interna del nodo MySQL database	101
61	Envío de las variables de Temperatura, Nivel y fecha de registro	102
62	a) Lectura de la base de datos y b) Eliminación de los datos de la base de datos	103
63	Botones que ejecutan las acciones mencionadas dentro de la base de datos	103
64	Esquema en Proteus del proyecto	105
65	Pantalla principal de VMware Workstation	106
66	Descarga de la imagen ISO de Debian OS	106
67	Pantalla principal de Debian OS en una Raspberry Pi simulada	107
68	Creación y configuración de los puertos seriales virtuales	108
69	Asignación y configuración del puerto serial COM3 en Proteus	109
70	Asignación y configuración del puerto serial COM4 en VMware Workstation	109
71	Asignación y configuración del puerto serial COM4 en Node Red	110
72	Virtual Terminal mostrando los datos enviados mediante el puerto serial	112
73	Control de la medición provista por la RTD	112
74	Observación de la medición provista por la RTD	113

75	Cambio de configuración y medición registrada	114
76	Comportamiento de la temperatura registrada	114
77	Modificación del Nivel Registrado en la interfaz	115
78	Comportamiento del nivel registrado	115
79	Alarmas recibidas en el dispositivo móvil	116
80	Interfaz de Node Red en dispositivos móviles	117
81	Registros de la base de datos	118
82	Registros observados en el Dashboard de Node Red	119
83	Registros observados en Remote Red	119
84	Datos reestablecidos en la base de datos (Registros eliminados)	120
85	Base de datos (Registros eliminados)	120
86	Interfaz móvil de los datos reestablecidos en la base de datos (Registros eliminados)	121



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE UN SISTEMA REMOTO PARA LA SUPERVISION DE TEMPERATURA Y NIVEL EN UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DELIQUIDOS

Autores:

Aquino, Manuel

Perrotta, Antonio

Tutor: Ing. Gilberto Vírquez

Fecha: Noviembre, 2021

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo de investigación será desarrollado con la finalidad de proponer un sistema remoto para el monitoreo de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos, utilizando internet como el medio de transmisión a distancia. De esta forma, se buscará aumentar la versatilidad de las técnicas utilizadas en los procesos físicos de estas características, para el censado de variables fundamentales en el manejo del funcionamiento de este tipo de sistemas. Para lograr el diseño de esta propuesta se considerará una investigación de tipo proyecto factible, ya que se intentará encontrar la solución a un problema mediante un modelo que fuese viable en costos para su producción. Además, será establecido un diseño no experimental y longitudinal, debido a que sólo serán observados los fenómenos a estudiar, durante múltiples ocasiones a lo largo de la investigación. La Población que conformará la totalidad del fenómeno estudiado será correspondida por los tanques de almacenamiento de agua encontrados en el Municipio Valencia del Estado Carabobo. En función de esto, la Muestra estará representada por tres tanques de almacenamiento de agua dentro del municipio. Por otro lado, la técnica a utilizar será implementada a través de una lista de chequeo, que ha de ser llenada mediante la revisión de los tanques de almacenamiento de líquidos en 10 viviendas ubicadas en Valencia, Edo. Carabobo, urb. Lomas del Este. Asimismo, la línea de investigación relacionada con el trabajo es ciencias cognitivas y aplicadas.

Descriptor: Sistemas de Adquisición de Datos, Automatización Industrial, Internet.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación propondrá las bases necesarias para la implementación de un sistema remoto de supervisión para un tanque de almacenamiento de líquidos haciendo uso de internet, y apoyado en el desarrollo de un prototipo de esta plataforma que sea capaz de ofrecer un buen balance entre costos y resultados. En este caso, se busca ofrecer una alternativa para la supervisión de procesos de forma remota, utilizando dispositivos cotidianos en el día a día como lo son aquellos que disponen de acceso a la red. Para su diseño se integran múltiples disciplinas de los campos de Electrónica y Telecomunicaciones, que forman un papel fundamental en la consecución de los objetivos necesarios para la confección de cada una de las partes del sistema.

Cuyo estudio se adecuará a la estructura del trabajo de investigación, empezando desde el Planteamiento del Problema, Marco Teórico, Metodología, los Resultados, la Propuesta, y concluyendo con las Conclusiones y Recomendaciones. En cuanto al Capítulo I: Planteamiento del Problema, abarcara desde la descripción de la realidad problemática, donde se explican los problemas actuales de estas organizaciones. Luego se formulará el problema, los objetivos de la investigación, así como la justificación e importancia

Respecto al Capítulo II: Marco Teórico, tratara desde los antecedentes relacionados con otras investigaciones que sirvieron como base para el presente estudio; entre estos. La base teórica comprenderá también los aspectos relacionados con las variables en estudio; igualmente los aportes brindados por los especialistas, que enriquecieron el trabajo, así como las definiciones conceptuales. El Capítulo III comprenderá los aspectos metodológicos, como el tipo, nivel, método y diseño de la investigación. Luego se definirá y determinará los conceptos de población y muestra. Y, por último, el Capítulo IV, Recursos, se expresará los recursos que fueron necesarios para la realización de dicho trabajo de grado a nivel humano, institucional y financiero; y finalmente, las Referencias: electrónicas y bibliográficas que sustentan el presente trabajo de grado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El agitado ritmo de vida actual hace que en muchas ocasiones se necesite tener acceso remoto a lugares en los cuales se desea conocer el estado de algunas variables tales como la temperatura, la presencia o no de personas, el nivel de tanques de líquidos, etc. De igual manera, existe la necesidad de realizar ajustes con base en dicha información, activar o desactivar dispositivos, modificar parámetros, realizar llamadas de emergencia, todas estas medidas encaminadas a mejorar las condiciones de seguridad y confort de dicho lugar y de las personas y objetos que se encuentren allí. Las consecuencias de una baja supervisión de los procesos físicos pueden repercutir en una peor productividad, eficiencia y efectividad de las técnicas utilizadas para su manejo, lo que se traduce en una operación de peor calidad en campos industriales o comerciales en donde su presencia se considera imprescindible.

Existen muchas situaciones en las cuales, más que ser una causa de tiempo perdido, realmente es imposible tener acceso de forma física en los recintos en donde es clave el monitoreo de las principales variables ambientales. Sea debido a ambientes hostiles para el ser humano, elementos ubicados a distancias inalcanzables o en lugares recónditos, son consideradas estas situaciones como impedimentos para el desarrollo de los acontecimientos del día a día en la vida de un individuo encargado del manejo de esta clase de procesos. De esta manera, este ve perjudicado su trabajo a causa de factores que en innumerables casos son externos a él, y que, de manera indirecta, son capaces de alterar negativamente los resultados esperados por parte de una entidad.

Actualmente las condiciones derivadas por la pandemia a nivel mundial han generado otro motivo por el cual se hace notar el grado de importancia que puede llegar a tener un simple monitoreo de variables sin la necesidad de estar presente en un lugar en específico, sino el lograr realizarlo desde la comodidad del hogar, o cualquier lugar donde se encuentre el usuario, es por ello que el manejo a distancia es un punto clave para salvaguardar la integridad física del mismo. Industrialmente este es un elemento de primera necesidad para el manejo de los diversos procesos de producción involucrados, en los cuales el conocimiento de la información relacionada a cada uno de ellos es clave en la realización de cada acción en tiempo y forma.

Es totalmente imprescindible monitorear las condiciones en las que se encuentra un proceso en el cual el estado de las variables ambientales pueda tener una influencia en el desarrollo de cada una de sus partes. Por lo tanto, es evidente la necesidad de que el operario del proceso disponga de toda la información requerida para tener la suficiente noción de lo que está ocurriendo a su alrededor. Es una obligación disponer de todos los sentidos al momento de tomar una decisión en referencia a un entorno, previamente a la realización de una acción correctiva basada en una serie de limitantes a modificar de forma inmediata. Un error basado en el desconocimiento de los parámetros del entorno puede traer graves consecuencias para el mismo, incluso de carácter irreversible. En retrospectiva, es fundamental para el correcto desarrollo de un proceso y las acciones en que se descompone conocer las características de cada elemento perteneciente a este, buscando de esta manera el manejo de cada detalle meticulosamente.

El monitoreo de procesos físicos tales como los sistemas de llenado de tanques de almacenamiento de líquidos los cuales, según Creus, A (2010) “deben realizarse forma tal que el operario disponga de toda la información para el desarrollo óptimo del proceso en cuestión” (p.195). En este caso, el mismo autor menciona que:

si este tiene desconocimiento de uno o más aspectos del proceso (Por ejemplo, desconociendo la temperatura en la que se encuentra el líquido), en conjunto con una pobre noción de las variables actuantes en el mismo, es claro que su trabajo se verá en todas las situaciones perjudicado por las

carencias existentes en las herramientas necesarias para su disciplina. De esta forma el rendimiento de un solo proceso que esté por debajo de sus límites afectará de manera importante al cumplimiento de los objetivos colectivos en una planta, hecho que por supuesto es totalmente indeseado en la industria (Creus, A; 2010; p.195).

Por lo tanto, recintos en los cuales se disponga de procesos físicos tales como tanques de almacenamiento (Como puede ser en la industria alimenticia), deben ser cuidados cuidadosamente en virtud del desarrollo normal de los acontecimientos esperados. Un claro ejemplo de una situación de este tipo se ve reflejado en un proceso de pasteurización de leche, en el cual la temperatura del producto debe de ser mantenida durante su desarrollo, además de establecer un nivel adecuado dentro del recipiente. En caso de que alguna de estas dos variables esté fuera de los parámetros establecidos el producto terminado lo más probable es que no cumpla con los estándares básicos para su venta, desencadenando en pérdidas para la empresa o comercio en cuestión. Dicho problema podría ser solventado por un usuario ubicado en el recinto que disponga de la información del proceso localmente con la posibilidad de actuar, pero en caso de que no se encuentre presente, este desconocería la situación y sería incapaz de corregirla al no tener un medio de información remoto.

En retrospectiva, no sólo se destaca la necesidad de adquirir la información de los procesos físicos manejados por parte de los operarios, sino que, además, es importante encontrar una manera de disponer de esa información más allá de una forma local, permitiendo conocer sus características de manera remota.

1.2. Formulación del Problema

De acuerdo al planteamiento expuesto se tiene la siguiente interrogante: ¿De qué forma se puede facilitar la supervisión de las variables nivel y temperatura de modo remoto?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Proponer un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las características del proceso físico para la comprensión de sus requerimientos básicos.
- Identificar los distintos tipos de señales normalizadas que son arrojadas por los sensores de nivel y temperatura existentes en el mercado.
- Diseñar un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos.
- Simular el funcionamiento del sistema por medio del software existente destinado para este propósito.
- Estudiar la factibilidad técnica, social, operativa y el estudio de costos de la propuesta del diseño

1.4. Justificación de la investigación

El monitoreo a distancia es un área de crecimiento importante que está enfocada principalmente a facilitar el acceso a la información en ambientes peligrosos o de difícil acceso. Las empresas que componen el campo de la Automatización y el Control Industrial requieren de forma prácticamente imprescindible conocer el estado de variables ambientales de manera continuada, normalmente ubicadas en procesos que físicamente imposibilitan la presencia del ser humano. Es claramente necesaria la implementación de un medio de gran utilidad para los usuarios, que permite tener acceso remoto a otros lugares para realizar estas acciones, lo cual se ve reflejado en un aumento sustancial de la seguridad, el confort, el ahorro de tiempo y energía, entre otros factores fundamentales a considerar para el correcto funcionamiento de una planta.

En la actualidad, es bien sabido que el medio por excelencia para la transmisión de información es Internet, debido al auge de dispositivos empleados para su utilización y la infinidad de aplicaciones desarrolladas, son estas, entre otras razones de gran peso para apostar por la creación de una interfaz basada en esta tecnología, que sea capaz de permitir trabajar al usuario en el contexto anteriormente mencionado.

Se ha considerado el llenado de un tanque de almacenamiento de líquidos como el proceso físico ideal para la implementación del dispositivo, debido a que es un tipo de proceso que es sumamente común en la industria, permitiendo así una familiarización de gran importancia para forjar la experiencia en el manejo de procesos de Ingeniería. El desarrollo de un prototipo de estas características puede simplificar la supervisión de un proceso con tanta presencia, en beneficio del mejoramiento de las herramientas de mayor utilidad en la Automatización Industrial de procesos. Siguiendo con el argumento anterior, se han elegido las variables físicas Nivel y Temperatura, ya que forman una parte básica de la descripción de elementos de almacenamiento en sistemas industriales.

Un claro ejemplo de los beneficios que puede llegar a proveer la implementación de un sistema de estas características puede ocurrir en el caso de que un operario deba encontrarse fuera del recinto en donde se encuentra el tanque durante un tiempo considerable. La pregunta es: ¿Cómo puede saber este si todo marcha correctamente dentro del proceso que está en su encargo?, es claro que el sistema de supervisión remoto le da acceso mediante su Smartphone o cualquier otro dispositivo con internet a la App, en donde se permitirá monitorear el estado del Nivel y Temperatura en el momento presente. Generando la posibilidad de acudir en caso de emergencia (Estado de las variables fuera del rango normal), además de evidentemente proporcionar certeza de lo que ocurre durante su supervisión.

El monitoreo remoto es una solución de gran importancia, concretando así una herramienta que ha provisto una forma de gestionar el manejo de recintos de forma eficaz, siendo además mucho más eficiente que otros métodos más convencionales. El empleo de técnicas para el desarrollo de sistemas de adquisición de datos,

conjuntamente con el apropiado uso de las comunicaciones, produce una combinación muy poderosa, de fácil alcance para el usuario y resultados más que satisfactorios en su aplicación.

1.5. Alcance de la investigación

A través de la presente investigación se pretende diseñar un sistema de supervisión remoto, que, a través del uso de captadores y micro controladores realice el monitoreo necesario para la obtención del estado de las variables de Nivel y Temperatura en un tanque de almacenamiento de líquidos. El sistema a diseñar solo permitirá la compatibilidad de las señales normalizadas que son arrojadas por los sensores de nivel y temperatura existentes en el mercado. Asimismo, se utilizará internet como el medio de transmisión de información a distancia, por lo que el acceso al estado de las variables del proceso podrá monitorearse desde cualquier rincón del mundo. Cabe resaltar que el funcionamiento general del sistema será comprobado a través de la simulación mediante softwares especializados por computadora.

1.6. Limitaciones

El sistema a diseñar será presentado únicamente a través de simulación, por lo cual no se dará la tarea de la implementación real de este prototipo. Por otro lado, la característica principal que manejará esta propuesta será la supervisión del tanque de almacenamiento de líquidos, aun cuando es posible su adaptación a otros medios y condiciones, únicamente prevalecerá el diseño de un sistema con el fin de monitorear este tipo de proceso en específico, incluyendo evidentemente las herramientas particulares necesarias para su confección. Es importante añadir que solamente se buscará el monitoreo de variables, dejando por fuera el empleo de actuadores a través de mecanismos de control que modifiquen su estado de manera continuada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Debido a que el presente Proyecto de Grado está basado en el área de la administración pública, cuyo objetivo fundamental es la implementación de un sistema de control de gestión especialmente para las contralorías estatales, es de gran importancia la comprensión de temas específicos, que por su vinculación con el estudio resultaron de gran utilidad para la realización del Proyecto de Grado. Los puntos de interés se describen a continuación.

2.1. Antecedentes de la Investigación

De acuerdo con la situación problemática planteada en la investigación, se abordaron estudios previos que guardan relación con la variable desempeño laboral, considerando los aportes relativos a los objetivos planteados, dimensiones, indicadores, aspectos metodológicos, además de las conclusiones pertinentes y referencias bibliográficas utilizadas por el autor para llevar a cabo el estudio

En este sentido, se ubica primeramente a Banguera, A y Delgado, M. (2019) quienes presentaron un trabajo de investigación en la universidad politécnica “Salesiana Sede Guayaquil” de Ecuador, titulado **“Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta didáctica MPS PA. Compact Workstation de festo utilizando hardware libre y protocolo de comunicación SMTP y GSM”** para optar al título de ingeniero electrónico, el mismo tiene como objetivo facilitar las tareas y solucionar problemas en poco tiempo mediante la utilización de mensajes de texto y correos electrónicos como un medio de comunicación entre la planta didáctica y el usuario encargado de su mantenimiento, y que le permitirá recibir alertas por dichos medios, cuando exista un parámetro que

exceda el rango de trabajo adecuado, los parámetros o variables que se tomaron en consideración fueron nivel, temperatura, presión y flujo. Además, se almaceno en una base de datos para que cuando los parámetros superen el umbral del funcionamiento, lograr así visualizarlo a través de una página web

Usando el software de LabVIEW y su lenguaje de programación gráfica, lograron diseñar una interfaz de usuario para visualizar el comportamiento de las cuatro variables mencionadas, y para comprobar el correcto funcionamiento de la planta y calibración de las variables. Por lo tanto, a beneficio de los servidores web, lograron almacenar los datos en internet, almacenando los reportes de fallas que se generaban durante el proceso de la planta industrial y enviándolos a través de e-mail y SMS.

Lo previamente mencionado presenta un aporte significativo para el siguiente trabajo de investigación de tal forma en que se elaboran los estudios acerca de la implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos, permitiendo facilitar muchas tareas y solucionar problemas en cortos periodos de tiempo con una simple alerta o visualizándolo mediante una página web como herramienta alternativa.

En este mismo orden de ideas, Churata, J. (2019). Llevo a cabo un trabajo de investigación titulado **“Diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real del índice de radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa para la región Puno”** para optar al título de ingeniero electrónico. Dicho proyecto tiene como objetivo registrar en tiempo real los valores del índice de radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa con el fin de contar con un historial climatológico. Se implementó un sistema de adquisición de datos con la tarjeta Arduino UNO, el Arduino Ethernet Shield, los sensores de radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa, que está conectado con el servidor CentOS Linux. Los datos se obtienen con una frecuencia de 3 muestras de 1 minuto y se almacenan en una base de datos de MySQL diseñada con el programa DBDesigner. Una vez almacenados los datos, el tratamiento de ésta, permite diseñar tablas detalladas, gráficos y un mapa interactivo haciendo uso de Google Maps API (Application Programming Interface)

Es de gran importancia destacar que dicho proyecto aporta al presente trabajo de

investigación información de interés relacionada puntualmente a la utilización de un dispositivo programable como lo es, el Arduino Ethernet Shield, este podría ser una alternativa interesante debido a su capacidad para conectarse a internet y su bajo costo en el mercado. Además, el proyecto antes mencionado, presenta una explicación bastante útil con respecto a la creación de la página web, por lo que, funcionaria como una base de conocimiento para el correcto manejo del código fuente y sus respectivos lenguajes.

Por otro lado, Mejía, D y López, G. (2018), realizó un trabajo de investigación titulado **“Sistema de monitoreo y control de variables remotas a través de internet”** para optar al título de ingeniero electrónico. Es en base a estas consideraciones, dicho trabajo de investigación presento como objetivo monitorear variables remotas, para ello se presentaron los conceptos básicos relacionados en el ámbito de los protocolos de comunicaciones aplicativos para el sector hogar y oficina necesarios para el diseño del sistema, en el desarrollo de este proyecto se consideraron variables críticas a tener en cuenta para el diseño de circuitos electrónicos y se definen los parámetros necesarios para la selección de un controlador general para el dispositivo. La concepción de la idea surge como un dispositivo que permita a las personas tener acceso remoto a lugares sobre los cuales deseen realizar monitoreo y control de variables de modo tal que la distancia deje de ser una limitante a través de una herramienta de comunicación y acceso a la información por excelencia como el internet.

Lo anteriormente expuesto aporta al siguiente trabajo de investigación la manera en que se realizan los estudios referentes a una correcta implementación y sus distintas ventajas provenientes del uso de los sistemas remotos obteniendo fundamentos teóricos que respalden la presente investigación. De esta forma, se acredita lo esencial e importante que podría ser el uso de los sistemas remotos hoy en día.

Así mismo, Tobar, E y Silva, R. (2018). Elaboraron un trabajo de investigación e titulado **“Desarrollo de un sistema remoto para la monitorización de variables físicas basada en telemetría e IOT para instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil”** para optar por una maestría en electrónica y automatización. La finalidad

de este proyecto o la razón fundamental de su funcionamiento es la de monitorear las variables físicas de la implementación de un sistema basado en telemetría y IoT (Internet of Things) para las instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil, para lo cual, se realizó la investigación bibliográfica sobre meteorología y el IoT con el fin de establecer una base teórica que sustente la parte técnica del mismo, obteniendo una visión de diferenciación entre lo teórico y práctico (en ocasiones no existe afinidad) para la elaboración de un trabajo conjunto y relacionado

Lo previamente expuesto proporciona a la presente investigación una infinidad de conceptos teóricos importantes que funcionan de apoyo para sustentar dicha investigación, ya que en la misma se están implementando un sistema remoto para la supervisión de variables físicas a nivel general, como, por ejemplo, temperatura y nivel, que son la respectan al estudio de esta investigación

Finalmente, Vidal, M. (2018). De la facultad de ingeniería de la Universidad Veracruzana en su trabajo para optar al título como Ingeniero Electricista, titulado como “**Sistema de sensado remoto para la medición de variables ambientales**”. El trabajo presentado tiene como objetivo monitorear algunas variables ambientales tales como presión y temperatura y permitir la medición de estas variables físicas mediante sistemas embebidos compuestos por una Base de Datos de Microcontroladores ATMEGA328 digitales de última Generación y de bajo costo, las cuales se almacenarán en un sistema de información diseñado específicamente para la adquisición de Radiofrecuencia¹. El envío de la información obtenida a diferentes sistemas de comunicación como son: comunicación inalámbrica, red, telefonía

El trabajo descrito es de relevancia para la presente investigación ya que el mismo podrá proveer material esencial para sustentar teóricamente el desarrollo del sistema remoto, debido a que en él se describen algunas pruebas de conexión, funcionamiento y diagramas de bloques los cuales pueden aportar información como referencia para la elaboración del sistema remoto propuesto durante el planteamiento de los objetivos específicos de la investigación.

2.2. Bases Teóricas

El objetivo de las bases teóricas es enriquecer el problema mediante un conjunto de conocimientos, los más sólidos y actualizado posibles, de modo que permitan orientar la búsqueda de información científica, a través de una conceptualización adecuada de los términos para efecto de este estudio.

2.2.1. Tanques de almacenamiento

Batista. J (2010) establece que los tanques de almacenamiento son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar y/o preservar líquidos o gases a una presión determinada. Los tanques de almacenamiento suelen ser usados para almacenar líquidos, y son ampliamente utilizados en las industrias de gases, del petróleo, y química, y principalmente su uso más notable es en las refinerías por sus requerimientos para el almacenamiento, sea temporal o prolongado; de los productos y subproductos que se obtienen de sus actividades.

2.2.1.1 Estándar de tanques de almacenamiento

Debido a su tamaño, según Batista, J (2010) “usualmente son diseñados para contener el líquido a una presión ligeramente mayor que la atmosférica” (p.02) Adicionalmente menciona que

Las normas empleadas por la industria petrolera son originadas en el estándar de la API, utilizándose principalmente el código API 650 para aquellos tanques nuevos y en el que se cubren aspectos tales como materiales, diseño, proceso y pasos de fabricación, y pruebas, mientras que el código API 653 se usa para la reconstrucción o modificación de tanques anteriormente usado (Batista; 2010; p.02)

La diversidad de productos almacenados que es contemplada en la aplicación del código de construcción API y códigos relacionados describe aspectos de construcción tales como: Seguridad, prevención de evaporación de líquidos con alta evaporación, Presión de vapor de los líquidos contenidos, Operación del tanque, etc.

2.2.1.2 Tamaños de los tanques de almacenamiento

Según Batista A, Jean (2010) “los tamaños de los tanques están especificados según la autonómica del estado plurinacional y de acuerdo a las normas y/o códigos

establecidos por la API”. Por su parte, los valores de volumen, diámetro y altura pueden ir 500 BLS, 18 pies (diam) y 18 pies (alt) a los 500000 BLS, 280 pies (diam) y 48 pies (alt). La unidad BLS significa barriles estándar de petróleo, la que es equivalente a 42 galones (158,98 litros).

Los productos que se almacenan en este tipo de tanques van desde crudo sin procesar, petróleo semipesado, gasolina, naftalina, diésel, aceites pesados, aceites semipesados, y en algunos casos pueden usarse para almacenar otra clase de líquidos requeridos en sus procesos de funcionamiento tales como agua para el sistema de extinción de incendios, compuestos ácidos, grasas alimenticias, leche, granos, harinas alimenticias entre otros.

2.2.2. Medición de Nivel

En el ámbito industrial, se encuentran diversas variables en cuanto al control de almacenamiento de materias primas, tanto líquidas como sólidas, una de las variables más empleadas en la industria es el Nivel. Basados en la experiencia técnica, Creus, A(2010) detalla que para seleccionar el tipo de medidor:

se prefiere el tipo de medidores estáticos y aquellos que no requieren de un contacto con el fluido y se ubican en lugares exteriores al recipiente, también aquellos medidores que poseen una mínima modificación en cuanto a la estructura del recipiente y a sus soportes, en la mayoría de los casos, cuando estos ya estén construidos (Creus, A; 2010; p.195).

Es bien conocido que anteriormente, cuando había ausencia de la tecnología de los semiconductores, generalmente, estos métodos se fundamentaban en los principios mecánicos y/o neumáticos. Sin embargo, actualmente se dispone de gran variedad de técnicas de medición, aunque no resulta fácil su elección, teniendo cuando las que se adapten mejor a sus requerimientos.

2.2.2.1. Medición de Nivel Puntual

Vázquez (2015), expone: “La medición de nivel puntual se usa para marcar una sola altura de líquido separada: una condición de nivel preestablecida” (p.45). En general, este tipo de medición funciona como una alarma alta, y señala una condición

de desbordamiento, o un marcador para una condición de alarma baja. Entre los principales sensores utilizados para este tipo de medición, se tienen:

- Interruptor de flotador, que consiste en un flotador magnético que se mueve con la superficie del líquido y acciona un "interruptor de lengüeta" sellado herméticamente en el vástago.
- Un dispositivo ultrasónico de baja energía, que son sensores utilizados para medir el nivel de líquido en un cierto punto.
- Medidor de electrodos, un instrumento que se emplea generalmente como alarma o sensor para control alto y bajo, y los electrodos se encuentran en puntos de máximo y mínimo nivel.
- Medidor por capacitancia, que usa una sonda y un recipiente, los cuales equivaldrán a las dos placas de un capacitor, y el líquido equivaldrá al medio dieléctrico. También son utilizados para medición continua de nivel.

2.2.2.2. Medición de Nivel Continua

Vázquez (2015) hace referencia a que: “Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden proporcionar monitoreo de nivel para todo un sistema” (p.46). De esta forma, los sensores involucrados miden el nivel de fluido dentro de un rango, en lugar de un punto, y producen una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Los principales métodos utilizados en la actualidad son:

- Medidor de ultrasonidos, en este caso la fuente de ultrasonido genera impulsos que son detectados por el receptor una vez transcurrido el tiempo de ida y vuelta de la onda a la superficie del sólido o líquido.
- Medidor de radar, que consiste en el uso de una fuente de radiación (emisor de rayos gamma) y un detector de radiación, dependiendo del sitio en donde se coloquen ambos la radiación captada por el detector será proporcional al nivel del tanque.
- Medidor de presión diferencial, que se basa como su nombre lo indica en la medición de la presión hidrostática en el fondo del tanque o la presión

diferencial entre dos puntos del tanque, la cual será directamente proporcional al nivel de líquido en el tanque.

2.2.3. Medición de Temperatura

Creus Antonio (2010) hace hincapié en que “la medida de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella” (p.235). La temperatura se utiliza, frecuentemente, para inferir el valor de otras variables del proceso.

Existen diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y que son utilizados para medirla. Dependiendo de las condiciones del recinto en el cual sea necesaria la implementación de un medidor de temperatura, existe una gran diversidad de métodos aplicables en cada caso, sobresaliendo algunos por su presencia habitual en ámbitos industriales.

2.2.3.1. Termómetros de Expansión

Dulhoste J. (2017), describe que los termómetros de expansión “utilizan la propiedad que tienen los materiales de cambiar su volumen con la temperatura, estos son principalmente de tres tipos: los de líquido en vidrio, los de bulbo capilar y resorte, y los bimetálicos” (p.2). Para cada caso:

- El termómetro de líquido de vidrio se basa en el fenómeno de expansión que sufren los líquidos al calentarse. Consisten de una envoltura de vidrio (bulbo) que contiene el líquido y que está conectado con un capilar por donde sube el líquido al expandirse por el efecto de la temperatura.
- El termómetro de bulbo está conectado por medio de un capilar a un resorte de Bourdon, comúnmente el tipo espiral. Cuando la temperatura del bulbo sube, el fluido confinado dentro del sistema se expande y la espiral tiende a desenrollarse moviendo la aguja sobre la escala para indicar la elevación de la temperatura en el bulbo.
- El termómetro bimetálico se basa en la diferencia en el coeficiente de dilatación

térmica (β) en metales diferentes. Un cambio de temperatura hace que el extremo libre se deflacte y esta deflexión está en relación aproximadamente lineal con la temperatura y depende principalmente de los coeficientes de dilatación térmica.

2.2.3.2. Termómetros de Resistencia (RTD)

Dulhoste J. (2017), establece que “Los termómetros de resistencia se fundamentan en el cambio de la resistencia eléctrica de un metal con los cambios de temperatura” (p.9). La medida con este tipo de instrumentos depende de las características de resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento sensor.

Los metales apropiados para termómetros de resistencia deben tener las siguientes propiedades:

- Un coeficiente térmico de resistencia relativamente elevado para que el instrumento sea suficientemente sensible.
- Alta resistividad, ya que entre mayor sea la resistencia mayor será la variación de por temperatura, luego se obtiene una mayor sensibilidad.
- Una relación estable y continua entre la resistencia y la temperatura.
- Resistencia y ductilidad lo que permite realizar los procesos de estirado y arrollamiento con el fin de obtener tamaños pequeños y por ende mayor velocidad de respuesta.
- Estabilidad de las características durante la vida útil del instrumento.

La forma, como varía la resistencia con la temperatura de algunos materiales termo resistivos se puede apreciar en la siguiente figura.

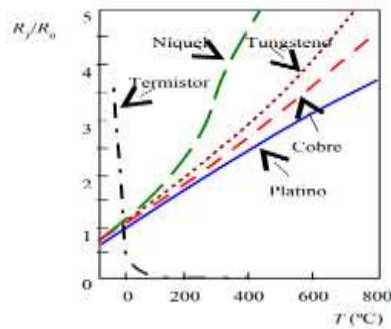


Figura 1. Variación de la resistencia de materiales termo resistivos ante cambios de temperatura

Fuente: Dulhoste J. (2017)

2.2.3.3. Termistores

Dulhoste J. (2017) indica que los termistores “utilizan el mismo principio de los termómetros de resistencia eléctrica, pero se fabrican con materiales semiconductores, que tienen una conductividad eléctrica que oscila entre la de los conductores y la de los aislantes” (p.12). La resistencia de un termistor varía en función de la temperatura en forma inversamente proporcional con un alto coeficiente de resistencia versus temperatura. La relación aproximada para la mayoría de los termistores es:

$$R_t = R_0 e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} \quad (1)$$

Dónde:

- R_0 : resistencia a la temperatura de referencia generalmente 25 °C (298 °K).
- R_T : resistencia a la temperatura T .
- B : Constante del termistor del orden de 4000.
- T : temperatura en °K.

Los tipos primitivos de termistores se fabricaban a partir de un cierto número de óxidos metálicos y sus respectivas mezclas: óxido de cobalto, cobre, hierro, zinc, magnesio, manganeso, níquel, titanio, uranio, etc. Estos instrumentos tienen una resistencia que puede variar mucho, de 500 Ω a varios megas Ω . El rango de temperatura utilizable es del orden de los -250 a 650°C, sin embargo, no se suele conseguir un solo termistor con intervalos tan grandes.

2.2.3.4. Termopares

Dulhoste J. (2017), comenta que la termoelectricidad “Es la ciencia que estudia el efecto de producir una fuerza electromotriz en un circuito formado por cables de diferente material por el solo hecho de someter sus uniones a un diferencial de temperatura” (p.16). De aquí nace que la unión de dos conductores homogéneos y diferentes unidos en sus extremos y aislados lateralmente se denomine termopar.

El desarrollo de los termopares se debió a Thomas Johan Seebeck quien, en 1826, demostró que en un circuito compuesto por metales distintos A y B, cuando las temperaturas en las uniones son diferentes, se produce una f.e.m. en el circuito, esto es conocido como Efecto Seebeck. Por el principio de conservación de la energía esta corriente debe provenir de la absorción de fuentes externas.

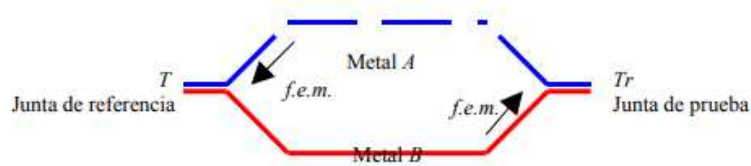


Figura 2. Movimiento de la fem entre dos metales distintos

Fuente: Dulhoste J. (2017)

Si se mantiene constante la temperatura de referencia T_r y se varía la temperatura T de la junta de prueba, se encuentra que la f.e.m. Seebeck es función de la temperatura T en forma lineal, lo que permite usar el termopar como termómetro, que es hoy en día su principal aplicación.

La medición de la f.e.m. generada por un termopar se fundamenta en los efectos Peltier y Thomson, a partir de los cuales se puede obtener una relación entre dicha variable y la temperatura medida. Con esto, dependiendo de ciertas condiciones se ha conseguido estandarizar el uso de termopares industrialmente según las normas ISA, partiendo de curvas obtenidas para distintos instrumentos construidos con diferentes tipos de metales, que poseen un comportamiento de su f.e.m. a variaciones de temperatura que caracteriza a cada uno.

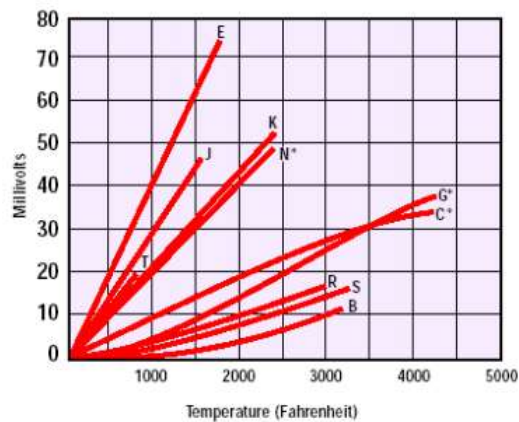


Figura 3. Relación f.e.m. vs temperatura para distintos tipos de termopares

Fuente: Dulhoste J. (2017)

Los termopares estandarizados industrialmente corresponden a los Tipo T, J, K, E, R, S y B, los no estandarizados son los Tipo N, G, C y D. El comportamiento de la f.e.m. de cada uno se observa en la figura. La salida de los termopares se encuentra en el orden de los milivolts, por lo tanto, serán necesarios circuitos de acondicionamiento para su uso con otros dispositivos, o la integración de un transmisor.

2.2.3.5. Pirómetros

Dulhoste J. (2017) se refiere a la medición de temperatura con pirometría como “un método fundamentado en la medición de la energía radiante emitida por un cuerpo caliente” (p.32). Los pirómetros se fundamentan en dos principios básicos:

- Medición de la energía total proveniente de un cuerpo caliente, denominado pirómetro de radiación. Esta energía está representada por el área bajo la curva y viene dada por la ecuación de Stefan – Boltzmann. Este valor es difícil de medir en la práctica. Un pirómetro de radiación práctico mide la intensidad de energía radiada en un ancho de banda que va entre 0.1μ a 12μ , ubicados en la región visible e infrarrojo. Dependiendo de la construcción del receptor.
- Se puede medir la intensidad de energía radiada por el cuerpo caliente a una longitud de onda dada. Por ejemplo, las longitudes de onda visible. Principio en el que se fundamenta el pirómetro óptico. En este caso es difícil medir la radiación emitida a una sola longitud de onda. Los pirómetros ópticos prácticos

responden a una longitud de onda muy angosta, de 0.01μ alrededor de una longitud de onda de 0.65μ , en la región roja del espectro visible.

Entre las ventajas de la medición de temperatura con pirometría, se tienen:

- No es necesario el contacto directo con el cuerpo al cual se le mide la temperatura.
- La medición de temperatura es relativamente independiente de la distancia entre el elemento de medición y el cuerpo caliente siempre que el cuerpo observado abarque todo el foco del instrumento.
- El cuerpo puede estar estacionario o en movimiento.
- Prácticamente no hay límite superior de temperatura.

2.2.4. Sistemas de adquisición de datos

2.2.4.1. Transducción

el primer elemento de un SADS (Sistema de Adquisición de datos) es el que mide la magnitud de interés. Esta puede ser mecánica, térmica, eléctrica, magnética, óptica o química salvo en el caso de que todas las magnitudes manejadas sean eléctricas, como puede ser en una fuente de alimentación, el elemento de medida es conocido como transductor (Entrada), que convierte energía de un tipo de forma física en otra totalmente diferente, siendo en el caso de los sistemas basados en la electrónica, energía eléctrica. Cuando se habla de un transductor, comúnmente es asociado al sensor, por la capacidad que este posee de percibir, tras una etapa de procesamiento, fenómenos que otras circunstancias serían imperceptibles por nuestros sentidos. (Pallas, R; 1993; p.03).

Según Pallás, R (1993), “Los parámetros básicos de un sensor son: margen de campo o medida, sensibilidad, resolución y exactitud” (p.03). De este modo se define a la sensibilidad como la relación entre la magnitud de salida y la de entrada. Si esta es constante en todo el campo de medida, se habla de un sensor lineal. La resolución es el menor cambio de la magnitud de entrada que se puede detectar en la salida. Por su parte, la exactitud describe el grado de coincidencia entre el valor real de la entrada y su valor deducido a partir de la salida actual y de la sensibilidad.

2.2.4.2. Conversión Analógico-Digital

La salida de los sensores es comúnmente (Aunque no de manera exclusiva), analógica (Continua en amplitud y en valores temporales). En diversas etapas de los SADS en las cuales se trabaje con señales digitales (Principalmente por el uso de dispositivos que requieren del procesamiento digital de señales), existe la obligación de realizar la denominada Conversión Analógico-Digital, siendo vital para la manipulación de las señales analógicas encontradas para la consecución de este objetivo.

La conversión de señales analógicas en digitales se realiza en dos etapas: primero se cuantifica la señal y luego se codifica. La cuantificación es un proceso que consiste en representar la amplitud (Continua) de la señal mediante un número finito de valores distintos, en instantes determinados. Si el convertidor es de n bits, existen 2^n estados o valores posibles. Mientras tanto, la codificación es la representación del valor asignado a la señal, mediante combinaciones de símbolos que normalmente se representan por niveles binarios (Alto “1” lógico y Bajo “0” lógico). (Pallás, R; 1993; p.04).

2.2.4.3. Acondicionamiento de Señales

En relación al acondicionamiento de señales Pallás, R (1993) indica que “para aprovechar al máximo el margen dinámico ofrecido en la salida del CAD (2^n valores correspondientes a un margen de tensiones de entradas) es necesario acondicionar la señal, normalmente mediante su amplificación, evitando por supuesto la saturación del elemento amplificador” (p.7). Otro elemento a considerar es el ancho de banda de la señal emitida, que, siguiendo el teorema del muestreo, debe ser inferior a la mitad de la frecuencia con que se tomen las muestras en el proceso de cuantificación.

El autor mencionado anteriormente define que “los circuitos de acondicionamiento de la señal de entrada se encargan de amplificación, filtrado y adaptación de la señal obtenida desde el sensor y enviada hacia el CAD u otro tipo de etapa posterior” (p.7). Estos deben de estar protegidos contra sobretensiones, en particular si se encuentran separados de los sensores. Al

mismo tiempo, este tipo de circuitos pueden realizar acciones de linealización, diferenciación, integración, detección de fallos, delimitación y otras funciones más complejas.

2.2.5. Microcontroladores

Torrente, O (2013), define un microcontrolador como “es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable” (p.16). Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por el usuario. En un sistema electrónico, el microcontrolador sería el componente principal de la circuitería de procesamiento y control.

el término “incrustado” (Proveniente del inglés “embedded”), define la estructura del microcontrolador, lo que quiere decir que posee todos los recursos a nivel de Hardware dentro del dispositivo (Memoria, procesador, etc), por lo que solamente necesita de una alimentación externa (Mediante una batería o fuente de alimentación), además de la configuración de la señal del oscilador de reloj para lograr el funcionamiento esperado. Esto permite proporcionar un sistema de bajo coste que es capaz de conectarse con dispositivos externos, derivando en su utilización para diversas aplicaciones. (Torrente, O; 2013; p.46).

2.2.5.1. Elementos de un Microcontrolador

En cuanto a la composición interna de un Microcontrolador, de acuerdo a Torrente, O (2013) “se tienen a los siguientes elementos considerados básicos para su funcionamiento: alimentación, entrada de RESET, reloj y temporizaciones, memoria RAM, memoria de programa, procesador (CPU) y los puertos E/S” (p.47).

2.2.6. Arduino

Según lo establecido por Torrente, O (2013) “Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra” (p.63). Este se compone de tres partes:

- Una tarjeta electrónica que representa el hardware con los pines de E/S, microcontrolador y memorias, con el objetivo de gestionar a la placa como un

todo.

- Un software (más en concreto, un “entorno de desarrollo”) gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que se debe instalar en un ordenador y que permite escribir, verificar y guardar (“cargar”) en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que se desean ejecutar. Es decir: permite programarlo.
- Un lenguaje de programación libre, del cual se entiende como cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas.



Figura 4. Placa Arduino Mega 2560

Fuente: Amazon (2021)

2.2.7. Raspberry Pi

Moral (2019), hace énfasis en que: “La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, alimentación, periféricos de bajo nivel...” (p.30), y en resumen, está compuesta por los elementos básicos que se verían al desmontar una computadora personal.

La Raspberry Pi se puede usar en proyectos de electrónica y para tareas básicas que haría cualquier computadora de sobremesa como navegar por internet, hojas de cálculo, procesador de textos, reproducir vídeo en alta definición e incluso jugar a ciertos juegos. Su integración al campo del IOT (Internet of Things) ha sido sumamente positiva, añadiendo la capacidad de integrar proyectos de domótica, robótica, servidores web, entre otros.



Figura 5. Raspberry Pi 3 modelo B, V 1.2

Fuente: Distrelec (2021)

2.2.8. Sistemas de Bases de Datos

Siberschatz, A; Korth, H y Sudarshan, S (2002) exponen que un sistema gestor de bases de datos (SGBD) consiste en “una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. La colección de datos, normalmente denominada base de datos, contiene información relevante para un entorno”. El objetivo principal de un SGBD es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente.

Los sistemas de bases de datos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información. La gestión de los datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información. Además, los sistemas de bases de datos deben proporcionar la fiabilidad de la información almacenada, a pesar de las caídas del sistema o los intentos de acceso sin autorización. Si los datos van a ser compartidos entre diversos usuarios, el sistema debe evitar posibles resultados anómalos.

2.2.9. Comunicación Serial

La definición propuesta por Castaño S. (2019), establece que:

La comunicación serial entre dos dispositivos se realiza a través del intercambio de una secuencia de bits, donde se transmite bit a bit, uno por vez, donde, aunque es lenta la comunicación, tiene la ventaja de poder ser

transmitida a mayores distancias y utilizar menos líneas de comunicación.

En sistemas embebidos es común referirse a los puertos series como UART (universally asynchronous receiver/transmitter) la cual simplemente es una unidad que indica la conversión de los datos a una secuencia de bits donde posteriormente son transmitidos o recibidos a una velocidad determinada.

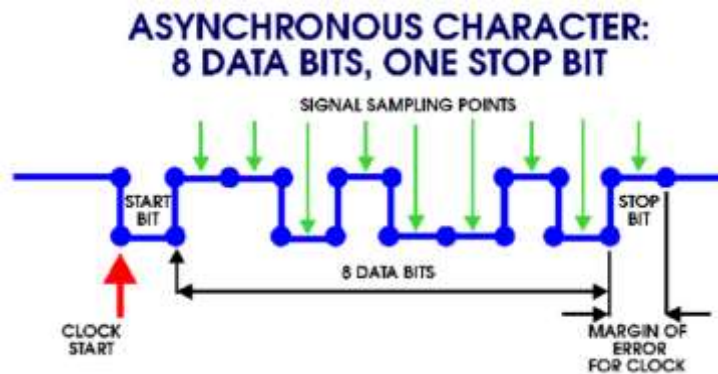


Figura 6. Disposición de bits de comunicación serial asíncrona
Fuente: Castaño S. (2019)

2.2.10. Familia de Protocolos TCP/IP

En la obra titulada “Transmisión de Datos y Redes de comunicaciones”, se comenta que:

El Protocolo de control de transmisión/protocolo entre redes (TCP/IP) es un conjunto de protocolos que definen cómo se intercambian todas las transmisiones a través de Internet. Su denominación proviene de sus dos protocolos más populares, TCP/IP, y se está utilizando desde hace muchos años, demostrando su efectividad a gran escala. (Forouzan, B;2002; p.681).

El modelo TCP/IP es usado para comunicaciones en redes y, como todo protocolo, describe un conjunto de guías generales de operación para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario. El modelo TCP/IP y los protocolos relacionados son mantenidos por la Internet Engineering Task Force. Por su parte el TCP/IP es un protocolo de enlace de datos que se utiliza en Internet. Su

modelo se divide en cuatro capas diferenciadas. Cuando se emplean juntas, es posible referirse a ellas como un paquete de protocolos. Las cuatro capas se denominan Capa de Acceso de Red, Capa de Internet, Capa de Transporte y Capa de Aplicación

2.2.11. Servidores Web

Duplika (2010), “la industria se hace muy complicada para la mayoría de desarrolladores Web, en especial a aquellos que no están familiarizados con términos de Web Hosting, conocido comúnmente como servidor” (p.03). Un servidor Web almacena archivos de un sitio donde la información es visualizada por usuarios a través de internet. Esto puede ser visto como una gran computadora que envía y recibe información, dónde, cuando el usuario navega por internet, se comunica con el servidor enviando y recibiendo datos que son visualizados en pantalla.

2.2.11.1. Funcionamiento de un servidor web

Existe un código único que es asignado a cada computadora y servidor que se conecta a internet, conocido como dirección IP o protocolo de internet, siguiendo sus siglas. Dichas direcciones actúan como un agente emisor y receptor de la información que se almacena y solicita. Cuando es visitada una página web, la computadora o Smartphone solicita un pedido desde la IP del dispositivo hacia la IP del servidor, estableciendo así una comunicación entre ellos, en la cual el servidor web da su respuesta mostrando los datos solicitados a la dirección IP resultante. (Duplika; 2010; p.03).

2.2.12. Ethernet

Ethernet designa a una tecnología que permite que los dispositivos de redes de datos conectados por cable se comuniquen entre sí. Así, en una red Ethernet los dispositivos pueden constituir una red e intercambiar paquetes de datos. De esta manera, una red local (LAN) se crea mediante conexiones Ethernet. (IONOS; 2018; p.02).

En una red Ethernet a cada dispositivo se le asigna una dirección propia denominada dirección MAC (48 bits). Los miembros de esta red conjunta pueden transmitir mensajes con alta frecuencia, para lo que el estándar emplea el método de banda base y el de multiplexación. Por otro lado, para la comunicación mutua se utiliza el algoritmo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection; en español, acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones). La

topología de red de Ethernet es lógica, es decir, puede estructurarse como bus o como estrella.

La comunicación con este algoritmo es similar a una mesa redonda en la que cada participante deja que el otro se exprese. Si dos mensajes colisionan, los participantes intentarán realizar una nueva transmisión en intervalos aleatorios. Debido a que una comunicación eficaz requiere tanto que se envíe como que se reciba, no debe darse lugar a que haya una obstrucción de datos, por ejemplo, en caso de que un mensaje transmitido resulte muy grande para una potencia de recepción débil, pues de ser así, puede perderse información. La velocidad de la señal y la tasa de transmisión regulan la comunicación fluida definiendo reglas para los marcos de datos.

El autor mencionado anteriormente resalta que “Para evitar una colisión de datos, la correspondiente señal de interferencia debe llegar al receptor antes que el paquete de datos” (p.03). Dado que hoy en día la mayoría de redes funcionan en modo dúplex completo, este problema es algo inusual. Sin embargo, sí fue fundamental para el desarrollo temprano de la tecnología Ethernet.

2.2.13. Página web

Según LANDOIS (2021), resalta que una página web (o sitio web) “es un documento electrónico, accesible desde un navegador web, cuya finalidad es la de difundir información (estática o dinámica) de cualquier índole a través de la World Wide Web”. Asimismo, El autor antes mencionado establece que la página web constituye una colección de textos, imágenes, videos y demás activos digitales que se alojan en al menos un servidor web y son distribuidos por medio de una red pública, como el internet, o redes privadas como las LAN (rede de área local). Las páginas web pueden estar almacenadas en un computador o en un servidor web remoto.

El servidor web puede restringir el acceso únicamente a redes privadas, por ejemplo, en una intranet corporativa, o puede publicar las páginas en la World Wide Web. El acceso a las páginas web es realizado mediante una transferencia desde servidores, utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

2.2.13.1 Características de una Página Web

En Internet encontramos muchas características de una página web, pero nos enfocaremos en 3 características básicas:

- **Conectividad:** en la actualidad los hipervínculos hacen que un documento sea dinámico, el usuario puede ejecutar diferentes acciones a través de textos, imágenes, videos, gifs, entre otros una y otra vez, haciendo posible la visualización de información de uno y otro autor, iniciar un correo electrónico, un mensaje, una video conferencia, los hipervínculos hacen una característica peculiar de las páginas web.
- **Accesibilidad:** cualquier página web tiene información compilada que posteriormente se presenta mediante un ordenador que está conectado a internet, que permite que se vea.
- **Interactividad:** en la actualidad no hay un límite puesto a las actividades que se puedan hacer en la web, el usuario puede visualizar información a color, con animaciones, imágenes e interactuar entre páginas, realizar compras, consultas, comentarios o hasta enviar archivos en línea a nivel mundial.

2.2.14. HTML

Según GAUCHAT (2012), determina que “HTML usa un lenguaje de etiquetas para construir páginas web. Estas etiquetas HTML son palabras clave y atributos rodeados de los signos mayor y menor” (p.60). De acuerdo con lo expresado por el autor GAUCHAT argumentamos que permite estructurar un documento a través del uso de etiquetas de símbolo menor (<) y mayor (>) permitiendo definir los elementos que se muestran a través del navegador ayudando a ordenar y etiquetar los documentos dentro de una lista. Admite la utilización de Script los cuales proporcionan información específica a los navegadores que son quienes interpretan el lenguaje, algunos scripts que se pueden anexar a HTML son JavaScript y PHP.

2.2.14.1. Utilidad de HTML

HTML se utiliza para sitios web porque permite establecer el contenido del sitio web es tan sencillo su uso que puede ser modificado en un editor de texto permitiendo visualizar de manera rápida los cambios realizados.

2.2.14.2 Presentación visual de un clásico diseño web



Figura 7. Presentación visual de un clásico diseño web.

Fuente: GAUCHAT (2012)

2.2.15. CSS3

En un intento por reducir el uso de código Javascript y para estandarizar funciones populares, CSS3 no solo cubre diseño y estilos web sino también forma y movimiento. La especificación de CSS3 es presentada en módulos que permiten a la tecnología proveer una especificación estándar por cada aspecto involucrado en la presentación visual del documento. (GAUCHAT; 2012; p.64).

Según lo expresado por GAUCHAT se puede argumentar que CSS tiene asignados propiedades y estilo previstos por navegadores, propiedades que son combinadas para obtener un correcto estilo en la visualización. Los CSS3 Permiten establecer reglas que son representadas a través de un documento en un medio dispositivo permitiendo establecer colores estilo y transiciones para separar el contenido y la estructura del HTML. Los CSS3 se encargan de brindar una presentación de la hoja estilos de una mejor manera.

2.2.15.1. Estructura de los CSS3



Figura 8. Presentación visual de una clásica página web con estilos por defecto
Fuente: GAUCHAT (2012)

2.2.16. JavaScript

JavaScript es un lenguaje que soporta más de un paradigma de programación y requiere de un intérprete para ser ejecutado. Los códigos JavaScript permiten agregar nuevas funciones para ser ejecutados por el usuario de forma normal posteriormente a la acción que se va realizar destacando que las acciones realizadas por el usuario son consideradas evento. (GAUCHAT; 2012; p.66).

JavaScript cuenta con APIs que ayudara a solucionar problemas complejos mediante el uso y desarrollo de APIs tiene librerías para crear objetos gráficos, motores 3D para videojuegos.

2.2.17. MySQL

Según Corporation, (2011) indica que: “Una base de datos relacional almacena datos en tablas separadas en lugar de poner todos los datos en un gran almacén. Esto añade velocidad y flexibilidad. La parte SQL de (MySQL) se refiere a (StructuredQueryLanguage)” (p.70). Según datos conceptualizados por la página oficial Corporation, dev.mysq se establece que MySQL permite almacenar grande cantidad de información además borrarla y actualizarla datos todo este proceso lo realiza en fracciones de segundo.

2.2.17.1. Rapidez, fiabilidad y facilidad de un servidor de base de datos MySQL

En el gestor de base de datos MYSQL ofrece las siguientes sentencias:

- Lenguaje de definición de datos DDL. Son sentencias que permite definir los datos de la base de datos como: CREATE, ALTER, DROP.
- Lenguaje de manipulación de datos DML. Son instrucciones de actualización permite seleccionar modificar, borrar los registros de la tabla de una base de datos como INSERT, DELETE, UPDATE.

2.2.17.2. MySQL Server trabaja en entornos cliente/servidor o incrustados

Según Corporation, (2011) destaca que: “El software de bases de datos MySQL es un sistema cliente/servidor que consiste en un servidor SQL multi-threaded que trabaja con diferentes bakends, programas y bibliotecas cliente, herramientas administrativas y un amplio abanico de interfaces de programación para aplicaciones (APIs)” (p.71).

2.2.18. PHP

Según Villamar, M (2017) “PHP es un lenguaje de programación ejecutado en el servidor manipulado para la generación de páginas Web dinámicas similar a las páginas ASP de Microsoft o JSP de, introducido en páginas HTML y ejecutado en el servidor” (p.22). asimismo, el autor antes mencionado establece que PHP es un lenguaje de multiplataforma orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una base de datos. Considerando que la codificación en PHP es segura y confiable.

2.2.18.1. Características

- Permite la conexión con el mayor número de gestores de base de datos que son usados actualmente, resalta su fácil conexión con MySQL y PostgreSQL.
- Mediante la utilización de módulos tiene la capacidad de expandir su potencial

2.3. Bases Legales

Pérez (2006), define las bases legales como "el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico que sustenta la

investigación” (p.60). Por consiguiente, el concepto de bases legales se define como el conjunto de normativas legales desde las leyes, reglamentos, decretos entre otros que guarde relación con la investigación de estudio. A continuación, serán colocados los artículos que dan sustento legal a la investigación:

- **Artículos 108 y 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999):** La Carta Magna de Venezuela reconoce el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Igualmente establece que el Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión y redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información. Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley.
- **Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010).** En materia específica de Tecnologías de Información y Comunicación se puede resaltar lo establecido en el artículo 2:” Las actividades científicas, tecnológicas y de innovación son de interés público y de interés general” (p.2). Por su parte, el Artículo 9 indica que “El Ministerio de Ciencia y Tecnología apoyará a los organismos competentes por la materia, en la definición de políticas tendentes a proteger y garantizar la propiedad intelectual colectiva de los conocimientos, tecnologías e innovaciones de los pueblos indígenas y los conocimientos tradicionales” (p.5). Finalmente, el artículo 22 expone que: “El Ministerio de Ciencia y Tecnología coordinará las actividades del Estado que, en el área de tecnologías de información, fueren programadas, asumirá competencias que en materia de informática, ejercía la Oficina Central de Estadística e Informática” (p.7).

- **Ley sobre Mensajes de Datos y Firmas Electrónicas (2001).** Este Decreto-Ley. Tiene por objeto reconocer eficacia y valor jurídico a la Firma Electrónica, al Mensaje de Datos y a toda información inteligible en formato electrónico, independientemente de su soporte material, atribuible a personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, así como regular todo lo relativo a los Proveedores de Servicios de Certificación y a los Certificados Electrónicos. Homologa los efectos de la firma autógrafa a la firma electrónica, establece los requisitos mínimos que confieran seguridad e integridad a los mensajes de datos y a la firma electrónica, establece los requisitos mínimos que debe tener un Certificado Electrónico, crea un Registro de Proveedores de Servicios de Certificación, crea la Superintendencia de Servicios de Certificación Electrónica para registrar y supervisar a los Proveedores de Servicios de Certificación. Con estos elementos principales y otros que se establecen en este proyecto de ley, se brinda seguridad y certeza jurídica a los actos y negocios electrónicos, mientras se perfeccionan y estandarizan los usos, costumbres y modos de relacionarse y comerciar por este medio a nivel mundial.

2.4. Definición Términos Básicos

WWW: la World Wide Web o la web, es un sistema interconectado de páginas web públicas accesibles a través de internet. Funciona para transmitir diversos tipos de datos a través del protocolo HTTP, que son los enlaces de la página web.

HTTP: se denomina protocolo de transferencia de hipertextos y es el protocolo de comunicación que permite las transferencias de información a través de archivos (XHTML, HTML...) en la World Wide Web.

TCP: conocido por sus siglas en inglés como (Transmisión Control Protocol), es el responsable de garantizar la entrega de todos los paquetes de datos que se envían a través de internet. También, asegura que estos paquetes de información enviados sepan para que servicio están destinados (navegación web, correo electrónico, etc).

IP: es una dirección única que identifica a un dispositivo en Internet o en una red local. IP significa “protocolo de Internet”, que es el conjunto de reglas que rigen el formato de los datos enviados a través de Internet o la red local.

Red LAN: es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios).

Efecto Peltier: Es la transmisión de calor que se establece entre la junta del termopar y el medio que lo rodea a la circular por él una corriente eléctrica.

Efecto Thomson: Relaciona la f.e.m. generada en un conductor simple y homogéneo con la diferencia de temperatura en los extremos. La f.e.m. Thomson es proporcional a la temperatura y a la diferencia de temperatura y difiere para diferentes metales.

Normas ISA: En instrumentación y control, las normas ISA emplean un sistema especial de símbolos y denominaciones con el objeto de transmitir de una forma más fácil y específica la información.

SoC: Un sistema en chip (SoC del inglés system on a chip) es un sistema informático o electrónico colocado dentro de un circuito integrado o chip.

Sistemas embebidos: son sistemas de computación basados en un microprocesador o un microcontrolador, diseñados para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo Investigación

Dentro de las modalidades de la investigación Mijares y García (2007), consideran dentro de sus planteamientos que un proyecto factible, “es la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p. 5). De tal manera con la observación antes mencionada se permite afirmar que esta es una investigación orientada y dirigida específicamente a la modalidad de un proyecto factible evidentemente puesto que, se presentó una alternativa de solución que pretende ser viable para la problemática en estudio analizada la cual consiste en la propuesta de un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos.

3.2. Diseño de la Investigación

Los diseños de las investigaciones se clasifican en dos grandes grupos, en experimentales y no experimentales, el cual este último es descrito como:

Una investigación sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa, y dichas relaciones se observan tal y como se han dado en su contexto natural (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 216).

Hernández, Fernández y Baptista (2006), consideran una investigación se clasifica “por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo

en los cuales se recolectan datos. Es decir, los diseños no experimentales se pueden clasificar en dos grupos las transeccionales y las longitudinales” (p. 216).

Los diseños no experimentales de investigación específicamente la transeccional se puntualizan según Hernández, Fernández y Baptista (2006), como aquellos diseños que, “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento” (p. 216).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado esta investigación será no experimental dado que la esencia del presente trabajo de investigación es solo la observación de los fenómenos, sin que estos puedan ser alterados o asignados a condiciones y posteriormente puedan ser analizadas. Además, será longitudinal por que la recolección de datos se determinará por medio múltiples mediciones u observaciones con el fin de describir las variables, analizar su incidencia e interrelación en distintos casos.

De igual manera, el presente estudio es una investigación documental, ya que la información adicional que respalda la presente investigación será extraída de autores pasados. De esta forma según Arias (2006), se define la investigación documental como “un proceso basado, en la búsqueda, recolección, análisis, crítica investigación de los datos secundarios, es decir los datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales” (p.27).

3.3. Nivel de la Investigación

Dentro de los diversos niveles de investigación se encuentra el nivel denominado descriptivo, el cual es definido como:

Un estudio en donde se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga; sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 95).

El presente trabajo de investigación fue de carácter descriptivo ya que mediante la recolección y análisis de datos se pretende llegar a conocer, describir y comprender la efectividad que puede tener hoy en día el uso de un sistema remoto para supervisar

variables físicas, en este caso temperatura y nivel, en un tanque de almacenamiento de líquidos. De esta manera dar explicaciones a los asuntos que guardan relación con la misma, con este tipo de investigación se pretende entender en profundidad la población estudiada para llegar a interpretaciones sólidas y consistentes.

3.4. Población y Muestra

- **Población**

Tamayo y Tamayo M. (2003), señala una población como “La totalidad del fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dichos fenómenos”. En relación a lo expuesto este conjunto de elementos pueden ser personas, casos, objetos, instituciones y otros, estos se seleccionan de acuerdo a la naturaleza del problema y los objetivos de la investigación. La población de la presente investigación estará representada por los sistemas de supervisión de variables físicas.

- **Muestra**

La muestra es la que permite evaluar la problemática, ya que esta genera datos por medio de los cuales se puede hacer inferencias. Arias (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.81). Para este caso en concreto, partiendo de la población elegida, la muestra de la investigación estará conformada por los sistemas de supervisión remotas de variables físicas.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos

Con respecto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, Arias (2006) expresa que: “se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información, y los instrumentos como medios materiales que se emplean para recoger y almacenar información” (p.67). Dicho este concepto se realizará las siguientes técnicas de recolección de datos de la revisión documental y la encuesta.

- **Revisión Documental**

Se procederá a hacer una revisión documental, la cual Hernández, y otros (2014) reseñan como “implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros

materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar el problema de investigación” (p.61). En el presente trabajo de investigación dicha técnica tiene como objetivo recolectar datos mediante análisis de fuentes secundarias del fenómeno estudiado, como una toma de contacto para la comprensión del mismo.

- **Registro Fotográfico**

Posteriormente, Jiménez, R y Martha. (2005) define esta técnica como “la captura de imágenes, que ofrecen información relevante sobre un suceso, situación, objeto o forma que servirán como referencia para formular una solución que resuelva una problemática, un producto que satisfaga una necesidad o encontrar respuestas a un caso específico”. (p.12). Para este proyecto se planteó realizar capturas de imágenes de diversos tanques de almacenamiento de líquidos con el fin de recolectar todos los datos pertinentes necesarios para la investigación antes descrita.

3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Por otro lado, con respecto a los instrumentos de recolección de datos es definido por Tamayo y Tamayo (2012) como “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 69). Los instrumentos son fundamentales para llevar a cabo las técnicas elegidas por los investigadores ya que esta representa el cuerpo que contendrá toda la información recabada.

- **Lista de Chequeo**

En este caso, se hará uso de las listas de chequeo el cual, de acuerdo a Olivia (2009) establece:

La lista de chequeo, como herramienta metodológica está compuesta por una serie de ítems, factores, propiedades, aspectos, componentes, criterios, dimensiones o comportamientos, necesarios de tomarse en cuenta, para realizar una tarea, controlar y evaluar detalladamente el desarrollo de un proyecto, evento, producto o actividad. Dichos componentes se organizan de manera coherente para permitir que se evalúe de manera efectiva, la presencia o ausencia de los elementos individuales enumerados o por porcentaje de cumplimiento u ocurrencia. (Oliva; 2009; p.2).

Por consiguiente, se usó la lista de chequeo por su facilidad en la organización de tareas y para llevar un control detallado de la propuesta antes mencionada, lo cual permite la recolección de información relevante con respecto a los objetivos antes planteados.

- **Fichas Técnicas**

Berdejo, P (2020) define la ficha técnica como “un tipo de documento que nos expone las características principales de algo, sea cual sea el objeto” (p.4). El tipo de ficha técnica y la información que en ella se encuentre dependerá mucho de la finalidad de la misma. Lo importante a considerar es que toda ficha técnica posee propiedades distintivas y características técnicas del objeto. En la presente investigación se hizo uso de las fichas técnicas con el objetivo de conocer las características principales de los distintos elementos que forman parte del sistema.

3.6. Fases de la Investigación

Las etapas o fases de la investigación hacen referencia al orden lógico y sistemático en el que se ejecutará el proyecto de investigación. De esta forma, estas fases comprenderán los pasos a seguir secuencialmente para la realización del presente proyecto.

Fase I. “Diagnosticar las características del proceso físico para la comprensión de sus requerimientos básicos”.

La fase diagnóstica, según Hurtado y toro (2007), señalan que: ‘Es la etapa en la se identificará el problema, se recogerán y procesarán todas las informaciones referentes a él’. (p. 148). En esta fase se realizará un estudio diagnóstico basado en la revisión de documentos y recursos bibliográficos, para conocer las características del proceso físico manejado, en referencia a las condiciones ambientales y detección de factores que pueden influir en la medición de las variables del mensurando, aspecto sumamente clave para la selección de los elementos que conformarán el sistema.

Fase II. “Identificar los distintos tipos de señales normalizadas que son arrojadas por los sensores de nivel y temperatura existentes en el mercado”.

En esta fase se tiene como objetivo identificar las señales normalizadas que existen en el mercado actualmente para sensores de nivel y temperatura, buscando así establecer los métodos que serán definidos para el proceso de adquisición de datos y adecuación de las señales a ser enviadas hacia el microcontrolador. Esto implica un aspecto imprescindible en la confección del sistema, debido a que es a través de los sensores que se obtiene la información encontrada dentro del entorno estudiado en referencia al estado de las variables.

Para conseguir resultados satisfactorios en esta fase se producirá una investigación a profundidad mediante recursos bibliográficos, manuales, hojas de datos y en general información provista por las principales empresas desarrolladoras de sensores de nivel y temperatura que proporcionen criterios para la selección pertinente de los medidores más adecuados.

Fase III. “Diseñar un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos”.

Palella y Martins (2012) exponen que esta fase: ‘Implica plantear y fundamentar teóricamente la propuesta y establecer, tanto el procedimiento metodológico como las actividades y recursos necesarios para su ejecución’ (p. 22). Será desarrollado entonces el Sistema de supervisión remoto, dimensionando la cantidad y tipo de sensores conectados, los elementos pertenecientes a los circuitos electrónicos para el acondicionamiento de las señales arrojadas por estos (Según los sensores utilizados) y que posteriormente serán conectados al Microcontrolador. A su vez, conlleva la programación necesaria de este dispositivo programable para la lectura y almacenamiento de las magnitudes analógicas recibidas. Posteriormente se hará énfasis en el proceso de envío de datos censados utilizando la Raspberry Pi, allí se almacenan los datos y luego se envían a una aplicación de forma remota

Fase IV. “Simular el funcionamiento del sistema por medio del software existente destinado para este propósito”.

Terminada la fase de diseño será necesario entonces simular el funcionamiento del sistema, con el fin de corroborar su desempeño y revisar cualquier elemento que pueda ser modificado en caso de no cumplir con los estándares esperados. La fase de simulación se considera crucial para concluir con el desarrollo del prototipo, siendo las pruebas el medio adecuado para comprobar si este posee características que lo hagan suficientemente apto para su desarrollo.

El proceso de simulación conllevará la revisión del desempeño de los elementos sensores en sus características básicas (Rango, precisión, exactitud, linealidad, etc...). A su vez, el circuito electrónico para el acondicionamiento de señales será revisado a detalle, en conjunto con las capacidades ofrecidas por el microcontrolador para realizar tanto la lectura como el envío de datos. De la misma forma, será necesario evaluar factores como el tiempo que tarda la actualización del estado de las variables en la página web, facilidad en el manejo de la interfaz y calidad del desempeño para el usuario, entre otros elementos de sumo interés para la elaboración del sistema.

Fase V. “Estudiar la factibilidad técnica, social, operativa y el estudio de costos de la propuesta del diseño”.

Con relación a esta fase, Palella y Martins (2012) establecen: ‘El investigador debe determinar si los recursos y la tecnología para la ejecución del diseño están disponibles, es decir, debe demostrar que es posible producirlo, que no existe impedimento alguno en el abastecimiento de los insumos necesarios para su producción y demostrar que es económicamente rentable llevar al cabo el proyecto’ (p. 26). Por esta razón, en esta fase será realizado un análisis para determinar la factibilidad de la propuesta, con el objetivo de realizar una cotización en la inversión de un capital para su desarrollo. Es clara la necesidad de conocer los costos requeridos en la elaboración de la propuesta del sistema en virtud de su dimensionamiento y la accesibilidad del mismo por parte de los usuarios que deseen llevar a cabo dicha inversión.

Aunado a lo anterior, no sólo será necesario conocer los costos en la adquisición de los elementos que son parte del sistema, sino que además serán estudiados factores tales como las ventajas y desventajas que conlleva la propuesta planteada, su impacto dentro del entorno en dónde será aplicado y los requerimientos técnicos en materia de los conocimientos que obligatoriamente deben ser manejados por parte de los usuarios que se encargarán de su utilización.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I: “Diagnosticar las características del proceso físico para la comprensión de sus requerimientos básicos”.

4.1.1. Revisión Documental del proceso físico

En función de la necesidad requerida para el conocimiento de las condiciones básicas del proceso físico en cuestión, se hace uso de una revisión documental sobre el material provisto por diferentes autores, de forma que aporten datos relevantes a la presente investigación. En este caso, los tanques de almacenamiento de líquidos cumplen con una serie de características comunes que han de ser descritas para fundamentar la utilización de las herramientas disponibles en el mercado, por esta razón, se considera imprescindible determinar los aspectos más importantes y obtener conclusiones útiles para el diseño del sistema.

La siguiente tabla indica los principales ítems a investigar a través de la revisión documental:

Nro.	Ítem
1	Dimensiones estándar de los tanques de almacenamiento
2	Tipos de materiales comunes en la construcción de tanques
3	Principales líquidos almacenados
4	Tanques presurizados y no presurizados
5	Puntos de ubicación comunes
6	Formas características de los tanques
7	Rangos máximos y mínimos de nivel recomendados
8	Instalación recomendada de sensores de nivel y temperatura

Tabla 1: Ítems a investigar

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.1.1.1 Dimensiones estándar de los tanques de almacenamiento

Los tamaños de los tanques de almacenamiento industriales están especificados según la autonómica del estado plurinacional y de acuerdo a las normas y/o códigos establecidos por la API. A continuación, se tabulan los volúmenes, diámetros y alturas usadas comúnmente en los tanques de almacenamiento atmosférico. La unidad BLS significa barriles estándar de petróleo, la que es equivalente a 42 galones (158,98 litros).

Capacidad (BLS)	Diámetro (pies)	Altura (pies)
500	18	18
1000	20	18
2000	24'6"	24
3000	30	24
5000	31'8"	36
10000	42'6"	40
15000	58	32
20000	60	40
30000	73'4"	40
55000	100	40
80000	120	40
100000	134	40
150000	150	48
200000	180	48
500000	280	48

Tabla 2: Dimensiones estándar de los tanques de almacenamiento

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Los tamaños mostrados y las unidades de medida son ampliamente utilizados en la industria de refinación de petróleo, donde se refieren a tanques con capacidades de BLS o barriles; y asimismo, las refinerías son catalogadas por su capacidad de producción en BLS. En general, se tienen tanques de gran tamaño, por la necesidad de almacenar grandes cantidades de este tipo de productos en condiciones adecuadas para su preservación.

En ambientes domésticos y empresas o comercios de menor magnitud, las dimensiones de los tanques de almacenamiento cambian de forma drástica, por la sencilla razón de que el volumen de almacenamiento necesitado se ve reducido considerablemente.

Según el Grupo Rotoplas (2020): “los tanques de almacenamiento domésticos se suelen construir con dimensiones similares para viviendas unifamiliares y lugares como conjuntos residenciales o edificios” (p. 43). El producto más almacenado es claramente el agua, lo que facilita su manejo y especifica su utilidad de forma determinada. Asimismo, el tamaño de estos tanques varía dependiendo del número de personas que habitan el recinto, y el consumo que tengan de manera diaria. Los tamaños característicos de viviendas unifamiliares fluctúan entre los 500 a los 3000 litros, según sea el caso. Por esta razón, el manejo de este tipo de tanques suele ser más sencillo, con un espacio de instalación no muy grande y la posibilidad de transportarlos por medios comunes.

El autor mencionado anteriormente establece como referencia que, en un hogar con dos personas, un tanque de 450 litros será suficiente, mientras que, si en una vivienda se comparte espacio con 10 personas, lo ideal es instalar uno de 2500 litros.

En el caso de edificios o conjuntos residenciales existe un incremento bastante amplio del volumen de almacenamiento, que va desde los 5000 a los 25000 litros. Igualmente, la distribución de agua tiende a ser la principal razón de adquisición de este tipo de elementos. Otro tipo de factores afectan los aspectos principales relacionados a esta clase de tanques, y serán tratados en puntos posteriores.

4.1.1.2 Tipos de materiales comunes en la construcción de tanques

Entre los materiales de construcción de los tanques se pueden encontrar: concreto simple o reforzado, fibra de vidrio, polietileno y acero. En la actualidad, el uso de fibra de vidrio y polietileno está en crecimiento debido a que son materiales que no se oxidan y, además, son impermeables, por lo que la selección de éste quedará influenciada por el tamaño, la forma y el costo del tanque.

En el caso del acero inoxidable es una aleación de hierro, cromo y carbono. Debido a su composición química es menos reactiva y, en consecuencia, tiene una alta resistencia a la corrosión y la oxidación. Por lo general, los tanques de acero inoxidable son cilíndricos, ya que se adaptan a las necesidades de industrias a gran escala.

Los tanques de almacenamiento de fibra de vidrio están hechos de este material o FRP (*Fiberglass Reinforced Plastic*), por medio de un polímero termofijo que se conforma a partir de un plástico, ya sea poliéster, viniléster o epóxico, y se refuerza con filamentos de fibra de vidrio.

La fibra de vidrio es un material estructural altamente resistente porque es incombustible, no absorbente y químicamente estable. Asimismo, repele el ataque de insectos, roedores y hongos, lo cual dota de elevada protección a tus materias primas o productos.

Este tipo de tanques se fabrican con polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE, por sus siglas en inglés). Este material es de alta calidad, ya que posee características óptimas para la reserva de cualquier producto: es inodoro, insípido, ligero, flexible, no tóxico y resistente a bajas temperaturas.

Además, estos tanques se fabrican sin soldaduras, son totalmente herméticos y tienen un refuerzo que soporta sustancias densas, incluso, con un alto nivel de corrosión. Entre sus ventajas destacan la protección que ofrecen contra la radiación UV, la resistencia a la intemperie y su promedio de vida útil que ronda los 30 años, aproximadamente, con el mínimo de mantenimiento.

4.1.1.3 Principales líquidos almacenados

Lennart Hagg y Johan Sandberg (2021), hacen referencia a que, en los ambientes industriales: “los productos que se almacenan van desde crudo sin procesar, petróleo semipesado, gasolina, naftalina, diésel, aceites pesados, aceites semipesados” (p. 55). A su vez, en algunos casos pueden usarse para almacenar otra clase de líquidos requeridos en sus procesos de funcionamiento tales como agua para el sistema de extinción de incendios, compuestos ácidos, grasas alimenticias, leche, granos, harinas alimenticias entre otros.

Por su parte, en los ambientes domésticos el líquido más común que suele ser tratado es el agua, para su distribución y colocación, sea en procesos de purificación, tratado de aguas residuales o simplemente almacenamiento. De esta forma, dentro de este contexto, se busca principalmente la utilización de recipientes limpios, con el

tamaño adecuado y las condiciones ambientales necesarias para la preservación de este tipo de líquido.

4.1.1.4 Tanques presurizados y no presurizados

Según indica Azrael Aguilar (2015): “Existen dos tipos de tanques de almacenamiento, los tanques presurizados y no presurizados” (p.12). Esto genera diferencias importantes en el tratamiento de procesos para cada caso, y claramente, influye en las técnicas de medición utilizadas. A continuación, se define cada uno:

- **Tanque presurizado:** El tanque presurizado está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque.
- **Tanque no presurizado:** El tanque no presurizado tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado. El respiradero permite que el aire entre y salga libremente.

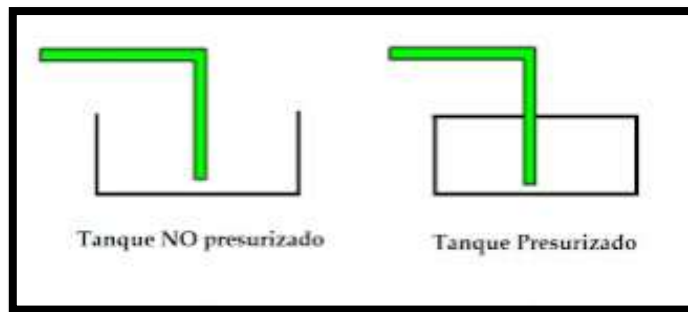


Figura 9: Simbología de tanques presurizados y no presurizados

Fuente: Azrael Aguilar (2015)

Las técnicas utilizadas para medir nivel en un tanque presurizado se ven modificadas con respecto a los tanques no presurizados, por lo tanto, deben de ser tenidos en cuenta estos factores al elegir el medidor a utilizar. Como ejemplo, se tienen a los instrumentos de presión hidrostática y presión diferencial. En el primer caso, se tiene como campo de aplicación a los tanques abiertos, mientras que, en el segundo, es ideal para su utilización en tanques cerrados. Es por esta razón que es importante reconocer las características físicas del tanque, siendo elemental saber si son tanques presurizados o no presurizados.

4.1.1.5 Puntos de ubicación comunes

En ambientes domésticos, el Grupo Rotoplas (2020), establece que: “Los tanques de agua pueden colocarse casi en cualquier parte de la casa, pero se prefiere que sean instalados en lugares altos, pues la gravedad facilitará la distribución del agua por el sistema de tuberías y es mucho más estético” (p.49). A partir de esta idea, normalmente es común observar tanques colocados en zonas altas de la casa, en un punto central en dónde es posible conectar lugares como la cocina, baño, cuartos, etc.

4.1.1.6 Formas características de los tanques

Lennart Hagg y Johan Sandberg (2021), indican que: “Generalmente, los tanques de almacenamiento vienen en cuatro diseños: tanques cilíndricos de techo fijo, tanques cilíndricos de techo flotante y tanques presurizados de diseño cilíndrico horizontal o esférico” (p.60). Estas formas características son tomadas en cuenta principalmente para la instalación de los sensores de Nivel, dependiendo del caso puede existir la modificación de la estructura seleccionada. En el caso de medidores sin contacto, estos suelen ubicarse en la zona superior del tanque, por lo que la información de la forma del tanque de almacenamiento es un punto importante a considerar en el proceso de selección.

4.1.1.7 Rangos máximos y mínimos de nivel recomendados

José M. de Azevedo Netto (1997), interpreta que: “El nivel máximo de líquido en un tanque de almacenamiento tiene la doble función de garantizar la seguridad de las estructuras y de evitar el desperdicio de agua” (p.10). Así, el nivel máximo del tanque debe de indicar el porcentaje de llenado máximo que garantice una operación estable del proceso, que debe de ser considerada como una alarma en caso de una emergencia ocasionada por un desbordamiento.

Respectivamente, el mismo autor señala que: “El nivel mínimo de líquido tiene la función de garantizar el buen funcionamiento del sistema evitando la entrada de aire en la tubería que se encuentra abajo del tanque, como ocurre en una red de distribución de agua” (p.14). En este caso, se garantiza que el tanque jamás se encuentre vacío, situación que podría generar inconvenientes de gran repercusión.

Mediante estos conceptos, es claro que el tanque debe de trabajar entre dos valores umbrales, que establecen el rango de funcionamiento del tanque utilizado. Las medidas exactas suelen estar supeditadas al tamaño del tanque, el proceso analizado y las condiciones ambientales, por lo que la colocación de estas medidas debe cumplir con su aplicación más básica, además de funcionar en consonancia con su entorno.

4.1.1.8 Instalación recomendada de sensores de nivel y temperatura

La medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento de líquidos debe de ser desarrollada acorde a los estándares de instrumentos de medición, con una ubicación que asegure una correcta medición y conexión eléctrico.

4.1.2 Empleo de la Lista de Chequeo

A través del instrumento de recolección de datos “Lista de chequeo”, se procederán a colocar algunas afirmaciones, con el objetivo de determinar si estas son afirmativas o negativas en la determinación de los parámetros básicos del proceso físico analizado. Con esto, se extrae información más que útil que repercutirá considerablemente en el desarrollo del sistema.

Nro.	Descripción	Sí	No	Observación
1	¿Existe un tanque de almacenamiento de líquidos en el domicilio?			Líquido almacenado:
2	¿El tanque posee una capacidad de entre 500 a 3000 litros?			
3	¿El tanque posee una capacidad de entre 3000 a 25000 litros?			
4	¿El tanque está hecho de concreto simple o reforzado/fibra de vidrio/polietileno/acero?			Material:
5	¿El tanque se encuentra presurizado?			
6	¿Se tiene un tanque cilíndrico de techo fijo/ cilíndrico de techo flotante/presurizado de diseño cilíndrico horizontal o esférico?			Forma del tanque:
7	¿El llenado del tanque se observa bajo simple inspección de la altura del líquido?			

8	¿Se puede conocer la temperatura del líquido almacenado?			
9	¿Existe algún tipo de alarma en caso de desbordamiento de líquido o condición de vacío?			
10	En caso de almacenar agua, ¿Se conserva a temperatura ambiente?			

Tabla 3: Empleo de la Lista de Chequeo

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Los resultados son útiles para conseguir establecer una serie de características básicas relacionadas a los tanques de almacenamiento de líquidos, y las propiedades necesarias sobre las cuáles se sostendrán los criterios de selección en la confección del sistema de monitoreo.

4.1.2.1 Resultados obtenidos

Mediante la lista de chequeo fueron revisados un conjunto de ítems con el objetivo de contrastar la información necesaria para determinar las características del proceso físico, en función de una serie de parámetros repetidos que sean coincidentes y marquen la tendencia de sus principales propiedades. Los resultados fueron obtenidos al visitar los domicilios de distintas comunidades, además de comercios independientes que cuentan con tanques de almacenamiento de líquidos, esto entre los días ubicados desde el 2 al 4 de marzo de 2022. (Ver sección 4.1.4 y anexo A)

El objetivo básico consiste en determinar la tendencia de los resultados referenciados al tamaño de los tanques evaluados, materiales de construcción, formas y tipo de construcción, disponibilidad de sistemas de medición y entre otras características que se consideran imprescindibles para el desarrollo del diseño esperado satisfactoriamente, en virtud de elementos coincidentes que marquen la pauta de las características tratadas para la construcción de un sistema de uso común en un contexto específico.

Nro.	Descripción	Número de ítems afirmativos	Número de ítems negativos	Observación más frecuente
-------------	--------------------	------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

1	¿Existe un tanque de almacenamiento de líquidos en el domicilio?	7	3	Líquido almacenado: Agua
2	¿El tanque posee una capacidad de entre 500 a 3000 litros?	5	5	-
3	¿El tanque posee una capacidad de entre 3000 a 25000 litros?	2	8	-
4	¿El tanque está hecho de concreto simple o reforzado/fibra de vidrio/polietileno/acero?	7	3	Material: Polietileno
5	¿El tanque se encuentra presurizado?	5	5	-
6	¿Se tiene un tanque cilíndrico de techo fijo/ cilíndrico de techo flotante/presurizado de diseño cilíndrico horizontal o esférico?	7	3	Forma del tanque: Presurizado cilíndrico
7	¿El llenado del tanque se observa bajo simple inspección de la altura del líquido?	8	2	-
8	¿Se puede conocer la temperatura del líquido almacenado?	2	8	-
9	¿Existe algún tipo de alarma en caso de desbordamiento de líquido o condición de vacío?	1	9	-
10	En caso de almacenar agua, ¿Se conserva a temperatura ambiente?	3	7	-

Tabla 4: Resultados Obtenidos

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.1.2.2 Datos extraídos a partir de la lista de chequeo

En resumen, al observar los resultados obtenidos en la aplicación de la lista de chequeo, se pueden extraer un conjunto de aspectos sumamente relevantes en el desarrollo de la presente investigación, basando la creación de parámetros básicos de

funcionamiento del sistema a diseñar en función de una serie de criterios imprescindibles acerca del proceso físico analizado.

Inicialmente, se destaca que el 70% de domicilios revisados incluyeron un tanque de líquidos ubicado en alguna parte de su vivienda, predominando el almacenamiento de agua en la gran mayoría de estos. A su vez, el 50% de las viviendas incluyeron tanques de almacenamiento con capacidades de 500 a 3000 litros, mientras que el 20% dispuso de tanques con capacidades de 3000 a 25000 litros. Por otro lado, el material de construcción más común de los tanques encontrados fue el Polietileno, siendo algo esperable por la predominancia de este material en los tanques disponibles en el mercado. De la misma forma, el 50% de viviendas dispuso de tanques presurizados, con una predominancia del modelo presurizado con forma cilíndrica.

Tocando otros aspectos mayormente referidos a las variables de nivel y temperatura, se buscó hacer énfasis en las técnicas de medición utilizadas para la obtención del estado del nivel y la temperatura de los tanques ubicados en las viviendas estudiadas. En este caso, el 80% de las viviendas obtienen la medida de nivel mediante simple observación directa del tanque, sin tener una medición precisa del nivel que se considere fiable. Al mismo tiempo, el 80% de los tanques no cuentan con medios para medir la temperatura, por lo que esta es desconocida por los residentes de estos domicilios. Tampoco se cuenta con alarmas de nivel alto o bajo en la gran mayoría de casos (90%), que indiquen condiciones de desborde o vacío. Por último, el 70% de tanques de agua mantuvieron una temperatura del líquido diferente de la ambiental.

4.1.3 Fichas técnicas

A través de las fichas técnicas se trata de indagar correctamente en la búsqueda de evidencia que corrobore una serie de parámetros establecidos en el proceso de análisis desarrollado, respecto a los tanques de almacenamiento de líquidos. A partir de esto, serán analizadas a detalle una serie de fichas técnicas con origen de distintos fabricantes de tanques, que permitan contrastar de manera adecuada la información obtenida en los apartados anteriores, con lo que se prevee la inclusión de características nuevas, revisión de parámetros comunes y en general, la creación de un medio para

concluir de forma adecuada las características del proceso físico manejado en el presente caso.

En líneas generales, se hizo especial énfasis en los 10 ítems manejados en los casos previos de la lista de chequeo y la revisión documental, teniendo en cuenta, como se dijo anteriormente, que es necesario concluir las propiedades más destacadas del proceso físico tratado, en virtud del entendimiento de las necesidades básicas para la creación del sistema de monitoreo.

4.1.3.1 Tanque de almacenamiento de agua Rotoplas

El tanque de almacenamiento de agua Rotoplas (2020) se encuentra: “Fabricado con Polietileno de alta densidad 100% virgen, que cumple con la norma de la F.D.A, lo que garantiza su uso para el almacenamiento de productos para el consumo humano o animal” (p.20). De esta forma, este no se agrieta, oxida o corroe, por la composición dada no posee fugas o entradas hacia el producto almacenado. Este viene en capacidades de 700 a 25000 lts, por lo que, las dimensiones de altura y ancho varían para el aumento del volumen del tanque. El rango de temperatura aceptado en la exposición del material del tanque se encuentra entre los -10 a 60°C. La vida útil de este tanque se calcula en aproximadamente 35 años.



Figura 10: Tanque para almacenamiento de agua Rotoplas
Fuente: Rotoplas (2020)

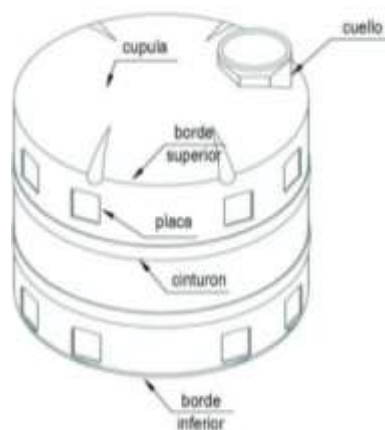


Figura 11: Descripción de las partes del Tanque para almacenamiento de agua Rotoplas

Fuente: Rotoplas (2020)

Descripción	Altura "A" (m)	Diámetro "B" (m)	Placa "D" (m)	Ø Tapa "C" (m)	Peso (Kg)
TAN – 2500 L	1.76	1.55	0.20	0.45	50
TAN – 5000 L	1.77	2.20	0.20	0.45	85
TAN – 5001 L	2.15	1.83	0.20	0.45	85
TAN – 10000 L	3.10	2.20	0.20	0.45	200
TAN – 10000 L	2.70	2.40	0.20	0.45	180
TAN – 15000 L	3.90	2.40	0.20	0.45	400
TAN – 22000 L	3.52	3.00	0.20	0.45	400
TAN – 25000 L	3.90	3.00	0.20	0.45	500

Tabla 5: Tabla de capacidades Tanque para almacenamiento de agua Rotoplas

Fuente: Rotoplas (2020)

4.1.3.2 Tanque de almacenamiento de agua Eternit

Eternit (2016) indica que: “Los tanques plásticos de ETERNIT son fabricados con polietileno de la mejor calidad, para garantizar productos livianos, resistentes y libres de elementos contaminantes” (p.30). Estos van de volúmenes de 250 lts a 6000, con tapa removible, y cuenta con una capa externa de color azul o negra, y una capa interna blanca en los tanques negros que facilita la inspección de líquidos y limpieza del tanque, o una capa interna negra en los tanques azules que evita el paso de luz y previene el crecimiento de algas.



Figura 12: Familia de tanques para almacenamiento de agua Eternit

Fuente: Eternit (2016)

Para este tipo de tanques debe evitarse a toda costa el almacenamiento de productos derivados del petróleo, debido a que su simple colocación es capaz de degradar al tanque. Al mismo tiempo, la instalación es obligatoriamente vertical, permitiendo la conexión de válvulas de entrada y salida hacia el tanque en zonas específicas, superior e inferiormente. La siguiente figura muestra la estructura de la tapa ajustable junto a la base del tanque manejado.

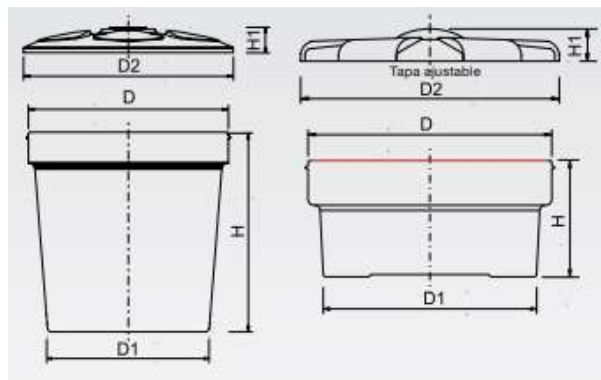


Figura 13: Estructura de tanques para almacenamiento de agua Eternit

Fuente: Eternit (2016)

4.1.4 Recurso fotográfico

Como aspecto final a revisar en el proceso de diagnóstico de las características del proceso físico manejado, se utiliza el recurso fotográfico a través de una visita personal a una empresa potabilizadora de agua, con el objetivo de dimensionar los tanques utilizados por la misma y observar la distribución a partir de una serie de parámetros de interés que han de ser revisados. En este caso, los ítems tratados en

apartados anteriores serán contrastados con los resultados obtenidos a partir de las fotografías tomadas.



Figura 14: Tanques de almacenamiento de agua, marca Resinca de 2000 lts
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

En la figura (14), se observan cuatro imágenes de un tanque de almacenamiento de agua marca Resinca, con capacidad de 2000 lts. En la planta embotelladora se encuentran 6 de estos tanques, todos con iguales características. Este está construido en polietileno de alta calidad, además de tener un punto de abertura superior removible manualmente. Su medida es estándar, ya que este tipo de tanques son sumamente utilizados en el campo en dónde se obtuvieron las imágenes, para el almacenamiento de agua en altos volúmenes. Por otro lado, la altura de este tanque se encuentra por debajo de los 2 metros, y su diámetro se encuentra muy por debajo, más cercano de 1 metro que de los 1.5 metros.



Figura 15: Tanques de almacenamiento de agua de 500 lts

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Por otro lado, la planta también dispone de tanques de almacenamiento de 500 lts, los cuales contienen el agua que ha pasado por los procesos de filtrado y purificación. Al ser el producto terminado, los tanques requieren de una capacidad menor, ya que estos se encontrarán en constante suministro del líquido almacenado por parte del sistema de purificación. En este caso, el material utilizado es plástico, con recubrimiento protector. El tanque se encuentra totalmente presurizado, ya que el líquido debe de estar totalmente limpio para el proceso de embotellado final. Así, al ser comparados con los tanques de almacenamiento de 2000 lts, varían las condiciones por las necesidades del proceso en cuestión, aspecto que debe ser tomado en consideración al momento de pensar en la instalación del sistema de monitoreo, principalmente en las especificaciones de las variables a medir concretamente.

4.2 Fase II: “Identificar los distintos tipos de señales normalizadas que son arrojadas por los sensores de nivel y temperatura existentes en el mercado”.

4.2.1 Principales señales normalizadas de los sensores de nivel y temperatura

La normalización de señales en procesos de transmisión es una parte básica de los sistemas de control, monitoreo y automatización industrial. En la actualidad, existen estándares básicos sobre los cuales se encuentran fundamentadas las técnicas de transmisión de señales, debido a la necesidad de unificar los conocimientos y de aportar

ideas de manera conjunta en la elaboración de un modelo aplicable prácticamente a cualquier sistema.

El uso de señales normalizadas de distinta naturaleza ha ido cambiando con el tiempo, por lo cual, se ha convertido en algo necesario el readaptar las propiedades de los sistemas de transmisión de señales, con el único fin de su mejoría y crecimiento. Inicialmente, Creus A (2010) indica que: “la señal neumática de 3 a 15 psi (equivale a 0,206-1,033 bar o 0,21-1,05 kg/cm²) fue la primera adoptada en Estados Unidos y los países de habla inglesa” (p.63). Igualmente, la señal de 0,2-1 bar (20-100 kPa) fue el equivalente empleado en los países que utilizan el sistema métrico decimal. Por otro lado, la aparición de la señal electrónica normalizada de 4 a 20 mA de corriente continua fue un acontecimiento muy importante, si bien también se han utilizado señales de 1 a 5 mA c.c., de 10 a 50 mA c.c. y de 0 a 20 mA c.c. Marcó la transición del uso de señales neumáticas a electrónicas, por la simplicidad de los circuitos de acondicionamiento y la sencilla compatibilidad con gran variedad de dispositivos.

De la misma forma, la señal digital consiste en una serie de impulsos en forma de bits. Cada bit consiste en dos signos, el 0 y el 1 (código binario), y representa el paso (1) o no (0) de una señal a través de un conductor. Si la señal digital que maneja el microprocesador del transmisor es de 32 bits entonces puede enviar 32 señales binarias (0 y 1) simultáneamente. Su importancia ha sido clave en el desarrollo de los sistemas de comunicación actuales, basados en señales de dos estados mucho más sencillas de trabajar en los dispositivos inteligentes.

En los últimos tiempos, el uso de los protocolos HART y Fieldbus se han convertido en dos herramientas que han provisionado de mayor robustez, precisión y confiabilidad a los sistemas de instrumentación industrial. Según describe la Fundación HART (2014), el protocolo HART: “es un protocolo abierto de uso común en los sistemas de control, que se emplea para la configuración remota y supervisión de datos con instrumentos de campo” (p.7). Este protocolo permite comunicar con un instrumento de campo sobre un lazo de corriente 4-20 mA, tanto los datos de configuración y parámetros como las medidas de proceso como temperatura, caudal,

presión o cualquier otra. Asimismo, el protocolo Fieldbus está encargado de “realizar la transmisión de datos desde un dispositivo a otro, puede ser un dispositivo de campo, operador de consola o un configurador”. El empleo de señales digitales desarrolla un modelo funcional adaptable a los DCS (Distributed Control Systems) y simplifica las herramientas utilizadas para el desarrollo de esta comunicación.

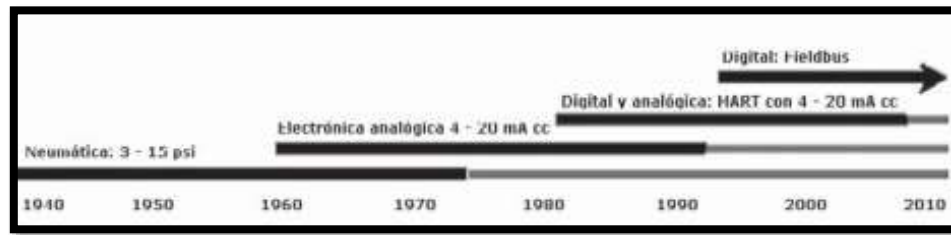


Figura 16: Evolución de las señales de transmisión a lo largo del tiempo

Fuente: Creus A. (2010)

Mediante esta transición a lo largo del tiempo es evidente como se ha reforzado el uso de señales electrónicas, sean analógicas o digitales, empleando protocolos de comunicación que adaptan de mejor manera al medio utilizado. Es necesaria la inclusión de dispositivos capaces de lograr que los sensores trabajen con este tipo de señales, por lo que estas herramientas poseen una relevancia muy importante en la consecución de este objetivo.

4.2.2 Revisión de transmisores y circuitos de acondicionamiento de señal

Los sensores por sí mismos no son capaces de proveer las señales normalizadas que son manejadas por los sistemas estandarizados, por lo tanto, será necesario acondicionar las señales por medio de dispositivos como transmisores o simples circuitos electrónicos capaces de ejercer una acción de amplificación, linealización, filtrado, etc. Creus A (2010), describe a los transmisores como: “dispositivos que captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática, electrónica, digital, óptica, hidráulica o por radio” (p.63).

Los transmisores más empleados son de origen electrónico, basados en detectores de inductancia, o utilizando transformadores diferenciales o circuitos de puente de Wheatstone, o empleando una barra de equilibrio de fuerzas, convierten la señal de la

variable a una señal electrónica de 4-20 mA c.c. Posee una exactitud del orden de $\pm 0,5\%$.

Los sensores de temperatura, tales como las RTD y Termocuplas, emplean transmisores con el único objetivo de acondicionar la señal y permitir su manejo por parte de un dispositivo electrónico. En el caso de las RTD, al medir la temperatura a partir de las variaciones de la resistencia será necesario convertir este cambio de resistencia en un cambio de voltaje, provisionado por un circuito como el puente de Wheatstone, capaz de entregar un voltaje entre sus dos terminales de salida a partir del cambio en una de las resistencias del puente. Como las señales de voltaje provistas por este tipo de dispositivos se caracterizan por ser de una magnitud muy pequeña y tener poca linealidad, se realiza un proceso de amplificación y linealización, encargado de integrar estas características a la señal manejada.

Por su parte, las señales de voltaje dadas por los distintos tipos de termocuplas son del orden de los milivolts, y, además, carecen de linealidad. Los circuitos electrónicos de acondicionamiento cumplen la función de realizar estas tareas y así entregar herramientas para capacitar a la señal en su conexión a otros dispositivos.

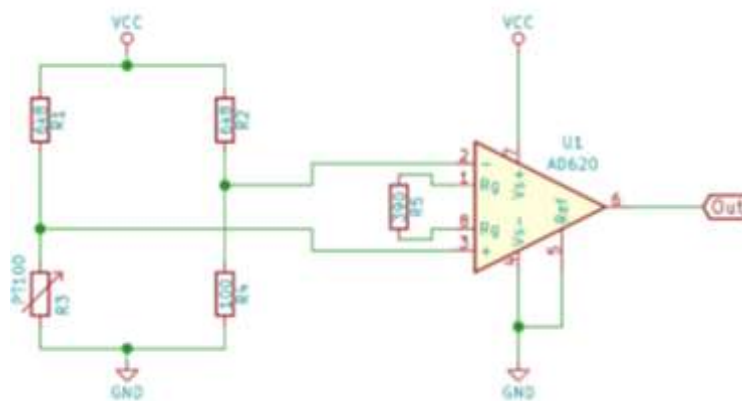


Figura 17: Acondicionamiento de una RTD con Puente de Wheatstone y amplificador

Fuente: Rincón Ingenieril (2018)

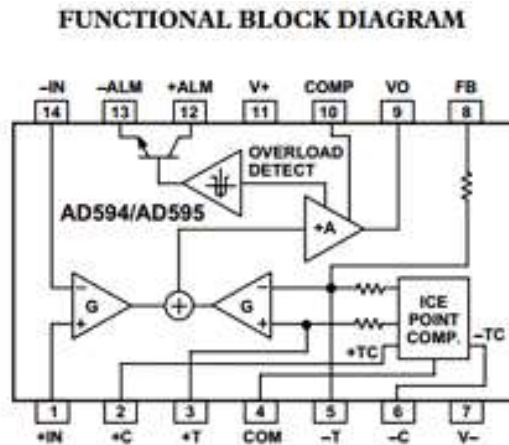


Figura 18: Circuito integrado AD594/595 para el acondicionamiento de una Termocupla tipo J o K
Fuente: DatasheetQ (2000)

Por su parte, los medidores de nivel se dividen en dos tipos fundamentales, aquellos con una medición puntual y otros con medición continua. Dependiendo del caso, las señales utilizadas son diferentes. Como ejemplo se tiene a un sensor ultrasónico, capaz de medir el nivel de un líquido en un tanque de almacenamiento de forma continua, calculando el tiempo empleado por una onda de sonido en viajar desde un emisor a un receptor. Esta medida es convertida mediante un circuito electrónico en un nivel determinado, que ha debido ser escalado según el rango mínimo y máximo del proceso manejado. La señal de salida es electrónica analógica, por lo que su forma estandarizada suele ubicarse entre los 4 a 20 mA de c.c.

El mismo sensor ultrasónico puede usarse para aplicaciones de detectores ON/OFF, por lo tanto, su empleo puede requerirse en situaciones en las que sólo se necesite una indicación de alarma. En este caso, la señal provista es digital, ya que sólo posee dos estados, alto (Detección) y bajo (Sin detección), de esta forma, el circuito electrónico modifica sus propiedades y sólo se encarga de hacer compatible el tipo de señal emitida por el detector en caso de ser necesario.

A partir de lo anterior, se extrae la importancia de saber utilizar los medios para convertir las señales dadas por los detectores de manera adecuada, en función del requerimiento necesitado. Las señales de 4 a 20 mA de c.c son ideales debidos a varios factores, entre ellos están las bajas pérdidas de señal que se encuentran en los cables

conectados entre los instrumentos y los dispositivos de control, que serían mucho mayores en el caso de transmitir voltaje en vez de corriente. Al mismo tiempo, es una señal perfectamente adaptable a otros medios en caso de ser necesario, y sincroniza fácilmente la variable medida con su rango de operación.

4.2.3 Dispositivos de tratamiento de señales

Los dispositivos encargados de procesar las señales obtenidas a partir de los elementos primarios y los circuitos de acondicionamiento son parte fundamental de cualquier tipo de sistema de medición electrónico. Entre estos tipos de dispositivos se encuentran los microcontroladores, PLC, DSP, entre otros, que son capaces de recibir una señal analógica y convertirlas a digitales para trabajar a través de programación con distintas magnitudes físicas. Según sea el caso, estos dispositivos son compatibles con señales ubicadas en un rango predeterminado, y que en caso de superarlo o incumplirlo, pueden causar daños al hardware de manera irreversible.

En función de lo anterior, es importante manejar los rangos de voltaje de entrada que son soportados por los principales dispositivos de tratamiento de señales. Para tomar la medición, puede ser necesario adaptar la señal de corriente de un transmisor de 4 a 20 mA a una señal de voltaje, que se encuentre en el rango esperado. Con el objetivo de suplir esta necesidad, se puede utilizar una resistencia sobre la cual se mida su tensión, eligiendo un valor que escale el rango necesario en voltaje para la entrada del dispositivo manejado.

Por ejemplo, la placa de desarrollo Arduino Uno dispone de 6 entradas analógicas, correspondientes a los pines de A0 a A5. Se caracterizan por leer valores de tensión de 0 a 5 Voltios con una resolución de 1024 (10 bits). Si se divide 5 entre 1024 se establece que el dispositivo es capaz de detectar variaciones en el nivel de la señal de entrada de casi 5 mV. Los sensores conectados a las entradas de este dispositivo deben de funcionar en un rango en el cual la señal eléctrica provista se encuentre en el margen permitido por el Arduino.

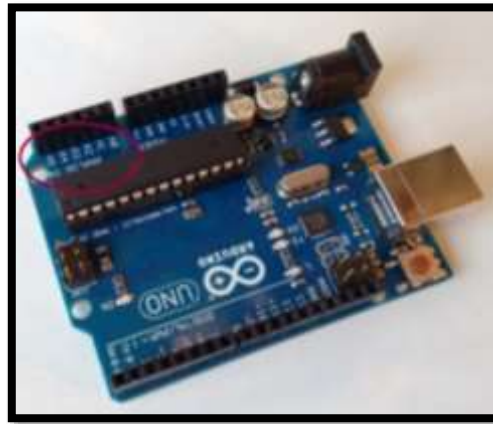


Figura 19: Entradas analógicas de la placa Arduino Uno

Fuente: Openwebinars (2015)

Asimismo, otros dispositivos como los PLC aceptan entradas analógicas de corriente de 4 a 20 mA y de voltaje de 0 a 10 V. El uso de las entradas analógicas en corriente es más común, ya que las de voltaje se corresponden de mejor manera en su empleo como salidas, en las cuales se pueden controlar actuadores como válvulas o motores. Internamente, a través de programación se deberán escalar los valores que están siendo suministrados al dispositivo, con el fin de interpretar la relación de la magnitud eléctrica leída y la magnitud física que se desea medir.



Figura 20: Entradas analógicas de un PLC Siemens S7-1200

Fuente: Electrical Chile (2020)

En función de esto, nace la posibilidad de procesar digitalmente las señales emitidas por los sensores a través de diversos dispositivos, que disponen de características distintas entre sí. Se deben de tener en cuenta los aspectos técnicos

relacionados a la construcción de sistemas en virtud de las propiedades de los elementos manejados, por lo cual, el proceso de selección debe ser parte de un análisis exhaustivo para evitar inconvenientes relacionados con una incompatibilidad entre las señales de entrada y el dispositivo de adquisición utilizado.

4.3. Fase III: “Diseñar un sistema remoto para la supervisión de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos”.

En esta fase será realizado el diseño del sistema remoto, parte que consiste en el establecimiento de los dispositivos de adquisición de datos, desarrollo del esquema en hardware, software del sistema diseñado y explicación de los criterios utilizados para la selección de los elementos que componen al sistema conjuntamente. En virtud de esto, cada aspecto tendrá un especial énfasis en el proceso analizado para lograr concretar las ideas expuestas.

El diseño a concretar debe describir distintas partes, que se encarguen de realizar una tarea en específico para permitir el funcionamiento global del sistema general. Para lograr esto, se distribuyen las tareas dentro del modelo mediante el siguiente diagrama de bloques:

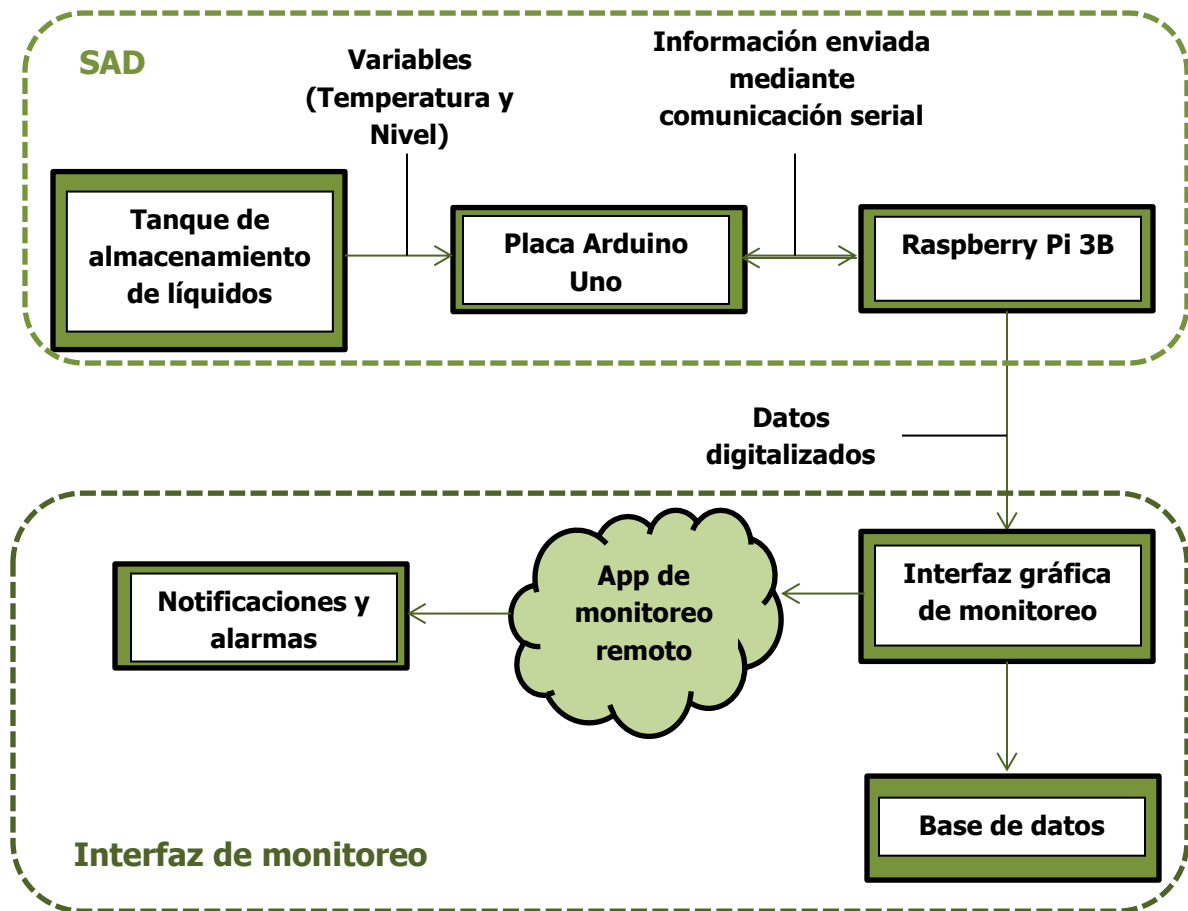


Figura 21: Diagrama de bloques del sistema de monitoreo a diseñar

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

En el diagrama de bloques de la figura (21), se muestran todas las partes del sistema que se busca diseñar, dividiendo a este en dos grandes zonas, el sistema de adquisición de datos físico, y la interfaz de monitoreo, que toma los datos digitalizados y los manipula en función de los intereses del proyecto. Desde el proceso físico, representado por el tanque de almacenamiento de líquidos, se toman las señales provenientes de los sensores, que contienen las mediciones de Nivel y Temperatura deseadas. Así, estas señales se adaptan electrónicamente para de forma posterior, ser enviadas a una placa Arduino Uno. Internamente, este microcontrolador se encargará de manipular las señales eléctricas, para su conversión a datos digitales, inteligibles para las siguientes fases del sistema.

A partir de allí, el Arduino envía mediante comunicación serial los datos de Nivel y Temperatura, en adición con información de control importante para el sistema. Esta es recibida por la Raspberry Pi, que a partir de ahora se encargará de concretar el manejo digital de datos, pasando totalmente la fase de adquisición. Al ser una microcomputadora, posee grandes facilidades para aprovechar los datos recibidos de las variables a monitorear. Dentro de esta, existirá una interfaz gráfica de monitoreo, que desplegará la información pertinente, en adición con otros elementos de interés. Desde esta interfaz se podrán realizar otras tareas, como interconectar el dispositivo de forma remota con otros a través de internet, o enviar los datos hacia una base de datos, así como emitir notificaciones y alarmas de emergencia, lo que comprende el núcleo de esta investigación.

4.3.1. Sistema de Adquisición de Datos (SAD)

La obtención del estado de las variables de nivel y temperatura evaluadas en el proceso físico manejado, consta de una serie de pasos fundamentales que son descritos mediante los denominados “Sistemas de Adquisición de Datos”. De esta forma, el proceso general para obtener estos datos se subdivide en un grupo de bloques individuales que trabajan en conjunto, buscando unificar el desarrollo necesario para cumplir con el objetivo planteado. A partir de lo expuesto en la idea anterior, se procederán a establecer los criterios utilizados en la selección y diseño, con base en parámetros de interés común, que cumplan con los estándares básicos de estos sistemas en la ingeniería.

En líneas generales, esto forma parte de la estructura considerada como imprescindible, tanto en hardware como en software, para el desarrollo de sistemas electrónicos de monitoreo, haciendo hincapié en las técnicas referidas al campo de tratamiento de variables físicas.

4.3.1.1. Proceso de selección de sensores de nivel y temperatura

En función de las características determinadas del proceso físico manejado, se inicia el paso correspondiente a la selección de sensores de nivel y temperatura, tomando en cuenta los distintos factores que influyen directa e indirectamente en la

consideración de los principios de medición utilizados para este propósito. Desde este punto de vista, la necesidad de captar a las variables físicas se considera un paso de suma relevancia para la construcción del sistema de adquisición de datos, lo que representa un punto fundamental en la investigación.

- **Dimensionamiento del proceso físico**

Del análisis desarrollado en la fase I, se extrajeron elementos sumamente interesantes que aportan puntos clave para el proceso de selección de sensores, principalmente en el establecimiento de las condiciones físicas presentes que proporcionan un medio para estudiar las propiedades adecuadas para los dispositivos de captación de señales, teniendo en cuenta una serie de características comunes que enfoquen los criterios de selección a un contexto específico.

Los tanques de almacenamiento de líquidos revisados en cada una de las partes del proceso referido, se encontraron entre los 250 a 25000 litros de capacidad, lo que se traduce en una altura máxima cercana a los 4 metros para el tanque de mayor capacidad. Al mismo tiempo, el principal líquido almacenado es el agua, seguido de alimentos líquidos y productos de limpieza, pero con una diferencia sumamente grande entre el primer líquido y los demás. Igualmente, el almacenamiento de líquidos corrosivos, ácidos, petróleo y sus derivados no corresponde al tipo de proceso al que se ha hecho énfasis en la investigación, por lo que su estudio es omitido en este caso.

Por otro lado, según el grupo Rotoplas (2020): “Los tanques de almacenamiento aguantan el congelamiento del agua y temperaturas altas con un máximo de 60°C” (p.63). Las temperaturas de funcionamiento máximas suelen estar relacionadas a las temperaturas de almacenamiento de agua caliente que, a partir de lo expuesto por el artículo en línea de Hmong (2014): “Los calentadores de agua para lavar, bañar o lavar la ropa tienen controles de termostato para regular la temperatura, en el rango de 40 a 60 ° C (104 a 140 ° F), y están conectados al suministro de agua fría doméstica”.

Entre otros aspectos a destacar, se encontró que la mayoría de tanques analizados se encuentran cerrados a la superficie, lo que significa que la tapa de los mismos se encuentra cerrada o precintada conjuntamente a su propia estructura. La instalación de

los sensores a elegir debe de considerar la apertura de un agujero para la colocación del mismo, sea para medición con o sin contacto, en función del tipo de medidor utilizado y el principio de medición, sea continuo o simplemente puntual.

- **Criterios de selección de sensores de nivel**

El sistema a diseñar debe de poseer los sensores de nivel capaces de ofrecer medición de nivel continua y puntual, que estén basados en principios de funcionamiento adecuados para la presente aplicación, en vista de las características expuestas en el apartado anterior. La medición puntual de nivel, no presenta mayor inconveniente en las especificaciones necesarias para describir un proceso de llenado dentro de un tanque de almacenamiento de líquidos, simplemente por el hecho de que la instalación debe ocurrir físicamente en el punto de detección deseado por quien se encarga de colocarlo en dicho lugar. Por esta misma razón, las señales dispuestas por esta clase de dispositivos son del tipo ON/OFF, por lo que sólo poseen dos estados fácilmente manejables por un dispositivo inteligente. Los principios más comunes para medición de nivel puntual son: capacitancia, conductancia, ultrasonido e interruptor magnético, dependiendo del caso.

Para la medición de nivel continua, existe la particularidad de que, para el cálculo del nivel, es necesario conocer de manera obligatoria el rango de funcionamiento del instrumento utilizado, por necesitar una medición exacta que varía constantemente y es representada por un valor numérico que se traduce en el nivel de llenado. Como se dijo anteriormente, la altura máxima de los tanques observados se encontró en los 4 m, por lo que los detectores a utilizar deben de cumplir las condiciones para funcionar en dichas circunstancias.

Los principios de medición continua son variados, destacando en la medición sin contacto los medidores ultrasónicos y radar, mientras que incluyendo contacto hace presencia importante el medidor capacitivo. La instalación de los sensores sin contacto suele hacerse en la parte superior del tanque, mientras que los que hacen contacto con el líquido deben de disponerse de manera cercana al mismo.

A partir de lo anterior, se eligen dos sensores de nivel continuo distintos que estarán disponibles para la realización de mediciones del sistema, uno sin contacto (Ultrasónico) y un medidor indirecto (Presión Diferencial). La idea es entregar la mayor flexibilidad al usuario final, por lo que la selección de estos dos principios de medición genera las suficientes herramientas para elegir entre estos dos tipos, según sea el caso. Ambos sensores suelen ser utilizados para la medición de nivel en tanques de agua, incluyendo líquidos con propiedades similares, lo que se acopla a las necesidades del proceso.

Instrumento	Campo de Medida	Exactitud % de la escala	Pres, max, bar	Temp max, Fluido, °C	Desventajas	Ventajas
Sonda	limitado	0,5 mm	Atm.	60	Manual, sin olas tanques abiertos	Barato, exacto
Cristal	limitado	-	150	300	Sin transmisión, en algunos no se puede utilizar	Seguro, exacto, barato, indicación visual
Flotador	0-10 m	± 1-2 %	400	250	Posible agarrotamiento, solo utilizarlo en líquidos limpios	Simple, independiente de la naturaleza líquido, interfases con flotadores de densidad determinada.

Manométrico	Altura tanque	$\pm 1\%$	Atm.	60	Tanques abiertos, fluidos limpios	Barato
Membrana	0-25 m	$\pm 1\%$	Atm.	60	Tanques abiertos	Barato
Burbujeo	Altura tanque	$\pm 1\%$	400	200	Le afecta la densidad del líquido, mantenimiento importante, contaminación líquido por sustancias externas	Barato, versátil
Presión Diferencial	0-10 m	$\pm 0,1\%$ a $\pm 0,5\%$	150	600	Le afecta la densidad del líquido, posible agarrotamiento membrana y purga con líquido, caro	Compensa cambios de presión en la parte superior del tanque, interfase líquido
Desplazamiento	0-25 m	$\pm 0,5\%$	100	400	Le afecta la densidad del líquido, expuesto a corrosión, no adecuado para	Fácil limpieza, robusto, medida interfases, muy exacto

					aguas negras, caro	
Conductivo	limitado	± 3 mm	80	800	Solo líquidos conductores, medida en un punto, interfase solo entre líquidos conductores y no conductores	Barato, versátil, sin partes móviles, no es influido por cambios de temperatura o densidad
Capacitivo	0-6 m	$\pm 1\%$	80 a 250	200 a 800	Le afecta la densidad del líquido, recubrimiento del electrodo, es difícil la medida de interfases y la detección de espuma	Resistencia de corrosión
Ultrasónico	0-3 m	$\pm 1\%$	400	200	Claro, sensible a densidad, espuma, humedad de vapor	Todo tipo de tanques y líquidos, sin contacto con el líquido

Tabla 6: Características de los sensores de nivel elegidos

Fuente: Creus A. (2010)

Igualmente, se provee un rango amplio de funcionamiento, con una mayor utilización del sensor de ultrasonido para rangos bajos y el de presión diferencial para rangos considerablemente más altos. Los modelos elegidos corresponden a un Sensor

Ultrasónico HC-SR04 y un Sensor de Presión Diferencial MPX5010DP, ambos elegidos por sus características para la medición de Nivel, además de su facilidad para trabajar con microcontroladores sin la necesidad de utilizar circuitos de acondicionamiento de señal. Ambos sensores se muestran en las figuras (22) y (23).



Figura 22: Sensor ultrasónico HC-SR04
Fuente: Castaño S. (2019)



Figura 23: Sensor de Presión Diferencial MPX5010DP
Fuente: Castaño S. (2019)

- **Criterios de selección de sensores de temperatura**

Por su parte, el proceso de medición de temperatura incluye una serie de características de particular importancia que deben de ser revisadas previo a la determinación de los sensores seleccionados. Básicamente, los sensores de temperatura deben de ser sumergibles, por el tipo de proceso en el cuál serán instalados, lo que representa una característica que filtra de manera considerable el espectro de instrumentos utilizables en esta aplicación. Al mismo tiempo, los medidores

seleccionados deben de contar con ciertas prestaciones básicas de los instrumentos de medición, que han de ser cumplidas para una correcta operación dentro del sistema diseñado.

Desde el punto de vista industrial, existen dos sensores de temperatura que sobresalen con respecto a los demás con gran diferencia, siendo estos los termopares y RTD's, debido a que sus principios de funcionamiento, exactitud, precisión, versatilidad de instalación, entre otros aspectos, son indicados como los más adecuados para una infinidad de aplicaciones. Dentro de este contexto, los termopares también se dividen en diversas categorías, clasificados según el tipo de metal de la junta compuesta para la medición. Los más adecuados para sumergimiento en líquidos suelen ser el tipo K (Aplicaciones de alta temperatura) y tipo J, que son diseñados con una protección física para permitir el contacto con el líquido que será medido.

Adicionalmente, el uso de una RTD es incluso más común en la medición de temperatura para tanques de líquidos, por las prestaciones de este tipo de sensor en linealidad, precisión, exactitud y múltiples factores que lo hacen uno de los preferidos en el campo de la instrumentación. En especial, la PT100 es el sensor de variación de resistencia de temperatura con mejor funcionalidad, por las propiedades del platino, que lo hacen ideal para la medición de temperatura por su relación Resistencia/Temperatura, que es prácticamente lineal.

Con base en lo anteriormente mencionado, los sensores a utilizar en el sistema podrán ser una PT100 (RTD), y los Termopares K y J, en función de la temperatura a medir en el proceso y la disponibilidad del instrumento. El usuario puede instalar el sensor a su gusto, ya que el sistema dispone de entradas para cada tipo que están conectadas de manera directa a los dispositivos de adquisición, estando preparados para su respectiva medición. Con esto, se añade la versatilidad de utilizar el sensor de preferencia por parte del operario, según su disponibilidad y facilidad en el manejo de cada uno de los que se encuentran disponibles.

4.3.1.2. Circuitos de acondicionamiento y adaptación de señales

A partir de los sensores seleccionados, será necesario diseñar los circuitos de acondicionamiento y adaptación de señales, con la idea de conseguir señales adecuadas para su tratamiento en los dispositivos programables de las etapas posteriores. Por su parte, los sensores de temperatura seleccionados para su disponibilidad en el sistema son una RTD PT100, Termocupla J y Termocupla K. Al existir tres sensores diferentes adaptables al sistema de monitoreo, es necesario que existan circuitos individuales para cada uno, que simplifiquen su empleo en la sencilla tarea de conectar sus terminales a las entradas disponibles para este propósito.

Al mismo tiempo, los sensores de nivel, que en este caso pueden ser de dos tipos (Ultrasónico y Presión Diferencial), deben adaptar sus señales en caso de que sea necesario, o simplemente conectarse a las entradas del dispositivo de adquisición de datos de forma directa. Por esta razón, el diseño preciso de los circuitos para un rango de funcionamiento específico, es parte de un punto de obligatorio cumplimiento, con un especial énfasis en la construcción del sistema físico dentro de la investigación.

- **Acondicionamiento de la PT100**

En este primer caso, el sensor refleja las variaciones de temperatura mediante variaciones en la resistencia, por lo que será necesario convertir dicha variación en una señal eléctrica, para así seguir con un proceso de amplificación, que convertirá la señal eléctrica, de pequeña magnitud, en una señal con la suficiente resolución para su posterior lectura de manera precisa. El circuito a utilizar corresponde a una combinación en puente de Wheatstone, en conjunto con un amplificador de instrumentación, que enviará la señal de voltaje finalmente a otro dispositivo. (Ver figura)

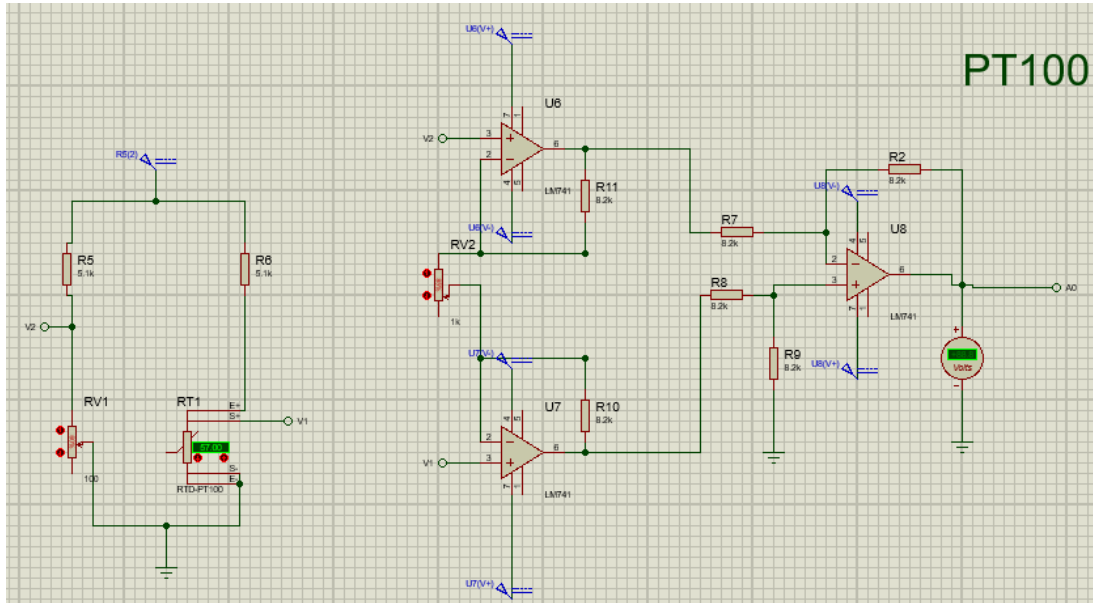


Figura 24: Diagrama circuital de acondicionamiento de la PT100
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

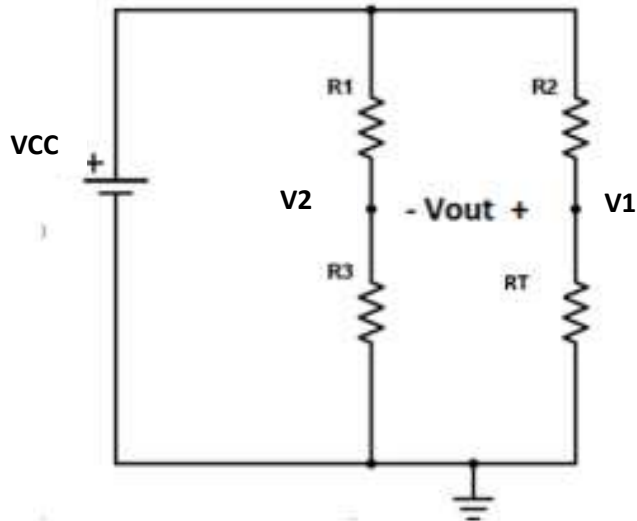


Figura 25: Puente de Wheatstone con PT100 conectada
Fuente: Rincón Ingenieril (2018)

En el circuito de la figura 24, se observa a la izquierda el puente de Wheatstone, con la PT100 conectada a la rama inferior derecha. Este circuito permite convertir la variación de resistencia debido a la temperatura en un voltaje diferencial, representado por la diferencia de potencial entre los nodos V2 y V1. Las ecuaciones que relacionan la variación de resistencia con el voltaje de salida del puente son las siguientes:

$$V_2 = \frac{VCC * R3}{R1 + R3} \quad (2)$$

$$V_1 = \frac{VCC * R2}{R2 + RT} \quad (3)$$

$$V_o = VCC * \left(\frac{RT}{R2 + RT} - \frac{R3}{R1 + R3} \right) \quad (4)$$

Por comodidad, se hace $R1 = R2$:

$$V_o = VCC * \left(\frac{RT}{R1 + RT} - \frac{R3}{R1 + R3} \right) \quad (5)$$

Para este caso, se escogieron las resistencias superiores ($R1 = 5.1K\Omega$) con un valor relativamente alto, para limitar la corriente que circula en el puente. La resistencia $R3$, debe ser igual al valor mínimo que tomará RT en el circuito, siendo que el rango de funcionamiento para la medición de temperatura será colocado entre los -100 a los $200^\circ C$. Para $-100^\circ C$, y con un coeficiente $\alpha = 0.00385^\circ C^{-1}$, la resistencia RT presente es de 60.2Ω , siendo ajustada $R3$ mediante un potenciómetro de 100Ω conectado en la rama inferior izquierda.

$$V_o = 12 * \left(\frac{RT}{5100 + RT} - \frac{60}{5100 + 60} \right) \quad (6)$$

$$V_o = \frac{12 * RT}{5100 + RT} - \frac{6}{43} \quad (7)$$

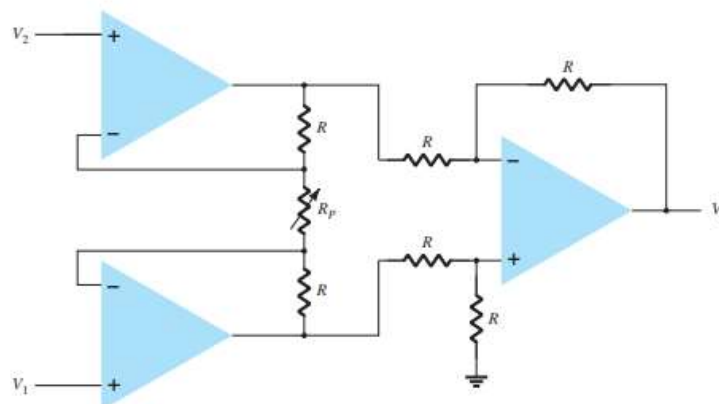


Figura 26: Amplificador de Instrumentación

Fuente: Boylestad, R. y Nashelsky, L. (2009)

Teniendo el voltaje en función de la resistencia, este debe de ser pasado al amplificador de instrumentación, conectando V2 a la entrada superior y V1 a la inferior. En este circuito, la relación Entrada/Salida, representada por la ganancia del mismo, viene dada por:

$$V_{AMP} = \left(1 + \frac{2R}{R_p}\right) * (V1 - V2) = A * V_o \quad (8)$$

El proceso de amplificación debe de quedar, de forma tal que:

$$0 V \rightarrow -100^{\circ}C \quad (9)$$

$$4V \rightarrow 200^{\circ}C \quad (10)$$

A 200°C:

$$V_o = \frac{(12) * (175.84)}{5100 + 175.84} - \frac{6}{43} = 0.2604 V \quad (11)$$

$$A = \frac{V_{AMP}}{V_o} = \frac{5}{0.2604} = 19.2 \quad (12)$$

$$A = 1 + \frac{2R}{R_p} = 19.2 \quad (13)$$

$$\frac{2R}{R_p} = 18.2 \quad (14)$$

$$R_p = \frac{R}{9.1} \quad (15)$$

Seleccionando R = 8.2KΩ:

$$R_p = \frac{8200}{9.1} = 901.1\Omega \approx 900\Omega \quad (16)$$

Requiriendo ajustar este valor en el circuito. Se debe colocar un potenciómetro de 1KΩ al 90% de resistencia.

- **Acondicionamiento de la Termocupla J y K**

En este caso, las Termocupla J y K proveen una señal de muy pequeña amplitud, del orden de los milivolts, además de poseer una relación con respecto a los cambios de voltaje con una linealidad considerablemente pobre. Para solucionar este inconveniente y conseguir una señal que cumpla con las especificaciones del proceso,

es necesario amplificar y linealizar la medición de los sensores, a través de un circuito electrónico capaz de solventar este requerimiento.

Como alternativa, Analog Devices dispone de uno de los circuitos integrados acondicionadores de señal para termopares, conocido como AD594/595, mostrado en la figura 27, específicamente para termopares tipo J en su modelo 594, y tipo K en el 595. Este posee un amplificador de instrumentación y un compensador lineal, una salida de alarma de rotura o desconexión del termopar, y puede ser alimentado en un rango de 5V a 15 V, suministrando una salida de 10mV/°C.

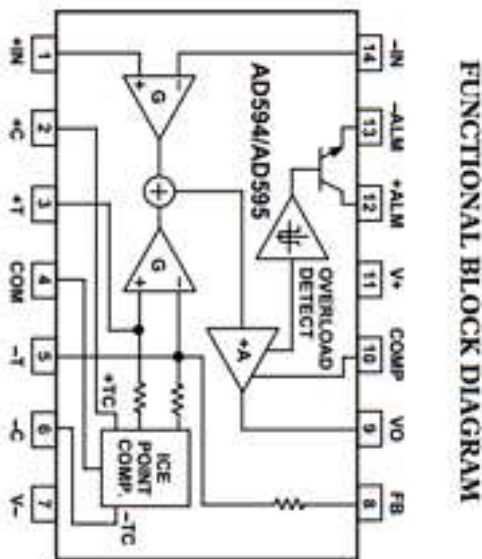


Figura 27: Estructura interna del CI AD594/595 para el acondicionamiento de una Termocupla tipo J o K

Fuente: DatasheetQ (2000)

Con este circuito se permiten medir temperaturas en un rango de -25 a 475°C, siendo utilizado constantemente para la adaptación de señales en medios con rangos encontrados dentro de las aplicaciones de estos medidores específicamente. Las salidas de los termopares se conectan a los pines de entrada (1 y 14), y la señal encontrada en la salida (Nodo con pines 9 y 8), emite el voltaje que ha pasado internamente por el proceso de adaptación. (Ver figura 28)

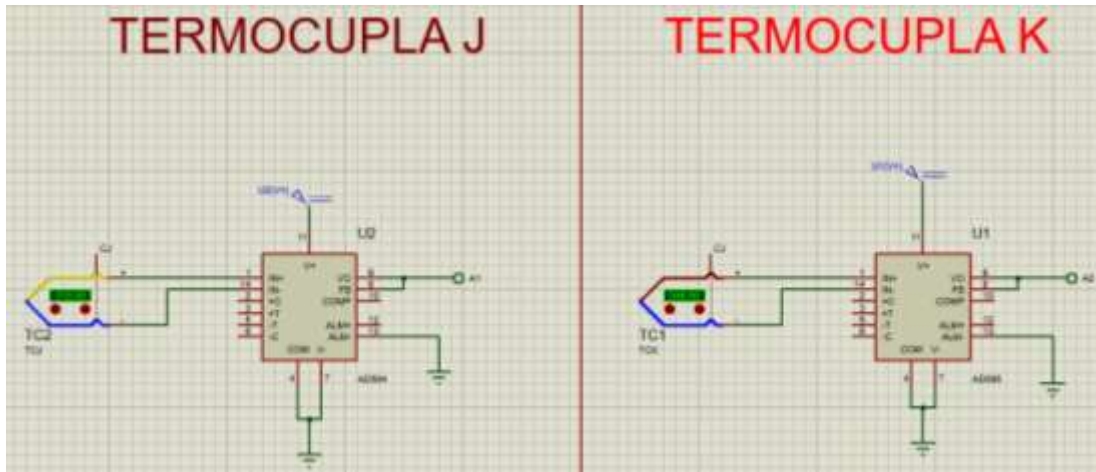


Figura 28: Circuitos de acondicionamiento. Termocuplas J y K

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

- **Acondicionamiento del Sensor Ultrasónico y de Presión Diferencial**

El sensor ultrasónico a utilizar corresponde al HC-SR04, un medidor basado en el principio de emisión de ondas de ultrasonido, capaz de medir distancias en un rango de 2 a 400 cm. Este es un sensor sumamente económico, por lo que su utilización se considera adecuada teniendo en cuenta los márgenes manejados por el sistema a diseñar, y las condiciones físicas del proceso en cuestión. Su empleo es bastante común, y globalizando responde de manera acertada a los requerimientos de los sistemas de medición de nivel.

Una de las mayores ventajas y al mismo tiempo, razones para apostar por su utilización, corresponde a su versatilidad para trabajar con las placas Arduino, disponiendo de librerías para su programación en software, que simplifican increíblemente su empleo en el diseño del sistema. De la misma forma, sus dos pines de emisión de disparos y recepción de señal para el cálculo de la distancia, están basados en una simple equivalencia matemática, que calcula el tiempo que tarda la onda de ultrasonido en salir y llegar hacia el sensor. En el software del dispositivo debe de emplearse esta ecuación para el cálculo de la distancia total. No son necesarios circuitos externos de adaptación, con la simple conexión a los pines de Entrada/Salida digitales del arduino es suficiente para obtener la medición deseada.

Por otro lado, el segundo sensor disponible para la realización de la medición continua de Nivel es el Sensor de Presión MPX5010DP, un sensor ideal para realizar la medición de nivel, de manera indirecta. La principal razón para elegir a este medidor radica en que la señal de salida del mismo corresponde a un voltaje que oscila entre los 0 y 5 V, lo que maneja perfectamente el rango de medición respectivo sin adherir un mayor inconveniente para las lecturas analógicas de la placa Arduino Uno. Este sensor puede medir presiones diferenciales de hasta 10 kPa (14,5 psi), siendo adecuado para una aplicación de medición de nivel basado en este principio específicamente. Es así como no es necesario diseñar el acondicionamiento del sensor, ya que su estructura fue diseñada para conseguir trabajar con dispositivos como un microcontrolador.

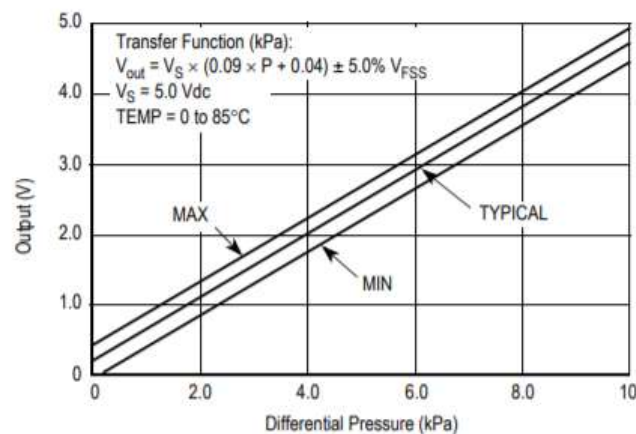


Figure 4. Output vs. Pressure Differential

Figura 29: Relación voltaje/temperatura del sensor MPX5010DP

Fuente: Castaño S. (2019)

La ecuación para obtener la medida de presión del sensor es la siguiente, basada en el gráfico de la figura:

$$P = \frac{V_{out} - 0.04V_S \pm Tol}{0.09V_S} \quad (17)$$

Dónde V_S es el voltaje de alimentación (Que será de 5 V), V_{out} el voltaje de salida del sensor (Que será leído por el Arduino, y varía entre 0 a 5 V) y Tol es la tolerancia, que ajusta la medida según sea el caso. Para obtener la medida de nivel, es necesario tomar en cuenta que:

$$P = \rho gh \quad (18)$$

Dónde P es la presión, ρ es la densidad del líquido, g la gravedad y h la altura.

Despejando h de la ecuación:

$$h = \frac{P}{\rho g} \quad (19)$$

Entonces, tomando en cuenta los valores para las constantes, y que la medida de presión es entregada en kPa, se tiene:

$$Pa = \frac{kg}{m * s^2} \quad (20)$$

La densidad del agua (Líquido a medir), corresponde a:

$$\rho_{Agua} = 997 \frac{kg}{m^3} \quad (21)$$

Por último, la gravedad de la tierra viene dada por:

$$g = 9.8 \frac{m}{s^2} \quad (22)$$

Por lo tanto, si se tiene en la salida del sensor el valor máximo de presión, este representa entonces el siguiente valor de altura en el tanque de almacenamiento:

$$h = \frac{10000 \frac{kg}{m * s^2}}{(997 \frac{kg}{m^3}) * (9.8 \frac{m}{s^2})} = 1.02 m \approx 1 m \quad (23)$$

Siendo, teóricamente el máximo valor medible con este principio de medición. Para realizar la medición de nivel, la instalación del sensor debe ser tal que se coloque en la siguiente disposición, en conjunto con la placa Arduino, en conexión a la entrada analógica a utilizar. Esta configuración mide la presión hidrostática del tanque, lo que permite calcular el nivel a partir de la misma, midiendo la diferencia de presiones entre el fondo del tanque y la atmósfera. Asimismo, en caso de que el tanque sea presurizado esta instalación no podrá ser realizada de esta forma (Ver figura 30)

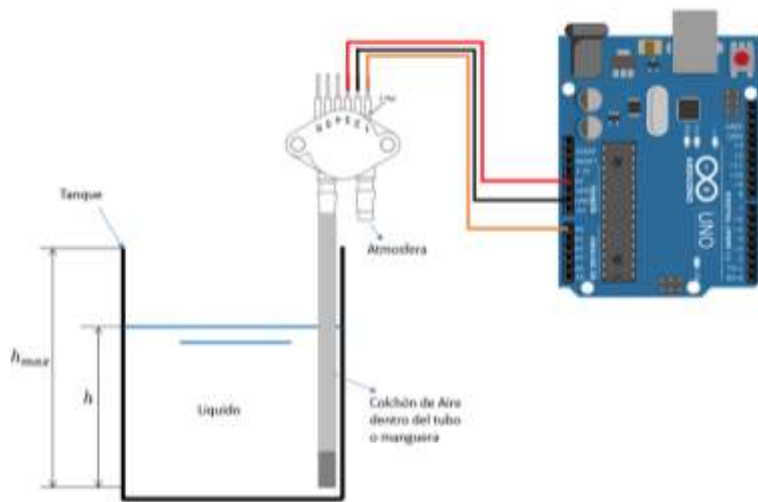


Figura 30: Instalación del sensor MPX5010DP para medición de Presión Hidrostática

Fuente: Castaño S. (2019)

- **Acondicionamiento de sensores para la Medición Puntual de Nivel**

Adicionalmente, los sensores de nivel puntual entregan señales de dos estados, detectando la presencia del líquido o estableciendo que este se encuentra fuera del punto de detección. Este aspecto genera una pequeña particularidad, que se relaciona con los niveles de tensión manejados por los sensores a utilizar. En principio, la técnica utilizada para medir nivel es independiente del sistema de adquisición de datos, ya que sólo se requiere una señal digital de detección. El problema nace en caso de que las señales manejadas por el sensor se encuentren por fuera del rango utilizado en el arduino (5 V para nivel alto y 0 V para nivel bajo). Con esto, se recomienda el uso de sensores que funcionen específicamente en este rango, o en su defecto, utilizar un circuito que regule el voltaje a 5 V, siendo este el valor que ha de aparecer durante su activación.

Los detectores industriales suelen alimentarse con 24/12 VDC, por lo que la salida durante su activación conectada al Arduino no se encuentra dentro del rango establecido para la operación de este tipo de dispositivo. Para permitir su utilización, se propone el siguiente circuito de adaptación de señal, que convierte la señal de

entrada de la base de un transistor (Señal del sensor), a una señal digital adecuada a los niveles de voltaje del Arduino. (Ver figura 31)

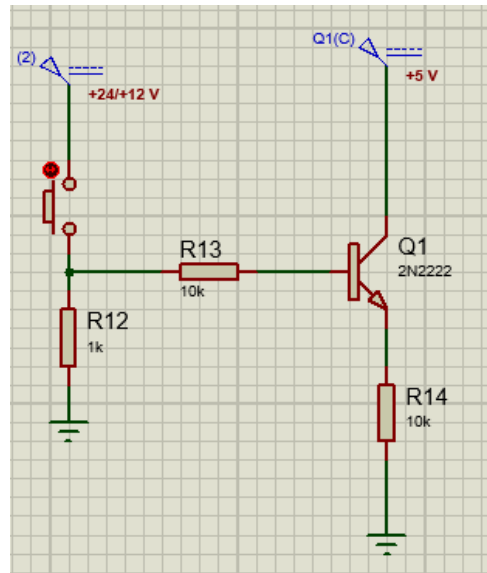


Figura 31: Circuito de acondicionamiento para detectores puntuales

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

La operación de este circuito es sencilla, el detector de proximidad conecta su salida a la base del transistor NPN 2N2222, a través de una resistencia de 10K Ω . Una fuente de 5 V se conecta al colector, y una resistencia de 10 K Ω lo hace al emisor del mismo. Cuando el sensor detecte (Envío de una señal a nivel alto), la salida del emisor estará a 5 V, mientras que estará a 0 V cuando la señal de la base sea nula. De esta forma, se debe conectar el nodo del emisor del transistor y la resistencia a una entrada digital del Arduino, permitiendo su lectura dentro del rango de voltaje deseado.

4.3.1.3. Dispositivo de adquisición y tratamiento de señales

Para el proceso de adquisición de datos, es necesario utilizar un dispositivo capaz de realizar la conversión de las señales analógicas provenientes de los sensores y sus respectivos circuitos de acondicionamiento, en señales manejables por sistemas digitales basados en microcontroladores y en líneas generales, dispositivos programables. Para esto, se hará uso de la placa Arduino UNO, que dispone de 6 entradas analógicas, conectadas a un convertidor Analógico/Digital, que se encarga de

procesar las señales y permite realizar las lecturas mediante un código basado en simple programación.

Las entradas analógicas del Arduino soportan como máximo una tensión de 5 V, además de tener en cuenta que el CAD es de 10 bits, elementos a tomar en cuenta al momento de adquirir las señales recibidas de los sensores conectados. Por su parte, las señales digitales son manejadas a través de los pines de Entrada/Salida digitales, en donde la placa cuenta con un total de 14. Se requiere de una alimentación externa de 5 V a la placa, con la posibilidad de utilizar voltajes mayores si se emplea el regulador de voltaje adherido a la misma.



Figura 32: Placa Arduino Uno R3.

Fuente: Digizone (2022)

Para este caso, serán utilizadas 5/6 entradas analógicas de la placa Arduino Uno. Se conectan los sensores de temperatura a las primeras 3 entradas (A0, A1 y A2), mientras que los de nivel continuo a las entradas A3 y A4. Por otro lado, los sensores de nivel puntual han de ser conectados a dos de las entradas digitales, que simplemente obtendrán el estado de los mismos de manera permanente. A continuación, se muestra un esquemático que contiene las conexiones a realizar y todos los dispositivos que son parte del sistema físico. (Ver figura)

4.3.1.4. Dispositivo de conexión remota

Digitalizadas las señales de los sensores mediante la placa Arduino, es necesario emplear un dispositivo capaz de tomar estas mediciones, y encargarse de desplegar gráficamente una interfaz que muestre el estado de las variables acertadamente. El objetivo de esta investigación radica en la construcción de un sistema de monitoreo remoto de variables físicas, por lo cual, se considera imprescindible el uso de un dispositivo con acceso a internet, que posea la suficiente versatilidad como para facilitar el acceso al usuario mediante una conexión sencilla, sin generar una mayor complicación en el proceso de transmisión de datos.

En virtud de lo expuesto en el párrafo anterior, el uso de un microprocesador, en específico, de una Raspberry Pi, se considera el dispositivo más adecuado para el cumplimiento de esta tarea. No sólo por las prestaciones ofrecidas, que están a la altura de un microordenador, sino al mismo tiempo, la Raspberry Pi genera la posibilidad de hacer el sistema lo más portátil posible, por sus dimensiones, acoplables prácticamente a cualquier entorno. La interfaz de su sistema operativo, Debian OS, es ideal para el desarrollo de aplicaciones IOT, por lo que, al observar todas las ventajas del empleo de este equipo, se concluye que su utilización es la más adecuada para la presente aplicación. De manera específica, entre todos los modelos disponibles, se escoge a la Raspberry Pi modelo 3B, que cumple con las siguientes características:

RASPBERRY PI 3 MODEL B	
PROCESADOR	Broadcom BCM2837, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC
FRECUENCIA DE RELOJ	1,2 GHz
GPU	VideoCore IV 400 MHz
MEMORIA	1GB LPDDR2 SDRAM
CONECTIVIDAD INALÁMBRICA	2.4GHz IEEE 802.11.b/g/n Bluetooth 4.1
CONECTIVIDAD DE RED	Fast Ethernet 10/100 Gbps
PUERTOS	GPIO 40 pines HDMI 4 x USB 2.0 CSI (cámara Raspberry Pi) DSI (pantalla táctil) Toma auriculares / video compuesto Micro SD Micro USB (alimentación)

Figura 33: Características de la Raspberry Pi modelo 3B.
Fuente: Raspberry Pi (2022)



Figura 34: Raspberry Pi modelo 3B.
Fuente: Raspberry Pi (2022)

4.3.1.5. Diseño de la placa PCB del SAD

El diseño de la placa PCB fue realizado en el software de simulación Proteus, en el apartado disponible con la leyenda “PCB Layout”. La colocación de los componentes dentro del esquema es automática, y simplemente se disponen sobre la superficie. Asimismo, aquellos componentes que no estén presentes en el software de

simulación, fueron creados a través de un modelo que simplemente asemeja su posición para la estructura real del mismo. La placa diseñada busca integrar los circuitos de acondicionamiento de señales de los sensores de temperatura, incluyendo la amplificación y adaptación de las señales de la RTD, y los circuitos integrados para la colocación de las Termocuplas. Asimismo, se encuentran presente los circuitos de acondicionamiento de los sensores puntuales de nivel, que solamente se encargan de mantener el nivel de voltaje en el adecuado para señales digitales.

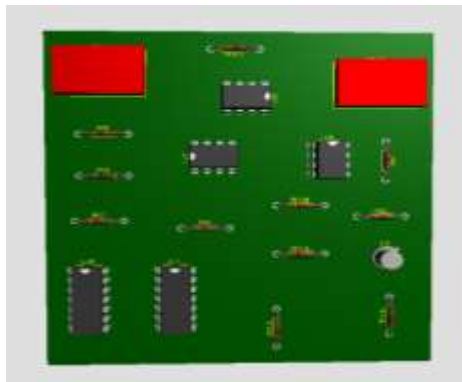


Figura 35: Placa PCB de los circuitos de acondicionamiento de señales

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.3.2. Interfaz gráfica de monitoreo para el usuario

Los datos recibidos por la Raspberry Pi deben de ser proyectados internamente para conocer visualmente el estado de las variables monitoreadas. Para ello, en el formato recibido, a través de comunicación serial, se crea un canal de comunicación en conjunto con el Arduino que debe de ser utilizado para la recepción y envío de información (Full Dúplex). Para interpretar estos datos y posteriormente observarlos se hará uso de un software conocido como Node Red, siendo el predilecto para aplicaciones de IOT dentro de dispositivos como la Raspberry Pi o computadores.

4.3.2.1 Instalación de Node Red en Debian OS

Para instalar este software dentro del dispositivo, los pasos a seguir son bastante sencillos, inicialmente hay que dirigirse a la consola de comandos de la Raspberry Pi, e introducir el código mostrado en la figura. Posteriormente, serán instalados los paquetes de Node JS, en conjunto con el software de Node Red, que instala un servidor

local en donde serán realizados los proyectos. Terminada la instalación, se debe iniciar la aplicación mediante el comando asignado, o simplemente buscando el ícono en las aplicaciones del sistema operativo. Para acceder, hay que dirigirse al navegador, e introducir la dirección IP asignada en conjunto con el puerto utilizado, ambos dados al momento de iniciar el programa.

4.3.2.2 Diseño de la interfaz gráfica

El diseño de la interfaz gráfica es llevado a cabo dentro de Node Red, con un método de programación gráfica mediante la conexión de nodos con funciones internas. La interfaz diseñada se compone de varias zonas, las cuáles serán explicadas individualmente para comprender su operación y lógica en el desarrollo de la misma para su conformación general. Esta se ubica en el Dashboard del software, que dispone de nodos específicos para mostrar gráficamente acciones específicas con interacción para el usuario.



Figura 36: Interfaz gráfica. Dashboard de Node Red.

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

- **Mediciones**

Las mediciones son mostradas en dos figuras independientes, que toman las variables recibidas mediante comunicación serial desde el Arduino y las transforman a un formato gráfico observable directamente en estas. Las figuras son interactivas, así que modifican su apariencia en conjunto con las variaciones en las mediciones. Asimismo, el rango de funcionamiento establecido para ambas variables está programado en sus configuraciones, así que el comportamiento de estas proyectará acertadamente las variaciones en las variables referidas.

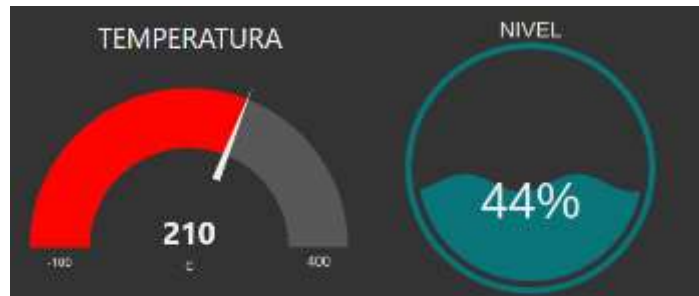


Figura 37: Figuras de medición interactivas.

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

- **Gráficos temporales**

Posteriormente, se tienen gráficos temporales que muestran el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo. Este tipo de gráficos son útiles para observar la tendencia del proceso físico durante un periodo determinado, lo que permite hacer un seguimiento preciso con una brecha lo suficientemente adecuada como para proveer una utilidad al sistema. Los datos recibidos por comunicación serial y adaptados por dicho nodo se envían simultáneamente a las figuras interactivas y los gráficos. (Ver figura 38)

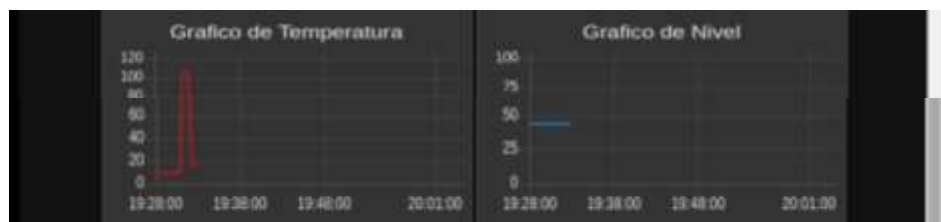


Figura 38: Gráficos de $T/N = f(\text{tiempo})$

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

- **Configuración del usuario**

Para permitir la total interactividad del usuario, la interfaz permite que este realice la configuración manual de dos apartados, el primero referido a los sensores utilizados para medir Temperatura y Nivel en el sistema físico, y el segundo caso corresponde a los valores límites que activarán las alarmas. En el primer caso, existen 6 opciones posibles que son elegibles por parte del usuario. De manera inmediata, si este selecciona alguna de estas se envía automáticamente un carácter por comunicación serial al Arduino, y este lo interpreta a través de una programación interna como la lectura específica de dos de sus entradas, una para Temperatura y otra para Nivel. El proceso es automático, así que se genera la posibilidad de modificar en cualquier momento el conjunto de sensores utilizados. (Ver figura 39)



Figura 39: Configuración de sensores utilizados

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Asimismo, los valores límites para el funcionamiento del sistema se encuentran referidos al rango deseado por parte del usuario, y son modificables mediante un simple selector que cambia sus propiedades en tiempo real. Esto da la versatilidad al sistema de poder ser totalmente manipulable de forma gráfica, siendo simple para su propia utilización.

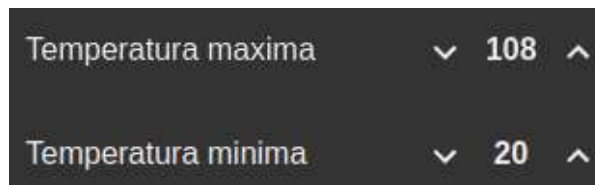


Figura 40: Selectores de temperatura máxima y mínima

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

- **Alarmas**

Las alarmas indican que las mediciones de las variables de nivel y de temperatura se encuentran por fuera del rango establecido. Para el caso de la temperatura, los selectores establecen el valor mínimo y máximo para los cuáles la alarma estará encendida, y los LEDS se colocan en color rojo al estar activados, mientras que se ponen en blanco para el caso contrario. Por otro lado, los sensores de nivel puntual

reflejan su estado en los LEDS de la parte derecha, referidos a la detección de nivel alto o bajo. Cuando están activados toman un color azul, y el blanco representa el otro estado. En conjunto, las alarmas de temperatura se infieren de la medición del sensor, y se encuentran programadas en la interfaz, mientras que los detectores de nivel funcionan a partir de la conexión de señales al Arduino.



Figura 41: LEDS para el estado de las alarmas en la interfaz

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.3.3 Desarrollo de la página web

Una página web es una herramienta muy poderosa en el mundo del internet ya que es un documento accesible desde cualquier navegador web que posea acceso a internet, esta puede incluir audio, vídeo, texto y sus diferentes combinaciones dentro de la misma. Gracias a todos los beneficios y versatilidad que nos suministra hoy en día, se decidió desarrollar una página web para añadir valor a los productos y/o servicios que se ofrecen con el presente proyecto de investigación, también ayuda a promocionar los servicios, generando captar la atención de los usuarios y conseguir que muchas personas se encuentren a gusto con el servicio y quieran utilizarlo para solucionar aquellas adversidades que se les presenten con respecto a la temática en cuestión.

En lo que respecta a la elaboración de la página web, se utilizó una gran variedad de comandos y códigos relacionados con los lenguajes de HTML5, CSS3 y JavaScript para dar una estructura adecuada, un estilo personalizado y características interactivas al sitio web. Dicha página se puede seccionar para su mejor entendimiento en partes, primero se tiene la etiqueta “html” que engloba toda la estructura, de ella se desglosan dos etiquetas, el “head” y el “body” y de este último se subdivide en tres etiquetas principales llamadas “header”, “main” y “footer”, a continuación, se procederá explicar su estructura:

4.3.3.1. Html

4.3.3.2. Head

El elemento “head” es la primera de las dos partes en que se estructura un documento HTML y contiene las etiquetas que no aparecen en la pantalla del navegador, pero que ayudan a muchos consumidores de las páginas para identificarlas o mejorar su funcionalidad. Normalmente al igual que en el caso presente, provee información general (metadatos) acerca del documento, incluyendo su título y enlaces a scripts y hojas de estilos.

4.3.3.3. Body

El elemento “body” contiene todos los aspectos representables del documento. Este es el lugar donde se arrojan todos los elementos y contenidos que los visitantes alcanzarán, dicho en otras palabras, representa el contenido del documento HTML. Dentro del mismo se encuentran tres de las etiquetas más importantes que conforman una página web (header, main y footer), a continuación, se procederá a mostrar los resultados obtenidos de la elaboración de las etiquetas mencionadas anteriormente:

4.3.3.4. Header

La siguiente figura muestra el diseño de la parte inicial de la página web donde se encuentran el logo, el nav y la estructura central del header con un botón que permite redireccionar al visitante a descargar la app Remote Red en la tienda oficial de Google play Store como una herramienta para monitorear las variables físicas de nivel y temperatura en un tanque de almacenamiento de líquidos desde cualquier dispositivo escaneando un código QR.



Figura 42. Header

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Por otro lado, en la figura anterior se puede apreciar en la parte superior derecha un botón de menú que al hacer click sobre él nos despliega la sección de navegación de la página notada en la figura, la cual contiene (Inicio, Sistema, Portafolio, Mediciones, Beneficios, Opiniones, Autores y Contacto). Cada uno de los nombres mencionados anteriormente agrega mucha versatilidad e interactividad a la página gracias a la ayuda del lenguaje CSS3 y JavaScript ya que permite ir directamente hacia las distintas secciones dentro de la misma con tan solo un simple click sobre alguno de ellos y, por lo tanto, es visualmente de mejor agrado para los usuarios.

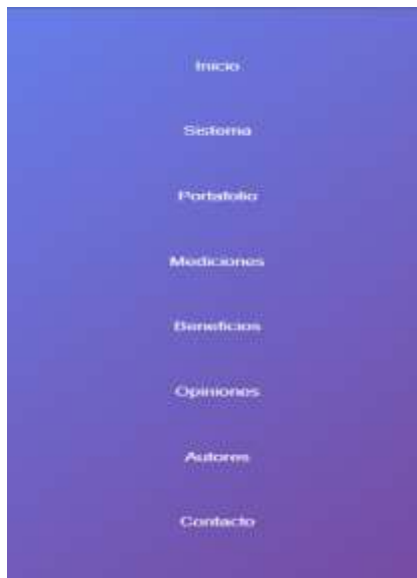


Figura 43. Nav o Elemento de Sección de Navegación

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.3.3.5. Main

Como ya se mencionó, el main es una de las partes más esenciales dentro de un documento HTML, ya que en él se encuentra gran parte del contenido que es reflejado a través del sitio web. Dentro del presente sitio web el main contiene seis secciones las cuales representan, el funcionamiento del sistema, la galería de dispositivos esenciales, las mediciones disponibles, los beneficios de monitorear un tanque, las opiniones de los usuarios y una breve biografía de los autores de la elaboración de la misma. El objetivo de estas secciones es simplemente dar a conocer a los usuarios visitantes lo

que ofrece este servicio para que ellos puedan evaluar según sea su caso la eficiencia y el óptimo uso de esta herramienta para sus propios beneficios. Por consiguiente, en seguida se puede apreciar el resultado obtenido de su elaboración en las siguientes ilustraciones:



Figura 44 Sección “Funcionamiento del Sistema”
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 45. Sección “Galería de dispositivos”
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 46. Sección “Mediciones Disponibles”

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 47. Sección “Beneficios de monitorear tu tanque”

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 48. Sección “Usuarios”

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 49. Sección “Autores”

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.3.3.6. Footer

Finalmente se tiene el elemento footer el cual representa el pie de página de un documento HTML, donde los autores habitualmente colocan firmas, información acerca del autor, información de licencias, documentos relacionados, etc. Por lo tanto, se decidió colocar información referente a los autores como la localización en la que se encuentran, el email y un número telefónico por el cual se puede contactar en caso de alguna interrogante o problemática durante el empleo del servicio y también contiene su respectivo Copyright.



Figura 50. Footer

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.3.4 Conexión de Enlace de Datos Remoto

En el mundo de las telecomunicaciones, un enlace de datos (data link) es el medio de conexión entre dos lugares con el propósito de transmitir y recibir información,

Ahora bien, si esta conexión se realiza de forma remota puede ofrecer una gran variedad de ventajas para los usuarios ya que es una tecnología que permite a las personas acceder a un servidor desde dispositivos que no se encuentran en un mismo entorno, por lo que, no requiere una conexión física entre las computadoras, ya que el proceso se realiza a través de una red virtual. Para llevar a cabo dicho enlace remoto en el presente trabajo de investigación se optó por hacer uso de un programa muy versátil llamada Remote Red que permite tener una interconexión entre el software de desarrollo del sistema remoto (Node Red) y un dispositivo móvil con acceso a internet (Smartphone, Tablet, etc). Por lo tanto, su funcionalidad ayuda a lograr un enlace de datos remoto con el dispositivo Raspberry Pi 3 Model B, para posteriormente tener acceso a efectuar las mediciones de nivel y temperatura en un tanque de almacenamiento de líquidos.

4.3.4.1 Remote Red

Para lograr la conexión remota fue necesaria la instalación de la aplicación Remote Red, disponible en dispositivos Android y IOS. Esta aplicación ofrece beneficios increíbles en lo que respecta a la interconectividad de dispositivos de forma remota, permitiendo tener acceso a los flows desarrollados en Node Red dentro de una PC, Raspberry Pi, o cualquier otro dispositivo sobre el cual se esté desarrollando el proyecto. Igualmente, la accesibilidad al Dashboard del mismo se considera un aspecto totalmente clave, ya que el usuario tendrá la posibilidad de controlar el sistema de manera remota utilizando esta aplicación.



Figura 51: Logo de la aplicación Remote Red en Android/IOS
Fuente: Google Play Store (2022)

Para configurar Remote Red, los pasos a seguir son sumamente simples. Dentro del Flow desarrollado para el proyecto, se añaden dos nodos ya instalados previamente dentro de la interfaz. El primero es conocido como “remote Access”, y el segundo como “remote notification”. Ambos nodos permiten la posibilidad de manejar la interfaz de Node Red desde un dispositivo móvil, añadiendo todas las prestaciones disponibles para cumplir este propósito. Se debe entrar a la configuración del mismo, como se muestra en la figura (52):

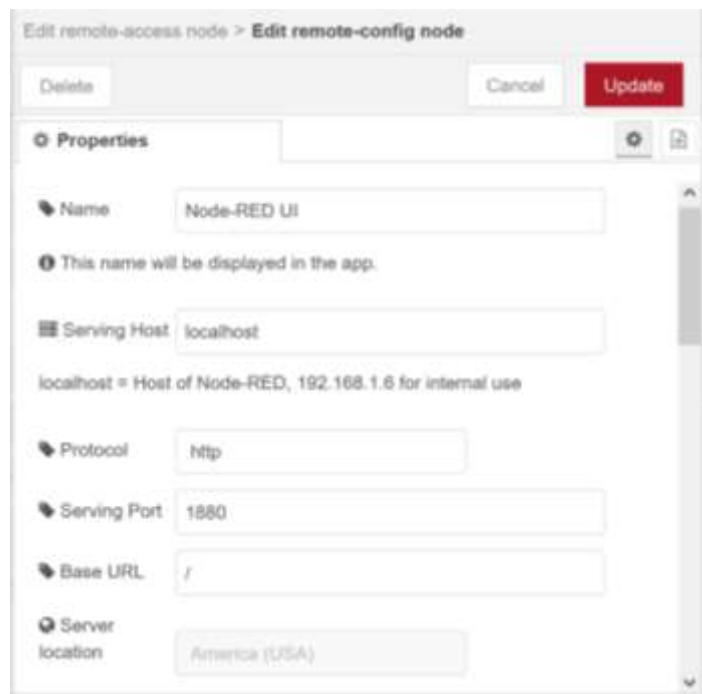


Figura 52: Configuración de los nodos de acceso remoto

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Dentro del nodo, inicialmente debe de ser colocado el nombre del servidor local, que corresponderá al asignado dentro del localhost. Se configura igualmente el protocolo http, junto al puerto 1880 para el empleo de la conexión. Asimismo, para que la conexión sea remota es necesario conectarse a un servidor ubicado en otra parte del mundo, eligiendo así a Estados Unidos como el punto de referencia desde donde se transmitirá y recibirá la información.

Igualmente, para la conexión directa entre el dispositivo a utilizar y la interfaz de desarrollo, Node Red suministra un código QR que debe de ser escaneado para añadir

las instancias correspondientes en los equipos a utilizar. El código de la presente aplicación se muestra en la figura, en dónde se tiene en cuenta que al ser escaneado se conseguirá instantáneamente la conexión desde el dispositivo al servidor externo.

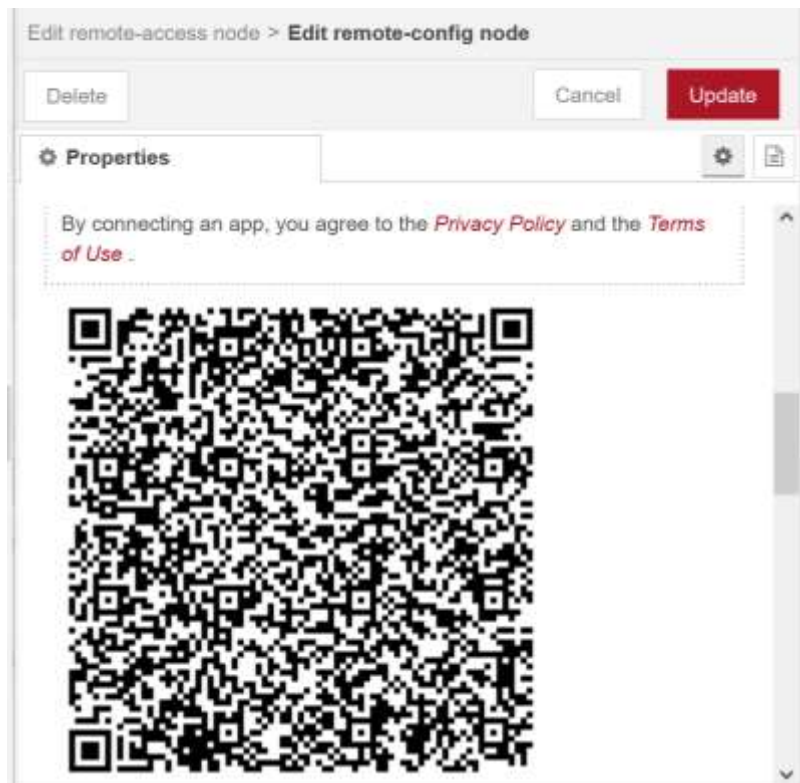


Figura 53: Código QR para permitir el acceso remoto

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

La interfaz de la aplicación móvil Remote Red es sencilla e interactiva, por lo que esta se ajusta perfectamente a los usuarios sin la necesidad de poseer conocimientos profundos sobre esta temática. En la figura (54) se muestra la pantalla inicial de esta aplicación, en donde, para iniciar la conexión con el servidor ubicado en USA, se añade una nueva instancia que permitirá escanear el código QR disponible en la pantalla del dispositivo para su configuración inicial. Partiendo de esto, al realizar la conexión se desplegará el mensaje en pantalla de la figura, dando por sentado el enlace de los datos entre el software Node Red y la aplicación Remote Red.

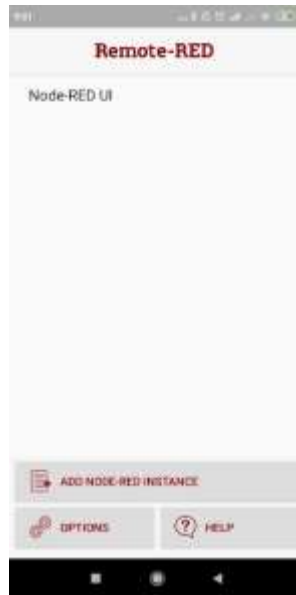


Figura 54: Interfaz de la aplicación Remote Red
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

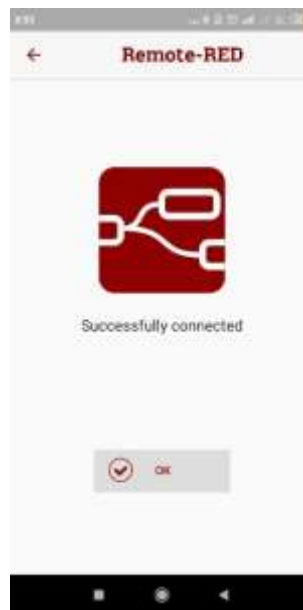


Figura 55: Mensaje de confirmación de la conexión
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Asimismo, dentro de Node Red se integran los nodos utilizados para recibir notificaciones de manera remota (Ver figura 56). Para su utilización, simplemente deben de recibirse mensajes interactivos que indiquen que la notificación debe de ser

proyectada en la aplicación móvil, precisamente en la barra de notificaciones del dispositivo. Los nodos de notificaciones obligatoriamente deben de contener el título de las mismas, y su contexto, para explicar adecuadamente su envío.



Figura 56: Nodos de notificación para las alarmas de alta y baja temperatura
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

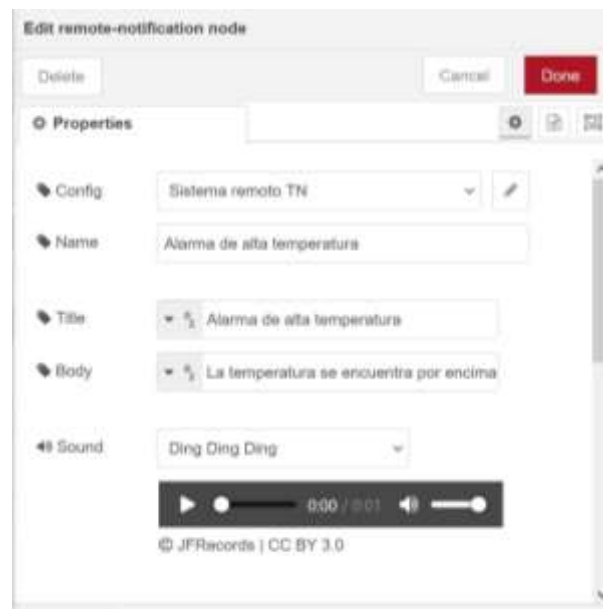


Figura 57: Nodos de notificación para las alarmas de alta y baja temperatura
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

En la figura anterior, se muestra la configuración interna del nodo de la notificación de alta temperatura. Dentro de este, se añade la instancia de Remote Red utilizada, el nombre del nodo en su gráfico, y lo más importante, el título y cuerpo de la notificación, que contendrán el mensaje enviado a proyectar en el dispositivo móvil. Todos los nodos de notificación funcionan de igual forma, y en total, se encuentran

cuatro nodos para realizar esta tarea dentro del Flow de Node Red (Alta temperatura, Baja Temperatura, Nivel Alto y Nivel Bajo).

4.3.5 Base de datos

La base de datos diseñada debe de cumplir con los requerimientos necesarios para manejar correctamente los datos de Nivel y Temperatura provenientes de los sensores, por lo que la adaptación de estas mediciones de manera adecuada es importante en beneficio de las necesidades de los usuarios. En el presente caso, el programa seleccionado para la construcción de la base de datos es MySQL, por la simplicidad en el manejo de los registros encontrados en las tablas construidas dentro de la misma interfaz.

Para conseguir el funcionamiento de la base de datos, es necesario descargar una aplicación conocida como LAMP (En algunos casos puede venir instalada de fábrica), que engloba los tres softwares necesarios para el uso de la base de datos (MySQL, Apache, PHP). A través de la ventana de comandos de la Raspberry Pi se introducen los comandos respectivos para la instalación y posterior configuración de cada uno de los programas buscados. El servidor apache permitirá alojar localmente la base de datos, y tener la disponibilidad de ubicarla en una dirección IP privada alojada en un localhost. Igualmente, phpMyAdmin es clave para la gestión de la base de datos, por lo que su utilización para el correcto manejo de la misma se considera imprescindible dentro del proyecto.

4.3.5.1 Creación de la base de datos

La creación de la base de datos se realiza dentro de phpMyAdmin, utilizando las opciones que esta aplicación da para la interactividad con la base de datos de manera gráfica, simplificando increíblemente la construcción de la misma, por la simple inclusión dentro de su estructura. Su integración puede realizarse manualmente dentro de la interfaz del programa, utilizando la herramienta interactiva mostrada en la figura.

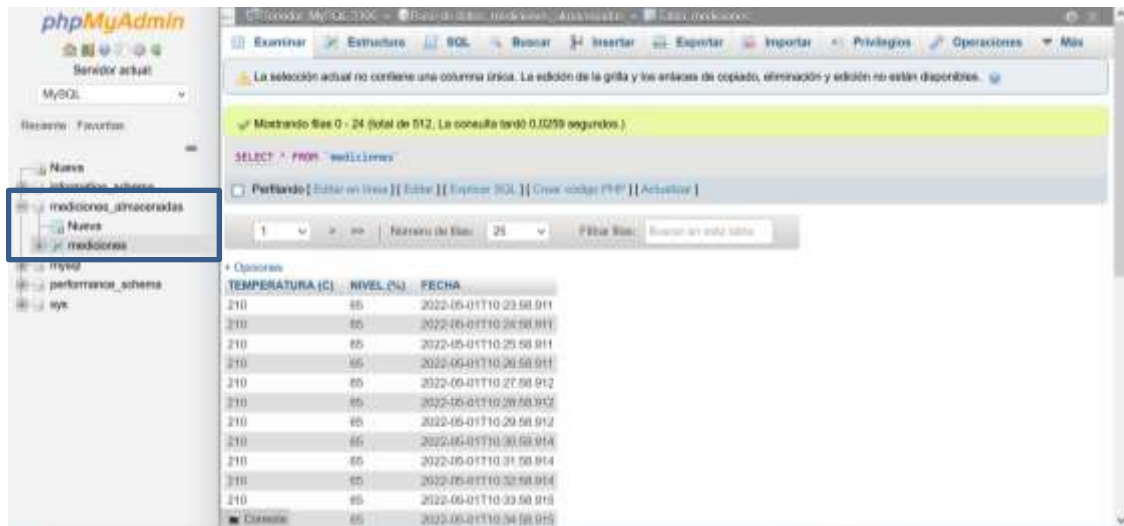


Figura 58: Creación de la base de datos “mediciones_almacenadas” y la tabla “mediciones”

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Se observa como la integración de la base de datos dentro del programa se inserta simplemente utilizando las opciones suministradas dentro del mismo. La tabla creada con el nombre “mediciones” contiene las mediciones del sistema remoto en tiempo real, que son enviadas mediante la interfaz gráfica interactiva desarrollada en Node Red. Las mediciones son colocadas en tres columnas, la primera para la Temperatura (En °C), la segunda para el Nivel (En %), y la tercera que indica la fecha y hora del registro correspondiente. Estas mediciones son asignadas de forma progresiva, y su colocación debe ser realiza en el lenguaje SQL realizado específicamente para este propósito. Los datos recibidos desde Node Red toman en cuenta este formato, como se verá en la configuración de los nodos.

4.3.5.2 Configuración de la base de datos en Node Red

Entre las múltiples posibilidades existentes dentro de Node Red, el uso de los nodos de interactividad con bases de datos, en especial con el lenguaje MySQL, puede ser realizada de forma sencilla, a través de la configuración interna del servidor local instalado, en virtud de la correcta aplicación de las técnicas que permiten obtener esta interconectividad entre las aplicaciones. En la figura puede verse como el nodo utilizado para MySQL se dispone sobre el Flow principal del diseño.

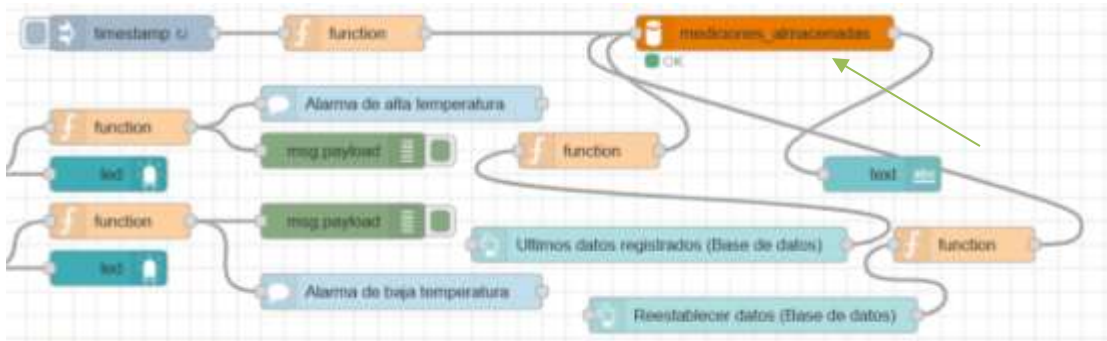


Figura 59: Nodo de configuración de MySQL y Node Red (Verde)

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

A través de este nodo se realiza la configuración interna del servidor local y la interfaz de phpMyAdmin, permitiendo realizar modificaciones en la base de datos a través del envío de mensajes dentro de la interfaz diseñada. En la figura (60) se proyecta a configuración interna de este nodo, logrando realizar este objetivo llenando los distintos campos que son parte de este.

Figura 60: Configuración interna del nodo MySQL database

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Dentro de este nodo, simplemente se optimizan las características para la obtención de las prestaciones necesarias en la conexión de la base de datos local y la interfaz de Node Red. Con esta base de datos se tienen tres objetivos, registrar los datos de temperatura y nivel con su respectiva fecha y hora de inclusión, observar los datos

registrados con la aplicación de Remote Red, de manera remota, y finalmente, tener la posibilidad de eliminar los registros de la tabla en caso de que el usuario lo desee, todas estas ocurriendo en cualquier momento dentro de la aplicación.

4.3.5.3 Integración con la aplicación remota

La integración con la aplicación remota se realiza incluyendo los nodos de control observados en la figura, dentro de la programación del Flow principal del sistema. A partir de allí, la consecución de las acciones que intervienen en la base de datos se realiza enviando mensajes del tipo “msg.topic” en la programación interna de los nodos. Un ejemplo puede verse en la figura, en donde se envían datos con el formato respectivo a la base de datos mediante la instrucción almacenada en el mensaje, que se envía en el lenguaje SQL necesario para la comprensión por parte de la base de datos.

```
1 var temp;  
2 var lev;  
3 var tzoffset = (new Date()).getTimezoneOffset() * 60000;  
4 var fechahora;  
5 fechahora = (new Date(Date.now() - tzoffset)).toISOString().slice(0,-1);  
6 temp = flow.get('tem');  
7 lev = flow.get('level');  
8 msg.topic = "INSERT INTO mediciones VALUES ('"+temp+"','"+lev+"','"+fechahora+"')";  
9 return msg;
```

Figura 61: Envío de las variables de Temperatura, Nivel y fecha de registro

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Esta instrucción se envía a cada minuto, debido a que se ejecuta cada vez que el nodo “timestamp” envía un impulso, y este fue configurado para que lo realizara cada minuto, permitiendo tener un total de 1440 registros diarios, suficiente para la cantidad de registros esperados dentro de la aplicación. En caso de desear un registro con mayor cadencia de extracción de datos, simplemente se modifica la función “timestamp” al tiempo deseado.

Con respecto a la observación de los datos registrados dentro de la base de datos y a la eliminación del contenido de la misma, se integran otros dos nodos encargados de realizar esta tarea, que son programados nuevamente en el lenguaje SQL enviando las instrucciones dentro del “msg.topic”. Las instrucciones enviadas se muestran a continuación. (Ver figura 62)

```
1 msg.topic = "SELECT * FROM mediciones";
2 return msg;
```

a)

```
1 msg.topic = "TRUNCATE TABLE mediciones";
2 return msg;
```

b)

Figura 62: a) Lectura de la base de datos y b) Eliminación de los datos de la base de datos

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Estas funciones sólo serán ejecutadas cuando reciban un mensaje a la entrada de los nodos en forma de impulso. Para ello, se configuran dos botones en la interfaz gráfica de usuario, que al ser presionados ejecutarán la función respectiva necesaria para cada caso. Estos botones son sencillos y prácticos para el objetivo deseado, por lo que su utilización ocurre sin mayor complicación. (Ver figura 63)

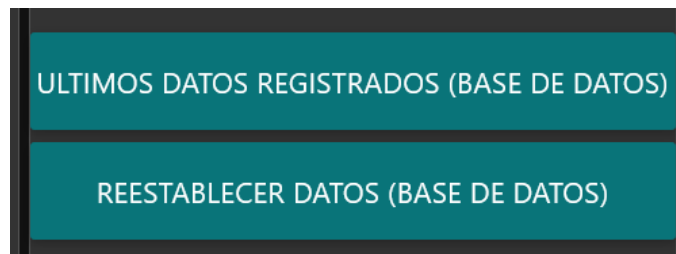


Figura 63: Botones que ejecutan las acciones mencionadas dentro de la base de datos

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

El funcionamiento de estos botones permite la interactividad total del usuario con respecto al sistema remoto. Fácilmente, un usuario conectado a través de Remote Red puede presionar cualquiera de estos dos botones, ejecutar la función de cada uno, y monitorear los registros de la base de datos, o incluso reestablecerlos en caso de ser necesario por parte de él. En líneas generales esto representa una forma de agregar, a través de un medio remoto simple pero compacto la posibilidad de gestionar una base de datos con las necesidades fundamentales para el proyecto.

4.4 Fase IV: “Simular el funcionamiento del sistema por medio del software existente destinado para este propósito”.

Habiendo finalizado el diseño total del sistema, es necesario realizar probaturas a través de simulación, con el objetivo de verificar completamente el funcionamiento práctico de este de forma generalizada. Para lograr esto, se deben integrar un conjunto de softwares que emularán el comportamiento de los distintos dispositivos que forman parte del esquema físico, así como las prestaciones necesarias en cada uno de los apartados disponibles.

Entre las partes que integran la estructura básica del sistema simulado, se encuentran los circuitos electrónicos que componen, junto a los sensores la totalidad del esquema físico, y son simulados dentro del software Proteus de Labcenter Electronics. De la misma forma, para simular el uso de una Raspberry Pi, es necesario emplear una máquina virtual, instalando la imagen ISO del sistema operativo con el que esta funciona. Internamente, se buscará lograr la simulación de la comunicación serial a través de un software conocido como Virtual Serial Port Driver, que permitirá asignar un puerto serial virtual a los dispositivos (Arduino Uno y Raspberry Pi) además de permitir el envío y recepción de información a través del canal destinado para este propósito. Explicados estos apartados se procederá a realizar la demostración práctica del funcionamiento del sistema.

4.4.1 Diagrama esquemático en Proteus

El esquema de Proteus se divide en tres zonas fundamentales, las cuáles se muestran en su totalidad en la figura. La división contempla la distribución de los sensores de temperatura y sus circuitos de acondicionamiento en la parte superior, posteriormente, se encuentra el Arduino Uno en conjunto con otros elementos que gestionan la información recibida, y finalmente, se disponen los sensores para la medición continua y puntual de nivel en la parte inferior. Los circuitos diseñados para la adquisición de datos fueron colocados de forma exacta al diseño planteado, incluyendo las características del sistema propuesto.

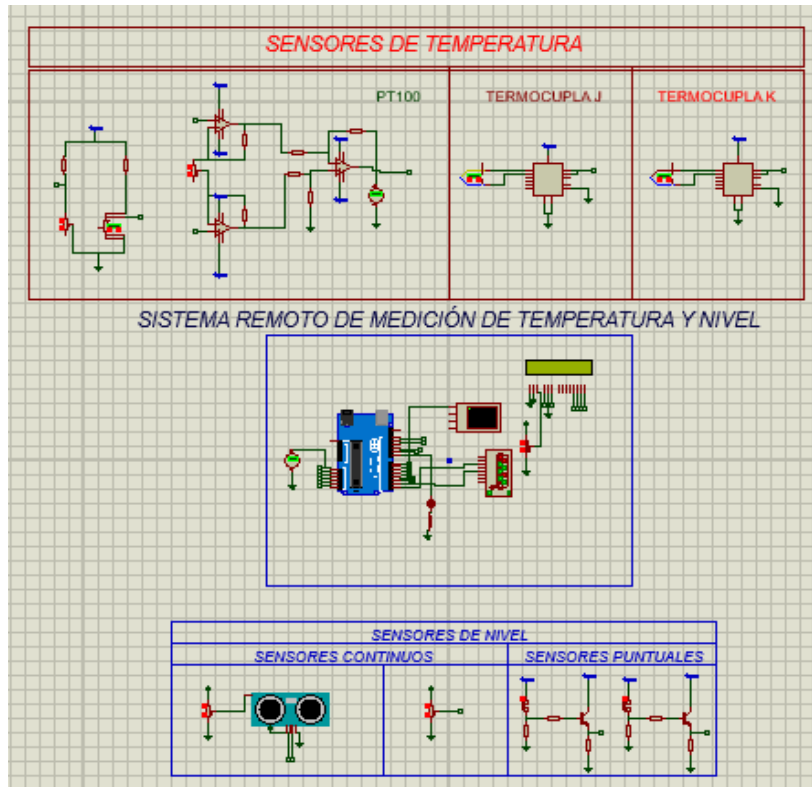


Figura 64: Esquema en Proteus del proyecto
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.4.2 Instalación de Debian OS dentro de una Máquina Virtual

4.4.2.1 VMware Workstation

Es necesaria la instalación de un software para el uso de una máquina virtual, por lo que, en este caso, se hizo la elección de VMware Workstation 10, para conseguir dicho objetivo. En líneas generales este programa es considerado uno de los que mejor experiencia ofrece al usuario, por su forma de optimizar los recursos del computador y la gran cantidad de opciones que dispone para que el computador utilizado opere adecuadamente.



Figura 65: Pantalla principal de VMware Workstation

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Como se observa en la figura, se dispone de un número de opciones bastante variadas para el uso del software. La interfaz de usuario es sencilla, y simplifica al máximo el proceso de crear y configurar a gusto una máquina virtual. Sólo es necesaria la imagen ISO del sistema operativo a instalar, para posteriormente asignar las características de operación del computador dentro de esta.

4.4.2.2 Instalación de la imagen ISO de Debian OS

La imagen ISO se descarga de la página oficial de Raspberry Pi, como se observa en la siguiente figura, tomando la última versión disponible:



Figura 66: Descarga de la imagen ISO de Debian OS

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Se crea una máquina virtual, y simplemente se introduce la ruta en dónde se encuentra ubicada la imagen ISO descargada. A partir de allí, se configura la cantidad memoria RAM asignada para la máquina, el tamaño del disco duro virtual y otros apartados de gran interés. Después de esto, la instalación ocurre con los mismos pasos que tendrían que ser realizados con una Raspberry Pi real. Finalizada la instalación, se observa la pantalla principal del sistema operativo, listo para ser utilizado.

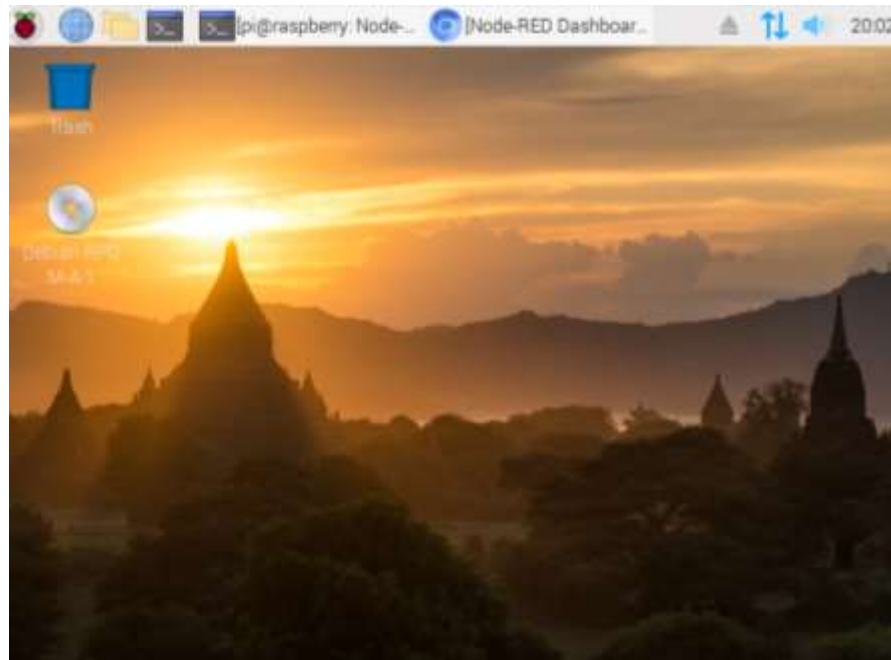


Figura 67: Pantalla principal de Debian OS en una Raspberry Pi simulada
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.4.3 Virtual Serial Port Driver

El uso del software Virtual Serial Port Driver se considera imprescindible para conseguir el funcionamiento del sistema, ya que a través de él es que se conseguirá la comunicación entre la placa Arduino Uno ubicada en Proteus y la Raspberry Pi simulada en la máquina virtual. Con esto, habiendo instalado el software deben de ser agregados los puertos virtuales a conectar, simplemente mediante su creación, como lo muestra la figura:

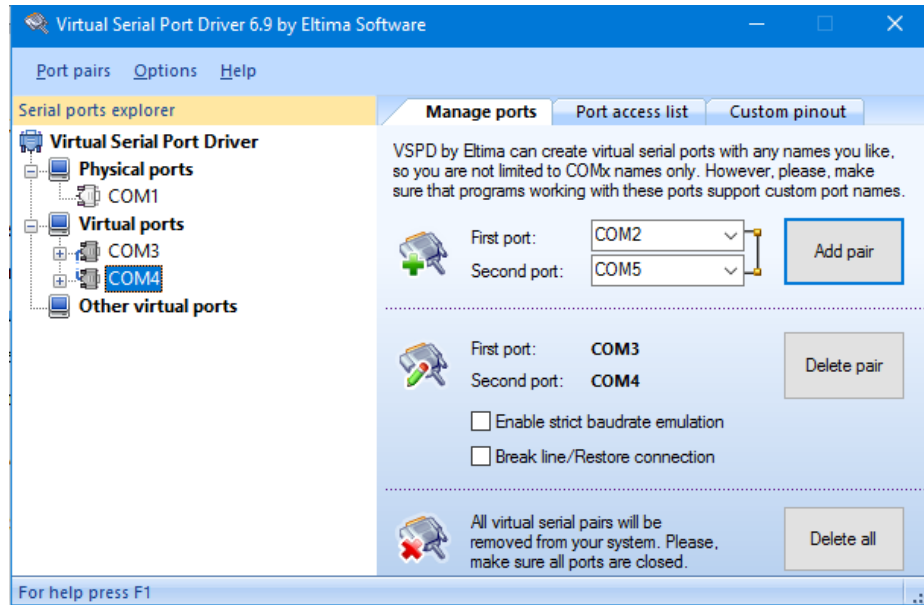


Figura 68: Creación y configuración de los puertos seriales virtuales
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Se añade un par de puertos virtuales, los cuales estarán disponibles para su asignación. En este caso los puertos creados fueron el COM3 y COM4, que deben de ser asignados respectivamente a los dispositivos que serán conectados entre sí para la comunicación serial. A continuación, se muestra la asignación y configuración en los softwares que utilizarán estos puertos.

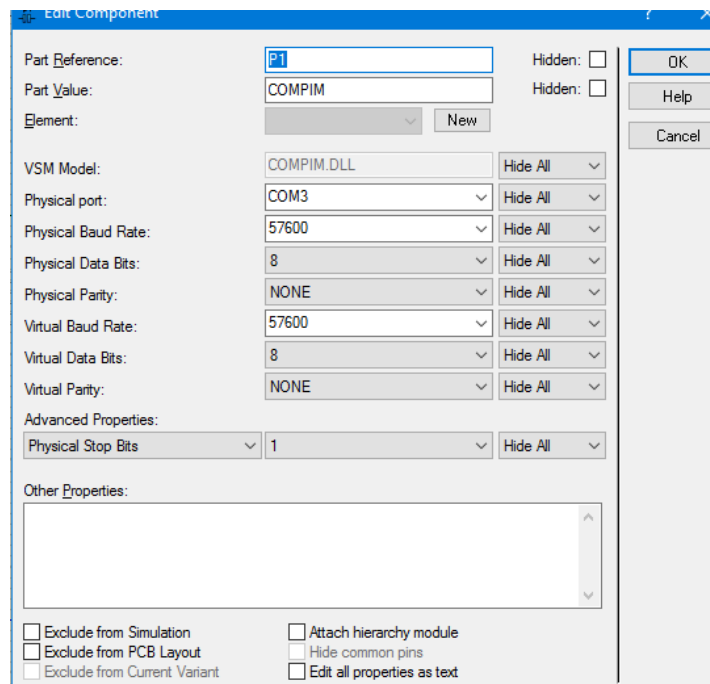


Figura 69: Asignación y configuración del puerto serial COM3 en Proteus

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

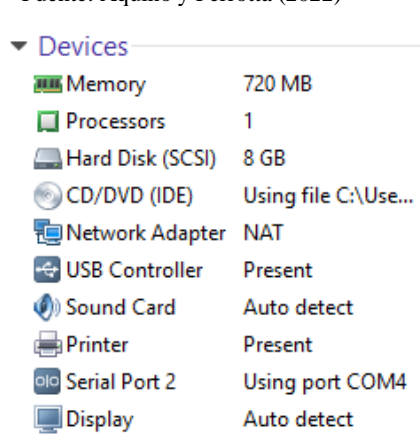


Figura 70: Asignación y configuración del puerto serial COM4 en VMware Workstation

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Como se observa en las figuras, se realiza la asignación de los puertos seriales a ambos softwares, siendo conectados a través del Virtual Serial Port Driver. El COM3 es configurado a una tasa de 57600 baudios dentro del software de Proteus, con otros datos de configuración que se mantienen en valores predeterminados. El COM4 por su

parte es asignado a la máquina virtual, para que la Raspberry Pi disponga de dicha configuración. Internamente, dentro de la interfaz de Node Red en el dispositivo, los nodos de comunicación serial deben configurar la misma información observada en Proteus, como se indica en la próxima figura:

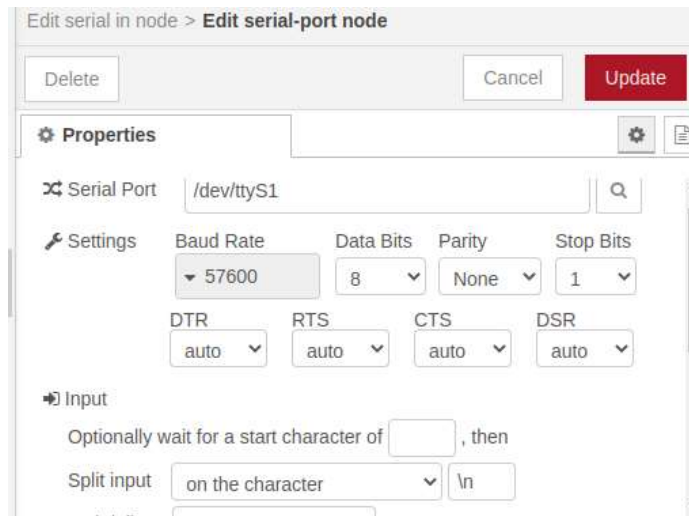


Figura 71: Asignación y configuración del puerto serial COM4 en Node Red

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Terminada la configuración, los puertos están listos para permitir el flujo de información de manera bidireccional, lo que permitirá enviar la información de los sensores desde el Arduino a la Raspberry Pi, y a su vez, suministrar la información de control de la interfaz desde la Raspberry Pi (Asignada desde Node Red) hacia el Arduino.

4.4.4 Configuración de Remote Red

La conexión remota a través de Remote Red con un Smartphone o Tablet es posible de una manera considerablemente sencilla. Dentro de Node Red, como ya fue mostrado en el apartado de diseño, se añade el nodo correspondiente al Remote Access, y se comienza a realizar su configuración interna. Su funcionamiento es muy simple, este deja un código QR que ha de ser escaneado por el usuario que tendrá total control del Dashboard y de todos los elementos del flujo de Node Red asociado. El acceso remoto es posible debido a que esta información se sube a través de este nodo a un

servidor externo ubicado en Estados Unidos, que posteriormente la devuelve hacia el dispositivo que se encuentra enlazado con el computador.

Asimismo, el dispositivo móvil escanea dicho código, y automáticamente aparecerá la opción de enlazarse con la interfaz de Node Red referida a este. El proceso de conexión es rápido, y la interactividad se encuentra añadida de manera correcta. De esta forma, se consigue configurar de manera remota la interfaz que el usuario dispondrá para el monitoreo del proceso físico.

4.4.5 Funcionamiento del sistema

A continuación, se presentará un ejemplo de cómo el sistema funciona, a través de la simulación de todos los elementos observados dentro de la estructura del trabajo de investigación. Esto permitirá entender en su totalidad el funcionamiento de Node Red de manera práctica, el uso de la interfaz del Dashboard y en concreto, todos los elementos que forman parte del esquema de funcionamiento adaptado.

4.4.5.1 Manejo del esquema físico simulado

Dentro del software Proteus se inicia la simulación respectiva con todos los componentes necesarios para este propósito, ya mostrados en el esquema completo de los puntos anteriores. Al iniciar la simulación, se debe verificar que los datos medidos de Nivel y Temperatura están siendo enviados por parte del Arduino a la Raspberry Pi, lo cual se verifica mediante el Virtual Terminal, un pequeño dispositivo simulado dentro de Proteus que permite observar los datos enviados por el puerto de Transmisión serial. La siguiente figura muestra este hecho, en donde el mensaje enviado envía los datos de esta forma: (Temperatura, Nivel, Sensor Alto, Sensor Bajo, Sensor Bajo).

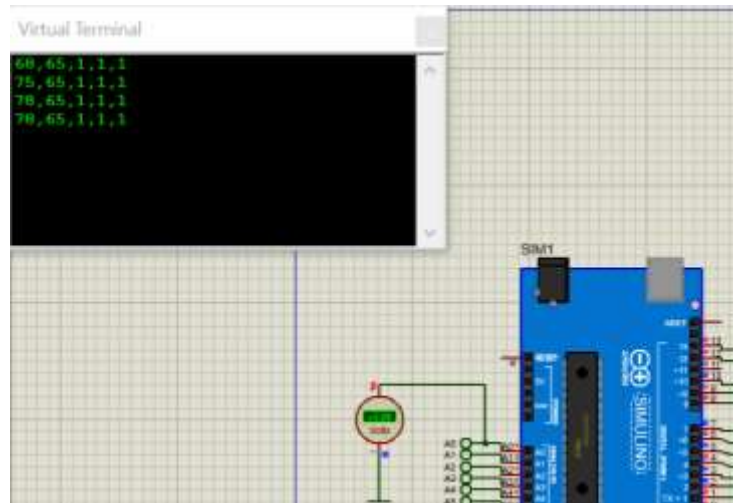


Figura 72: Virtual Terminal mostrando los datos enviados mediante el puerto serial

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Estas mediciones no son proyectadas hasta que el usuario configura en la interfaz del Dashboard de Node Red el par de Sensores utilizados para realizar la medición. De lo contrario, el Arduino no envía las mediciones y esto es verificable, debido a que la pantalla del Virtual Terminal se mantendrá en color negro, indicando que los datos no están llegando a la Raspberry Pi. Dentro de Proteus, se puede modificar el estado de los sensores simulados, un ejemplo de esto puede verse a través de la RTD PT100, que indica el valor presente de la medición (Ver figura 73). Modificando estos valores, lo mismo ocurrirá en la interfaz gráfica y base de datos respectivamente. Esto mismo ocurre con los demás sensores, incluyendo a aquellos que se encargan de medición de dos estados, como sucede con los sensores de nivel puntual.

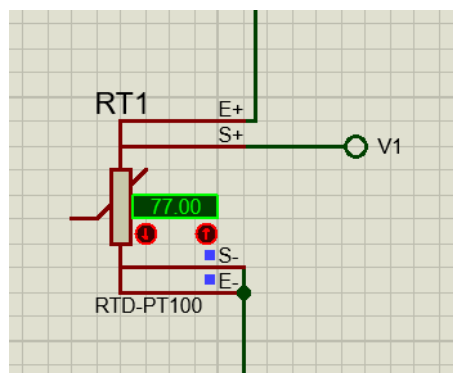


Figura 73: Control de la medición provista por la RTD

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

4.4.5.2 Funcionamiento e interactividad con la interfaz gráfica

La medición de Temperatura observada en la RTD debe ser vista instantáneamente en la interfaz gráfica, modificando automáticamente el estado del medidor colocado dentro de la misma (Ver figura 74). Al mismo tiempo, si se cambia la configuración de sensores utilizada, automáticamente las mediciones también sufrirán una modificación, para observar el estado de los otros sensores elegidos. Se muestra como el sistema modifica la interfaz cuando se elige la Termocupla J en conjunto con el sensor ultrasónico.



Figura 74: Observación de la medición provista por la RTD

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

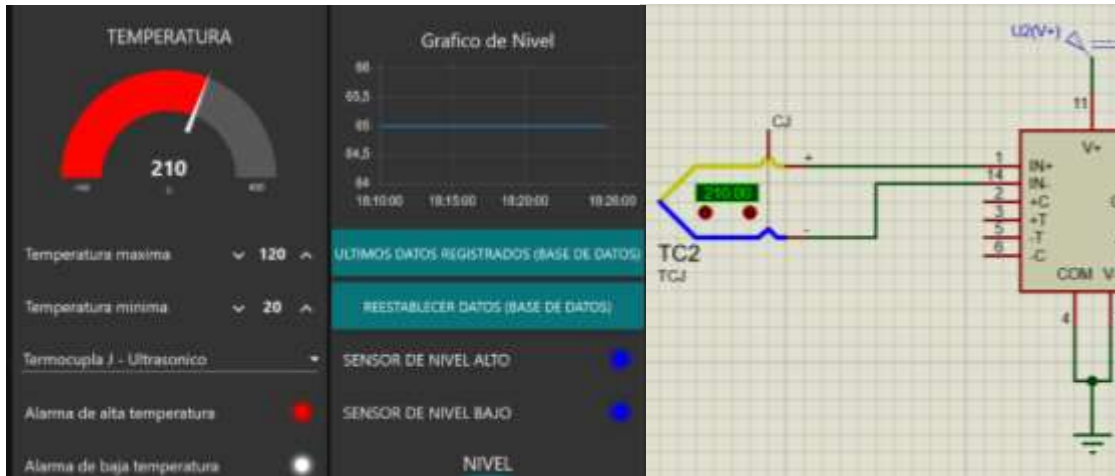


Figura 75: Cambio de configuración y medición registrada
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 76: Comportamiento de la temperatura registrada
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

En la figura, se muestra como al modificar la configuración respectiva a la Termocupla J y el sensor Ultrasonico, la interfaz muestra automáticamente el cambio realizado, y la gráfica de temperatura proyecta dicha variación de la misma manera. Por otro lado, la alarma de alta temperatura fue activada, debido que, dentro de la configuración de la interfaz, el rango adecuado se encuentra entre los 20 y 120 °C. Esta activación es observada gráficamente, al tener 210 °C, entonces se ilumina el LED de alta temperatura referido a esta. En el dispositivo móvil, se recibirá una notificación por el estado de alta temperatura, al unísono con el encendido del LED. Igualmente, los dos sensores de Nivel Alto y Bajo ubicados en Proteus se encuentran encendidos,

por lo cual, esto también es proyectado en la medición referida a los mismos dentro de la interfaz de simulación.

Por su parte, también se hace énfasis en la modificación de las mediciones de Nivel dentro del sistema, para ellos, se conecta un potenciómetro al sensor HC-SR04 ubicado en Proteus, teniendo en cuenta que se está utilizando el medidor de tipo ultrasónico. Modificando el porcentaje de resistencia se logra proyectar la variación ocurrida en el sensor, que realmente ocurre por la modificación de la distancia del líquido sensado.

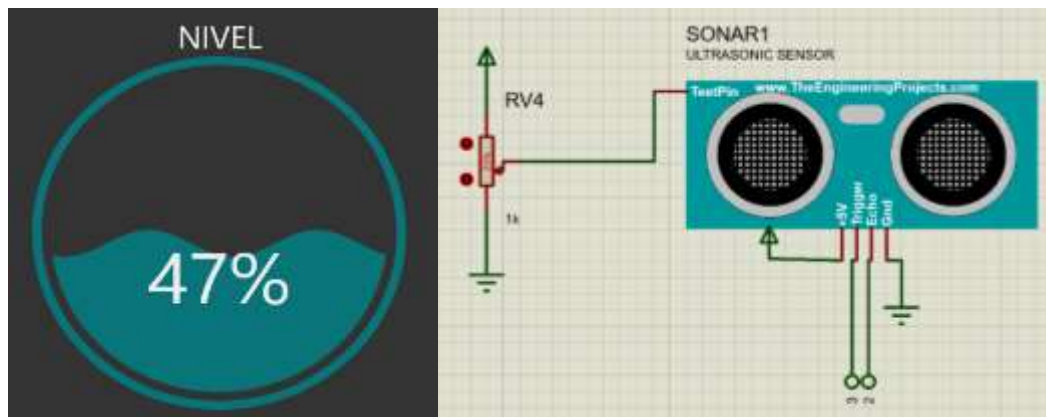


Figura 77: Modificación del Nivel Registrado en la interfaz
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

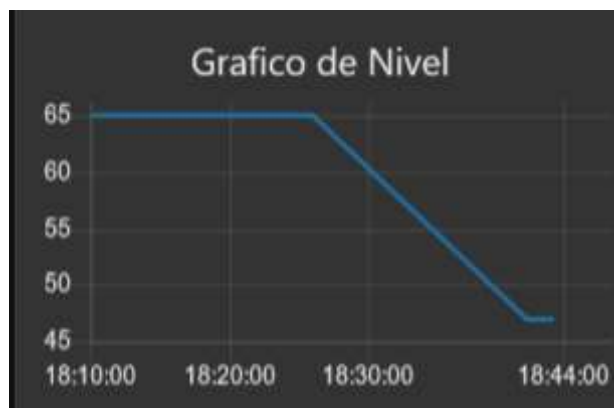


Figura 78: Comportamiento del nivel registrado
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Con esto, se contempla la interactividad de la interfaz, y su respectiva comunicación con el software Proteus. Todas las acciones ocurridas dentro de la

simulación física se proyectan en la interfaz gráfica de monitoreo y viceversa, con lo que se tiene el completo control de los sensores encontrados en la entrada, y del estado de los mismos de manera sencilla. El añadir elementos puede ser fácilmente parte del sistema a diseñar, además de conformar la estructura necesaria para que esto sea posible sin mayor inconveniente.

4.4.5.3 Notificaciones y funcionamiento remoto

Las notificaciones son observadas directamente a través de la aplicación Remote Red, recibiendo las notificaciones en caso de que el sistema encuentre que las alarmas están activadas. La figura (79) muestra como las notificaciones del sistema llegan automáticamente, en este caso con la alarma de alta temperatura activada, y los dos sensores de nivel puntual activados, llegan automáticamente a la barra de notificaciones.

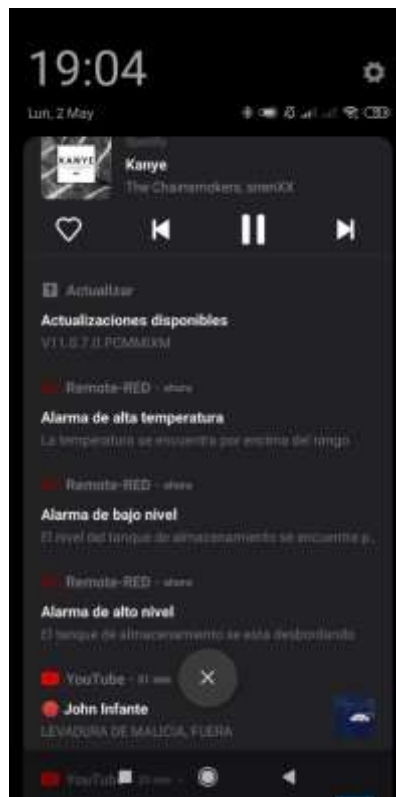


Figura 79: Alarmas recibidas en el dispositivo móvil

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Las alarmas son igualmente observables en el Dashboard de Node Red, proyectando exactamente el mismo estado que el mostrado en la Raspberry Pi. La figura 80 muestra algunas capturas de la interfaz móvil, que adapta el Dashboard a las dimensiones adecuadas para dispositivos de menor tamaño como lo son los Smartphones o tablets.

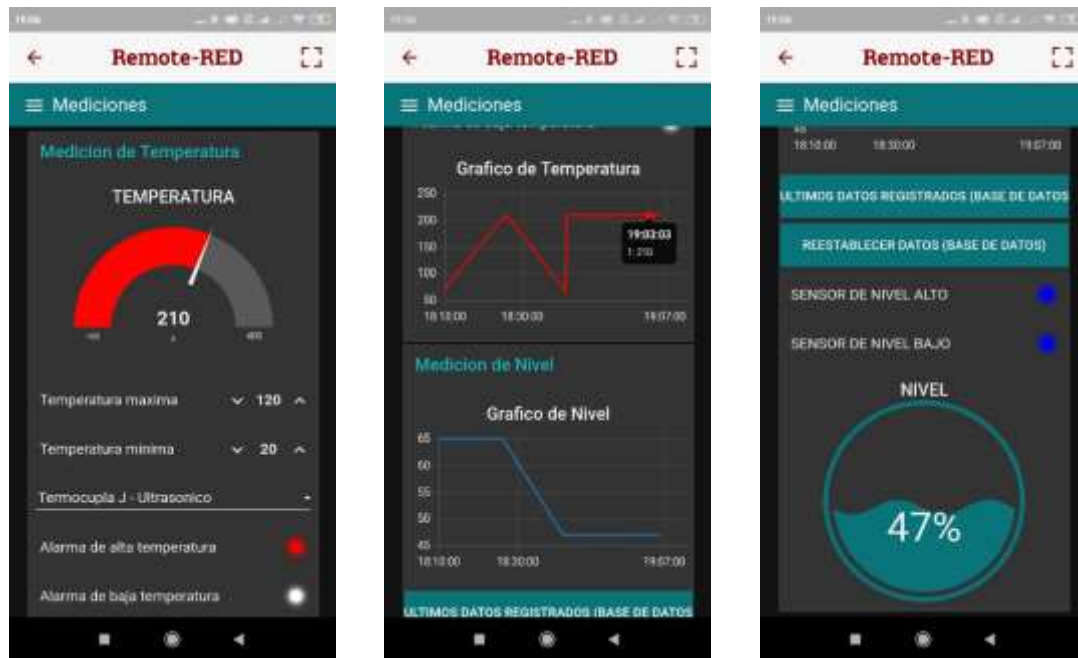


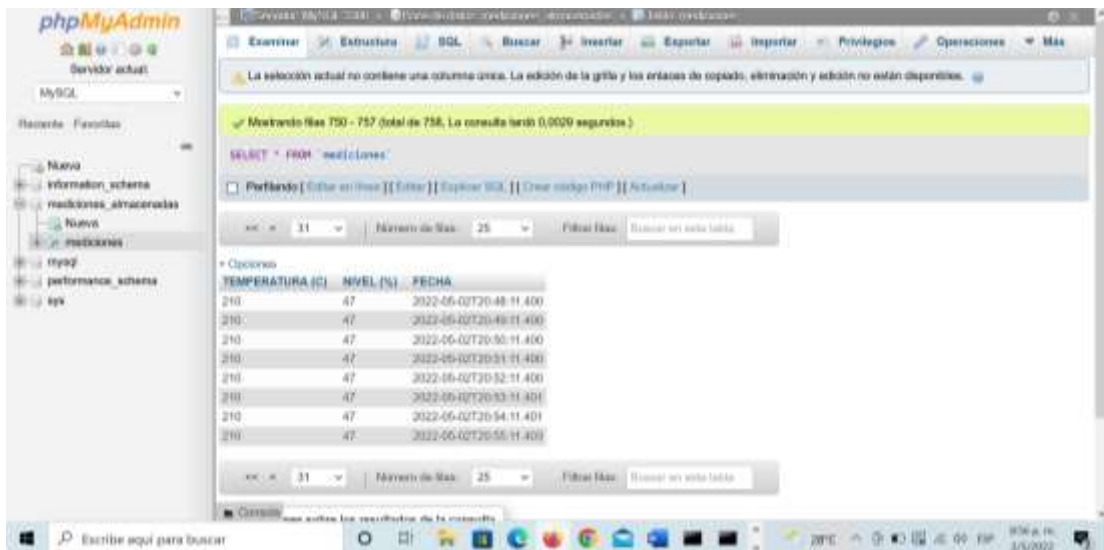
Figura 80: Interfaz de Node Red en dispositivos móviles

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

A través de la aplicación móvil, se tiene la posibilidad de realizar todas las acciones del sistema sin mayor inconveniente. Un usuario con la aplicación de Node Red en un dispositivo móvil rápidamente ejerce sus funciones para el acceso remoto de la misma, disponiendo de todas las posibilidades para poder controlar todos los aspectos referidos al sistema sin la necesidad de encontrarse en dicho lugar. El Dashboard muestra los gráficos interactivos, las gráficas de las variables en función del tiempo, LEDs de alarmas disponibles tanto para Nivel como para Temperatura, y los botones de control de la base de datos. Así, se disponen de todos los elementos necesarios para el completo monitoreo del sistema, con la interacción necesaria entre el usuario remoto y el sistema principal ubicado en la Raspberry Pi.

4.4.5.4 Acceso a la base de datos y control de sus registros

El funcionamiento de la base de datos permite registrar las mediciones del sistema a cada minuto, por lo que estas son observadas en la base de datos durante toda su operación. El registro ocurre de manera automática, así que a medida que pasa el tiempo las mediciones son colocadas en los registros de la misma y se obtiene un comportamiento temporal que marca la tendencia de ellos variables en un periodo de tiempo. La figura (81) muestra los datos registrados para la operación del sistema durante su funcionamiento.



The screenshot shows the phpMyAdmin interface. The left sidebar displays a database structure with a tree view containing 'mediciones'. The main window shows a table with the following data:

TEMPERATURA (C)	NIVEL (%)	FECHA
210	47	2022-06-02T20:48:11.400
210	47	2022-06-02T20:49:11.400
210	47	2022-06-02T20:50:11.400
210	47	2022-06-02T20:51:11.400
210	47	2022-06-02T20:52:11.400
210	47	2022-06-02T20:53:11.401
210	47	2022-06-02T20:54:11.401
210	47	2022-06-02T20:55:11.401

Figura 81: Registros de la base de datos

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Para consultar mediante el Dashboard de Node Red el contenido de la base de datos, simplemente se presiona el botón de la interfaz con la leyenda “Últimos datos registrados”. Automáticamente los registros son observados en la zona de Últimos Datos Registrados (Base de datos), que despliega el contenido de la base de datos en su estructura principal. El mensaje muestra los datos de Temperatura, Nivel y la fecha que se contienen en los registros de cada una de las columnas de la tabla de datos.

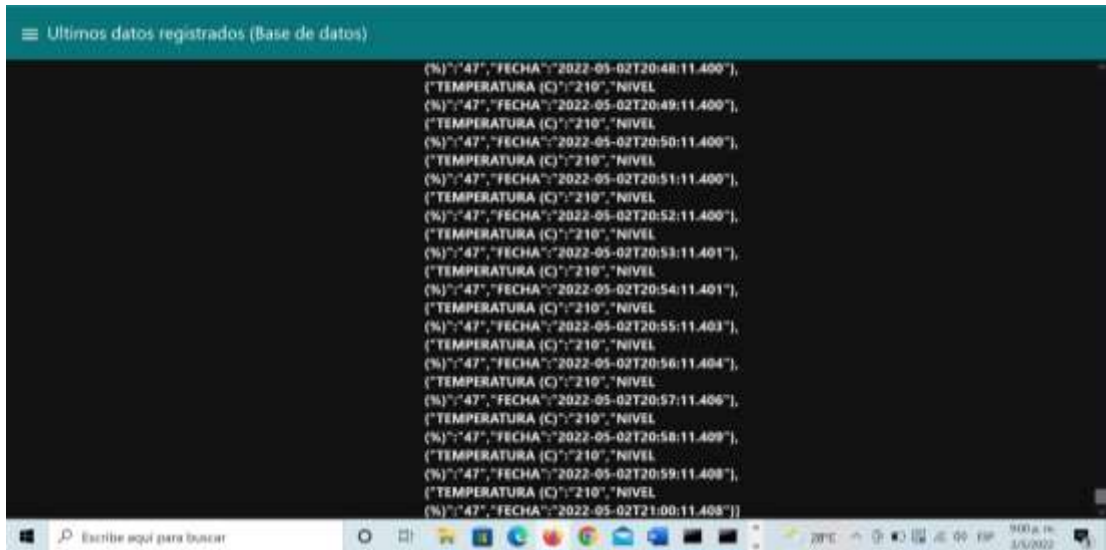


Figura 82: Registros observados en el Dashboard de Node Red

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Al mismo tiempo, estos registros pueden ser vistos mediante la aplicación de Remote Red, haciendo el mismo proceso que con el Dashboard convencional de la Raspberry Pi. En la figura se muestra el formato de los datos registrados colocados en la pantalla de la aplicación móvil.



Figura 83: Registros observados en Remote Red

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

De igual forma, los datos de la base de datos pueden ser reestablecidos perfectamente utilizando el botón con la leyenda “Reestablecer Datos”, lo que simplemente provocará que la base de datos vacíe totalmente los registros de la tabla. El contenido de la misma se ve reestablecido, siendo útil para eliminarlos en caso de que esta se encuentre saturada o simplemente se desee reiniciar su operación.

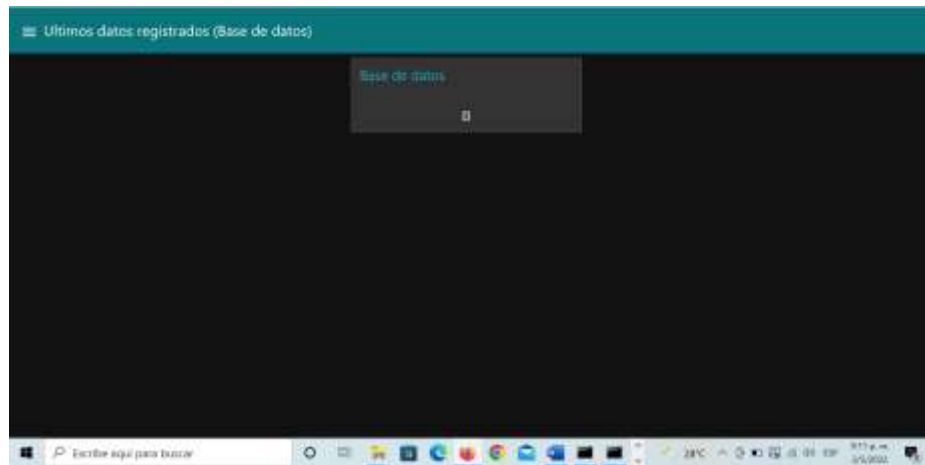


Figura 84: Datos reestablecidos en la base de datos (Registros eliminados)
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)



Figura 85: Base de datos (Registros eliminados)
Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

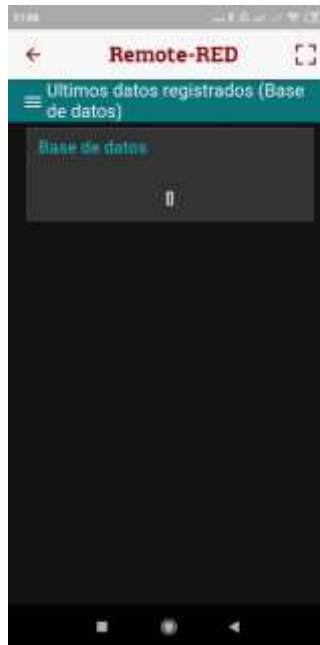


Figura 86: Interfaz móvil de los datos reestablecidos en la base de datos (Registros eliminados)

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

A partir de lo observado en el manejo de la base de datos, la aplicación remota y el conjunto de servicios integrados dentro del sistema, se observan las prestaciones para el monitoreo remoto de las variables físicas. Gracias a esto, se buscó obtener un modelo compacto que suministrara todas las funciones necesarias para conseguir la mayor facilidad a los usuarios, permitiendo así constituir una estructura lo suficientemente fuerte como para basar el funcionamiento del sistema de manera en que la interacción ocurra sencillamente entre el usuario y la aplicación diseñada.

4.5. Fase V. “Estudiar la factibilidad técnica, social, operativa y el estudio de costos de la propuesta del diseño”.

4.5.1. Estudio de Costos

El análisis de costo es simplemente, el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo la labor o proyecto del voluntario. El análisis de costo determina la calidad y cantidad de recursos necesarios. Entre otros factores, analiza el costo del proyecto en términos de dinero. (Shearer; 1996; p.107). Es por ello, que a

continuación se realizará un estudio de costos mediante una tabla para conocer los recursos económicos necesarios por cada elemento o dispositivo a utilizar para la implementación del sistema.

Dispositivos	Costo unitario (\$)	Cantidad
Placa Arduino Uno (Cable USB incluido)	15	1
Pantalla LCD	6	1
Raspberry Pi 3B	53	1
Conectores Sensores – placa	5	5
Amplificadores Operacionales LM741	3	3
Fuente de alimentación 12 VDC regulable	10	1
Circuitos integrados AD594/595	20	2
Resistores de ½ W, 5% de tolerancia	0,2	10
Conectores tipo caimán	2	3
Potenciómetro de 1 KΩ	2	1
Potenciómetro de 100 Ω	2	1
Placa PCB	5	1
Caja contenedora del sistema	10	1
Gastos totales = 185 \$		

Tabla 7: Estudios de costos

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Los elementos dispuestos dentro de la tabla corresponden a los dispositivos, conectores, herramientas, entre otros que son presupuestados para la realización del sistema. La adición de cualquier otro elemento, puede ocurrir perfectamente en caso de ser necesario, pero en este caso, con el objetivo de priorizar un ahorro de costos en la utilización de componentes y partes del sistema diseñado, se hace hincapié fundamentalmente en la construcción de un prototipo básico, que sustente adecuadamente las necesidades del esquema dispuesto. A partir de esto, constituir el funcionamiento del sistema forma parte fundamental de los objetivos imprescindibles, para conseguir elaborar de la mejor manera el objetivo planteado.

El dispositivo de mayor costo dentro del proyecto corresponde a la Raspberry Pi modelo 3B, debido a sus prestaciones como microcomputadora, que suben considerablemente su costo en comparación a la placa Arduino Uno, que es un microcontrolador. A su vez, la elección de estos modelos se considera adecuada para solventar las necesidades básicas del diseño, así que su utilización en costo/rendimiento se encuentra en el punto deseado, esperado desde un principio.

El costo base total del sistema, tomado como el punto de partida de referencia, se encuentra en 185 \$, siendo una cantidad asumible para su desarrollo, con costos que pueden fluctuar dependiendo de una serie de factores influyentes dentro de este esquema. Teniendo en cuenta los costos normales de los sistemas de monitoreo, mayormente observados en entornos comerciales o industriales, el desarrollo del presente proyecto no toma en cuenta la inversión en los sensores utilizados para el sistema de medición, sino que establece que el usuario del mismo decidirá adquirir el conjunto que vaya a utilizar, principalmente con respecto a los disponibles para su uso.

De esta forma, se considera imprescindible observar los costos totales del sistema para los distintos casos, en los cuáles se incluyan las opciones tomadas por el usuario. Los costos asociados se observan en la siguiente tabla:

Sensores	Costo unitario (\$)
RTD PT100	15
Termocupla J	10
Termocupla K	12
Sensor Ultrasónico HC-SR04	5
Sensor de Presión Diferencial MPX5010DP	25
Detectores puntuales de Nivel	15

Tabla 8: Costo Unitarios de los sensores

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

Con esto, el costo de adquirir todos los sensores del sistema correspondería a un total de 82 \$, lo que coloca el valor completo del sistema de monitoreo en 267 \$, para la versión más completa del mismo. A partir de allí, se corresponden todos los elementos que permiten realizar apropiadamente su desarrollo, y de los que se parte para lograr enfatizar la practicidad de disponer de distintos medidores para las variables físicas manejadas dentro de la investigación.

En comparación a otros sistemas de esta índole, la utilización de la placa Arduino, en conjunto con los demás elementos ubicados dentro de la investigación, producen que exista la posibilidad de invertir en las partes principales capaces de proveer a los usuarios las herramientas necesarias para optimizar la operación del proceso físico, y solventar las situaciones más alarmantes provocadas por el desconocimiento del estado interno referido a este.

4.5.2. Factibilidad Técnica

Arias, E (2022), “La factibilidad técnica determina si se dispone de los conocimientos, habilidades, equipos o herramientas necesarios para llevar a cabo los procedimientos, funciones o métodos involucrados en un proyecto” (p.01). Por lo tanto, para llevar a cabo la implementación del sistema planteado es necesario poseer de un amplio conocimiento en las áreas de teoría de control I y II, sensores y adquisición de

datos, transmisión de datos, instrumentación industrial, microprocesadores, redes de comunicaciones, programación I y II.

Asimismo, para obtener un correcto funcionamiento del sistema es imprescindible disponer de habilidades y un manejo eficiente de los dispositivos electrónicos utilizados y de los softwares necesarios como, por ejemplo, Node Red, Arduino IDE o Proteus. A lo largo del presente documento se han establecido un conjunto de herramientas para que el proyecto fuese más óptimo, llegando a la conclusión, de que la propuesta es considerada técnicamente viable debido a que los gastos a realizar en los dispositivos no incluyen sumas muy elevadas, ni grandes requerimientos.

4.5.2.1. Requerimientos de Hardware

Para el desarrollo de este proyecto, se tienen un conjunto de requerimientos de hardware que se consideran imprescindibles para la construcción del mismo. Además de los distintos elementos mencionados de manera anterior en la fase de diseño, e incluidos de forma posterior en el análisis de costos del sistema, se requieren de algunos equipos, normalmente disponibles para prácticamente cualquier individuo, que operan de manera complementaria al esquema principal de funcionamiento. Entre estos, se toma en cuenta el uso de un computador personal para la revisión de características básicas del sistema, revisión del estado de la Raspberry Pi, esto debido a que puede accederse a su interfaz mediante comandos de SSH o similares, y a su vez, establecimiento de condiciones básicas del sistema.

Por otro lado, es vital disponer de un dispositivo móvil con acceso a internet, como lo puede ser un smartphone, Tablet, o equipo que disponga de un sistema operativo Android o IOS. La interfaz de monitoreo remoto funciona a través de la aplicación Remote Red, por lo que, al mismo tiempo, el dispositivo utilizado debe disponer de un scanner de códigos QR, en virtud de la conexión remota que se encuentra encriptada a través de este medio de conexión. En líneas generales, fuera de los gastos “convencionales” del sistema, sólo se hará uso de elementos disponibles fácilmente para el ser humano.

4.5.2.2. Requerimientos de Software

Los softwares utilizados para el desarrollo del sistema de monitoreo son múltiples, así que es necesario disponer de estos a largo plazo, para así permitir su completa funcionalidad de manera garantizada. Todo el desarrollo de los programas, tanto en el proceso de diseño como simulación, toma en cuenta el uso de computadores personales con un sistema operativo de uso común, como lo es Windows. Por esta razón, para ejecutar todos y cada uno de los softwares del sistema, destacando entre ellos a Proteus, Node Red, Arduino, Virtual Serial Port Driver, sólo es necesario disponer de un computador con las prestaciones más elementales disponibles hoy en día.

A partir del argumento anterior, se da a entender que el desarrollo de este proyecto de investigación no trae consigo la necesidad imperiosa de invertir en equipos de nueva generación, o simplemente utilizar sistemas operativos más avanzados que los disponibles de manera cotidiana. Con esto, se añade simplicidad en el uso de los softwares de simulación, y en referencia al modelo físico, igualmente los requerimientos necesarios para la ejecución de los programas son sencillos y se llevan a cabo perfectamente con las condiciones ya establecidas.

4.5.2.3. Competencias para el diseño del sistema

Para lograr llevar a cabo la creación del sistema diseñado, se requieren conocimientos importantes en distintas áreas de la Ingeniería Electrónica, en Telecomunicaciones, e incluso, se toman aspectos diversos extrapolados del área de Ingeniería en Computación. El trabajo de grado integra, inicialmente, elementos del área de Instrumentación Industrial, tratados específicamente en los esquemas de medición de Nivel y Temperatura, manejados individualmente para cada uno de los casos respectivos. Por esta razón, fueron necesarios conocimientos en esta rama para conseguir lograr los objetivos básicos en la medición de variables físicas.

Por otra parte, la programación del Arduino requiere un aprendizaje considerable acerca de las técnicas del software Arduino IDE, principalmente en la programación, dentro del lenguaje C, y específicamente encaminada a los dispositivos programables.

Al mismo tiempo, la adecuación de las señales recibidas por los sensores es parte básica del campo de Sensores y Adquisición de Datos, siendo necesaria de forma obligatoria una competencia en la integración de la Instrumentación y los dispositivos manejados dentro de la misma.

En el uso de la Raspberry Pi, el SO utilizado es Debian OS, un sistema operativo sumamente amigable al usuario, que posee una interfaz prácticamente idéntica a la de un computador. Preferiblemente, la utilización de la ventana de comandos de Debian se presupone como el mayor reto a dominar, pero en líneas generales las funciones y comandos son sumamente intuitivas, y prácticas para tener un rápido aprendizaje en su utilización.

El corazón del diseño se encuentra en Node Red, software que profundiza las técnicas de los sistemas embebidos, de control e IOT. El método de programación de nodos dentro de flows conlleva el aprendizaje de un lenguaje innovador, pero que posee una integración bastante aceptable si se tiene experiencia en otros softwares de programación gráfica como LabVIEW, y al mismo tiempo se dominan aspectos sobre la programación clásica en lenguajes de alto nivel. El conocimiento en JavaScript es fundamental, ya que las funciones internas de los nodos programados han de ser desarrolladas en este lenguaje. Por último, un manejo elemental de bases de datos en MySQL, uso de servidores locales y distribución de paquetes de almacenamiento de información, conforman en su totalidad otro punto a dominar dentro del sistema.

Finalmente, se hace referencia al desarrollo de la página web, creada completamente en HTML (Estructura), diseñando su estética en CSS3, y por último, añadiendo interactividad por medio de JavaScript. En total, se tienen conocimientos referidos a diferentes campos de la Ingeniería, por lo que el diseño de este sistema de monitoreo remoto busca explotar al máximo las capacidades de estos campos, añadiendo innovación y un modelo de trabajo funcional que servirá de base en la investigación de otros temas similares en el futuro.

4.5.2.4. Conocimientos necesarios para el manejo del sistema de monitoreo

En el caso de ser un usuario práctico del sistema, con el único objetivo de utilizar sus funciones en el día a día, especialmente dentro del proceso físico involucrado, el uso del mismo corresponde a una tarea sin mucha complicación, ya que realmente no son necesarios conocimientos que se relacionen con el esquema estructural del proyecto de investigación. Un usuario simplemente utilizará su dispositivo móvil para acceder a la interfaz de Remote Red, y recibirá las notificaciones de las alarmas en este mismo en caso de que sean activadas. La modificación de los sensores utilizados, umbral de las variables medidas, y observación del estado de la base de datos, se realiza a través de la misma interfaz, siendo integrable perfectamente a casi cualquier ambiente de trabajo.

En función de lo establecido por la misma estructura del sistema de monitoreo, el manejo de este no se cataloga como un reto para el operario del proceso físico, o el individuo que se encargue de personalmente realizar las funciones y apoyarse de este sistema. Básicamente, se han logrado integrar funciones que puedan ser aprovechadas sin mayor complejidad, entendiendo y matizando específicamente en aquellos aspectos mejorables o modificables según desee cada uno de los usuarios que decidan apostar por esta herramienta.

4.5.3. Factibilidad Operativa

León (2009), “Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad” (p.03). Por consiguiente, es importante tomar en consideración algunos aspectos como el proceso de realizar un mantenimiento al sistema durante ciertos periodos de tiempo, al menos dos veces al año ya que por ejemplo en el caso de los sensores es necesario debido a que pueden llegar a descalibrarse, por lo que podría provocar fallas en las mediciones y en la detección del nivel de líquido y temperatura del tanque.

4.5.4. Impacto Social

La implementación de este sistema aumentará la calidad y mejorará las condiciones de vida tanto de las personas, como en los campos industriales y

comerciales ya que con el simple hecho de lograr monitorear las variables físicas de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos sin la necesidad de estar presente en un lugar en específico, sino el lograr realizarlo desde la comodidad del hogar, o cualquier lugar donde se encuentre el usuario, es considerado un punto clave para salvaguardar la integridad física del mismo.

Sin embargo, la seguridad del usuario no es el único beneficio que puede ofrecer dicho sistema, también aporta más facilidad y ahorro de tiempo en el proceso de medición para conocer el estado de las variables mencionadas anteriormente. Industrialmente se considera un elemento de primera necesidad para el manejo de los diversos procesos de producción involucrados, en los cuales el conocimiento de la información relacionada a cada uno de ellos es vital en la ejecución de cada acción en tiempo y forma. Por otro lado, genera un apoyo extra importante hacia la sociedad civil debido a que su implementación contiene un sistema de alarmas que permite a los consumidores asignar a que nivel de líquido y temperatura tanto bajos como altos puede alcanzar el tanque para que dicha alarma se active y notifique al usuario la problemática, para así, posteriormente ser solucionada.

4.5.4.1. Ventajas y desventajas sociales de la propuesta

Las ventajas y desventajas sociales del sistema diseñado se listan a continuación, teniendo en cuenta cada uno de los aspectos afectados a partir del desarrollo del mismo. Las ventajas son las siguientes:

- Conocimiento del estado de las variables de Nivel y Temperatura de forma remota, lo que permite generar un medio de acceso que mejore la seguridad dotando de mejores herramientas de trabajo.
- Incrementa la capacidad de acción por parte del operario, para proteger la integridad física del mismo y de los elementos, sean equipos o simplemente objetos contiguos al proceso físico.
- Integración del área de Internet Of Things (IOT) dentro del campo aplicado, para aprovechar las herramientas tecnológicas actuales en la innovación de los sistemas disponibles en la actualidad.

- Difusión a los principales campos de la Electrónica y Automática, referidos al mejoramiento de las condiciones de confort del hombre, en función de un incremento en su rendimiento como miembro activo de la sociedad.
- Tendencia a la adaptación social (En Venezuela), normalizando el uso de este tipo de sistemas, mostrando las virtudes de la automatización y el control industrial como medio de generación de alternativas para el ser humano.

Por su parte, las desventajas hacen referencia a los siguientes puntos:

- Mayor dependencia a la tecnología para la elaboración de tareas en el día a día por parte del hombre.
- Necesidad de invertir capital para el desarrollo del sistema de monitoreo, que en algunos casos puede que no sea la solución adecuada al problema encontrado.
- Obligatoriamente se debe de tener acceso a internet en todo momento, siendo completamente inutilizado en un caso contrario.
- Se requieren conocimientos en las áreas de Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Computación para su desarrollo, lo cual no abarca un proyecto que pueda a ser llevado a cabo de manera sencilla.

4.5.5. Análisis FODA del sistema propuesto

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Capaz de monitorear variables físicas (temperatura y nivel) a distancia</p> <p>Adaptable a las necesidades del consumidor</p> <p>Ahorra tiempo a los usuarios</p> <p>Posee alarmas para notificar problemas con el nivel y la temperatura del tanque</p>	<p>Perdidas de conexión a internet</p> <p>Susceptibilidad a las interferencias electromagnéticas</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>El interés de los usuarios por mejorar las condiciones de supervisión de sus tanques de almacenamiento de líquidos</p> <p>Existencia de múltiples aplicaciones para la sociedad y las industrias</p>	<p>No todas las personas tienen una computadora o celular inteligente</p> <p>No todos los usuarios poseen acceso a internet</p>

Tabla 9. Análisis FODA del sistema propuesto.

Fuente: Aquino y Perrotta (2022)

CONCLUSIONES

Cabe agregar que el sistema de monitoreo propuesto para las variables físicas como la temperatura y el nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos, permite identificar el estado de dichas variables en todo momento obteniendo un registro informativo de las mismas almacenado en una base de datos, por lo que su importancia radica de gran impacto para aquellas personas o empresas que desean disponer de un sistema que les permite facilitar mucho trabajo, tiempo y dinero en el proceso de medición y supervisión de las variables mencionadas anteriormente. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de cumplir con un diseño que sea accesible para los usuarios como una alternativa de un sistema que sea capaz de supervisar de forma remota el estado de las variables de temperatura y nivel en un tanque de almacenamiento de líquidos. Gracias al desarrollo de las cinco fases de la investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Mediante el uso de una lista de chequeo la cual fue realizada por los autores del presente trabajo en 10 viviendas de la urbanización Lomas del Este, se obtuvo un modelo resultante de un tanque presurizado cilíndrico de almacenamiento de líquidos hecho de polietileno con una capacidad de 500 a 3000 litros. Cabe destacar que dichos tanques no son habitualmente observados en su proceso de llenado, ni poseen alguna forma de conocer la temperatura del mismo y además no contienen ningún tipo de alarma que les notifique en caso de la existencia de algún desbordamiento de líquido o condición de vacío del mismo.
- Se creó una base de datos mediante el uso del sistema de gestión de bases de datos conocido como MySQL, obteniendo un registro informativo del estado de las variables físicas de nivel y temperatura. Además, gracias a la utilidad de la plataforma de Google llamada Firebase, se logró hacer pública esta información consiguiendo que cada medición realizada pase a ser almacenada

en la base datos que puede ser visualizada a través de internet.

- Se elaboró una página web como una herramienta adicional que ayuda a los usuarios a conocer de una forma muy resumida información destacada acerca del presente trabajo de investigación y desde la misma se obtuvo un enlace directo a descargar la app Remote Red en la tienda oficial de Google Play Store la cual es necesaria para conseguir de forma eficiente la conexión de enlace de datos remoto para monitorear las variables físicas en cuestión.
- A través de una simulación del sistema propuesto que se realizó haciendo uso de los distintos programas o softwares destinados para este propósito, los cuales fueron mencionados a lo largo del capítulo cuatro, se obtuvo un comportamiento y funcionamiento eficiente del sistema al momento de efectuar el monitoreo de las variables físicas en cuestión, logrando comprobar que cada medición en el nivel y la temperatura del tanque presento resultados óptimos y a su vez las alamas que permiten conocer alguna problemática funcionaron exitosamente.
- Se realizo un estudio de factibilidad técnica, social y operativa y un estudio de costos para la elaboración del sistema propuesto, tomando en consideración los gastos que conlleva cada dispositivo a utilizar para la implementación del mismo, mediante el cual se logró notar que la propuesta planteada es considerada viable. A pesar de que dicho sistema de supervisión posee grandes ventajas y oportunidades hoy en día, también existen algunas debilidades o amenazas que se pueden presentar, por lo que se elaboró un análisis FODA que permite reflejar los aspectos positivos y negativos de su implementación.

RECOMENDACIONES

La propuesta de un sistema de supervisión remoto para el monitoreo de las variables físicas de Nivel y Temperatura en un tanque de almacenamiento de líquidos, representa, a ciencia cierta, un proceso bastante amplio, que toma en consideración múltiples tareas para la consecución del objetivo planteado, que consiste simplemente en dotar a los usuarios de una herramienta que confiera información de interés acerca del estado del proceso físico, y simplifique el día a día en una jornada de trabajo, mejorando claramente la seguridad y el confort dependiendo de los requerimientos necesarios.

A partir de lo anterior, el objetivo básico es cumplir con un sistema de monitoreo remoto, por lo que existen algunos puntos específicos con posibilidad de modificación en la fase de diseño. Una de las principales recomendaciones, en caso de desear una mayor precisión y adherencia de características funcionales al sistema, es adquirir un Sensor Ultrasónico de mejores prestaciones, con un costo mayor que añada más fuerza al sistema de medición. En caso de necesitar adaptación de señales, la placa PCB puede modificarse para cumplir con este requerimiento, derivando así en un esquema físico que represente al sistema completo.

Por otro lado, la interfaz desarrollada en el software Node Red permite infinidad de funciones, entre las cuáles, existe una de gran utilidad, que consiste en la creación de archivos PDF automáticos, con información establecida por el usuario. La información encontrada dentro de la base de datos, con las mediciones de Nivel, Temperatura y la Fecha/Hora de registro, representan en su totalidad elementos de utilidad para el operario en el futuro. Por esta razón, es posible generar un informe automático con todos los datos medidos, como una función extra dentro del Flow del programa. Así, en caso de ser posible, se recomienda desarrollar este aspecto como una función extra del sistema de monitoreo remoto.

Como elemento de interés final, también se hace mención a la posibilidad de integrar elementos de notificación físicos, que indiquen a través de LEDs indicadores el estado de los sensores, conexión con la interfaz, dispositivos, y que en general, añadan mayor practicidad a la estructura funcional del sistema. Esto simplemente busca dar más facilidades al usuario, en el caso de requerir alertas para la observación de fallas o solamente requerir la verificación de los puntos de conexión, mediante esquemas de desarrollo básicos.

REFERENCIAS

- Amazon (2021). “**Arduino MEGA 2560 REV3**”. [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.amazon.com/-/es/Arduino-Mega-2560-REV3-A00067/dp/B0046AMGW0>
- Arias, E (2022). “**Factibilidad Técnica**”. [documento en línea]. Disponibles en: <https://economipedia.com/definiciones/factibilidad-tecnica.html#:~:text=La%20factibilidad%20técnica%20determina%20si,métodos%20involucrados%20en%20un%20proyecto.>
- Arias, F. (2006). **Proyecto de investigación: introducción a la metodología científica.**(5^a ed.). Caracas, Venezuela. Editorial: Epísteme, C.A.
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación introducción a la metodología científica.** (6^a ed.). caracas, Venezuela. Editorial: Epísteme, C.A.
- Azrael Aguilar (2015). “**Instrumentos de medición de nivel**”. [Documento en línea]. Disponibles en: https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/14084/mod_resource/content/0/instrumentosnivel.pdf
- Banguera, A y Delgado, M (2019). “**Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta didáctica MPS PA. Compact Workstation de festo utilizando hardware libre y protocolo de comunicación SMTP y GSM**”. Trabajo de grado. Publicado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Batista, J (2010), “**Falla en tanques de almacenamiento de petróleo expuestos al fuego**”. [Documento en línea]. Disponibles en: <http://lef.uprm.edu/Tank%20failure%20under%20fire/tanques.html>
- Berdejo, P (2020). “**Como diseñar correctamente fichas técnicas de producto**”. [Documento en línea]. Disponibles en: <https://www.integratecnologia.es/la-innovacion-necesaria/como-disenar-correctamente-fichas-tecnicas-de-producto/>
- Castaño S. (2019). “**Comunicación serial con Arduino.**” [Documento en línea]. Disponibles en: <https://controlautomaticoeducacion.com/arduino/comunicacion-serial-con-arduino/>
- Churata, J (2019). “**Diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real del índice de radiación ultravioleta, temperatura y humedad relativa para la región**”

- Puno**". Trabajo de grado. Publicado. Universidad Nacional del Altiplano.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Artículos 108 y 110. 24 de marzo del 2000 (Venezuela)
- Corporation, O (2011). "**MySQL**". [Documento en Línea]. Disponibles en: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/what-is.html>
- Creus A (2010). "**Instrumentación Industrial**". Octava Edición. Editorial Alfa Omega.
- DatasheetQ (2000). "**AD594 Datasheet**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.datasheetq.com/datasheet-download/97084/1/ADI/AD594>
- Distrelec (2021). "**Raspberry Pi 3 modelo B V 1.2**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.distrelec.de/en/raspberry-pi-model-1gb-ram-raspberry-pi-raspberry-pi-model/p/30085264>
- Digizone (2022). "**Arduino Uno R3**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://digizone.com.ve/producto/arduino-uno-r3-ch340-atmega328-2/>
- Dulhoste J (2017). "**Guía de Instrumentación Industrial ULA**". [Documento en Línea]. Disponibles en: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/Documentos/I6_Medición de Temperatura.pdf
- Duplika (2010). "**Que son los servidores web y por qué son necesarios**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://duplika.com/blog/que-son-los-servidores-web-y-por-que-son-necesarios-/>
- Electrical Chile (2020). "**Configurar entradas analógicas 4-20 mA de un PLC S7-200**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.electricalchile.cl/plcs71200siemens2.php>
- Forouzan B y Caballería, F (2002). "**Transmisión de Datos y Redes de comunicaciones**". Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill.
- Fundación HART (2014). "**Protocolo HART**". [Documento en Línea]. Disponibles en: <http://www.hartcomm.org/>
- GAUCHAT, J. D. (2012). "**El Gran Libro de HTML5, CSS3 y Javascript**". Marcombo.

- Hernández, Fernández, Baptista (2006). **Metodología de la investigación**. (4ª ed.). México Editorial: Mc. Graw Hill.
- Hernández, Fernández, Baptista (2014). **Metodología de la investigación**. (ª ed.). México Editorial: Mc. Graw Hill.
- Hurtado, I y Toro, J (2007). **Paradigmas y Métodos de Investigación en Tiempos de Cambios**. 1ª Edición. Caracas, Venezuela: Libros de “El Nacional”. Editorial CEC,S.A.
- IONOS (2018), “**Ethernet IEEE 802.3**”. [Documento en línea]. Disponibles en: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/ethernet-ieee-8023/>
- LANDOIS (2021), “**Que es página web y cuál es su función**”. [Documento en Línea]. Disponibles en: <https://blog.landois.com/paginas-web/que-es-una-pagina-web>
- Lennart Hagg y Johan Sandberg (2021). “**Guía de inicio rápido para medición de tanques**”. [Documento en Línea]. Disponibles en: <https://www.emerson.com/documents/automation/gu%EDa-la-gu%EDa-de-inicio-r%El-pido-del-ingeniero-para-la-medici%F3n-de-tanques-rosemount-es-es-4261176.pdf>
- León (2009). “**Metodología**”. [documento en línea]. Disponibles en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22832/Capitulo3.pdf>
- Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010). Artículos 2, 9 y 22. 8 de diciembre del 2010 (Venezuela).
- Ley sobre mensajes de datos y firmas electrónicas (2001). Capítulos II, III y IV. 10 de febrero del 2001 (Venezuela).
- Mejía, D y López, G. (2018). “**Sistema de monitoreo y control de variables remotas a través de internet**”. Trabajo de grado. Publicado. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mijares, H. y García, L. (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Valencia, Venezuela.
- Moral (2019). “**Raspberry Pi: Todo lo necesario para iniciarse como maker desde cero**”. [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>

- Olivia (2009). “**Listas de Chequeo**”. [Documento en línea]. Disponibles en: http://puntosdeencuentro.weebly.com/uploads/2/2/3/6/22361874/listas_de_chequeo.pdf
- Openwebinars (2015). “**Tutorial Arduino: Entradas analógicas y digitales**”. [Documento en línea]. Disponibles en: <https://openwebinars.net/blog/tutorial-arduino-entradas-analogicas-y-digitales/>
- Pallás, R (1993). “**Adquisición y distribución de señales**”. Segunda Edición. Editorial Marcombo.
- Palella, S y Martins, F (2012). “**Metodología de la Investigación Cuantitativa**”. Venezuela. Editorial: Once, C.A.
- Pérez (2006). “**Marco Teórico: Metodología de la investigación**”. [documento en línea]. Disponibles en: <https://mx.omega.com/prodinfo/medicion-de-nivel.html>
- Rincón Ingenieril (2018). “**¿Cómo conectar una PT100?**”. [documento en línea]. Disponibles en: <https://www.rinconingenieril.es/como-conectar-una-pt100/>
- Rosano Jiménez, Martha. (2005). “**La fotografía como herramienta en la investigación exploratoria**”. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla Escuela de Artes y Humanidades Departamento de Diseño de Gráfico, Puebla, México.
- Rotoplas (2020). “**Tanque de almacenamiento línea para agua**”. [documento en línea]. Disponibles en: http://www.corporacionlexus.com/pdf/tanques_gran_volumen_rotoplas.pdf
- Shearer, D (1996). **Rockets: A Teacher's Guide with Activities in Science, Mathematics, and Technology**. Primera edición. Editorial: ERIC.
- Silberschatz, A; Korth,H; y Sudarshan, S. (2002). “**Fundamentos de Bases de Datos**”. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill
- Tamayo, y Tamayo (2003). **El Proceso de la Investigación Científica**. (3ª ed.). D F, México. Editorial: Limusa S.A.
- Tamayo, y Tamayo (2012). **El Proceso de la Investigación Científica**. (4ª ed.). D F, México. Editorial: Limusa S.A.
- Tobar, E y Silva, R. (2018). “**Desarrollo de un sistema remoto para la**

monitorización de variables físicas basada en telemetría e IOT para instituciones hospitalarias de la ciudad de Guayaquil". Trabajo de grado. Publicado. Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

Torrente, Ó (2013). "**Arduino: Curso Práctico de formación**". Primera Edición. Editorial Alfaomega

Vázquez (2015). "**Medición de nivel**". [documento en línea]. Disponibles en: <https://mx.omega.com/prodinfo/medicion-de-nivel.html>

Vidal, María. (2018). "**Sistema de sensado remoto para la medición de variables ambientales**". Trabajo de Grado. Publicado. Universidad Veracruzana.

Villamar, M. (2017). "**Aplicación móvil para publicidad y ventas del almacén Babahoyo**". Trabajo de grado. Publicado. Universidad Regional Autónoma de los Andes.

ANEXOS

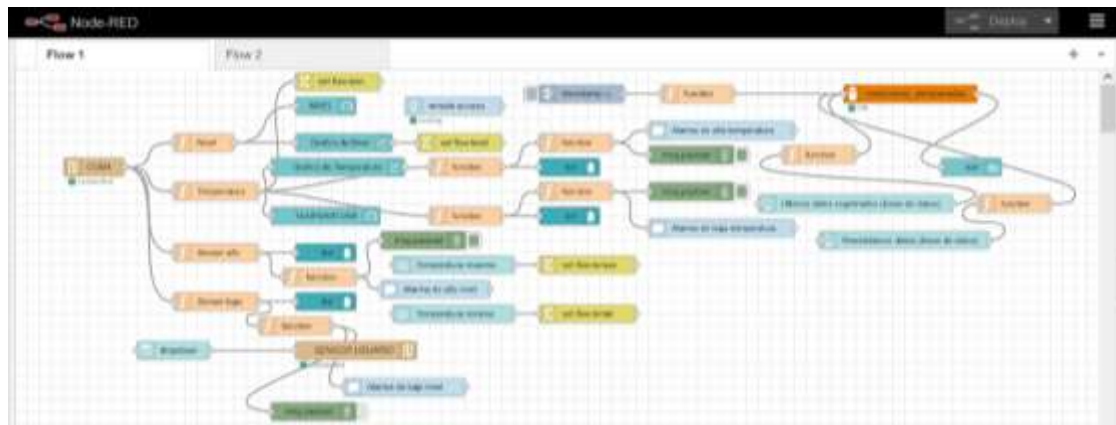
ANEXO A

RESULTADOS DE LA LISTA DE CHEQUEO

Ubicación (Urb. Lomas del Este)	Item Nro 1	Item Nro 2	Item Nro 3	Item Nro 4	Item Nro 5	Item Nro 6	Item Nro 7	Item Nro 8	Item Nro 9	Item Nro 10
Vivienda 1	Si / Agua	Si	No	Si / Polietileno	Si	Si / Presurizado cilíndrico	Si	No	No	Si
Vivienda 2	Si / Agua	No	Si	Si / Polietileno	Si	Si / Presurizado cilíndrico	No	Si	No	No
Vivienda 3	Si / Agua	Si	No	Si / Concreto reforzado	No	Si / Presurizado esférico	No	No	Si	No
Vivienda 4	No	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vivienda 5	Si / Agua	Si	No	Si / Fibra de vidrio	Si	Si / Presurizado esférico	No	No	No	No
Vivienda 6	Si / Agua	Si	No	Si / Polietileno	Si	Si / Presurizado cilíndrico	No	Si	No	No
Vivienda 7	No	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vivienda 8	Si / Agua	Si	No	Si / Concreto simple	No	Si / Presurizado cilíndrico	Si	No	No	Si
Vivienda 9	No	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vivienda 10	Si / Agua	No	Si	Si / Polietileno	Si	Si / Presurizado cilíndrico	No	No	No	Si
CONCLUSIÓN:	SI y AGUA	SI	NO	POLIETILENO	SI	SI / PRESURIZADO CILINDRICO	NO	NO	NO	NO

ANEXO B

FLOW DE NODE RED



ANEXO C

CODIGO ARDUINO UNO

```
Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(9,10,4,5,6,7);
float temp1,temp2,temp3, vadc, vesp, vl, rtd, pres, altura, vpres;
float val1 = 5.0;
float denag = 997.0;
float g = 9.8;
int dist, niv, temp;
int echo = 2;
int trig = 3;
int t1, t2, t3;
float amp = 19.2;
float r0 = 100.0;
float alpha = 0.00385;
char est, com;
int ind = 0;
int alt, bej;
String datos;
int i = 0;
void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(8,OUTPUT);
  pinMode(12,INPUT);
  pinMode(13,INPUT);
  pinMode(trig,OUTPUT);
  pinMode(echo,INPUT);
}

void loop() {
  //Envio de mediciones enteras
  //Sensor ultrasónico
  if(ind==0){
    est = Serial.read();
  }
  while((est=='r')) {
    vadc = 5.0*analogRead(A0)/1023.0;
    vesp = vadc/esp;
    vl = vesp*0.1395;
    rtd = vl*5100.0/(12.0-vl);
    temp = (rtd/r0-1)/alpha;
    digitalWrite(trig,HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trig,LOW);
    int dur = pulseIn(echo,HIGH);
    dist = dur/58.2;
    niv = dist*100.0/600.0;
    alt = digitalRead(13);
    bej = digitalRead(12);
    digitalWrite(8,HIGH);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.println("MEDICIONES");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("T: "+String(temp)+" C R: "+String(niv)+" %");
    com = Serial.read();
    if((com=='j') || (com=='k') || (com=='x') || (com=='l') || (com=='n')){
      est = com;
    }
  }
}
```

```

Node_Red Arduino 1.8.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
if((c00=="3") || (c00=="0") || (c00=="2") || (c00=="1") || (c00=="a")) {
  est = 000;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(a11)+" "+String(ba1)+" "+String(ba2));
ind = 1;
delay(5000);
}
while((est=="1")) {
  temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.01;
  if(temp<20){
    temp = 0.0;
  }
  if(temp>20&&temp<120){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.01;
  }
  if(temp>120&&temp<220){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0104;
  }
  if(temp>220&&temp<310){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0105;
  }
  if(temp>310&&temp<370){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0106;
  }
  if(temp>370&&temp<430){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0106;
  }
  if(temp>430){

```

```

Node_Red Arduino 1.8.10
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
if(temp>430){
  temp = 0.0;
}
digitalWrite(trig, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trig, LOW);
int dur = pulseIn(echo, HIGH);
dist = dur/58.2;
niv = dist*100.0/600.0;
a11 = digitalRead(13);
ba1 = digitalRead(12);
digitalWrite(L, HIGH);
led.setBrightness(0.0);
led.print("MEDICIONES");
led.setBrightness(0.1);
led.print("T: "+String(temp)+" C N: "+String(niv)+" R");
000 = Serial.read();
if((c00=="3") || (c00=="0") || (c00=="2") || (c00=="1") || (c00=="a")) {
  est = 000;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(a11)+" "+String(ba1)+" "+String(ba2));
ind = 1;
delay(5000);
}
while((est=="1")) {
  temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
  if(temp>25&&temp<0){
    temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
if(temp<25&&temp<=0){
  temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
}
if(temp>0&&temp<=47){
  temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-24.0;
}
if(temp>47&&temp<=345){
  temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
}
if(temp>345&&temp<=405){
  temp = ((4.88*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-28.0;
}
if(temp>405){
  temp = 0.0;
}
digitalWrite(trig,HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trig,LOW);
int dur = pulseIn(echo,HIGH);
dist = dur/58.2;
niv = dist*100.0/600.0;
alt = digitalRead(13);
ba) = digitalRead(12);
digitalWrite(8,HIGH);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MEDICIONES");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T:"+String(temp)+" C N:"+String(niv)+" 4");
com = Serial.read();

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
if((com=='c')|| (com=='r')|| (com=='p')|| (com=='l')|| (com=='n')){
  com = com;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(alt)+" "+String(ba)+" "+String(ba));
int i = 1;
delay(3000);
}
while((!com=='e')){
  vado = 5.0*analogRead(A0)/1023.0;
  vasp = vado/asp;
  vi = vasp-0.1396;
  rtd = vi*5100.0/(12.0-vi);
  temp = (rtd/r0-1)/alpha;
  vpres = 5.0*analogRead(A4)/1023.0;
  //Tolerancia nula (Ajustada posteriormente en modelo implementado)
  pres = (vpres-0.04*vall)/0.09*vall;
  altura = (1000.0*pres)/(denag*gi);
  niv = 100*altura;
  if(niv>100){
    niv = 100;
  }
  if(niv<0){
    niv = 0;
  }
  alt = digitalRead(13);
  ba) = digitalRead(12);
  digitalWrite(8,HIGH);
  lcd.setCursor(0,0);
}

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
Iod.print("T:"+String(temp)+" C H:"+String(niv)+" N");
com = Serial.read();
if((com=='r') || (com=='j') || (com=='k') || (com=='s') || (com=='n')){
  esc = com;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(alt)+" "+String(baj)+" "+String(baj));
ind = 1;
delay(3000);
}
while((esc=='j')) {
  temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.01;
  if(temp<20){
    temp = 0.0;
  }
  if(temp>20&&temp<=120){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.01;
  }
  if(temp>120&&temp<=220){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0104;
  }
  if(temp>220&&temp<=310){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0105;
  }
  if(temp>310&&temp<=370){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0106;
  }
  if(temp>370&&temp<=430){
    temp = ((5.0*analogRead(A1))/1023.0-0.25)/0.0106;
  }
}

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
if(temp>430){
  temp = 0.0;
}
vpre = 5.0*analogRead(A4)/1023.0;
//Tolerancia mala (Ajustada posteriormente en modelo implementado)
pces = (vpre-0.04*vall)/(0.09*vall);
altura = (1000.0*pces)/(denag*g);
niv = 100*altura;
if(niv>100){
  niv = 100;
}
if(niv<0){
  niv = 0;
}
alt = digitalRead(18);
baj = digitalRead(12);
digitalWrite(5, HIGH);
Iod.setCursor(0,0);
Iod.print("MEDICIONES");
Iod.setCursor(0,1);
Iod.print("T:"+String(temp)+" C H:"+String(niv)+" N");
com = Serial.read();
if((com=='r') || (com=='j') || (com=='k') || (com=='s') || (com=='n')){
  esc = com;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(alt)+" "+String(baj)+" "+String(baj));
ind = 1;
delay(3000);
}

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
while((est=="n")) {
  temp = ((4.85*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
  if(temp<25&&temp>0){
    temp = ((4.85*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
  }
  if(temp>0&&temp<47){
    temp = ((4.85*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-24.0;
  }
  if(temp>47&&temp<345){
    temp = ((4.85*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
  }
  if(temp>345&&temp<405){
    temp = ((4.85*analogRead(A2))-0.0027)/10.0-26.0;
  }
  if(temp>405){
    temp = 0.0;
  }
  vpres = 5.0*analogRead(A4)/1023.0;
  //Tolerancia nula (Ajustada posteriormente en modelo implementado)
  pres = (vpres-0.04*val1)/(0.09*val1);
  altura = (1000.0*pres)/(denag*g);
  niv = 100*altura;
  if(niv>100){
    niv = 100;
  }
  if(niv<0){
    niv = 0;
  }
  alt = digitalRead(I3);
}

```

```

Node_Red Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Node_Red
}
vpres = 5.0*analogRead(A4)/1023.0;
//Tolerancia nula (Ajustada posteriormente en modelo implementado)
pres = (vpres-0.04*val1)/(0.09*val1);
altura = (1000.0*pres)/(denag*g);
niv = 100*altura;
if(niv>100){
  niv = 100;
}
if(niv<0){
  niv = 0;
}
alt = digitalRead(I3);
ba1 = digitalRead(I2);
digitalWrite(R, HIGH);
led.setCadena(0,0);
led.print("MEDICIONES");
led.setCadena(0,1);
led.print("T:" +String(temp)+" C B:" +String(niv)+" N");
com = Serial.read();
if((com=='r') || (com=='j') || (com=='k') || (com=='a') || (com=='l')){
  est = 008;
  break;
}
Serial.println(String(temp)+" "+String(niv)+" "+String(alt)+" "+String(ba1)+" "+String(ba2));
int = 1;
delay(3000);
}

```

ANEXO D

CÓDIGO DE LA PAGINA WEB

INDEX.HTML (CÓDIGO HTML)

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
  <head>
    <link href="estilos.css" rel="stylesheet">
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <link rel="icon" type="image/png" href="logo.png">
    <link href="https://www.w3schools.com/html/html5/index.html" rel="stylesheet">
    <title>Supervisión de Tanques de Almacenamiento de Líquidos</title>
  </head>
  <body>
    <header id="inicio">
      
      <div class="logo">
        
      </div>
      <nav class="nav">
        <ul style="list-style-type: none; display: flex; justify-content: space-between; padding: 0; margin: 0;>
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Inicio
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Funcionamiento del Sistema
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Periféricos
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Mediciones
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Resolución de Problemas
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Acerca de
          <li style="text-align: center; padding: 5px 10px;">Contacto
        </ul>
      </nav>
      <div class="content-header">
        <h2 style="text-align: center; margin: 0;">SUPERVISIÓN DE TANQUES DE FORMA REMOTA</h2>
        <p style="text-align: center; margin: 0;">La mejor herramienta para facilitar el trabajo humano</p>
        <a href="https://www.realtime.com/es/connect/download/layer1" style="text-align: center; color: #007bff; font-weight: bold; text-decoration: none;">Monitorización Andromeda</a>
      </div>
      <div class="wave" style="text-align: center; margin-top: 20px;">
        <img alt="Onda decorativa" style="width: 100%; height: 100px; opacity: 0.5;"/>
      </div>
    </header>
    <div class="contenedor sobre-monitoreo" id="Funcionamiento">
      <h3 style="text-align: center; margin: 0;">Funcionamiento del Sistema</h3>
      <div class="imagen-sobre-monitoreo" style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">
        <img alt="Imagen de la interfaz de monitoreo" style="width: 100%; height: 150px; border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px;"/>
      </div>
      <div class="columna-texto">
        <p style="margin: 0;">El sistema permite el uso de tres sensores de Temperatura distintos para realizar la medición del tanque de almacenamiento de líquidos, mientras que dispone de dos sensores diferentes para la medición de Nivel continuo. Igualmente, se encuentran dos sensores de Nivel puntual para establecer los nuevos límites del recipiente.</p>
      </div>
      <div class="columna-texto">
        <p style="margin: 0;">Los sensores por sí solos entregan una magnitud eléctrica que no es la adecuada para ser trabajada por el dispositivo de adquisición de datos, en este caso la placa Arduino Uno. Por lo tanto, son necesarios circuitos de acondicionamiento que adapten las señales y añadan las características necesarias para su respectiva lectura. La placa Arduino por su parte maneja las señales analógicas para procesarlas internamente y posteriormente utilizarlas mediante programación.</p>
      </div>
      <div class="columna-texto">
        <p style="margin: 0;">Los datos obtenidos dentro del Arduino son transportados mediante comunicación serial a la Raspberry Pi, que los recibe mediante una interfaz programada. Dichos datos son mostrados en una interfaz gráfica de usuario, que no sólo se encarga de mostrar el estado de las variables, sino que además presenta la posibilidad de ser directrices al Arduino para modificar el funcionamiento del sistema físico. Asimismo, el acceso remoto es permitido debido a la capacidad de esta dispositivo para conectarse a Internet, e integrar una base de datos con las mediciones realizadas al gusto del usuario.</p>
      </div>
    </div>
  </body>
</html>

```

```

*seccion class="portefolio" id="galeria"
*div class="contenedor"
<h2 class="titulo">Galería de los Dispositivos Esenciales del Sistema</h2>
*div class="galeria-port" <div>
*div class="imagen-port"

*div class="hover-galeria" <div>

<p>Raspberry Pi 3 Model B</p>
</div>
</div>
*div class="imagen-port"

*div class="hover-galeria" <div>

<p>Raspberry Pi 3 Model B</p>
</div>
</div>
*div class="imagen-port"

*div class="hover-galeria" <div>

<p>Tarjeta de Adquisición de Datos</p>
</div>
</div>
</div>
</seccion>
*seccion class="about-services" id="mediciones"
*div class="contenedor"
<h2 class="titulo">Mediciones Disponibles</h2>
*div class="servicio-port" <div>
*div class="servicio-tem"

<h3>Temperatura</h3>
*cp>
" La medida de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales. La temperatura se puede medir mediante un conjunto diverso de sensores donde todos ellos influyen la temperatura al detectar algún cambio en una característica física. Existen seis tipos con los cuales es probable que el ingeniero se encuentre familiarizado: termopares, dispositivos de temperatura resistivos (RTD y termistores), radiadores infrarrojos, dispositivos ópticos, dispositivos de dilatación de líquidos, y dispositivos de cambio de estado. "
</cp>
</div>
*div class="servicio-nivel"

<h3>Medición de Nivel</h3>
*cp>
" La medición de nivel consiste en medir la altura a la que se encuentra la superficie libre del líquido a partir de una línea de referencia, por ejemplo, en depósitos de proceso o de almacenamiento, silos o canales abiertos. Para ello, los valores medidos se transfieren mediante señales electrónicas y la señal enviada se integra en el circuito de mando del controlador del proceso. En esta parte, se distinguen entre métodos de medida puntuales y continuos donde según sea el caso existe una gran variedad de medidores e dispositivos. "
</cp>
</div>
</div>
</div>
</seccion>
*seccion class="contenedor sobre-nosotros" id="beneficios"
<h2 class="titulo">Beneficios de Monitorar tu Tanque</h2>
*div class="contenedor-sobre-nosotros" <div>

<span1/>
"Ahorra tiempo y costos en la instalación"
</div>
*cp>
"Las herramientas de medición de presión en una red inalámbrica son mucho más rentables. Los cambios de infraestructura requeridos en un sistema inalámbrico son mínimos, y un sistema inalámbrico es mucho más fácil de implementar en comparación con un sistema cableado."
</cp>
</div>
*div>
<span2/>
"Mejorar la eficiencia con monitoreo en tiempo real"
</div>
*cp>
"Se pueden acceder fácilmente a los datos del nivel y temperatura del tanque en tiempo real. Mejorado tanto la eficiencia como la productividad. Además, se pueden configurar alertas automáticas para notificar al personal sobre posibles problemas, minimizando las oportunidades para el desarrollo de situaciones de emergencia."
</cp>
</div>
*div>
<span3/>
"Disminución del riesgo para la salud"

```


ESTILOS.CSS (CÓDIGO DE CSS)

```
1  *{
2  margin:0;
3  padding:0;
4  box-sizing: border-box;
5  }
6
7  :root{
8  scroll-behavior: smooth;
9  }
10
11 /* Body */
12
13 body{
14 font-family: 'PT Sans', sans-serif;
15 }
16
17 /* Header */
18
19 header{
20 width: 100%;
21 height: 105vh;
22 background-image: linear-gradient(■rgba(0,0,0,0.5), ■rgba(0,0,0,0.5)),
23 url("https://dailyenergyinsider.com/wp-content/uploads/2020/02/shutterstock_717264916.jpg");
24 background-size: cover;
25 background-position: center;
26 background-attachment: fixed;
27 position: relative;
28 }
29
30 .iconomenu{
31 position: fixed;
32 z-index: 100;
33 top: 30px;
34 right: 30px;
35 background: ■#6b68f1;
36 width: 40px;
37 height: 40px;
38 cursor: pointer;
39 border-radius: 10px;
40 box-shadow: 0 0 6px ■rgba(0, 0, 0, .5);
41 }
42
43
44 .nav{
45 position: fixed;
46 z-index: 100;
47 top: 0;
48 width: 25vw;
49 height: 100%;
50 background-image: linear-gradient(to top, ■#a18cd1 0%, ■#fbc2e0 100%);
51 background-image: linear-gradient(135deg, ■#667eea 0%, ■#7640a2 100%);
52 display: flex;
53 flex-direction: column;
54 justify-content: space-around;
55 align-items: center;
56 right: 0;
57 transform: translateX(110%);
58 transition:transform 0.3s ■ease-in-out;
59 box-shadow: 0 0 6px ■rgba(0, 0, 0, .5);
60 }
61
62 .spread{
63 transform: translateX(0);
64 }
65
66 .nav a{
67 color: ■#fff;
68 text-decoration: none;
69 }
70
71 .logo{
72 font-size: 25px;
73 font-weight: 100;
74 margin-left: 50px;
75 }
76
77 .logo img{
78 padding: 12px 0 0 0;
79 max-width: 100%;
80 max-height: 100%;
81 height:150px;
82 }
83
84 .content-header{
85 color: ■#fff;
86 position: absolute;
87 top:50%;
88 left:50%;
89 transform: translate(-50%,-50%);
90 text-align: center;
91 }
```

```

80 .content-header h1{
81   font-size: 45px;
82 }
83 .content-header p{
84   font-size: 20px;
85   margin: 15px 30px;
86 }
87 .content-header a{
88   font-size: 17px;
89   display: inline-block;
90   padding: 15px 20px;
91   background: #6b68f1;
92   color: #fff;
93   text-decoration: none;
94 }
95 .content-header a: hover{
96   background: #6b68f1;
97   border: 2px solid #fff;
98   padding: 13px 18px;
99 }
100 .wave{
101   position: absolute;
102   bottom: 0;
103   width: 100%;
104 }
105
106 /* Main */
107
108 .titulo {
109   color: #6b68f1;
110   font-size: 30px;
111   text-align: center;
112   margin-bottom: 60px;
113   padding: 55px;
114 }
115
116 main .sobre-nosotros{
117   padding: 30px 0 60px 0;
118 }
119
120 .contenedor-sobre-nosotros{
121   display: flex;
122   justify-content: space-around;
123 }
124
125
126
127
128
129
130
131
132 .imagen-about-us{
133   width: 48%;
134 }
135
136 .sobre-nosotros .contenido-textos{
137   width: 48%;
138 }
139
140 .contenido-textos h3{
141   margin-bottom: 15px;
142 }
143
144 .contenido-textos h3 span{
145   background: #6b68f1;
146   color: #fff;
147   border-radius: 50%;
148   display: inline-block;
149   text-align: center;
150   width: 30px;
151   height: 30px;
152   padding: 2px;
153   box-shadow: 0 0 6px 0 #000000;
154   margin-right: 5px;
155 }
156
157 .contenido-textos p{
158   padding: 0px 0px 30px 15px;
159   font-weight: 300;
160   text-align: justify;
161 }
162
163 .servicio-cont{
164   padding: 30px;
165 }
166
167 .temperatura{
168   height: 339px;
169   width: 1px;
170 }
171
172 /* Galeria */
173
174 .portafolio{
175   background: #f2f2f2;
176   padding: 30px;
177 }

```

```

174 .galeria-port{
175     display: flex;
176     justify-content: space-evenly;
177     flex-wrap: wrap;
178 }
179
180 .imagen-port{
181     width: 32%;
182     margin-bottom: 10px;
183     overflow: hidden;
184     position: relative;
185     cursor: pointer;
186     box-shadow: 0 0 6px 0 #rgba(0, 0, 0, .5);
187 }
188
189 .imagen-port > img{
190     width: 100%;
191     height: 100%;
192     object-fit: cover;
193     display: block;
194 }
195
196 .hover-galeria{
197     position: absolute;
198     width: 100%;
199     height: 100%;
200     top: 0;
201     transform: scale(0);
202     background: #hsla(240,60%,60%, 0.7);
203     transition: transform .5s;
204     display: flex;
205     justify-content: center;
206     align-items: center;
207     flex-direction: column;
208 }
209
210 .hover-galeria img{
211     width: 50px;
212 }
213
214 .hover-galeria p{
215     color: #fff;
216 }
217
218
219
220
221
222 /* Clienta */
223
224 .clientes{
225     background: #f2f2f2;
226     height: 65vh;
227 }
228 .clientes .titulo{
229     padding: 30px;
230 }
231 .cards{
232     display: flex;
233     justify-content: space-around;
234     padding: 50px;
235 }
236
237 .cards .card{
238     background: #0b65f1;
239     display: flex;
240     width: 30%;
241     height: 100px;
242     align-items: center;
243     justify-content: space-around;
244     border-radius: 10px;
245     box-shadow: 0 0 6px 0 #rgba(0, 0, 0, 0.6);
246 }
247
248 .cards .card img{
249     width: 100px;
250     height: 100px;
251     object-fit: cover;
252     border: 3px solid #fff;
253     border-radius: 50%;
254     display: block;
255 }
256
257 .cards .card > .contenido-texto-card{
258     width: 60%;
259     color: #fff;
260 }
261

```

```

262 .cards .card > .contenido-texto-card p{
263   font-weight: 300;
264   padding-top: 5px;
265 }
266
267 /* Footer */
268
269 footer{
270   background: #6b68f1;
271   padding: 60px 0 30px 0;
272   margin: auto;
273   overflow: hidden;
274 }
275
276 .contenedor-footer{
277   display: flex;
278   width: 90%;
279   justify-content: space-between;
280   margin: auto;
281   padding-bottom: 50px;
282   border-bottom: 2px solid #fff933;
283 }
284 .content-foo{
285   text-align: center;
286 }
287 .content-foo h4{
288   color: #000;
289   border-bottom: 3px solid #fff933;
290   padding-bottom: 5px;
291   margin-bottom: 10px;
292 }
293 .content-foo p{
294   color: #fff;
295 }
296 .titulo-final{
297   text-align: center;
298   font-size: 24px;
299   margin: 20px 0 0 0;
300   color: #000;
301 }
302
303 /*Dispositivos Moviles*/
304
305 @media screen and (max-width:800px) {
306
307   header{
308     background-position: center;
309   }
310
311   .nav{
312     width: 50vw;
313   }
314
315   .imagen-port{
316     width: 80%;
317   }
318
319   .contenedor-sobre-nosotros{
320     flex-direction: column;
321     justify-content: center;
322     align-items: center;
323   }
324
325   .sobre-nosotros .contenido-textos{
326     width: 100%;
327   }
328
329   .imagen-about-us{
330     width: 90%;
331   }
332
333   .cards{
334     flex-direction: column;
335     justify-content: center;
336     align-items: center;
337   }
338
339   .cards .card{
340     width: 100%;
341   }
342
343   .cards .card:first-child{
344     margin-bottom: 30px;
345   }
346
347   .clientes{
348     height:100vh;

```

```

349     .servicio-cont{
350         justify-content: center;
351         flex-direction: column;
352         align-items: center;
353     }
354
355     .servicio-ind{
356         width: 100%;
357         text-align: center;
358     }
359
360     .servicio-ind:nth-child(1), .servicio-ind:nth-child(2){
361         margin-bottom: 60px;
362     }
363
364     .servicio-ind img{
365         width: 60%;
366     }
367     .about-services .servicio-ind{
368         width:100%;
369     }
370 }
371
372 @media screen and (max-width:500px){
373
374     nav{
375         text-align: center;
376         padding: 30px 0 0 0;
377     }
378
379     nav > a{
380         align-items: right;
381         margin-right: 5px;
382     }
383
384     .textos-header h1{
385         font-size: 35px;
386     }
387
388     .textos-header h2{
389         font-size: 20px;
390     }
391
392     /* About us */
393
394     .imagen-about-us{
395         margin-bottom: 60px;
396         width: 60%;
397     }
398
399     .sobre-nosotros .contenido-textos{
400         width: 95%;
401     }
402
403     /* Footer */
404
405     .contenedor-footer{
406         flex-direction: column;
407         border: none;
408     }
409
410     .content-foo{
411         margin-bottom: 20px;
412         text-align: center;
413     }
414
415     .content-foo h4{
416         border: none;
417     }
418
419     .content-foo p{
420         color: #ccc;
421         border-bottom: 1px solid #f2f2f2;
422         padding-bottom: 20px;
423     }
424
425     .titulo-final{
426         font-size: 20px;
427     }
428 }
429
430 /* Mediciones */
431
432 /* Our team */
433
434 .about-services{
435     background: #fff;
436     padding-bottom: 30px;
437

```

```

438 }
439
440 .servicio-cont{
441   display: flex;
442   justify-content: space-between;
443   align-items: center;
444 }
445
446 .servicio-ind{
447   width: 45%;
448
449   text-align: center;
450 }
451
452 .servicio-ind img{
453   width: 90%;
454 }
455
456 .servicio-ind h3{
457
458   margin: 10px 0;
459 }
460
461 .servicio-ind p{
462   font-weight: 300;
463   text-align: justify;
464 }

```

MENU.JS (CÓDIGO DE JAVASCRIPT)

```

1 |const icono = document.querySelector('.iconomenu');
2 |const menu = document.querySelector('.nav');
3
4 |console.log(menu)
5 |console.log(icono)
6
7 |icono.addEventListener('click', ()=>{
8 |  menu.classList.toggle("spread")
9 |})
10
11 |window.addEventListener('click', e =>{
12 |  if(menu.classList.contains('spread') && e.target != menu && e.target != icono){
13 |    menu.classList.toggle("spread")
14 |  }
15 |})

```