



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO
REMOTO VÍA RED LOCAL, INTERNET
Y TELEGRAM DE LA TEMPERATURA
Y NIVEL DEL TANQUE CHILLER
DE LAS EMPRESAS CUREX,
MORROCEL Y VENEFOIL**

Autor:

José Alejandro Rodríguez Ortega

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO VÍA RED LOCAL,
INTERNET Y TELEGRAM DE LA TEMPERATURA Y NIVEL DEL
TANQUE CHILLER DE LAS EMPRESAS CUREX, MORROCEL Y
VENEFOIL**

Proyecto del Informe de Pasantías para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

José Alejandro Rodríguez Ortega

Tutor:

MSc. Wilmer Sanz

San Diego, septiembre de 2022



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:

Diseño de un Sistema de monitoreo remoto via red local, Internet y Telegram de la temperatura y nivel del tanque chiller de las empresas Cuxex, Morocel y Venupoil

Realizado por el (la) Br. José Alejandro Rodríguez Ortega

C.I. N° 29524570 cursante de la carrera de 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

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Wilmer Sanz
C.I.: 7130496

Jurado
Nombre: Wiston Espinoza
C.I.: 4885895

Jurado
Nombre: Luis González
C.I.: 4581843

Fecha: 13 / 10 / 2022





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

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe, Wilmer Sanz F., portador de la cédula de identidad N° 7.130.496, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano José Rodríguez, portador de la cédula de identidad N° 29.524.570, titulado **Diseño de un Sistema de Monitoreo Remoto Vía Red Local, Internet y Telegram de la Temperatura y Nivel del Tanque Chiller de las Empresas Curex, Morrocel y Venefoil.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, 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 14 días del mes de septiembre del año dos mil veintidós.

Wilmer Sanz F.

C.I: 7.130.496

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI E 001 2022-2CR IP

Valencia, 10 de junio de 2022

Ciudadano:
RODRIGUEZ ORTEGA, JOSE ALEJANDRO
29.524.570
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 7-2022 de fecha 13/05/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Diseño de un sistema de monitoreo remoto vía red local, internet y telegram de la temperatura y nivel del tanque chiller de las empresas Curex, Morrocel y Venefoil.

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 este proyecto a:
Ing. Wilmer Eduardo Sanz Fernández, titular de la cédula de identidad V- 7.130.496



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado

Agradecimientos

Primeramente, me gustaría agradecerle a mi familia, tanto a mi papá como a mi mamá, por acompañarme no solo durante mi período de pasantías o mi carrera, sino durante toda mi vida, en la cual han realizado grandes esfuerzos con el fin de apoyarme en todo lo que pudiera llegar a necesitar. A mi hermano, el cual, si bien no se encuentra conmigo por los momentos, siempre ha estado dispuesto a apoyarme en todo. Como último miembro de mi familia, mi gata, la cual aún sin saberlo me ha ayudado mucho, siendo capaz de cambiar mi ánimo para bien solo con una mirada.

También me gustaría agradecerle a todos mis amigos, tanto a aquellos que me vienen acompañando desde bachillerato, aquellos que he ido haciendo con el tiempo, y aquellos amigos que aún no he visto en persona. Es impresionante como una simple noche en la que hagamos una llamada grupal, en la que hablemos, juguemos o veamos alguna serie puede llegar a ser tan importante en mi día a día.

De la misma manera, me gustaría agradecerle a mis compañeros Cesar, Alejandro y Luis, quienes me han acompañado durante gran parte de mi carrera y han sido de gran apoyo para mí. Así como a mi tutor, Wilmer Sanz, el cual ha sido de gran apoyo para la realización de este trabajo, a parte de ser uno de los mejores profesores que he tenido.

Por último, me gustaría agradecerle a todo el departamento de mantenimiento de las empresas Curex, Morrocel y Venefoil, lugar donde llevé a cabo mis pasantías, y en el cual viví distintas experiencias, llenas de oportunidades para crecer tanto como persona, así como profesional. En especial me gustaría agradecerle a mi tutor empresarial, Iván Sandoval, así como a Tomás Leung, José Castillo, Morelia Curiel, Carlos Navas, y en general todas aquellas personas que siempre estuvieron presentes para brindarme su apoyo.

A todos los mencionados, sinceramente, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		pp.
LISTA DE FIGURAS.....		xi
LISTA DE TABLAS.....		xiii
RESUMEN INFORMATIVO.....		xiv
INTRODUCCIÓN.....		1
CAPÍTULO		
I	LA EMPRESA	2
	1.1 Descripción de la Empresa.....	2
	1.1.1 Ubicación de la Empresa.....	2
	1.1.2 Razón Social.....	2
	1.1.3 Reseña histórica.....	2
	1.1.4 Estructura Organizativa.....	3
	1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa.....	3
	1.2.1 Misión.....	3
	1.2.2 Visión.....	4
	1.2.3 Objetivos.....	4
	1.2.4 Valores.....	5
	1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía.....	5
	1.3.1 Proceso de Mantenimiento.....	5
	1.3.2 Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento.....	6
II	EL PROBLEMA	7
	2.1 Planteamiento del Problema.....	7

	2.2 Formulación del Problema.....	10
	2.3 Objetivos de la Investigación.....	10
	2.3.1 Objetivo General.....	10
	2.3.2 Objetivos Específicos.....	10
	2.4 Justificación.....	10
	2.5 Alcance y Limitaciones.....	11
III	MARCO TEÓRICO	13
	3.1 Antecedentes.....	13
	3.2 Bases Teóricas.....	15
	3.2.1 Sistemas.....	15
	3.2.1.1 Sistemas de Adquisición de Datos.....	16
	3.2.1.2 Sistemas de Monitoreo.....	16
	3.2.2 Sensores o Transductores.....	17
	3.2.2.1 Sensores de Nivel.....	17
	3.2.2.2 Sensores de Temperatura.....	18
	3.2.3 Monitoreo Remoto.....	18
	3.2.4 TCP/IP.....	19
	3.2.5 Servidores Web.....	19
	3.2.6 HTML5.....	20
	3.2.7 CSS3.....	20
	3.2.8 JavaScript.....	20
	3.2.9 Node.js.....	21
	3.2.10 EJS.....	21
	3.2.11 WebSocket.....	21
	3.2.12 Raspberry Pi.....	21
	3.2.12.1 Raspberry Pi OS.....	22

	3.2.13 Módulo UPS.....	22
	3.2.14 Resistencias Pull-Down y Pull-Up.....	27
	3.3 Bases Legales.....	27
	3.4 Definición de Términos Básicos.....	28
IV	MARCO METODOLÓGICO	30
	4.1 Enfoque de la Investigación.....	30
	4.2 Tipo de Investigación.....	31
	4.3 Diseño de la Investigación.....	32
	4.4 Nivel de la investigación.....	32
	4.5 Población y muestra.....	33
	4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
	4.6.1 Técnicas de Recolección de Datos.....	33
	4.6.2 Instrumentos de Recolección de Datos.....	34
	4.7 Fases metodológicas.....	34
V	RESULTADOS	37
	5.1 Diagnóstico de los Problemas y Características del Tanque de Agua Helada.....	37
	5.2 Selección del Rango de las Variables a Monitorear.....	38
	5.2.1 Rango del Nivel del Tanque de Agua Helada.....	38
	5.2.2 Rango de la Temperatura del Agua Almacenada en el Tanque de Agua Helada.....	39
	5.3 Selección de los Elementos de Medición y de Procesamiento a Utilizar	39
	5.3.1 Selección del Elemento de Medición de Nivel.....	40
	5.3.2 Selección del Elemento de Medición de Temperatura.....	41

	5.3.3 Selección del Elemento de Procesamiento.....	43
	5.3.4 Selección de Elementos Adicionales.....	45
	5.3.5 Tabla de Costos de los Elementos.....	51
	5.4 Diseño de la Interfaz de Monitoreo.....	51
	5.5 Desarrollo del Software.....	53
	5.6 Determinación de las Conexiones para el Proceso de Monitoreo.....	55
	5.7 Realización de Pruebas y Estudios de Confiabilidad del Sistema de Monitoreo Desarrollado.....	58
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		62
REFERENCIAS.....		63
ANEXOS.....		68

LISTA DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN		
FIGURA		pp.
1	Ciclo del agua helada.....	8
2	Proceso en planta.....	9
3	Sensor de nivel flotante.....	18
4	Sensor de temperatura sumergible DS18B20.....	19
5	Raspberry Pi modelo 4B.....	22
6	UPS offline en modo normal	23
7	UPS offline en modo batería	23
8	UPS online en modo normal.....	24
9	UPS online en modo batería.....	24
10	UPS online en modo de línea.....	25
11	UPS interactivo.....	25
12	UPS Ferrosonante.....	26
13	UPS Triport.....	26
14	Resistencias Pull-Up y Pull-Down.....	27
15	Tanque de agua helada y de agua de retorno.....	38
16	Nivel mínimo y nivel máximo del tanque de agua helada...	39
17	Sensor-interruptor flotante de nivel internamente.....	40
18	Sensores de temperatura DS18B20.....	42
19	Pin-out de sensores de temperatura DS18B20.....	42
20	Pin-out del Raspberry Pi modelo 4B.....	45
21	Módulo acondicionador de señales.....	46
22	Módulo externo del GPIO del Raspberry Pi.....	46

23	RPi UPSPack Standard V3P.....	47
24	Características del RPi UPSPack Standard V3P.....	48
25	Características del RPi UPSPack Standard V3P Parte 2.....	48
26	Características del RPi UPSPack Standard V3P Parte 3.....	49
27	Fuente de alimentación Mean Well modelo MDR-20-5.....	50
28	Interfaz de monitoreo para PC o Laptop.....	52
29	Interfaz de monitoreo para dispositivos móviles.....	52
30	Estructura del código del sistema de monitoreo.....	53
31	Tablero.....	56
32	Sensores instalados en el tanque de agua helada.....	57
33	Tubería del cableado de los sensores.....	57
34	Distribución de pines del Raspberry Pi y el módulo acondicionador de señales.....	58
35	Puesta a prueba en seco.....	59
36	Página web con el sistema instalado.....	59
37	Grupo de Telegram.....	60

LISTA DE TABLAS

DESCRIPCIÓN		
TABLA		pp.
1	Identificación de los cables del sensor-interruptor de nivel..	41
2	Información técnica del sensor-interruptor de nivel.....	41
3	Características del sensor de temperatura DS18B20.....	43
4	Especificaciones técnicas del Raspberry Pi modelo 4B.....	44
5	Especificaciones de la fuente Mean Well modelo MDR-20-5.....	50
6	Costo de los elementos.....	51



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

**DISEÑO DE UN MONITOREO REMOTO VÍA RED LOCAL, INTERNET Y
TELEGRAM DE LA TEMPERATURA Y NIVEL DEL TANQUE CHILLER
DE LAS EMPRESAS CUREX, MORROCEL Y VENEFOIL**

Autor: José Rodríguez.

Tutor: MSc. Wilmer Sanz.

Fecha: Septiembre 2022

RESUMEN INFORMATIVO

En la presente investigación, la cual fue llevada a cabo durante la etapa de pasantías en las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, se presenta un sistema de monitoreo remoto, más concretamente, el monitoreo remoto del nivel y la temperatura del agua en el tanque de agua helada de las empresas anteriormente mencionadas, utilizando una página web y Telegram como medio para realizar el monitoreo de manera remota. La línea de investigación pertinente es la de ciencias cognitivas y aplicadas. Para el desarrollo de la investigación, se optó por un enfoque metodológico mixto, debido a que se busca responder interrogantes de manera tanto cualitativa como cuantitativa, como bien podrían ser los rangos de las variables a considerar, así como también los instrumentos de medición pertinentes con base en estos rangos y condiciones, sin mencionar también la manera en la que este sistema pueda incidir en el desarrollo del departamento de mantenimiento, el cual es el encargado del tanque de agua helada. Asimismo, la presente investigación se presenta como una investigación aplicada, debido a que con la misma se tuvo como objetivo solucionar un problema real y concreto. Además, se considerará un diseño no experimental y de estudio de casos, debido a que no se buscó influir sobre el fenómeno, sino observarlo tal cual se presenta sin influir sobre el mismo. Como población, fueron seleccionados los sistemas de monitoreo de variables en procesos y/o equipos. Y partiendo de esta, se tuvieron como muestra a los sistemas de monitoreo remoto de variables en procesos y/o equipos. En cuanto a las técnicas e instrumentos de adquisición de datos seleccionados, se contó con la encuesta, el análisis documental y la ficha de registro de datos, con la finalidad de adquirir toda la información necesaria para el correcto desarrollo de la investigación.

Descriptor: Monitoreo remoto, Sistemas de Adquisición de Datos, Sensores.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo el diseño de un sistema de monitoreo remoto para el tanque de agua helada de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, donde las variables a monitorear fueron el nivel de agua en el tanque, así como su temperatura. Se propuso la utilización de un SCB, que en este caso fue un Raspberry Pi, el cual tiene la tarea de procesar los datos obtenidos por los sensores y hacerlos visibles en una página web mediante una interfaz, además, se cuenta con un bot de Telegram, el cual envía mensajes en intervalos de tiempo al momento en el cual se detecten niveles alarmantes de alguna variable.

Comenzando por el Capítulo I: La Empresa, es en este en donde se da a conocer el entorno empresarial en el cual se llevó a cabo dicha investigación, se da a conocer su trayectoria a través del tiempo, sus procesos productivos, misión, valores, entre otros aspectos, los cuales ayudarán a comprender de mejor manera a la empresa como tal. Continuando con el Capítulo II: El Problema, es aquí en donde se da a conocer la problemática anteriormente existente en dicho entorno abordada en la presente investigación, así como también se formula el problema como tal, se proponen los objetivos, tanto el general como los específicos, y, por último, se da la justificación de la investigación, su alcance y sus limitaciones. En el Capítulo III: Marco Teórico, se exponen los antecedentes que se utilizaron como apoyo para la realización de la investigación, así como también se presentan las bases teóricas que se tomarán en cuenta al momento de desarrollar la investigación, las cuales aportan información importante sobre distintos conceptos pertinentes al tema de estudio.

En el mismo capítulo también se encuentran las bases legales referentes a la investigación, así como la definición de términos básicos utilizados a lo largo de la misma. En cuanto al Capítulo IV: Marco Metodológico, aquí se expone el enfoque, tipo, diseño, nivel, población y muestra de la presente investigación, además de exponer las teorías en las cuales se sustenta la misma. En el Capítulo V: Resultados, es donde se ahonda en toda la realización del proyecto como tal.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa

La entidad de trabajo CUREX, C. A. es una filial de CELOVEN, C.A. que trabaja en consorcio con las empresas MORROCEL, C.A. y VENEFOIL, C.A., las cuales se encargan de la manufactura de productos laminados, recubiertos y siliconados, y la producción de películas plásticas multicapas, respectivamente. CUREX se ha dedicado desde su creación a realizar impresiones flexográficas de materiales para empaques flexibles para aquellas empresas que así lo requieran y en sus años de funcionamiento, su proceso productivo se ha caracterizado por la óptima calidad de sus productos impresos Monocapa y Bilaminados utilizando como sistema de impresión la Flexografía, para cumplir con las necesidades y expectativas de los clientes y adaptándose a las exigencias del mercado nacional e internacional.

1.1.1 Ubicación de la Empresa

Su dirección fiscal es la siguiente: Calle 8 Edificio el Morro, piso 3, La Urbina Caracas - Venezuela. Mientras que su planta se encuentra en: Carretera Nacional San Juan de los Morros - Villa de Cura, Zona industrial II. Frente al fuerte Conopoima, San Juan de los Morros Guárico - Venezuela.

1.1.2 Razón Social

CUREX, C. A.

1.1.3 Reseña Histórica

La entidad de trabajo CUREX, C.A. fue creada a finales de la década de los 70 como una filial de CELOVEN, C.A., constituyéndose como una empresa anónima, pero no fue hasta el año 1993 que inició operaciones, con la finalidad de realizar impresiones flexográficas de empaques flexibles para aquellas empresas que así lo requieran. En sus años de funcionamiento, su proceso productivo se ha caracterizado por la óptima calidad de sus productos, incursionando con éxito en el mercado nacional e internacional. Su proceso productivo sigue estándares de calidad basados en la norma ISO 9001 – 2015 y sus sistemas integrados incorporan la seguridad y salud en el trabajo, la gestión ambiental, la seguridad alimentaria y la responsabilidad social.

1.1.4 Estructura organizativa

CUREX comparte departamentos y procesos comunes o de apoyo con Morrocel, los cuales son:

- Administración y Soporte Técnico y Sistemas
- Recursos Humanos y Seguridad Laboral
- Mantenimiento
- Investigación, Desarrollo y Asistencia Técnica
- Compras
- Aseguramiento de la Calidad
- Mercadeo y Ventas
- Proyectos
- Sistemas Integrados de Gestión
- Planificación y Logística
- Producción

Además de los distintos departamentos, CUREX, C.A. cuenta con cuatro áreas principales, siendo estas, el área de impresión flexográfica, el área de artes gráficas, el área de pre-prensa y por último el área de colorimetría. El área de impresión flexográfica es en donde se realiza todo el proceso de impresión de los futuros empaques. CUREX utiliza el método de impresión por superficie en relieve, donde la tinta es transferida al clisé por el cilindro anilox (con celdas en profundidad grabadas), del clisé pasa al material o substrato mediante presión, y luego pasa a un horno, donde se secan. El área de artes gráficas es donde se elaboran y aprueban las artes, así como el desarrollo, revisión y salida de montajes digitales y/o material requerido para el proceso de impresión. El área de pre-prensa se encarga de la recepción de artes, elaboración y montaje de planchas utilizadas en el proceso de impresión. Y, por último, el área de colorimetría se ocupa del desarrollo, preparación, liberación y liquidación de las tintas que serán utilizadas en el proceso de impresión.

1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa

1.2.1 Misión

Manufacturar empaques flexibles de la más alta calidad que garanticen a nuestros clientes y demás partes interesadas, procesos, productos y servicios que excedan sus

expectativas, en conformidad con los requisitos por ellos establecidos, considerando el contexto de la organización, la gestión de riesgos y oportunidades y su dirección estratégica, mediante la participación de un equipo humano capacitado, con alta tecnología, promoviendo la eficacia y la mejora del Sistema de Gestión de la Calidad integrado al negocio, la seguridad y salud laboral de nuestros trabajadores, aplicando un plan que garantice la Inocuidad de nuestros productos y contribuyendo con el medio ambiente.

1.2.2 Visión

Lograr un alto posicionamiento en el mercado nacional e internacional, como empresa líder convertidora, en la elaboración de empaques flexibles y materiales siliconados.

1.2.3 Objetivos

- Aumentar los esfuerzos de la organización para la identificación y cumplimiento de las necesidades de nuestros Clientes y demás partes interesadas.
- Determinar el contexto de la organización en concordancia con su propósito y dirección estratégica.
- Fortalecer la gestión de riesgos y oportunidades de la organización, planificando las acciones para abordar estos riesgos y oportunidades.
- Mantener la participación de un equipo humano capacitado, en la utilización y desarrollo de nuevas tecnologías, para la innovación de nuestros productos y servicios.
- Garantizar mecanismos que promuevan la eficacia y la mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad integrado al negocio.
- Incursionar en el mercado nacional e internacional como empresa líder en la conversión de empaques flexibles.
- Sostener el Programa de Salud y Seguridad Laboral con sus normativas y actividades, para el mejoramiento continuo de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo
- Consolidar el Plan APPCC (HACCP) y sus pre-requisitos para la identificación, evaluación y control de los peligros que son significativos para la inocuidad de los alimentos durante la fabricación, embalaje, almacenamiento y despacho de nuestros productos.
- Promover las medidas necesarias para controlar y prevenir la contaminación, haciendo que los procesos, productos y servicios se desarrollen con el menor impacto ambiental.

1.2.4 Valores

- **Atención a sus Clientes y demás partes interesadas (internos y externos):** Están orientados a conocer y satisfacer las necesidades de sus clientes y demás partes interesadas, para superarse continuamente en la búsqueda de soluciones innovadoras, atendiendo las sugerencias y sus requerimientos, para la mejora continua de los procesos, productos y servicios.
- **Ética:** Trabajan con honradez y transparencia, actuando bajo los principios de responsabilidad, lealtad, integridad, honestidad y confidencialidad.
- **Trabajo en Equipo:** Buscan la integración, a través de la colaboración, comunicación y apoyo de su gente, asumiendo las responsabilidades y compromisos, compartiendo conocimientos y promoviendo relaciones interpersonales con franca transparencia.
- **Compromiso:** Sus acciones están enmarcadas en hacer las cosas bien para sus clientes y demás partes interesadas.
- **Innovación:** Tienen la disposición para el desarrollo de nuevas tecnologías y productos, aplicando alternativas que les permitan incrementar la productividad y la rentabilidad, con el aprendizaje continuo y su difusión.

1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía

El departamento donde se están desarrollando la pasantía es el de mantenimiento, el cual presta servicios a las tres empresas, y cuyo objetivo principal es planificar, dirigir, controlar y ejecutar las actividades de mantenimiento a fin de asegurar y optimizar el funcionamiento de las máquinas y equipos de las empresas CUREX, C.A., MORROCEL, C.A. y VENEFOIL C.A., así como garantizar los recursos de seguimiento y medición.

1.3.1 Proceso de Mantenimiento

Como se mencionó previamente, el departamento de mantenimiento se encarga de mantenerse al tanto del estado de todas las máquinas y equipos de las empresas CUREX, C.A., MORROCEL C.A. y VENEFOIL, C.A., con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de cada uno, así como también optimizar el mismo. Esto se logra con un constante proceso de planificación, dirección, control y ejecución de actividades de mantenimiento.

Para esto, se cuenta con cuatro procedimientos:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

- Control de entrada y salidas de materiales y repuestos del inventario
- Calibración de los equipos de seguimiento y medición

1.3.2 Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento cuenta con el responsable del proceso, el cual viene siendo el gerente y/o jefe del departamento de mantenimiento como tal, también cuenta con coordinadores, planificadores, ing. entrante, supervisores y técnicos de apoyo, así como también se tienen asistentes, mecánicos, electricistas, torneros, lubricadores y almacenistas de mantenimiento.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la industria, el cual es ampliamente utilizado en una gran gama de procesos, que van desde sus aplicaciones en la industria agrícola, sanitaria, minera, hasta la industria alimenticia, por nombrar algunos, y en muchos de estos procesos el agua tiene que pasar por algún tratamiento, ya sea su potabilización, suavización, enfriamiento, etc.

Es bien sabido que, para siempre tener disponibilidad inmediata de tan preciado recurso, el agua se suele almacenar en tanques, lo que conlleva a que exista la necesidad de conocer el nivel de agua de los mismos, así como su temperatura y muchas otras características medibles, dependiendo del proceso en donde se vaya a emplear dicho recurso. Esto se logra mediante el monitoreo o supervisión de los tanques, la cual puede ser llevada a cabo de manera manual, mediante la intervención de personal calificado en el mismo, el cual emplee los recursos e implementos necesarios para realizar las mediciones pertinentes, ya sean de nivel, temperatura u otras propiedades del recurso, siempre cumpliendo con los estándares y medidas de seguridad dependiendo del proceso.

Actualmente, en las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, existen dos tanques de agua que trabajan como uno solo, los cuales se emplean para diferentes procesos, uno de ellos es el de agua helada, también llamado “Chiller” y otro el de agua de retorno, también llamado de “agua caliente”, esto debido a que el agua de dicho tanque se encuentra significativamente más caliente que la del tanque de agua helada, la cual tiene una temperatura ideal de aproximadamente 8 °C.

El tanque de agua de retorno se encarga de almacenar el agua que ya fue enviada a los procesos y regresó, es decir, retornó, para posteriormente ser traspasada por reboso al tanque de agua helada, donde esta será succionada por bombas hidráulicas y enfriada por los Chillers (Los cuales son máquinas frigoríficas cuyo cometido es enfriar un medio líquido, que en este caso resulta ser agua), para luego ser devuelta al tanque de agua helada lista para ser enviada a los diferentes procesos en planta por distintas bombas hidráulicas.

Cabe destacar que este proceso de enfriamiento a través de los Chillers siempre se encuentra en ejecución, es decir, se realiza de manera continua, esto para asegurar que el agua

helada siempre se encuentre a la temperatura adecuada para el trabajo. En las figuras 1 y 2, se muestran imágenes referentes al proceso.

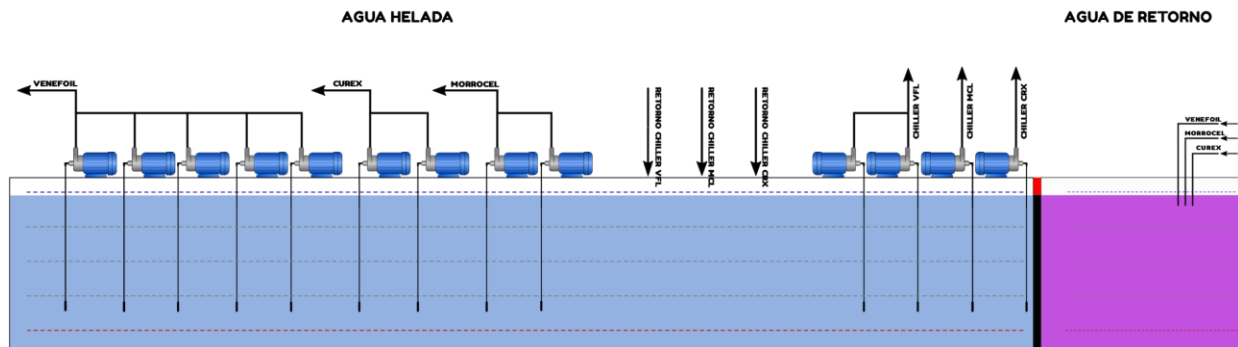


Figura 1. Ciclo del agua helada

Fuente: Rodríguez (2022)

En la figura 1 se aprecian trece bombas hidráulicas, de las cuales, nueve se encargan de distribuir el agua helada en planta para su utilización en distintos procesos, y cuatro se encargan de enviarle el agua a los Chillers, para de esta manera asegurar que siempre esté en la temperatura adecuada. De estas nueve bombas, cinco están destinadas a proveer de agua helada a todos los procesos de Venefoil, dos se encargan de distribuir el mismo recurso a CUREX, y de igual manera, dos son las bombas hidráulicas asignadas para Morrocel, con lo que se tiene que Venefoil es, de las tres empresas, la que más depende de este preciado recurso. Así mismo, Venefoil cuenta con dos bombas hidráulicas las cuales envían al agua hacia su respectivo Chiller, quedando CUREX con una sola bomba hidráulica que envíe agua a su respectivo Chiller, al igual que Morrocel, con lo que se tiene nuevamente que el Chiller de Venefoil es el que maneja mayor flujo de agua, por lo que requerirá de un mantenimiento más frecuente que los otros dos.



Figura 2. Proceso en planta

Fuente: Rodríguez (2022)

En la figura 1, entre en tanque de agua de retorno y el de agua helada se aprecia una franja roja, esta representa la zona de reboso, la cual una vez haya sido sobrepasada por el nivel del tanque de agua de retorno, ocasionará que el agua se desborde y caiga en el tanque de agua helada para su enfriamiento, esto se realiza de esta manera con la finalidad de evitar el exceso de turbulencias en el agua.

El tanque de agua helada se llena mediante un arreglo de llaves, y únicamente cuando se determina que es necesario. La manera en la que se determinaba cuando resultaba necesario era mediante el monitoreo manual del tanque de agua helada, el cual se realizaba tres veces al día, cada 8 horas, es decir, en cada turno. Para este monitoreo se destinaba personal para que se dirigiera al mencionado tanque y midiera el nivel y la temperatura del mismo, en cuanto a la medición del nivel, esta se realizaba anteriormente empleando una cinta métrica, y en cuanto a la temperatura del agua, era monitoreada empleando instrumentos manuales como por ejemplo pistolas infrarrojas de medición de temperatura, las cuales llegaban a ser técnicas de monitoreo que resultaban poco eficientes y poco confiables.

Esto es un circuito cerrado, con lo que el agua que retorna nunca será mayor a la que se envió, en todo caso, será menor, debido a la evaporación resultante de los diferentes procesos en los que se emplea, además de fugas eventuales del agua helada en los diferentes procesos. Debido a estos factores, se estaban presentado problemas relacionados con el control de temperatura y nivel del tanque de agua helada, en cuanto a este último, estos problemas ocasionaban que la bomba hidráulica la cual se encarga de distribuir el agua helada solo succionara aire, poniendo esto en riesgo la maquinaria, y en cuanto a la temperatura, esto ocasionaba que se generaran desperdicios con materia la cual está pensada para ser transformada en un producto final, así como también el desgaste de las máquinas. En los anexos del 1 al 3 se observan ordenes de trabajo en las cuales se evidencia la problemática.

2.2 Formulación del Problema

¿Cómo obtener información en tiempo real a distancia de la temperatura y nivel de agua en el tanque de agua helada de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de monitoreo remoto vía red local, Internet y Telegram de la temperatura y nivel del tanque chiller de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, con la finalidad de prevenir fallas potenciales.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los problemas y características del tanque de agua helada.
- Seleccionar el rango de las variables a monitorear.
- Seleccionar los elementos de medición y de procesamiento a utilizar.
- Diseñar la interfaz de monitoreo.
- Desarrollar el software de monitoreo.
- Determinar las conexiones para el proceso de monitoreo.
- Realizar pruebas y estudios de confiabilidad del sistema de monitoreo desarrollado.

2.4 Justificación de la Investigación

Previamente se expuso la gran importancia que representa este valioso recurso, no solo en las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, sino en la gran mayoría de las empresas de producción, así como también, su monitoreo y la gran importancia del mismo. Este monitoreo o supervisión adquiere aún más valor o importancia cuando la maquinaria o los equipos, ya sean

eléctricos, mecánicos o cualquier otro tipo, se pueden llegar a ver involucrados de manera negativa, así como también la materia prima. Resulta de gran importancia que estos mismos funcionen adecuadamente y bajo condiciones seguras, así como también el hecho de que la materia prima que se emplee cumpla con su cometido, y se transforme en un producto final del cual se pueda generar ganancias.

Es por esto que, ante la necesidad expuesta anteriormente de monitorear y controlar tanto el nivel como la temperatura del tanque de agua helada en las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, el departamento de mantenimiento solicitó un sistema de monitoreo remoto con el cual se pudiera lograr de manera efectiva y eficiente este objetivo, el cual anteriormente solo era realizable destinando personal el cual podía ser de mucha más ayuda en distintas áreas para las cuales esté capacitado.

Con la implementación del presente proyecto se persigue la optimización del tiempo, al invertir en mucha menor medida este recurso en el monitoreo del tanque de agua helada, así como un mejor manejo del personal, al no destinar personal capacitado y mayormente necesitado en otras áreas para el monitoreo del mismo, finalizando con una mayor eficacia y eficiencia en cuanto al monitoreo del mencionado tanque.

Con enfoque en las necesidades como en las ventajas que traería consigo el diseño y la implementación de un monitoreo remoto del tanque de agua helada se propuso el presente proyecto, con la finalidad de poder identificar y solucionar fallas de manera inmediata y así lograr evitar cualquier tipo de accidentes e incidentes referentes a estos procesos.

2.5 Alcance y Limitaciones

Alcance

- Monitoreo del nivel del agua en el tanque de agua helada por sectores y la temperatura de la misma mediante red local e Internet.
- Mensaje de Telegram el cual notificará cualquier cambio alarmante tanto en el nivel como en la temperatura del agua helada.

Limitaciones

El presente proyecto está orientado para su implementación en el tanque de agua helada de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, por lo cual queda fuera de cuestión su implementación en cualquier otra entidad empresarial y/o comercial, así como también su implementación en tanques de agua comunitarios, privados o destinados para el hogar. Esto es

así ya que se diseña tomando en cuenta únicamente las características y naturaleza del proceso del tanque de agua helada de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

Algunos autores como Pérez (2006), afirman que “el establecimiento de los antecedentes se materializa mediante una revisión de la literatura referente al tópico en estudio” (p.67). Partiendo de este punto, y basándose en la problemática previamente planteada, así como en los objetivos planteados para la resolución de la misma, se procede a presentar los antecedentes del presente proyecto.

Primeramente, Agurto D. (2020) presentó una investigación realizada en la Universidad Nacional de Piura, ubicada en la localidad peruana de Piura, cuya investigación se titula **“Integración de un Sistema de Adquisición de Datos Mediante el Uso de un Arduino mega y Raspberry Pi3 como Servidor Web y Base de Datos”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones.

En esta investigación, el autor expresa que, en la Escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Piura, no se contaba con un sistema de adquisición de datos, el cual fuera de software libre, al mismo tiempo que económico, que fuera capaz de recolectar información del medio, la almacene, tome medidas de acuerdo a los valores capturados y pudiera generar un reporte; además de ser consultado en tiempo real, desde cualquier dispositivo que cuente con conexión a Internet. Es por esto por lo cual se decidió elaborar dicho proyecto, en el cual se propone la utilización de un Raspberry Pi, el cual funcione como servidor web y base de datos, aparte de desarrollar una interfaz en una página web mediante la aplicación de HTML y PHP, en donde se pudiera visualizar toda la información recolectada por diferentes sensores.

De la misma manera, se tiene la investigación realizada por Ortiz M. (2018), la cual se titula **“Sistema de Monitoreo del Suministro y Almacenamiento de Agua a Través de una Aplicación Móvil en la Vereda Córdoba Bajo, Finca Rincón Santo, Chiquinquirá”**, la cual fue llevada a cabo en la Universidad Católica de Colombia, en la localidad de Bogotá D.C. para la obtención del título Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones.

En la mencionada investigación se diseña una propuesta a la problemática del monitoreo de agua en las zonas rurales, con la finalidad de incentivar más concretamente el desarrollo

económico del departamento de Boyacá. Con el presente proyecto se buscó mitigar el tiempo empleado en el desplazamiento y cambio de mangueras cuando los tanques se llenan, así como también, mediante un sistema de comunicación inalámbrica se transporta la información adquirida por los sensores. En el mencionado proyecto se planteó la utilización de un sistema SCADA, el cual quedaría a disposición y fuera de fácil acceso para la comunidad local, así como también sería visualizable desde cualquier dispositivo móvil. También se planteó la utilización de un microcontrolador, el cual fue el Arduino Uno, el cual sería el encargado de realizar un enlace con la aplicación, por medio de una red local configurada para la zona.

Así mismo, Moposita J. (2018) realizó una investigación llevada a cabo en la Universidad Técnica de Ambato, en la localidad de Ambato, Ecuador, titulada **“Sistema de Control y Alerta para el Tanque Purificador de Agua en la Planta Purificadora ECOAGUA”**, esta misma fue realizada previa a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. Este proyecto fue llevado a cabo con el objetivo de solventar una carencia en la planta ECOAGUA, la cual estaba desprovista de un adecuado sistema de control de llenado en los tanques de agua, lo cual provocaba que sus instalaciones se pusieran en riesgo, así como los equipos ahí presentes, como por ejemplo las bombas hidráulicas, por desbordes en los tanques, lo cual provocaba grandes retrasos en la producción y elevados costos de operación, afectando fuertemente la economía de la planta de manera negativa.

Se planteó un sistema de control automatizado en el cual, todas las operaciones de control serían realizadas desde un tablero instalado en planta, para lo cual resultó necesario la fabricación de una tarjeta electrónica basada en microcontroladores, la cual fuese capaz de adquirir datos de señales analógicas procedentes de los sensores y niveles de líquido, y el cual transmitiera la información para que posteriormente fuera visualizable en la interfaz del tablero.

Por otra parte, Guapi M. (2018) realizó un trabajo de grado titulado **“Diseño Metodológico para el Desarrollo de Interfaces Gráficas en Páginas Web Utilizando los Lenguajes HTML 5 y CSS 3”**, previo a la obtención del título de Licenciado en la especialidad de Diseño Gráfico, este trabajo fue llevado a cabo en la Universidad Nacional de Chimborazo, ubicada en la localidad de Riobamba, Ecuador.

Aquí se tuvo como objetivo el diseño de una metodología para el desarrollo de las interfaces gráficas en páginas web utilizando los lenguajes HTML5 y CSS3, para así poder reducir el tiempo empleado al momento de su desarrollo. Así como también se hace énfasis en lo

importante que resulta últimamente la experiencia de usuario, la cual se ha convertido en un elemento diferenciador entre las opciones de aplicaciones y sistemas existentes en el mercado. Resaltando que, basándose en los estándares de los últimos años, ya no se considera suficiente que una aplicación sea efectiva, flexible y de fácil aprendizaje, sino que también es preciso que se adapte a situaciones útiles en la vida cotidiana de las personas, que creen experiencias satisfactorias.

Por último, en la Universidad de Guayaquil, ubicada en Ecuador, Peñaloza J. (2017) llevó a cabo una investigación previa a la obtención del título de ingeniería en teleinformática titulada **“ECO-PC: Computador de Bajo Costo Acoplado con Equipos Electrónicos Reciclados y Open Hardware”**. Esta investigación pretendió proveer una alternativa que permitiera reutilizar los equipos computacionales, como bien lo pueden ser periféricos como monitores, teclados y mouses, considerados en desuso en conjunto con un equipo de nueva tecnología conocida como lo llega a ser Raspberry Pi, para generar una oportunidad de reducir en algún porcentaje la cantidad de chatarra electrónica que se encuentra acumulados en bodegas y vertederos en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

En la mencionada investigación resaltan la gran compatibilidad que posee el Raspberry Pi con distintos sistemas operativos de software libre (así como la instalación de cada uno y las características de los mismos), generalmente basados en Linux, como bien lo son Raspbian (el cual resulta ser el sistema operativo por defecto de la Raspberry Pi), Ubuntu, Kali Linux, entre otros. Además de dar a conocer lo potente y robusto que puede llegar a ser este dispositivo.

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Sistemas

Al momento de definir lo que es un sistema, se puede referir a él como “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.” (Real Academia Española, s.f., definición 3). Con lo cual se tiene que el objetivo principal de un sistema es agrupar de manera organizada y coherente distintos procesos, acciones, componentes, personas, etc. Para el correcto cumplimiento y desarrollo de una tarea específica, y esto se puede constatar en el día a día, donde constantemente se pueden observar sistemas en el entorno, desde los semáforos, distribución de electricidad, sistemas de seguridad, hasta sistemas cibernéticos o sistemas operativos, por decir algunos. Al indagar más, se encuentran distintos tipos de sistemas y sus aplicaciones, de los cuales, cabe destacar algunos.

3.2.1.1 Sistemas de Adquisición de Datos

Esencialmente, estos sistemas son los encargados de medir las variables físicas del proceso, ya sea mediante transductores y/o sensores, acondicionarlas y almacenarlas en algún medio, ya sea un servidor, un computador, etc. Para posteriormente tener la capacidad de trabajar con ellas. En caso de que los sensores no cuenten con salida digital, también se encargarían de transformar estas señales analógicas correspondientes a las variables físicas previamente medidas en señales digitales.

- **Medición de las magnitudes físicas:** Es en esta etapa donde se obtienen las mediciones de las magnitudes físicas, esto se logra mediante sensores y/o transductores.
- **Acondicionamiento de la señal:** Luego de que se cuente con la señal de la variable medida, se continúa con esta etapa, en la cual, como lo dice su nombre se acondiciona la señal para que resulte posible o más fácil trabajar con ella. Generalmente en esta etapa la señal es tanto amplificada (en caso de requerirse) como filtrada, para eliminar cualquier tipo de ruido.
- **Conversión Analógico-Digital:** Es aquí donde las señales analógicas son convertidas en señales digitales mediante un ADC.
- **Almacenamiento o Procesamiento:** Es aquí donde la señal es almacenada o guardada, lista para su utilización en el proceso que se requiera. O bien puede ser directamente utilizada en algún proceso o tarea.

Ramírez (2009), afirma que “En general, cuando se habla de un sistema de adquisición de datos, se pueden identificar cuatro partes o elementos principales: hardware, software, PC y sensores. Las características y funciones de cada uno de estos elementos determinan en gran parte el adecuado desempeño del sistema. Por ejemplo, la PC debe contar con un buen procesador o suficiente memoria RAM para poder transferir y procesar continuamente todos los datos adquiridos, de lo contrario la velocidad máxima de lectura se limitará. El software de aplicación debe ser poderoso para analizar y presentar la información correctamente al usuario, además debe ser flexible para poder evolucionar conforme cambien las necesidades de la aplicación. Por otro lado, una elección correcta de los sensores y del hardware para el acondicionamiento y conversión de señales es clave para obtener una lectura correcta de las señales. (p. 17)”

3.2.1.2 Sistemas de Monitoreo

Estos sistemas son los encargados de proveer información a los usuarios del estado, desempeño, u otras características de un proceso. Estos mismos son empleados con la finalidad

de poder tomar decisiones en función de la información proporcionada por el sistema, para poder accionar de la manera más acertada. Estos son utilizados en la gran mayoría de las empresas de producción, y son de gran importancia para mantener el estado de todos los procesos, así como todos los elementos involucrados en su punto más óptimo.

Un aspecto muy importante es destacado en un trabajo realizado por Cuzme (2010), en donde destaca que “El sistema también interactúa con el supervisor a través de la interfaz gráfica o de presentación; el supervisor es el encargado de recibir las alertas del sistema por medio de lectura numéricas o indicativos ilustrados en la presentación y de enviar las órdenes al sistema.” (p. 15).

3.2.2 Sensores o Transductores

Estos son los que se encargan de obtener una medida de la magnitud física requerida, la cual se representa en forma de una señal analógica o digital, esto va a depender del tipo de sensor o transductor. Estos se diferencian entre sí, en que los transductores cuentan con la capacidad de transformar una variable física en otra la cual resulte más sencilla de medir, y los sensores son aquellos transductores los cuales solo son capaces de transformar variables físicas en variables eléctricas.

3.2.2.1 Sensores de Nivel

Estos sensores son capaces de detectar el nivel de líquido de algún medio, ya sea un tanque, represa, etc. Y transformar esta medición en una señal eléctrica con la cual trabajar. Existen distintos tipos de sensores de nivel los cuales son empleados en una gran gama de procesos, y estos se eligen dependiendo de las características del medio en donde se van a desarrollar, es decir el líquido, así como también tomando en cuenta las necesidades del proceso. En la figura 3 se puede observar un sensor de nivel flotante.

Desde otro punto de vista, Ortiz (2018), clasifica los sensores de nivel en dos tipos, dictando que “Los sensores de nivel son herramientas que nos permite conocer la altura de un material dentro de un recipiente, hay dos clases de sensores de nivel uno es de punto y el otro es continuo. Los sensores de nivel de punto funcionan como una alarma en determinado punto, cuando el material alcanza cierto nivel el sensor emite una señal eléctrica indicando que sobrepasó el nivel de supervisión o que el nivel es más bajo de lo requerido. Los sensores de nivel continuos son más robustos y generan un sensado continuo del nivel del material en vez de un solo punto, esto produce una señal análoga la cual se relaciona al nivel del recipiente del material.” (p. 20)



Figura 3. Sensor de nivel flotante

Fuente: Amazon.com

3.2.2.2 Sensores de Temperatura

Los sensores de temperatura se encargan de medir la temperatura de alguna superficie, objeto o medio, arrojando una señal eléctrica correspondiente a la magnitud de la temperatura medida. Esta señal puede ser enviada directamente o mediante el cambio de la resistencia. Estos tienen una infinidad de usos y aplicaciones, y su funcionamiento va a depender del tipo de sensor, el cual debe ser seleccionado dependiendo de las necesidades del proceso. En la figura 4 se muestra un sensor de temperatura sumergible.

3.2.3 Monitoreo Remoto

El monitoreo remoto puede interpretarse como un sistema de monitoreo el cual es accesible desde cualquier lugar, ya sea por la implementación de un servidor o alguna otra tecnología. También se caracteriza por el hecho de que brinda seguridad al momento de monitorear, en caso de que el ambiente de trabajo resulte peligroso, ya que no es necesario que el usuario se encuentre presente en el proceso, además de brindar accesibilidad a entornos los cuales no cuentan con un fácil acceso. También son utilizados con la simple finalidad de realizar más fácil y/o dinámica una tarea que pueda resultar tediosa, o donde se esté empleando personal que podría ser aprovechado de mejor manera en alguna otra tarea.



Figura 4. Sensor de temperatura sumergible DS18B20

Fuente: Amazon.com

3.2.4 TCP/IP

TCP/IP son los protocolos fundamentales de Internet, su nombre viene de dos de los protocolos que lo conforman, estos son el Protocolo de Control de Transmisión (TCP por sus siglas en inglés) y el Protocolo de Internet (IP por sus siglas en inglés). En este sentido, es necesario subrayar que el primero de los protocolos citados lo que hace es proporcionar un transporte muy fiable de los datos dentro de lo que es el nivel de transporte de referencia OSI. Y mientras, el segundo, el protocolo IP, se identifica y define especialmente por el hecho de que lo que hace, en el nivel de red, es ofrecernos la posibilidad de dirigir los citados a otras máquinas.

Esta suite de protocolos es tan popular debido a que los estándares de los protocolos son abiertos, es decir, es independiente del sistema operativo del equipo, por lo que es capaz de interconectar equipos de diferentes fabricantes sin complicaciones, es independiente del medio de transmisión físico, tiene un esquema de direccionamiento amplio y común, y posee protocolos de alto nivel estandarizados.

3.2.5 Servidores Web

Choquesillo (2012) expresa que un servidor web es aquel que “almacena documentos HTML, imágenes, archivos de texto, escrituras, y demás material Web compuesto por datos

(conocidos colectivamente como contenido), y distribuye este contenido a clientes que la piden en la red.” (p. 103). Y más que solo documentos HTML, este se encarga de almacenar todos los elementos que hacen posible el funcionamiento de las páginas y aplicaciones web, por llamarlos de alguna manera, los cuales, además de únicamente el HTML, suelen incluir el CSS, así como también algún lenguaje de programación, como lo podrían ser JavaScript, PHP, Python, entre otros.

3.2.6 HTML5

HTML5 es la última actualización de HTML, el cual es un lenguaje de marcado de hipertexto, este resulta ser el lenguaje de este tipo más utilizado para crear o elaborar, estructurar y estilizar hasta cierto punto páginas web. Mir (2012) resalta que “Este lenguaje se utiliza para mostrar texto, acompañado de otros elementos como imágenes o tablas, a través de Internet. Para poder visualizar estas páginas e interactuar con ellas el usuario necesita utilizar un “navegador web”, programa informático que interpreta el lenguaje HTML y lo visualiza en la interfaz del dispositivo.” (p. 8).

Este no cuenta como un lenguaje de programación, ya que este no cuenta con la capacidad de adicionarle funcionalidades dinámicas a la página, para esto es que se emplean lenguajes de programación como los anteriormente mencionados. Además, HTML5 generalmente va acompañado de CSS3, esto se hace de esta manera para la estilización de la página o aplicación web.

3.2.7 CSS3

CSS3 básicamente, es la última versión de CSS, el cual es un lenguaje de hojas de estilo en cascada. Este es utilizado para darle una mejora visual a una página o aplicación web la cual cuenta únicamente con HTML. En un trabajo llevado a cabo por Guapi (2018), se dice que “El CSS es un lenguaje de estilos utilizado para definir la presentación, el formato y la apariencia de un documento de marcaje, sea HTML, XML, o cualquier otro. Generalmente se emplea para dar formato visual a documentos.” (p. 23)

3.2.8 JavaScript

En esencia, JavaScript es un lenguaje de programación de secuencia de comandos, es decir, scripts, y este resulta ser el lenguaje de programación más utilizado de este tipo. Cuenta con un amplio abanico de posibilidades en cuanto a su implementación, pero, este resulta ser principalmente empleado en páginas y/o aplicaciones web.

Villamar (2017) añade que “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.” (p. 18). Este mencionado intérprete, vendría siendo por defecto el propio navegador.

3.2.9 Node.js

Node.js es descrito en su web oficial como el entorno de ejecución para JavaScript construido en V8, el cual es el motor de JavaScript de Chrome. Este fue ideado como un entorno de ejecución para JavaScript orientado a eventos asíncronos. El ecosistema de paquetes de Node.js es npm, el cual es el sistema más grande de paquetes de código abierto en el mundo.

3.2.10 EJS

EJS son las siglas en inglés de “Easy Java Simulations”. Este es uno de los motores de plantillas más utilizados por NodeJS para su uso en JavaScript. El mismo permite crear una plantilla HTML con un código mínimo. Además, puede inyectar datos en la plantilla HTML en el lado del cliente y producir el HTML final. En resumen, es usado para generar lenguaje de marcado HTML con JavaScript normal, así como para incrustar código JavaScript en páginas HTML.

3.2.11 WebSocket

Blacio (2013) dicta que “WebSocket define un protocolo que habilita la comunicación full-dúplex, sobre la cual se pueden enviar mensajes entre un cliente (navegador) y un servidor.” (p. 109). Este protocolo de red está basado en TCP, el cual establece cómo deben intercambiarse estos datos entre redes. Esta tecnología ha resultado en un gran avance en el mundo de la comunicación web, ya que facilita enormemente la comunicación a tiempo real.

3.2.12 Raspberry Pi

La Raspberry Pi es una SBC (Computadora de placa única, por sus siglas en inglés) la cual cuenta con una gran versatilidad para cualquier proyecto o aplicación electrónica. Esta es de bajo coste y fue desarrollada en Reino Unido, teniendo como objetivo principal el estimular la enseñanza de ciencias de la computación en escuelas. Y si bien esto comenzó siendo de esta manera, la Raspberry Pi cada vez está siendo más utilizada para distintas aplicaciones, todo gracias a lo versátil que puede llegar a ser, ofreciendo un buen poder de procesamiento a un precio bastante accesible. La Raspberry Pi, cuenta con distintos modelos, los cuales serán más o

menos potentes según se seleccione. En la figura 5 se observa un Raspberry Pi modelo 4B. Además de lo anteriormente dicho, este dispositivo cuenta con una serie de pines los cuales son un módulo de entradas y salidas llamado GPIO, las cuales son las siglas en inglés para “General Purpose Input Output”.

3.2.12.1 Raspberry Pi OS

Al ser básicamente una computadora, cuenta con la capacidad de ejecutar distintos sistemas operativos, siempre y cuando su hardware sea compatible con el sistema operativo seleccionado, pero, su sistema operativo por defecto resulta ser Raspberry Pi OS, anteriormente llamado Raspbian. Este sistema operativo no resulta muy pesado y está optimizado específicamente para su utilización en una Raspberry Pi. Este mismo está basado en Debian, el cual es una de las distribuciones más utilizadas de GNU/Linux.

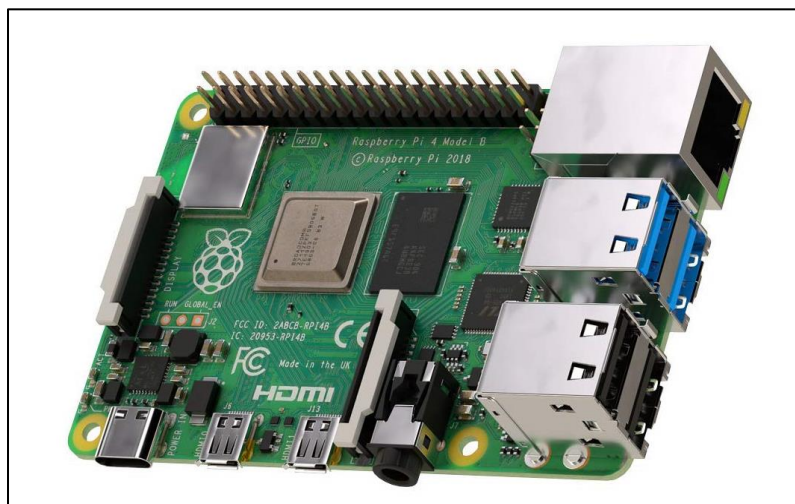


Figura 5. Raspberry Pi modelo 4B

Fuente: Opencircuit.shop

3.2.13 Módulo UPS

UPS son las siglas en inglés de sistemas de alimentación ininterrumpida. Estos se definen como dispositivos que proporcionan acondicionamiento de energía, así como energía de respaldo cuando falla la energía de servicio público, ya sea el tiempo suficiente para que el equipo se apague correctamente para que no se pierdan datos, o el tiempo suficiente para mantener las cargas requeridas operativas hasta una fuente de CA secundaria, como un generador, se conecte.

En la figura 14 se muestra un módulo UPS común para uso doméstico, el cual podría implementarse en una PC. Existen distintas configuraciones de módulos UPS, los cuales son:

- **UPS offline:** También llamados UPS standby. Estos se pueden identificar cuando la corriente de carga es suministrada normalmente por la línea (ver figura 6), y, en caso de alguna falla en el suministro de electricidad el switch cambia de posición, de manera de utilizar la batería como fuente de alimentación (ver figura 7). La transferencia de la carga de la línea de alimentación al inversor usualmente tiene una duración de 5-10ms, la cual no suele representar un problema para la mayoría de las cargas, sin embargo, existen ciertas cargas las cuales no podrían soportar la caída de tensión durante ese período de tiempo. Además, generalmente, cuando se está utilizando la batería como fuente de alimentación, se tiene una tensión salida con una forma de onda cuasi senoidal, la cual no es apta para ciertos equipos.

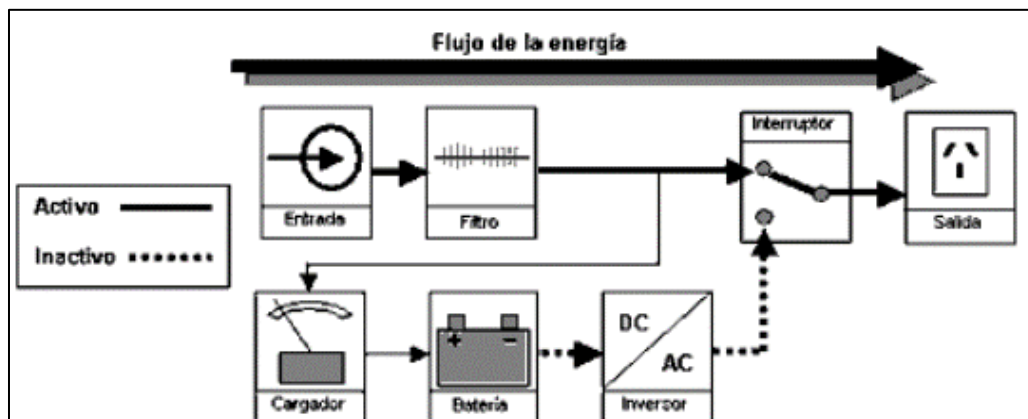


Figura 6. UPS offline en modo normal

Fuente: Unicrom.com

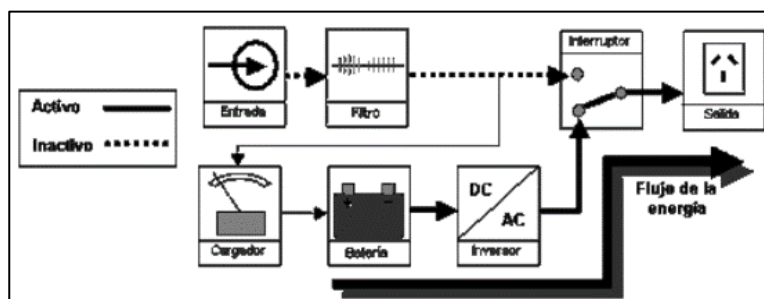


Figura 7. UPS offline en modo batería

Fuente: Unicrom.com

- UPS online:** En estos UPS la corriente de carga normalmente va desde la entrada, pasando por el filtro, el rectificador, el inversor, el conmutador y finalmente la salida (ver figura 8). Con esta configuración la carga está constantemente protegida de perturbaciones. Cuando existe alguna falla en el suministro de energía por la línea, el inversor empieza a entregar energía desde la batería (ver figura 9). En esta configuración la tensión de salida con forma de onda senoidal se mantiene. También cuenta con un modo de operación llamado bypass, en el cual el interruptor conmuta. Este se utiliza en caso de mantenimiento, si la UPS falla, o para conmutar la carga a la línea si la tensión de salida cae por una sobrecarga (ver figura 10).

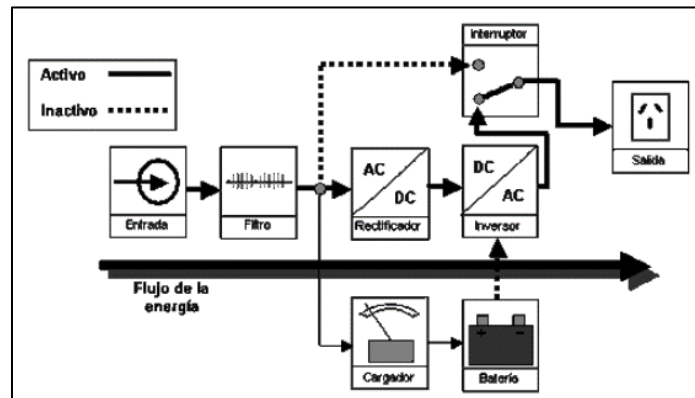


Figura 8. UPS online en modo normal

Fuente: Unicrom.com

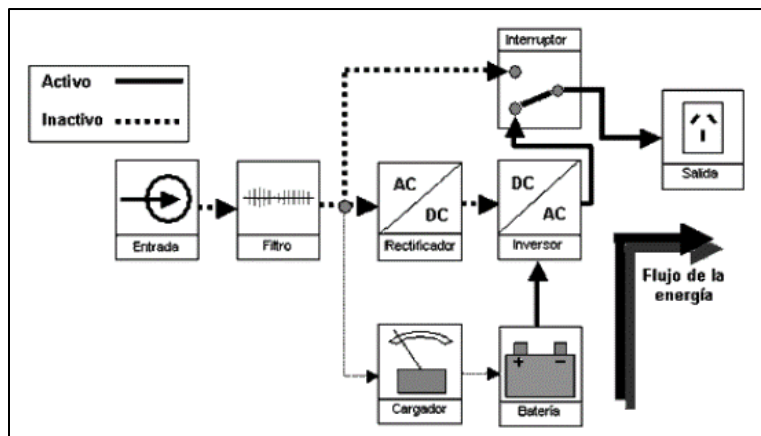


Figura 9. UPS online en modo batería

Fuente: Unicrom.com

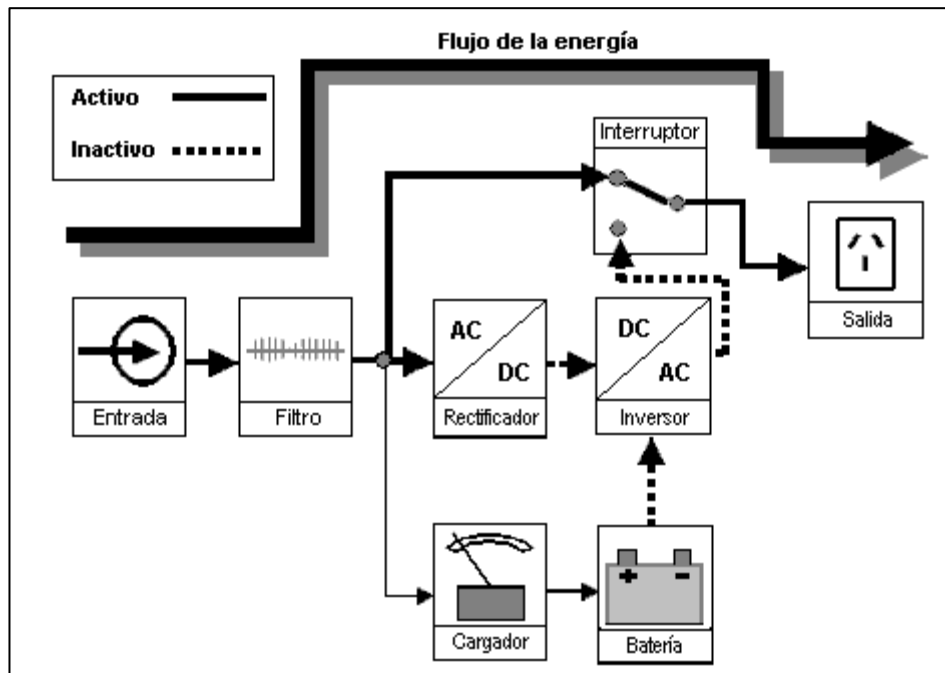


Figura 10. UPS online en modo de línea

Fuente: Unicrom.com

- **UPS interactivo:** Esta es una mejora que fue añadida el UPS offline, en la cual se agrega un regulador de voltaje de entrada (ver figura 11).

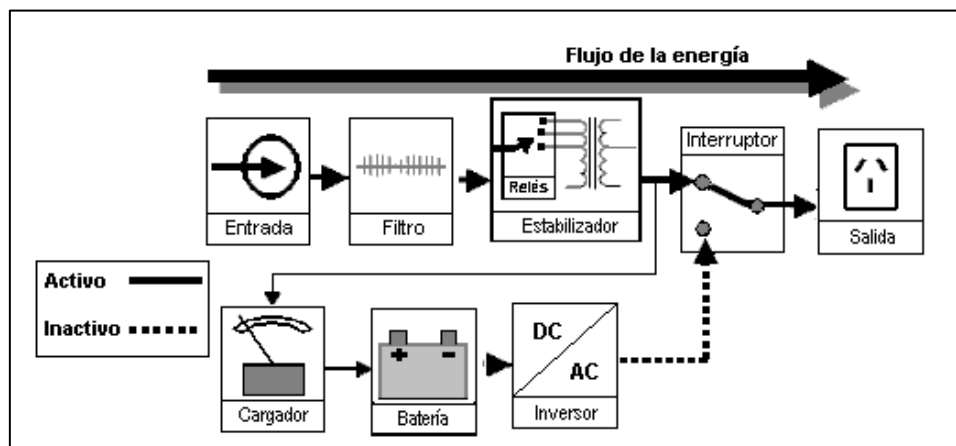


Figura 11. UPS interactivo

Fuente: Unicrom.com

- UPS Ferroresonante:** Esta es otra versión del UPS offline, cuenta con un transformador especial en la salida, el cual cuenta con tres bobinados que se encargan de regular la tensión de salida. Este puede ser visto como un regulador de tensión (ver figura 12).

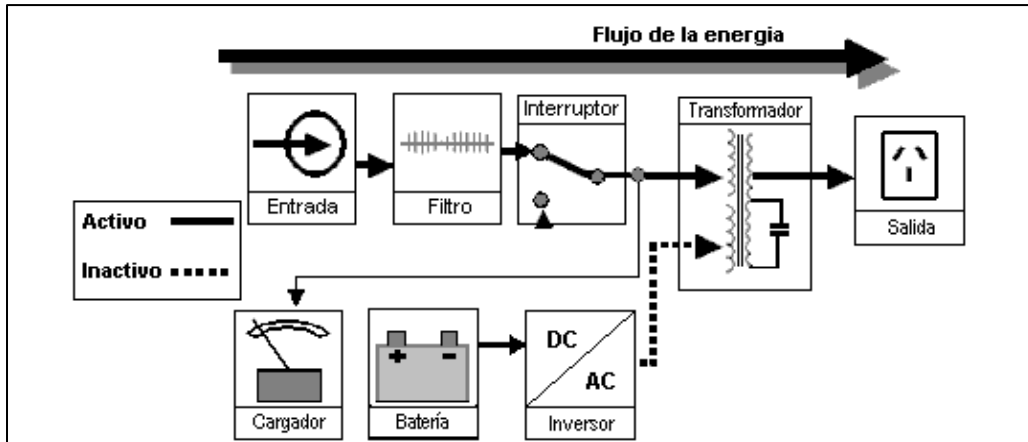


Figura 12. UPS Ferrosonante

Fuente: Unicrom.com

- UPS Triport:** Su comportamiento es similar al de un UPS interactivo (ver figura 13). Al detectar una falla en la energía, el interruptor se abre, permitiendo que la batería sea la fuente de alimentación.

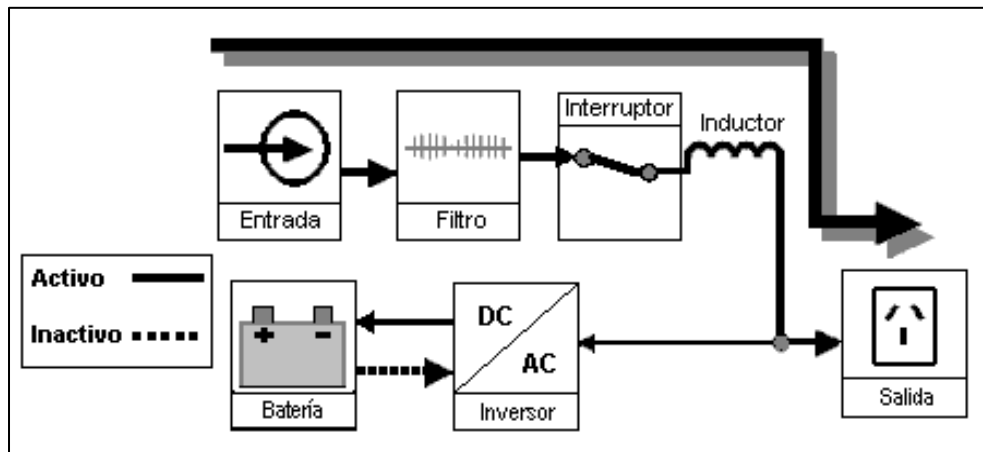


Figura 13. UPS Triport

Fuente: Unicrom.com

3.2.14 Resistencias Pull-Down y Pull-Up

Estas son dos configuraciones de resistencias que se utilizan frecuentemente en circuitos en los cuales se trabaja con señales lógicas, como podrían ser circuitos en los que se utilicen Arduino, PIC, Raspberry Pi, etc. Dichas configuraciones cumplen con la función de asignarle un valor lógico a la señal cuando el circuito se encuentra en reposo, evitando de esta manera que quede en un estado flotante. En la figura 14 se observan ambas configuraciones (Pull-Down a la izquierda y Pull-Up a la derecha), la Pull-Down asegura un valor lógico de cero a la salida cuando se encuentre en estado de reposo, mientras que la Pull-Up asegura un valor lógico de uno en las mismas condiciones.

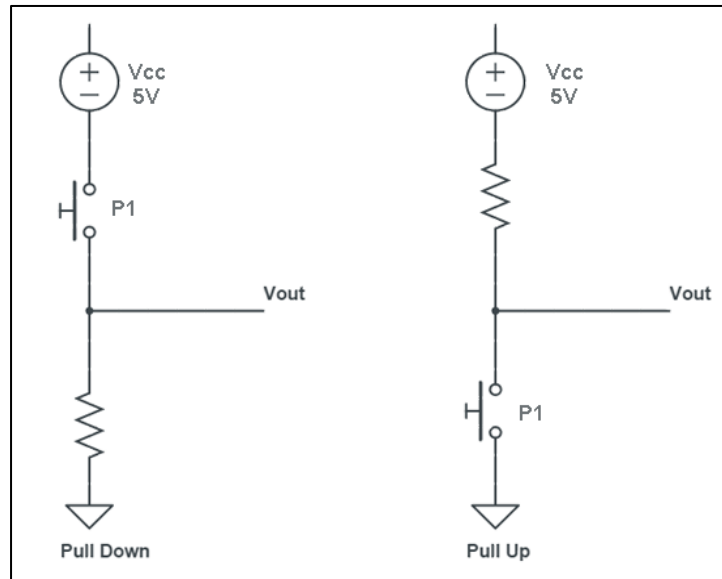


Figura 14. Resistencias Pull-Up y Pull-Down

Fuente: Programarfacil.com

3.3 Bases Legales

Se entiende como bases legales, al conjunto de leyes, normas y/o reglamentos los cuales tienen que ser tomados en cuenta y guardar relación al momento de la realización de una investigación o proyecto, estas pueden ser jurídicas, orgánicas, entre otras. Por consiguiente, se procede a indicar las bases legales que sustentan el presente proyecto.

- **Artículo 108 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999):**

“Los medios de comunicación social, públicos y privados, deben contribuir a la

formación ciudadana. 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.”

- **Artículo 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999):** “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y 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. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismas. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.”
- **Artículo 2 de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010):** “Las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones son de interés público para el ejercicio de la soberanía nacional en todos los ámbitos de la sociedad y la cultura.”
- **IEEE 802.11:** Forma parte del IEEE 802 establecida por el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) y esta propone estándares técnicos para LAN (redes de área local). Estos estándares proveen las bases para las redes inalámbricas mediante Wi-Fi.
- **IEEE 802.3:** Este también forma parte del IEEE 802 y propone estándares técnicos para LAN mediante cables de red, conocido como ethernet.

3.4 Definición de Términos Básicos

ADC: Conversor analógico-digital, por sus siglas en inglés, se encarga de convertir señales analógicas en señales digitales. Esto se realiza mediante tres procesos, el muestreo, la cuantificación y la codificación.

Hardware: Son aquellos elementos o componentes físicos que componen algún sistema.

npm: Node Package Manager o gestor de paquetes de node, Es el gestor de paquetes por defecto de JavaScript, facilita la tarea de compartir e instalar paquetes de node.

SCADA: Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos por sus siglas en inglés, capaces de generar alarmas, administrar sistemas de control distribuidos a través de una red de hardware, registrar datos, etc.

Paquetes: Son código reutilizable que generalmente tienen un uso principal, estos facilitan enormemente la tarea de programar distintas funciones, al estas ser proporcionadas directamente por los paquetes.

PHP: Lenguaje de código abierto implementado para el desarrollo web, y el cual puede ser utilizado en conjunto con HTML.

OSI: Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos, por sus siglas en inglés, describe una estructura con siete capas para las actividades de red, las cuales son: aplicación, presentación, sesión, transporte, red, enlace y física.

SBC: Computadoras de placa única, por sus siglas en inglés. Son esencialmente computadoras las cuales están integradas, como lo dicta su nombre, en una única placa, contando con todos los componentes básicos de una computadora.

Sistema Operativo: Es el programa principal que hace posible la ejecución de los demás programas en una computadora, proveyendo un entorno de trabajo o ejecución capaz.

Software: Al contrario que el hardware, está compuesto por todos aquellos elementos intangibles los cuales componen un sistema, como lo puede ser un sistema operativo, bases de datos, aplicaciones, etc.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Enfoque de la Investigación

Teniendo en cuenta la finalidad de cumplir los objetivos planteados, en la presente investigación se aplicó un enfoque metodológico mixto, el cual se sustenta de ambos paradigmas, tanto el cualitativo como el cuantitativo. Esto debido a que se busca responder interrogantes de manera tanto cualitativa como cuantitativa, como bien podrían ser los rangos de las variables a considerar, así como también los instrumentos de medición pertinentes con base en estos rangos y condiciones, sin mencionar también la manera en la que este sistema pueda incidir en el desarrollo o crecimiento del departamento de mantenimiento, por mencionar algunos.

Teoría General de los Sistemas

Gutiérrez (2013), dicta que “Se puede decir que la génesis de la Teoría General de Sistemas (TGS), data desde los mismos inicios de la filosofía y de la ciencia, y se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y al mismo tiempo, como una orientación que motiva para trabajar en forma multidisciplinar.” (p. 14)

Se le atribuye la puesta en marcha de la teoría general de los sistemas (TGS) a Ludwig Von Bertalanffy, y se entiende como tal a aquel esfuerzo de estudio interdisciplinario que tiene como objetivo encontrar propiedades comunes a entidades en los sistemas que se presentan en todos los niveles de la realidad, pero que son objeto de distintas disciplinas académicas. La TSG se fundamenta principalmente en tres afirmaciones:

- Los sistemas existen dentro de sistemas
- Los sistemas son abiertos
- Las funciones de un sistema dependen de su estructura

Teoría de la Información de Shannon y Weaver

Holik (2016), dicta que “La Teoría de la Información de Claude E. Shannon, es sin duda uno de los avances científicos más importantes del siglo XX. El principal objetivo de esta teoría es el de proporcionar una definición rigurosa de la noción de información que permita cuantificarla. Fue desarrollada con el objetivo de encontrar límites fundamentales en las operaciones de procesamiento de señales tales como compresión de datos, almacenamiento y comunicación. Sus aplicaciones se extienden a campos diversos, entre ellos la física, la química, la biología, la inferencia estadística, la robótica, la criptografía,

la computación, la lingüística, el reconocimiento de patrones y la teoría de la comunicación. En esta entrada discutimos los aspectos centrales del formalismo de Shannon y algunos de sus problemas interpretacionales.”

También llamada la teoría matemática de la comunicación, planteada por Claude Shannon y Warren Weaver, se centra en el estudio de la transmisión de datos, el procesamiento de los mismos, y, por último, la medición de la información. Esta, entre otras cosas, estudia los elementos de un proceso informativo, reconoce los elementos que puedan dificultar la transmisión del mensaje, analiza la codificación y decodificación de los mensajes, y determina la mejor manera de transmitir un mensaje. Los principales elementos que la componen son:

- Fuente de información
- Mensaje
- Transmisor
- Señal
- Ruido
- Receptor
- Destinatario

Teorema de Muestreo de Nyquist-Shannon

Este resulta ser uno de los teoremas fundamentales de la teoría de la información. Este fue desarrollado por Nyquist Shannon y probado por Claude Shannon, y el mismo dicta que para poder reconstruir una señal de manera exacta, es necesario que la frecuencia de muestreo sea como mínimo el doble de la máxima frecuencia a muestrear, con lo que este teorema indica el valor mínimo necesario de frecuencia de muestreo.

Chávez (2013), manifiesta que “La característica que hace tan importante al Teorema de Muestreo para las comunicaciones digitales es que permite representar la señal de interés mediante una cantidad finita de muestras, en un intervalo finito, esto es la primera etapa de la conversión analógica a digital.” (p. 8)

4.2 Tipo de Investigación

Con tipos de investigación, se hace referencia a lo que se busca con la realización de esta, es decir, el propósito de la misma. Partiendo de esto, se puede concluir que la presente investigación entra dentro de la clasificación de “investigación aplicada”. Rus (2020) manifiesta que “La investigación aplicada es aquella que tiene como objetivo resolver problemas concretos y prácticos de la sociedad o las empresas.”. Esto resulta así, debido a que, con la realización de

este proyecto, se pretende implementar el mismo y solucionar una problemática real existente en las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil.

4.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se refiere a la o las estrategias que el investigador llevará a cabo con el fin de desarrollar de manera correcta la investigación. Esta puede dividirse principalmente en dos tipos, los cuales son: experimental y no experimental.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) dictan que “en un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.” (p.152)

La presente investigación tiene cabida dentro de la categoría de “no experimental”, debido a que con esta no se busca manipular deliberadamente las variables, sino que se busca observar los fenómenos tal cual se dan en su contexto natural, sin influir sobre ellos, para posteriormente analizarlos, al contrario de cómo se realiza en las investigaciones experimentales.

Además, es de tipo “estudio de casos”, este diseño de investigación propone una examinación a profundidad de pocas unidades de estudio o casos, los cuales pueden ser empresas, organizaciones, individuos, grupos, entre otros. En este tipo de diseño de investigación, el periodo de estudio puede estar previamente determinado, así como también puede llegar a darse a lo largo del tiempo.

4.4 Nivel de la Investigación

En cuanto al nivel de la investigación, Hernández (2012) expresa que este “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio”. Existe variedad de niveles de una investigación, entre ellas se encuentra la investigación descriptiva, cuyo objetivo se podría resumir en describir la naturaleza de la problemática como tal, sin llegar a plantearse o preguntarse la causa del mismo, es decir, este nivel de la investigación se centra más precisamente en el “¿Qué?”, sin tomar en cuenta el “¿Por qué?”. Con esto, se puede concluir que la presente investigación es de nivel descriptivo, ya que esta es propuesta con el objetivo de dar a conocer para qué exactamente serviría el monitoreo propuesto y que es lo que finalmente se lograría al implementar el mismo.

4.5 Población y Muestra

Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población puede ser definida como “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174). Con lo cual se puede decir que con población se hace referencia a todas las cosas, entidades, individuos, etc., que encajen con ciertas características en específico. Sabiendo esto, se puede decir que la población de la presente investigación son los sistemas de monitoreo de variables en procesos y/o equipos.

Muestra

Según Arias (2006) muestra puede definirse como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). Esto da a entender que la muestra es básicamente una parte de la población, en la cual se desarrollará la investigación, sin que necesariamente sea representativa de toda la población que se estudia. Con lo cual, tomando en cuenta la población seleccionada, la muestra pertinente para la presente investigación vendría siendo los sistemas de monitoreo remoto de variables en procesos y/o equipos.

4.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.6.1 Técnicas de Recolección de Datos

Según Arias (2006), “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” (p. 67). Cada tipo de investigación, según sean las necesidades de la misma, optara por distintas técnicas, las cuales cabe la posibilidad de que sean aplicadas en conjunto, es decir, no es necesario decidirse únicamente por una técnica para la recolección de los datos. Dicho esto, a continuación, se presentan las técnicas escogidas para la presente investigación.

Entrevista

Definida por Meneses y Rodríguez (2011), “La entrevista es, seguramente, junto a la observación y el análisis de contenido, uno de los principales instrumentos de la investigación cualitativa. La comprensión, conceptualización y práctica de las entrevistas cualitativas exige la revisión de las perspectivas paradigmáticas de la investigación cualitativa.” (p. 34). Esta propone la interacción de dos partes, las cuales son el entrevistador y el entrevistado.

Esta técnica tuvo como objetivo en la presente investigación, el de recolectar datos mediante testimonios de personal del departamento de mantenimiento.

Análisis Documental

En esta técnica de recolección de datos se busca recolectar y/o adquirir toda la información pertinente posible mediante fuentes secundarias, como bien lo pueden ser libros, boletines, revistas, folletos, periódicos, artículos científicos, otros trabajos de grado, entre otros. Todas estas fuentes de información han de ser utilizadas en pro de recolectar información y/o datos sobre las variables de interés.

4.6.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Arias (2006) expresa que “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. 68). Estos son los medios materiales los cuales pueden ser empleados con el fin de recolectar y almacenar la información. Con esto dicho, se presenta a continuación el instrumento de recolección de datos elegido.

Ficha de Registro de Datos

Castro (2015), indica que “Se conocen como fichas a los instrumentos en los cuales plasmamos por escrito información importante que hemos encontrado en nuestros procesos de búsqueda de información y que deseamos tener al alcance de nuestras manos en cualquier momento” (p. 1). Con este instrumento de recolección de datos se adquirió información de todos los elementos del sistema donde se ve involucrado el tanque de agua helada de las empresas CUREX, Morrocel y Venefoil, así como también del mismo tanque.

4.7 Fases Metodológicas

Las fases metodológicas de una investigación se refieren a los pasos o etapas las cuales serán llevadas a cabo de manera organizada para desarrollar el proyecto o investigación. El presente proyecto se regirá por las fases metodológicas propuestas a continuación.

Fase I: Diagnóstico de los problemas y características del tanque de agua helada

Rodríguez (2007), afirma que “El diagnóstico es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambio en el mismo y cuyos resultados sean previsibles.” (p. 1).

Por lo que, en esta primera fase, se realizó un diagnóstico tanto del proceso en el cual se ve implicado el tanque de agua helada, así como las características del mismo, ya sea su

capacidad, ubicación dentro de la planta, etc., sin mencionar las características del agua ahí almacenada, como, por ejemplo, la temperatura a la cual debe ser mantenida, o si ha pasado o no por algún proceso de suavización, etc.

Fase II: Selección del rango de las variables a monitorear

Luego de haber culminado la fase de diagnóstico, se procedió a la fase en la cual se seleccionó el rango de las variables a monitorear, las cuales fueron tanto el nivel como la temperatura del agua helada en los mencionados tanques, para esto fue necesario saber cual es la capacidad total del tanque de agua helada, así como la superficie que ocupa y su profundidad, para poder ubicar los sensores de nivel de manera idónea, así como también resultó necesario saber la temperatura a la cual es requerida el agua helada en los distintos procesos, y cual podría considerarse un margen de error irrelevante y/o aceptable.

Fase III: Selección de los elementos de medición y de procesamiento a utilizar

Una vez conocidas las características del proceso, la capacidad, profundidad y superficie del tanque de agua helada, así como también la temperatura ideal a la cual se debe mantener el agua helada y su margen de error pertinente, se procedió a seleccionar los sensores y/o elementos de medición más adecuados que se pudieron ubicar en el mercado, basándose en su robustez, costo, fiabilidad, y funcionamiento. Además, se seleccionaron los elementos de procesamiento que se adecuaban a las características del sistema, basándose nuevamente en su funcionamiento, costo y robustez.

Fase IV: Diseño de la interfaz de monitoreo

Posteriormente, resultó necesario diseñar la interfaz en donde se podría realizar el monitoreo. Esta debía contar con un diseño sencillo, con la menor cantidad posible de elementos distractores, y con colores y elementos que se alinearan con el “High-Performance Human-Machine Interface”, lo cual significa, por su traducción en inglés, interfaz humano-máquina de alto rendimiento, la cual busca ser la estandarización en la industria, resultar fácil de usar y contar con una interfaz más productiva en términos generales.

Fase V: Desarrollo del software de monitoreo

Al momento en el cual se dispuso de una base general con la cual trabajar, se procedió a desarrollar y/o programar todo el software de monitoreo del tanque de agua helada, en el cual se buscó que se pudiera observar a tiempo real el nivel del tanque por sectores, así como también la temperatura del agua helada ahí almacenada. Sin mencionar la implementación de mensajes

mediante Telegram, los cuales serían enviados por un bot cuando el nivel del agua en el tanque y/o la temperatura del agua hayan adquirido valores alarmantes.

Fase VI: Determinación de las conexiones para el proceso de monitoreo

Una vez se contaba con un programa funcional, se procedió a determinar las conexiones pertinentes en función del monitoreo del tanque de agua helada, es decir, se procedió a determinar la posición y/o ubicación más adecuada para los elementos de medición y de procesamiento en planta, así como las fuentes las cuales se encargarían de proveer a estos mismos de energía eléctrica, sin mencionar todo el cableado necesario para el correcto funcionamiento del sistema.

Fase VII: Realización de pruebas y estudios de confiabilidad del sistema de monitoreo desarrollado

Finalmente, antes de la implementación e instalación del sistema de monitoreo como tal, fue necesario realizar pruebas y estudios en los cuales se demostró la confiabilidad y el buen funcionamiento del sistema, con el objetivo de identificar alguna falla o algún mal funcionamiento, para así corregirlo de la mejor manera posible, así como también simplemente identificar algún punto el cual pudo ser mejorado o realizado de manera más óptima.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de los Problemas y Características del Tanque de Agua Helada

Primeramente, cabe destacar las características del tanque de agua helada, comenzando por decir que este es subterráneo, y que junto al tanque de agua de retorno tienen una capacidad total de 90.000 litros, pero como ya se dijo en el capítulo 2, estos dos tanques se encuentran separados mediante un muro. El tanque de agua helada por sí solo tiene una superficie de 28 metros cuadrados, cuenta con 3 metros de profundidad total, midiendo desde la tapa del tanque hasta el fondo, lo cual arroja que, como capacidad total, el tanque de agua helada tiene 84.000 litros, dejando al tanque de agua de retorno únicamente con 6.000 litros.

De estos 84.000 litros totales no todo es aprovechado, debido a que el muro que se encuentra entre ambos tanques tiene una separación con respecto al techo del tanque de 30 centímetros, la cual es la llamada “zona de desborde”, y es por ahí por donde pasa el agua del tanque de agua de retorno hacia el tanque de agua helada, con esto se tiene que el muro mide 2.7 metros, lo cual, por lógica es la profundidad real útil de tanque de agua helada. A partir de estos datos, se tiene que el tanque de agua helada tiene una capacidad real útil de 75.600 litros de agua, y el tanque de agua de retorno de 5.400 litros (ver figura 15).

Además, cabe destacar que el agua almacenada en dicho tanque es sometida previamente a un proceso tanto de filtrado como de suavizado, esto se realiza con la finalidad de eliminar impurezas, así como también de reducir el calcio y el magnesio del agua. La suavización del agua tiene como principal objetivo el de evitar incrustaciones o formaciones de sarro en las distintas superficies, como las tuberías, intercambiadores de calor o en general las distintas máquinas en las que se utilice.

Se tenía que la principal problemática relacionada al tanque de agua helada era que no existía un medio confiable ni eficiente para la medición tanto del nivel en Dicho tanque como la temperatura del agua almacenada. Estas mediciones se habían venido realizando de manera manual, empleando una cinta métrica para medir el nivel, e instrumentos como termómetros infrarrojos para medir la temperatura, las cuales claramente son técnicas de medición muy propensas a errores, así como poco eficientes.

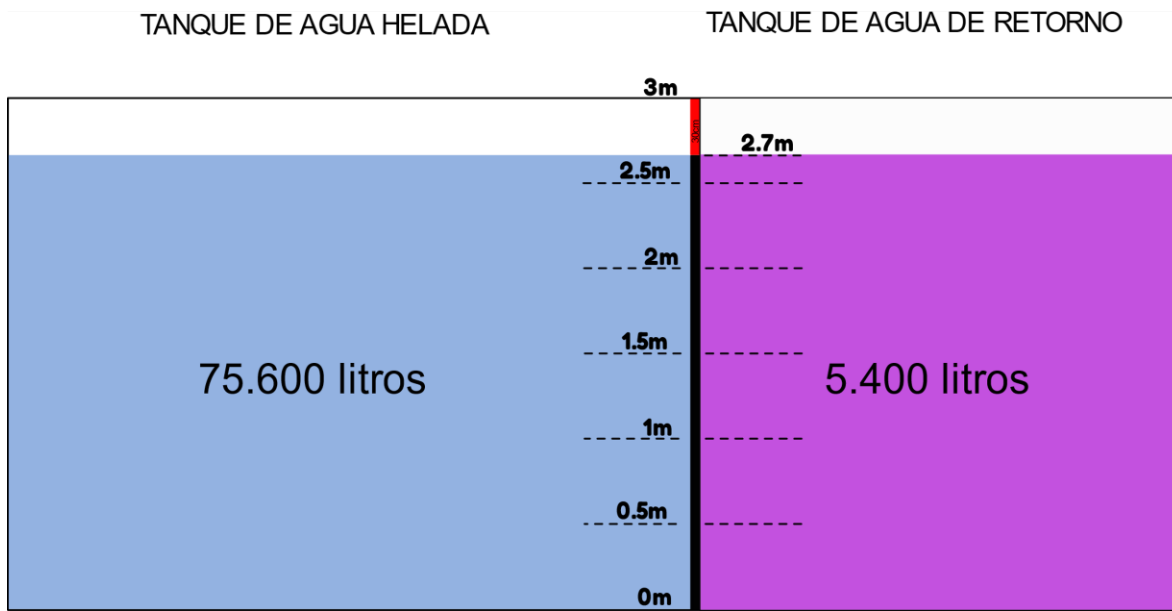


Figura 15. Tanque de agua helada y de agua de retorno.

Fuente: Rodríguez (2022)

5.2 Selección del Rango de las Variables a Monitorear

A partir tanto de las características del tanque de agua helada mencionadas en la primera fase, como de las preguntas realizadas al jefe del departamento de mantenimiento, se pudieron determinar los rangos de las variables a monitorear.

5.2.1 Rango del Nivel del Tanque de Agua Helada

En cuanto al nivel de dicho tanque, el rango que se tomó es el mismo que ya se estaba manejando anteriormente cuando aún se realizaba la supervisión de manera manual. Siendo 1.5 metros el nivel mínimo que debería adoptar dicho tanque. En cuanto al nivel máximo de agua que debería adoptar, se tiene que la profundidad real útil del tanque es de 2.7 metros, con lo que se seleccionó un nivel máximo de 2.5 metros (ver figura 16), con lo cual se tiene un margen de 20 centímetros, con esto se evita y/o previene el que se desborde el tanque de agua helada hacia el tanque de agua de retorno, lo cual no es para nada la idea.

TANQUE DE AGUA HELADA

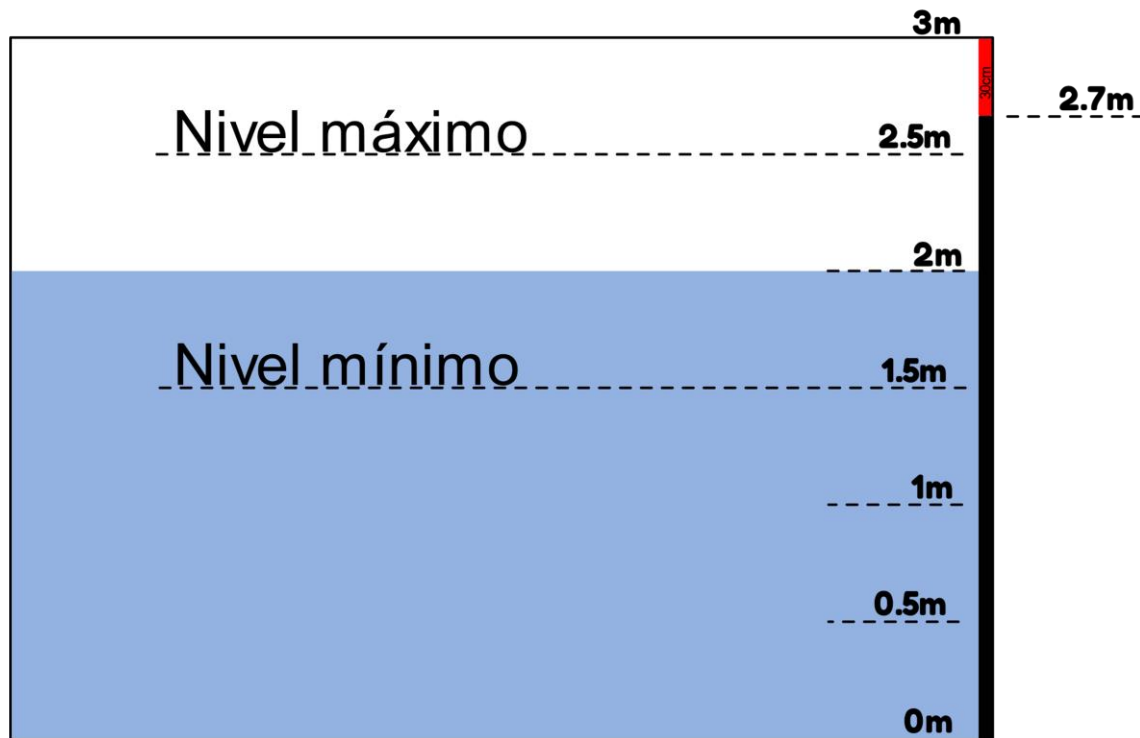


Figura 16. Nivel mínimo y nivel máximo del tanque de agua helada.

Fuente: Rodríguez (2022)

5.2.2 Rango de la Temperatura del Agua Almacenada en el Tanque de Agua Helada

Pasando con la temperatura del agua almacenada, esta cuenta con un rango bastante amplio, siendo 6.7°C el valor ideal. La misma no tiene un valor mínimo establecido, debido a que, en realidad, mientras más fría se encuentre (dentro de lo lógico) mejor, con lo que, por practicidad, se le asignó un valor mínimo de 0°C , valor que realmente nunca va a alcanzar la temperatura del agua, debido a que los chillers no están configurados para reducir tanto la temperatura. Así mismo, esta tiene un valor máximo de 20°C . Dicho esto, se puede concluir que el rango de nivel seleccionado es de 1.5 metros a 2.5 metros, y el rango de temperatura seleccionado es de 0°C a 20°C .

5.3 Selección de los Elementos de Medición y de Procesamiento a Utilizar

Con base en los rangos de medición determinados en la segunda fase y tanto los requerimientos como las solicitudes del departamento de mantenimiento se seleccionaron los elementos de medición y procesamiento que permitirán el funcionamiento de todo el sistema.

5.3.1 Selección del Elemento de Medición de Nivel

Primeramente, se seleccionaron como elementos de medición de nivel a los sensores-interruptores flotantes de nivel, los cuales flotan sobre la superficie del líquido y actúan como un interruptor mecánico a medida que el nivel de líquido sube o baja. Su principio de funcionamiento es sencillo, estos se abren o cierran dependiendo de su posición, la cual es determinada por el nivel del líquido.

Consisten en un cuerpo flotante hueco, una bola metálica interna y un switch que se activa mediante una palanca (ver figura 17), la bola metálica que se ubica adentro del mismo se moverá hacia la palanca activando el switch dependiendo de la posición del flotante. El switch interno cuenta con tres pines, uno es el común, otro es el normalmente cerrado y el último es el normalmente abierto.

Estos sensores resultan ser muy robustos y cuentan con una larga vida útil, además, por su simple funcionamiento resultan muy confiables, sin mencionar el hecho de que son significativamente más económicos que otros sensores de nivel existentes en el mercado como bien lo podrían ser los sensores ultrasónicos, que si bien brindarían una mayor capacidad de visualización o monitoreo, estos estarían sobredimensionados para el presente proyecto, debido a que los requerimientos y solicitudes del departamento de mantenimiento son que con el sistema desarrollado se puedan visualizar los niveles de alerta del tanque de agua helada, siendo estos únicamente dos, un nivel de alerta bajo y un nivel de alerta alto.



Figura 17. Sensor-interruptor flotante de nivel internamente.

Fuente: <https://Made-in-china.com>

Cabe destacar que se emplearon tres sensores-interruptores flotantes de nivel para el presente proyecto, uno indica el nivel alto, otro el nivel medio y otro el nivel bajo. En la tabla 1 se observa la identificación de cables de los sensores-interruptores flotantes de nivel, de la misma manera, en la tabla 2 se muestra la información técnica de dichos sensores.

Tabla 1.

Identificación de los cables del sensor-interruptor de nivel.

IDENTIFICACIÓN DE CABLES	
Cable Negro	Pin Común
Cable Marrón	Pin Normalmente Cerrado (NC)
Cable Negro	Pin Normalmente Abierto (NO)

Fuente: Rodríguez (2022)

Tabla 2.

Información técnica del sensor-interruptor de nivel.

INFORMACIÓN TÉCNICA	
Tensión Nominal	AC 125V/250V
Corriente Máxima	16(5)A/16(10)A
Frecuencia	50-60Hz
Temperatura de Operación Máxima	50°C
Grado de Protección	IP68

Fuente: Rodríguez (2022)

5.3.2 Selección del Elemento de Medición de Temperatura

En cuanto al elemento para medir la temperatura, se seleccionó el sensor de temperatura DS18B20. Este es un sensor de temperatura digital de un solo hilo. Reporta la temperatura en grados Celsius con precisión de 9 a 12 bits, y cuenta con un rango de medición de -55°C a 125°C, con una tolerancia de $\pm 0.5^\circ\text{C}$. Cada sensor tiene un número de serie único de 64 bits grabado en él, lo que permite que un gran número de sensores se utilicen en un bus de datos, aunque en el presente proyecto solo se empleó uno.

El sensor viene generalmente en dos factores de forma, uno que viene en el paquete TO-92 se ve exactamente como un transistor ordinario, y otro en un estilo de sonda impermeable que puede ser más útil cuando se necesita medir algo lejos, bajo el agua o bajo el suelo, claramente, para el presente proyecto se optó por el tipo sonda impermeable. En la figura 18 se muestran ambas versiones del sensor y en la figura 19 se puede observar la designación de sus pines (pin-out), donde GND es el cable de tierra, VDD es el cable de alimentación, y DQ es el cable de datos. Así mismo, en la tabla 3 se encuentran las características del sensor DS18B20.



Figura 18. Sensores de temperatura DS18B20.

Fuente: Lastminuteengineers.com

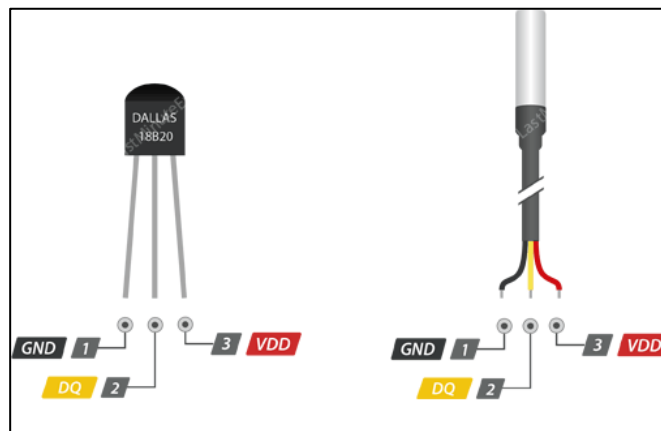


Figura 19. Pin-out de sensores de temperatura DS18B20.

Fuente: Lastminuteengineers.com

Tabla 3.

Características del sensor de temperatura DS18B20.

CARACTERÍSTICAS SENSOR DS18B20
La interfaz única de 1-Wire requiere solo un pin de puerto para la comunicación, en este caso un GPIO
Cada dispositivo tiene un código de serie único de 64 bits almacenado en una memoria ROM
La capacidad Multidrop simplifica las aplicaciones de detección de temperatura distribuida
No requiere componentes externos
Puede ser alimentado desde la línea de datos.
La resolución del termómetro es seleccionable por el usuario de 9 a 12 bits
Convierte temperatura a palabra digital de 12 bits en 750ms (máx.)
Configuración de alarma no volátil definible por el usuario
El comando de búsqueda de alarmas identifica y dirige dispositivos cuya temperatura está fuera de los límites programados (condición de alarma de temperatura).
Las aplicaciones incluyen controles termostáticos, sistemas industriales, productos de consumo, termómetros o cualquier sistema sensible al calor

Fuente: Rodríguez (2022)

5.3.3 Selección del Elemento de Procesamiento

Por último, el elemento de procesamiento seleccionado fue un Raspberry Pi Modelo 4B con 2GB de memoria RAM, este dispositivo fue previamente descrito en el capítulo 3. Para este proyecto utilizó el modelo previamente mencionado, el cual es el modelo más actualizado o más avanzado de este dispositivo, este modelo a su vez, cuenta con distintas versiones, que van desde 1GB de memoria RAM hasta los 4GB, en este caso se optó por la versión de 2GB, ya que con esta versión se cuenta con potencia más que suficiente para poder procesar toda la información y llevar a cabo todas las funciones implementadas en el sistema de monitoreo desarrollado. Este dispositivo cuenta con la robustez suficiente para emplearse en el presente proyecto. En la tabla 4 se pueden apreciar las especificaciones técnicas del Raspberry Pi 4B, las cuales fueron tomadas

directamente del datasheet del propio Raspberry Pi. De igual manera, en la figura 20 se observa la distribución de los pines del Raspberry Pi 4B, también llamado pin-out.

Tabla 4.

Especificaciones técnicas del Raspberry Pi modelo 4B.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Procesador	Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memoria	1GB, 2GB o 4GB LPDDR4 (según el modelo)
Conectividad	2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac inalámbrico LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 puertos USB 3.0 2 puertos USB 2.0.
GPIO	Cabecera GPIO estándar de 40 pines (totalmente compatible con las placas anteriores)
Vídeo y Sonido	2 puertos micro HDMI (soportados hasta 4Kp60) Puerto de visualización MIPI DSI de 2 carriles Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles Puerto de audio estéreo y video compuesto de 4 polos
Multimedia	H.265 (decodificación 4Kp60); H.264 (descodificación 1080p60, codificación 1080p30); OpenGL ES, gráficos 3.0
Soporte para Tarjeta SD	Ranura para tarjeta micro SD para cargar el sistema operativo y almacenamiento de datos
Alimentación	5V DC mediante conector USB-C (mínimo 3A) 5V DC vía cabecera GPIO (mínimo 3A) Alimentación a través de Ethernet (PoE) (requiere PoE HAT separado)
Ambiente	Temperatura de funcionamiento 0-50°C

Fuente: Rodríguez (2022)

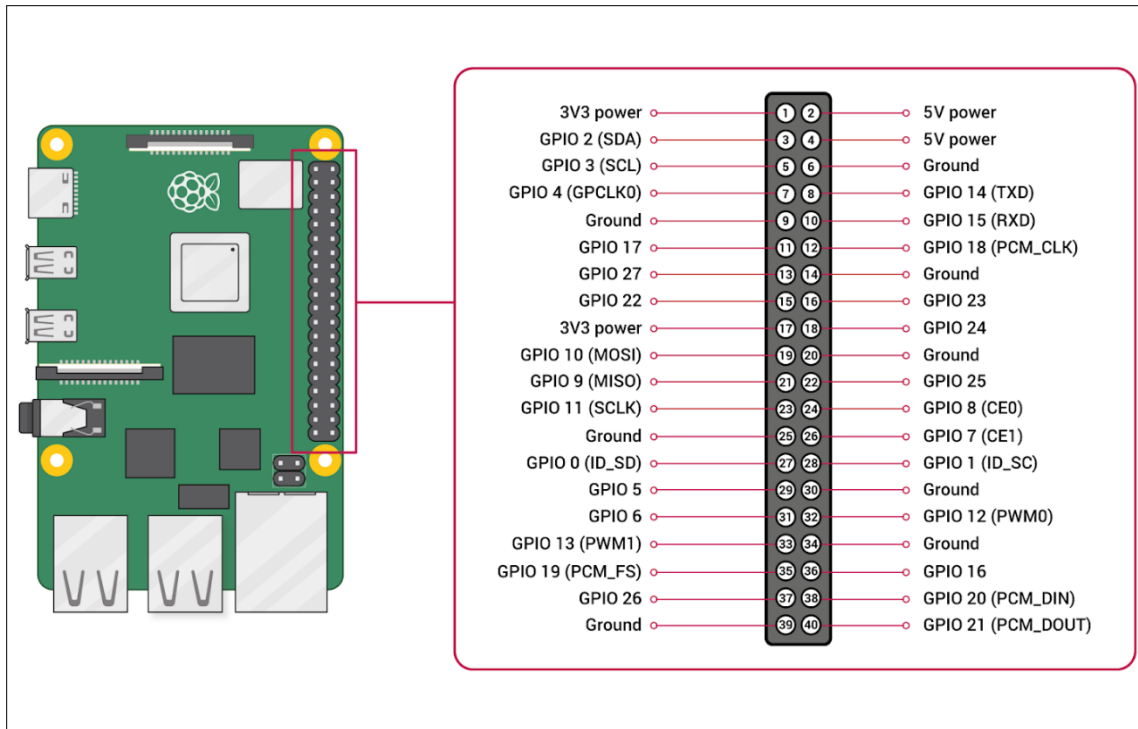


Figura 20: Pin-out del Raspberry Pi modelo 4B.

Fuente: Aprendiendoarduino.wordpress.com

5.3.4 Selección de Elementos Adicionales

Para el presente proyecto se necesitaron otros elementos además de los de medición y procesamiento. En primer lugar, se empleó un módulo acondicionador de señales, cuyo plano esquemático se observa en la figura 21. Este es el encargado de proteger las entradas del Raspberry Pi, haciendo posible que este pudiera leer las señales enviadas por los sensores de manera segura y correcta. Este módulo acondicionador de señales cuenta con resistencias pull-down para los sensores de nivel, las cuales aseguran que mientras se encuentre en estado de reposo la entrada lógica sea cero. Y en cuanto al sensor de temperatura, se le colocó una resistencia pull-up entre el cable de datos y el de alimentación, esto para que cuando el sensor no se encuentre enviando datos, la línea de datos sea igual a la tensión suministrada, y cuando empiece a transmitir, la línea cambie de estado.

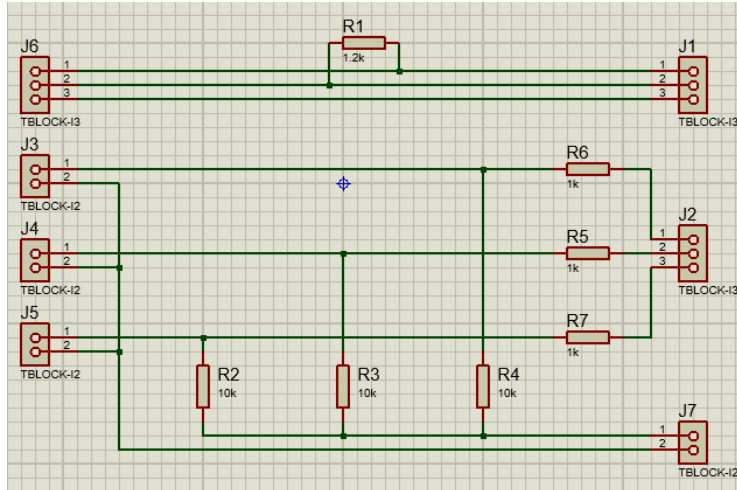


Figura 21. Módulo acondicionador de señales.

Fuente: Rodríguez (2022)

Otro elemento que resultó necesario, y ayudó mucho para la instalación del sistema fue el módulo externo del GPIO del Raspberry Pi (ver figura 22), este fue específicamente diseñado para trabajar con un Raspberry Pi, se inserta el GPIO de este dispositivo en el módulo, y se atornilla, para mayor seguridad. Este módulo facilita enormemente las conexiones entre el Raspberry Pi y los demás elementos del sistema, debido a que gracias a él no es necesario realizar las conexiones mediante los pines del Raspberry Pi, sino que se utilizarían los terminales del módulo.

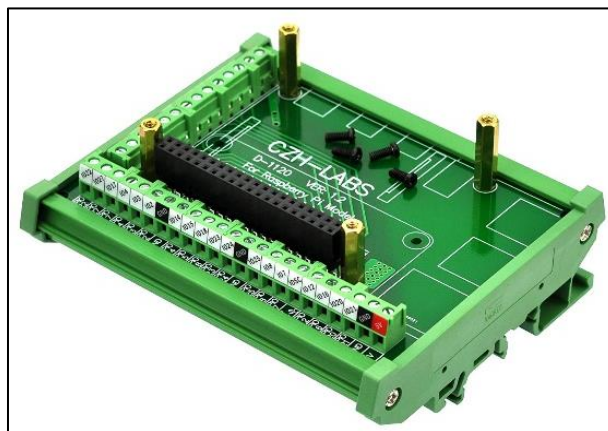


Figura 22. Módulo externo del GPIO del Raspberry Pi.

Fuente: Amazon.com

De igual manera, se emplearon borneras, las cuales facilitan las conexiones entre todos los elementos. En cuanto a la protección del Raspberry Pi, se utilizó un RPi UPSPack Standard V3P (ver figura 23), con el cual se le podrá brindar tanto seguridad ante variaciones en la alimentación, como la capacidad de permanecer encendido durante cierto tiempo en el caso de que ocurra una falla eléctrica. De la figura 24 a la 26 se aprecian las características de este módulo UPS.



Figura 23. RPi UPSPack Standard V3P

Fuente: Amazon.com

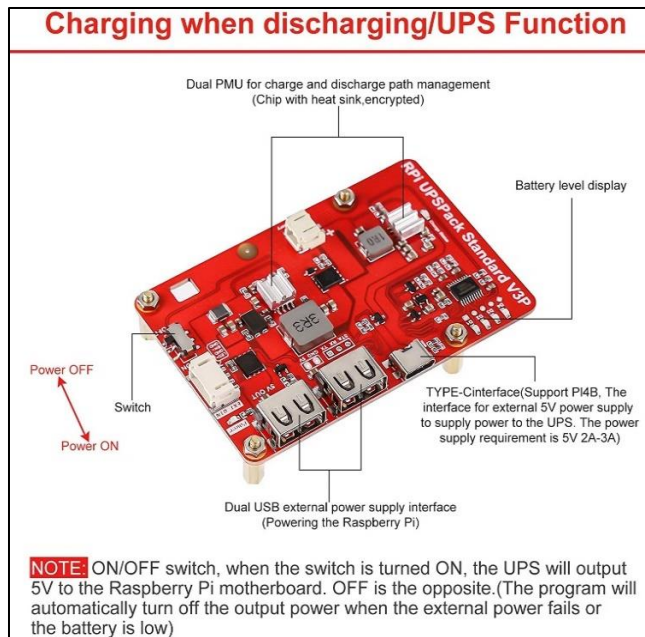


Figura 24. Características del RPi UPSPack Standard V3P

Fuente: Amazon.com

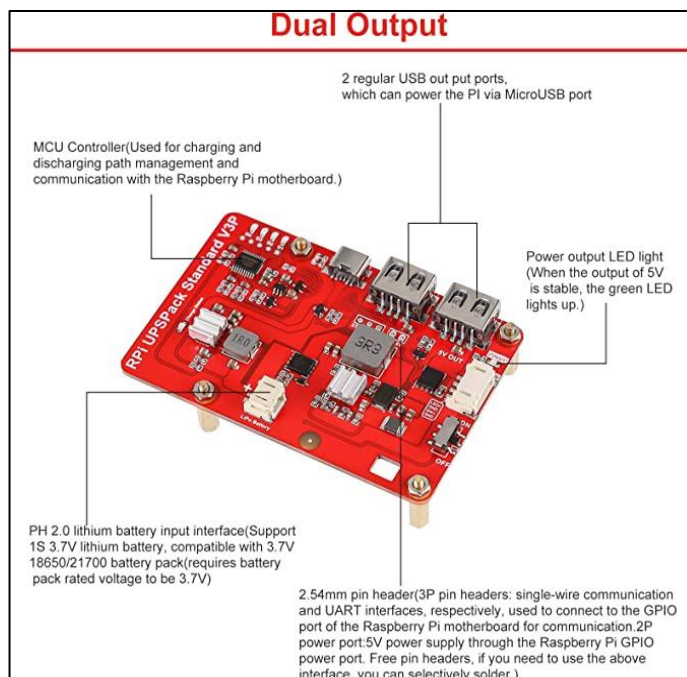


Figura 25. Características del RPi UPSPack Standard V3P parte 2

Fuente: Amazon.com

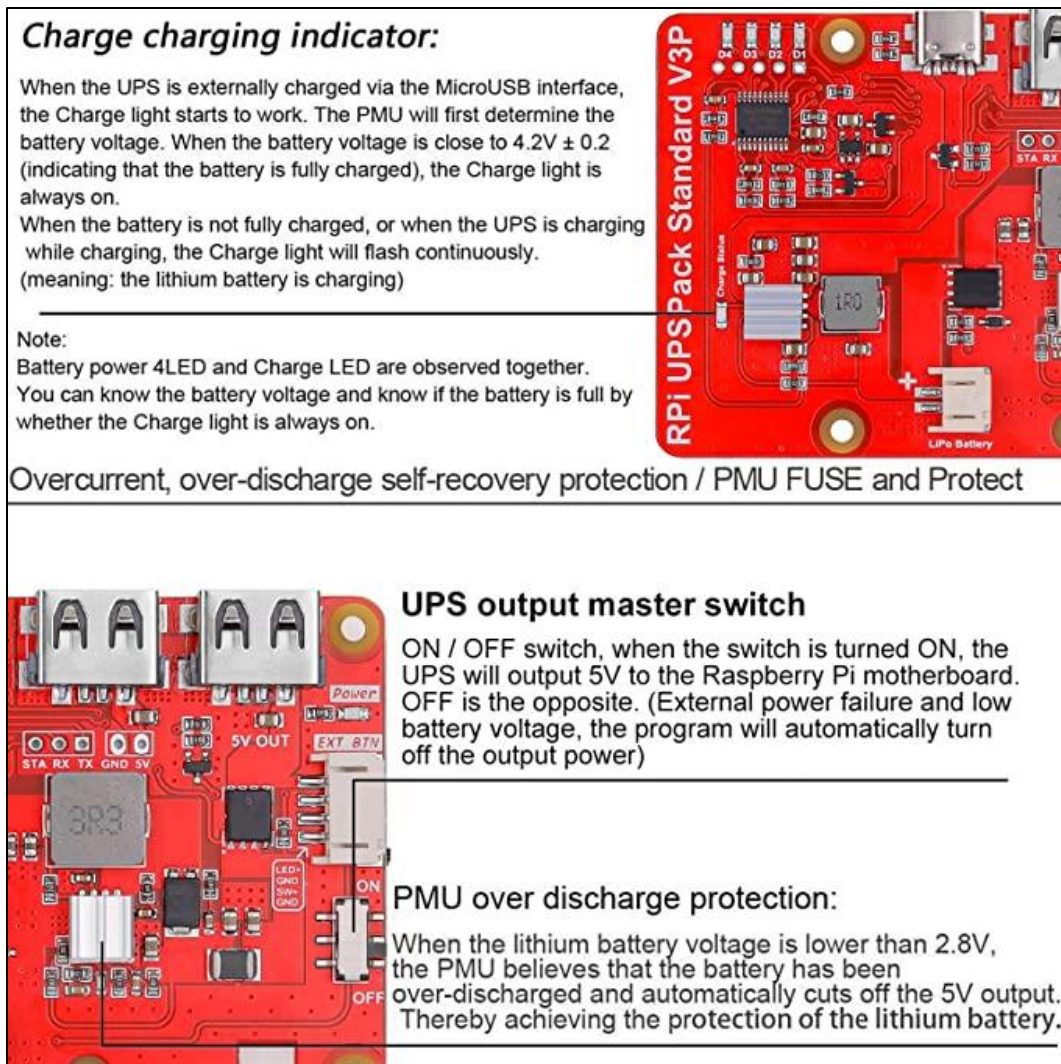


Figura 26. Características del RPi UPSPack Standard V3P parte 3

Fuente: Amazon.com

Por último, como elemento de alimentación para el sistema se utilizó una fuente de alimentación marca Mean Well modelo MDR-20-5 la cual se puede observar en la figura 27. Los detalles técnicos de esta fuente se muestran en la tabla 5. Estos datos fueron obtenidos del datasheet de la propia fuente.



Figura 27. Fuente de alimentación Mean Well modelo MDR-20-5.
Fuente: Gmelectronic.com

Tabla 5
Especificaciones de la fuente Mean Well modelo MDR-20-5.

MODEL	MDR-20-5	MDR-20-12	MDR-20-15	MDR-20-24	
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	3A	1.67A	1.34A	1A
	CURRENT RANGE	0 ~ 3A	0 ~ 1.67A	0 ~ 1.34A	0 ~ 1A
	RATED POWER	15W	20W	20W	24W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	10.8 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V	21.6 ~ 26.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME Note.5	500ms, 30ms/230VAC	1000ms, 30ms/115VAC at full load		
HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC	20ms/115VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC	120 ~ 370VDC		
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	76%	80%	81%	84%
	AC CURRENT (Typ.)	0.55A/115VAC	0.35A/230VAC		
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 20A/115VAC	40A/230VAC		
LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC				
PROTECTION	OVERLOAD	105 ~ 160% rated output power Protection type : Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
FUNCTION	DC OK ACTIVE SIGNAL (max.)	3.75 ~ 6V / 50mA	9 ~ 13.5V / 40mA	11.5 ~ 16.5V / 40mA	18 ~ 27V / 20mA
	WORKING TEMP.	-20 ~ +70°C (Refer to "Derating Curve")			
ENVIRONMENT	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
	VIBRATION	Component:10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL508, TUV BS EN/EN62368-1, EAC TP TC 004, BSMI CNS14336-1, AS/NZS 62368.1 approved			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC	I/P-FG:2KVAC	O/P-FG:0.5KVAC	
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMC EMISSION	Compliance to BS EN/EN55032 (CISPR32), BS EN/EN61204-3 Class B, BS EN/EN61000-3-2, -3, EAC TP TC 020, CNS13438 Class B			
OTHERS	EMC IMMUNITY	Compliance to BS EN/EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, BS EN/EN55024, BS EN/EN61000-6-1, BS EN/EN61204-3, light industry level, criteria A, EAC TP TC 020			
	MTBF	236.9K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
	DIMENSION	22.5*90*100mm (W*H*D)			
	PACKING	0.17Kg; 72pcs/13.2Kg/1.04CUFT			
NOTE	<ol style="list-style-type: none"> All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on http://www.meanwell.com) Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply may lead to increase of the set up time. The ambient temperature derating of 3.5°C/1000m with fanless models and of 5°C/1000m with fan models for operating altitude higher than 2000m(6500ft). ※ Product Liability Disclaimer : For detailed information, please refer to https://www.meanwell.com/serviceDisclaimer.aspx				

Fuente: Gmelectronic.com

5.3.5 Tabla de Costos de los Elementos

En la tabla 6 se observa una lista con los elementos comprados para el proyecto y su respectivo precio.

Tabla 6.

Costo de los elementos

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
Raspberry Pi modelo 4B 2GB RAM	1	\$45
Sensor-interruptor flotante de Nivel	3	\$8
Sensor de Temperatura DS18B20	1	\$20
Módulo Externo del GPIO del Raspberry Pi	1	\$32
Módulo UPS	1	\$33
Fuente Mean Well modelo MDR-20-5	1	\$20
TOTAL		\$174

Fuente: Rodríguez (2022)

5.4 Diseño de la Interfaz de Monitoreo

En esta fase, como se mencionó en el capítulo 4, se optó por un diseño sencillo, únicamente con los elementos que resultaran necesarios u oportunos para las interfaces, así como colores que se alinean con el “High-Performance Human-Machine Interface”. Primeramente se diseñaron las imágenes en formato SVG, las cuales luego fueron implementadas en el HTML. Como ya se dio a entender, se diseñaron dos interfaces, una para la visualización en computadores de escritorio y/o laptops (ver figura 28), y otra para la visualización en dispositivos móviles (ver figura 29). Como se observa en ambas figuras, se tiene al tanque de agua helada dividido por líneas que se ubican en intervalos de 50 centímetros, se puede ver el espacio de 30 centímetros en la parte superior, siendo este la zona de desborde, los sensores están ubicados en los tres niveles de monitoreo determinados, se cuenta con un termómetro en donde se indica la temperatura a tiempo real, además, este cambia de color en intervalos de temperatura, donde de los 0°C hasta los 12°C se tiene un color azul, de los 12.1°C hasta los

19.9°C se tiene un color amarillo, y a partir de los 20°C se muestra en color rojo. Y por último se colocaron los logos de las tres empresas en la parte superior izquierda.

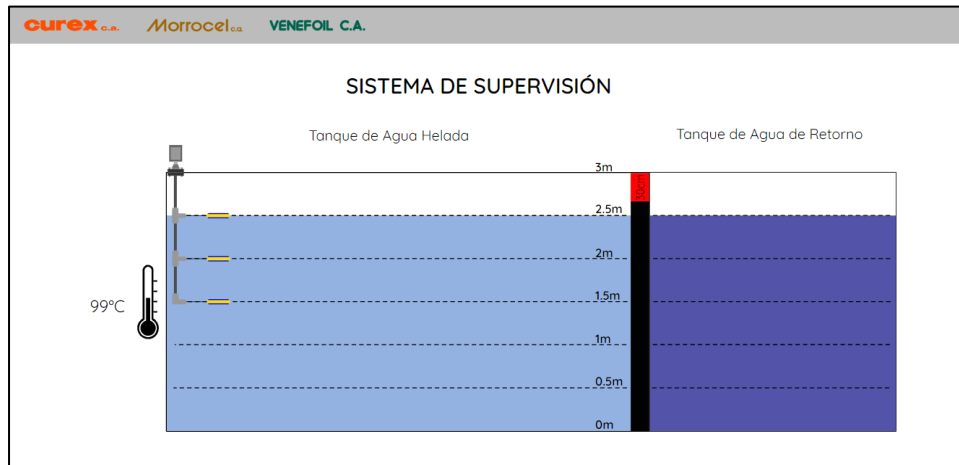


Figura 28. Interfaz de monitoreo para PC o Laptop.

Fuente: Rodríguez (2022)

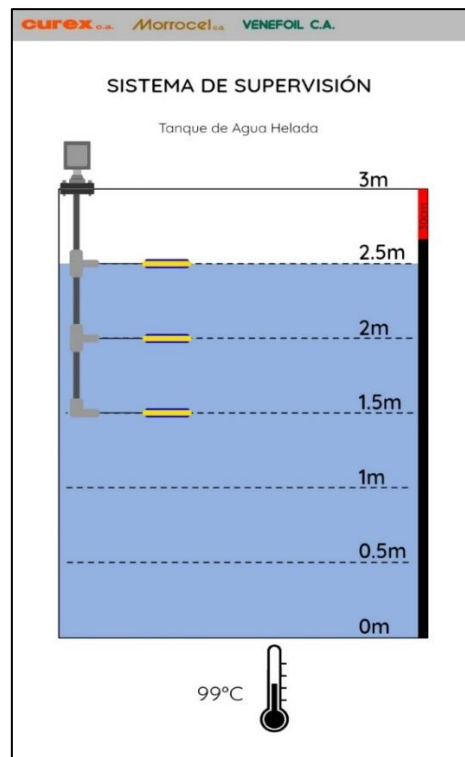


Figura 29. Interfaz de monitoreo para dispositivos móviles.

Fuente: Rodríguez (2022)

5.5 Desarrollo del Software

Ahora se procederá a señalar y explicar los aspectos del software del sistema. En primer lugar hay que mencionar que para el presente proyecto se utilizó al Raspberry Pi como un servidor web, de manera de que él mismo adquiriera la información de los sensores, la procese y la muestre en página, mientras que el cliente o usuario pueda acceder a dicha página y observar a tiempo real los valores. La estructura del código del presente proyecto se puede observar en la figura 30.

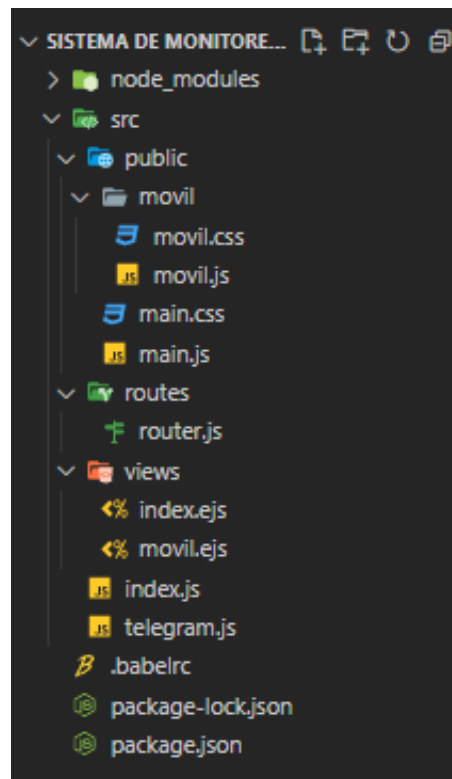


Figura 30. Estructura del código del sistema de monitoreo

Fuente: Rodríguez (2022)

Para el presente proyecto se utilizaron 7 librerías.

- **ejs-mate:** Es con esta con la que se va a establecer a EJS como motor de ejecución, haciendo posible que se ejecute el código JavaScript en el HTML.
- **express:** Este es un framework web de Node.js, y es utilizado para que la Raspberry Pi haga de servidor web.

- **morgan:** Es un middleware de Node.js y Express que es utilizado para registrar solicitudes y errores HTTP, y simplificar el proceso.
- **socket.io:** Esta es la librería utilizada para la comunicación en tiempo real, bidireccional y basada en eventos entre el navegador y el servidor.
- **telegraf:** Librería que permite desarrollar bots de Telegram propios con el uso de JavaScript.
- **onoff :** Esta es la librería que se utiliza para hacer posible la interacción y control del GPIO del Raspberry Pi.
- **ds18b20:** Librería que se utiliza para interactuar con el sensor de temperatura DS18B20 y obtener la temperatura medida por el mismo.

Ahora, se procederá a explicar el contenido del código como tal, así como su lógica. Como se observa en la figura 30, en la carpeta “src” es en donde se encuentra todo el código, en primer lugar se encuentra el archivo “index.js”, es ahí en donde se encuentran la mayoría de los procesos, siendo este donde se inicializa al servidor web, se establecen las entradas y salidas del Raspberry Pi, se mandan y reciben eventos mediante socket.io, se definen las rutas web, se configura el servicio de los archivos estáticos, entre otras configuraciones.

Pasando con el funcionamiento de los sensores, en el “index.js” se establece al sensor del GPIO 23 como el de nivel bajo, al sensor del GPIO 24 como el de nivel medio, y al del GPIO 25 como el de nivel alto, a los cuales se les llamará S1, S2 y S3 respectivamente. En este mismo archivo se encuentra la función llamada “valor”, la cual se encarga de manipular los datos arrojados por los sensores de nivel. Se tiene que, por lógica, cuando ninguno de los sensores se encuentre en estado activo es porque el nivel se encuentra por debajo de estos, es decir, por debajo de los 1.5 metros. Cuando únicamente S1 se encuentre activo significa que se tiene un nivel bajo en el tanque, de la misma manera, cuando únicamente S1 y S2 se encuentren activos significa que se tiene un nivel medio, y por último, cuando los tres sensores se encuentren activos significa que se tiene un nivel alto. Dependiendo del nivel detectado se mostrará en la página web dicho nivel y se enviarán los mensajes de Telegram según corresponda. Un punto importante es que para que se establezca un sensor como activo o inactivo este debe mantener su estado durante por lo menos cinco segundos, esto para asegurar que realmente se tenga una lectura correcta del nivel y no se deba a meras turbulencias en el agua.

Algo similar ocurre con la lógica detrás del funcionamiento del sensor de temperatura DS18B20, cuya información es procesada por la función “temperatura”. Cualquier variación en la temperatura se verá reflejada en la página web automáticamente, pero, al igual que con los sensores de nivel, se necesitará que la temperatura se mantenga en 20°C o más por al menos cinco segundos como condicional para el envío del mensaje de alerta por Telegram. Esto se realiza para evitar una situación en la que se envíe repetidamente el mensaje de alerta por Telegram en caso de que la temperatura se encuentre constantemente oscilando entre 19 y 20°C.

Continuando, se tiene el archivo “Telegram.js”, este es el encargado de inicializar el bot de Telegram, así como es donde se encuentra la función “enviar”, la cual recibe como parametro una cadena de texto y la envía al grupo de Telegram especificado según se requiera. En la carpeta llamada “views” se encuentran “index.ejs” y “movil.ejs”, los cuales contienen el código HTML de las interfaces de PC y de dispositivos móviles respectivamente. En la carpeta llamada “routes” se encuentra un archivo JavaScript llamado “router.js” el cual contiene el enrutador web.

Por último, en la carpeta “public” se encuentran los archivos estáticos que se sirven desde el servidor web al cliente. En la misma carpeta se encuentra primeramente un archivo llamado “main.js”, el cual es el script asociado a “index.ejs”, así como también “main.css”, el cual es el encargado del apartado visual de dicha página. Así mismo, dentro de “public” se encuentra una carpeta llamada “movil”, esta carpeta contiene dos archivos, uno JavaScript y otro CSS, llamados “movil.js” y “movil.css”, los cuales son análogos de “main.js” y “main.css” para la versión para dispositivos móviles respectivamente.

5.6 Determinación de las Conexiones para el Proceso de Monitoreo

En esta fase se procedió a realizar el arreglo y/o posicionamiento de todos los elementos en el tablero (ver figura 31), así como también la instalación de los sensores en el tanque (ver figura 32 y 33). Los cables de los sensores van desde el tanque de agua helada hasta la sala de servicios auxiliares, que es donde se encuentra el tablero, a aproximadamente 17 metros. Estos cables llegan hasta la bornera del tablero (1), de ahí, parten al módulo acondicionador de señales (2), para posteriormente ir al módulo externo del GPIO del Raspberry Pi (3), en donde se encuentra fijado el propio Raspberry Pi (4), además, se observa en la parte inferior izquierda el módulo UPS utilizado (5), junto con su batería, y por último se observa la fuente utilizada previamente descrita (6).

Para la alimentación del sistema se instaló un breaker de 20A en el tablero de breakers de la sala de servicios auxiliares, además, fue necesaria la instalación de un cable UTP desde el switch más cercano para proveer de conexión al Raspberry Pi. Cabe destacar que la fuente utilizada trabaja con una entrada de 110V de corriente alterna, y tiene una salida de 5V y 3A de corriente continua, desde la misma se lleva un cable USB tipo C para la alimentación del módulo UPS, el cual, a través de un puerto USB alimenta al Raspberry Pi mediante otro cable USB tipo C.

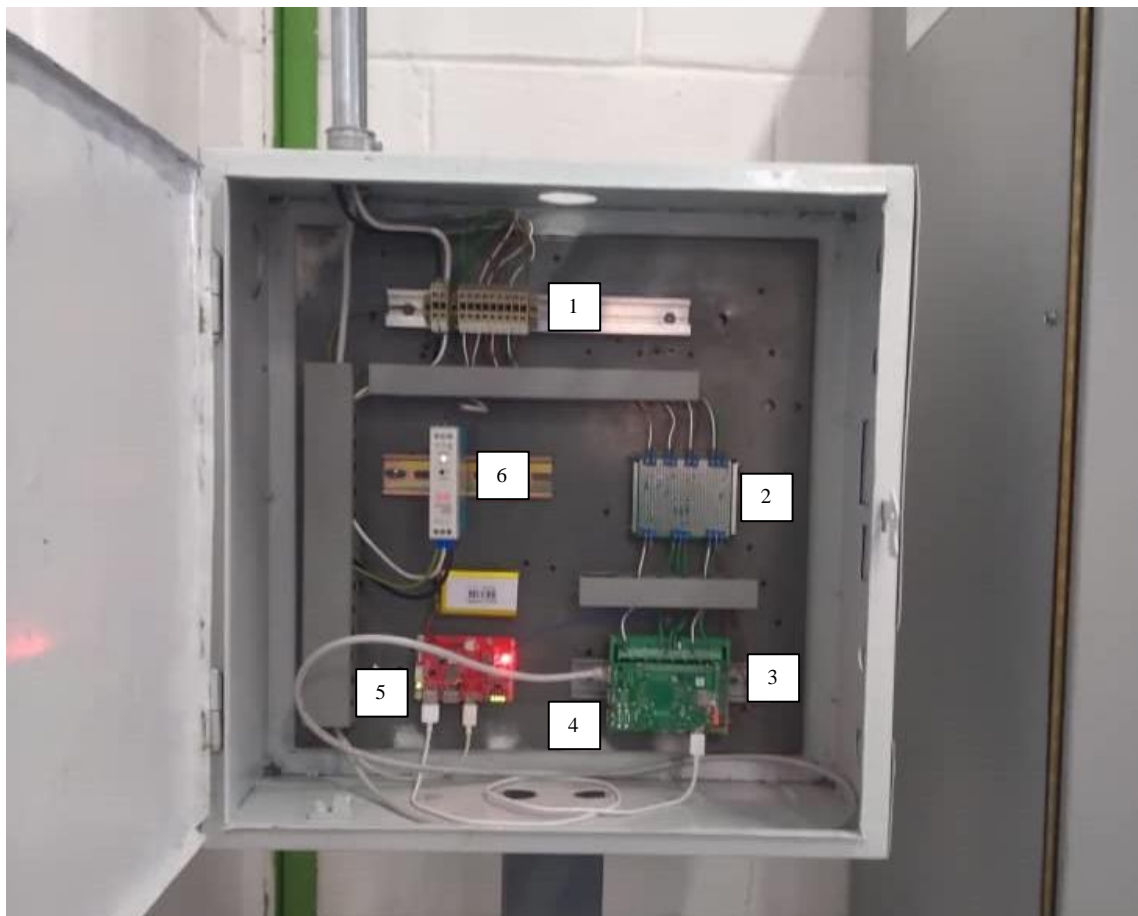


Figura 31. Tablero

Fuente: Rodríguez (2022)

En cuanto a los GPIO utilizados, como ya se mencionó, es el GPIO 23 el encargado de detectar la señal del sensor de nivel bajo, el GPIO 24 la del sensor de nivel alto, y el GPIO 25 la del sensor de nivel alto. El GPIO 4 es el encargado de comunicar al Raspberry Pi con el

DS18B20, siendo capaz de leer los datos que este arroje mediante dicho pin. El GPIO 18 es utilizado para comunicar al Raspberry Pi con el módulo UPS, este último envía una señal al Raspberry Pi en caso de que se esté quedando sin batería y no exista energía externa, el Raspberry Pi al recibir esta información accionará un apagado seguro, previniendo así que ocasione un apagado incorrecto. Para ver la distribución de los pines y GPIO del Raspberry Pi y módulo acondicionador de señales ver figura 34.



Figura 32. Sensores instalados en el tanque de agua helada

Fuente: Rodríguez (2022)



Figura 33. Tubería del cableado de los sensores

Fuente: Rodríguez (2022)

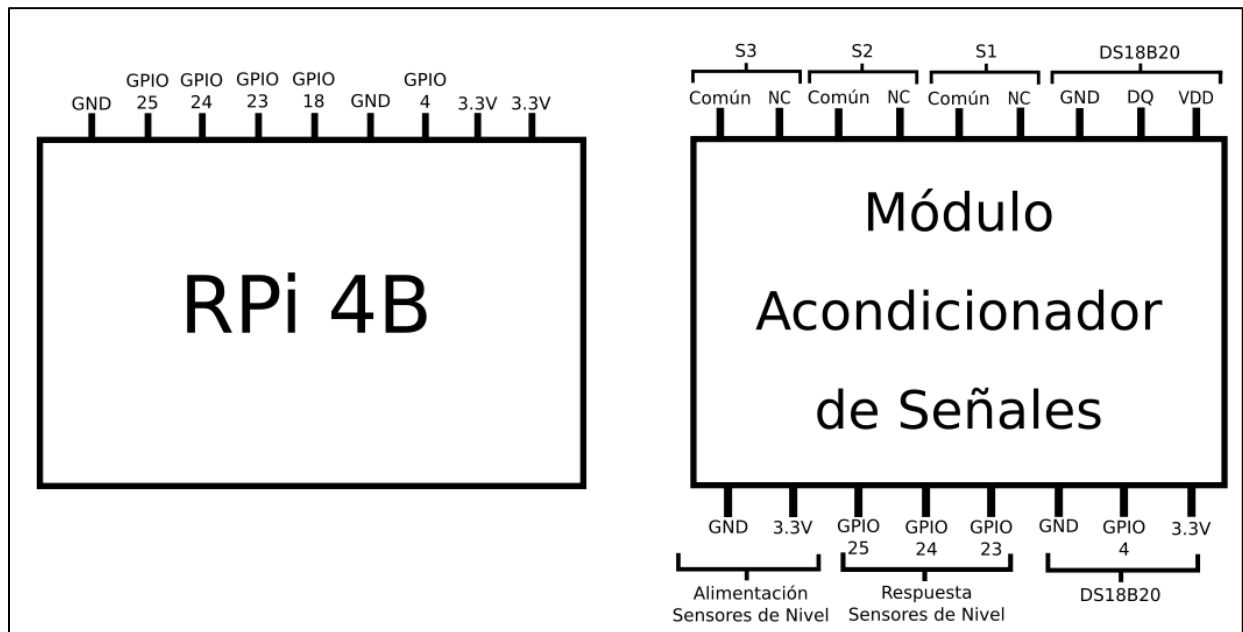


Figura 34. Distribución de pines del Raspberry Pi y el módulo acondicionador de señales

Fuente: Rodríguez (2022)

5.7 Realización de Pruebas y Estudios de Confiabilidad del Sistema de Monitoreo Desarrollado

En esta última fase se realizaron distintas pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del sistema desarrollado. Primeramente, antes de que el sistema estuviera instalado, se realizaron distintas puestas a prueba en seco (ver figura 35), en las cuales se accionaban los sensores de manera manual, para comprobar que el sistema estuviera funcionando según lo esperado, obteniendo resultados satisfactorios. Posteriormente, con la instalación finalizada, se realizaron pruebas de la misma manera que antes, accionando los sensores de manera manual para comprobar que todas las conexiones se hubiesen realizado de manera correcta, obteniendo resultados satisfactorios. Finalmente, como prueba final, se dejó el sistema funcionando durante una semana, para comprobar que no se presentara ninguna falla, obteniendo que el sistema se comportó de la manera esperada, funcionando exitosamente. En la figura 36 se pueden observar imágenes de la página web durante distintos momentos con el sistema instalado. Cabe destacar que dichas imágenes de la página web fueron obtenidas conectándose por la red local mediante la dirección IP del propio Raspberry, posteriormente, el departamento de sistemas

generó un Link para el sistema, lo que lo hace accesible desde cualquier lugar, siempre y cuando se cuente con conexión a internet, lo cual lo hace aún más versátil y expande sus capacidades. De igual manera, en la figura 37 se observan capturas de pantalla del grupo de Telegram donde está el Bot encargado de enviar los mensajes de alerta del sistema, evidenciando su funcionamiento.



Figura 35. Puesta a prueba en seco

Fuente: Rodríguez (2022)

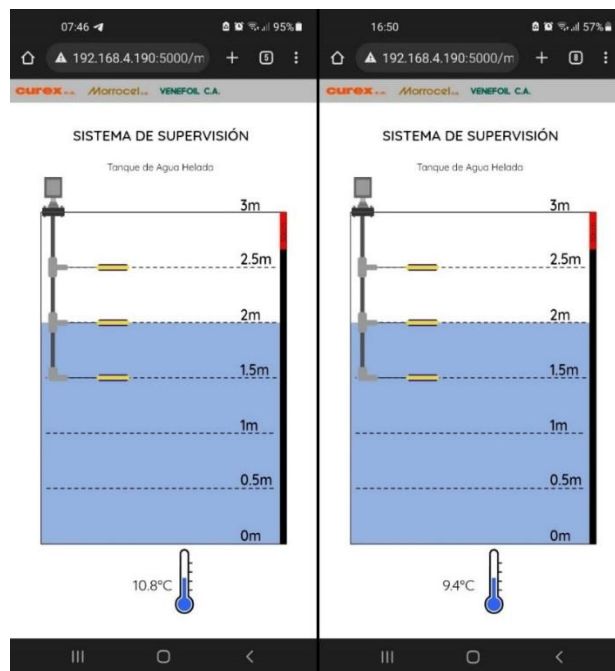


Figura 36. Página web con el sistema instalado

Fuente: Rodríguez (2022)

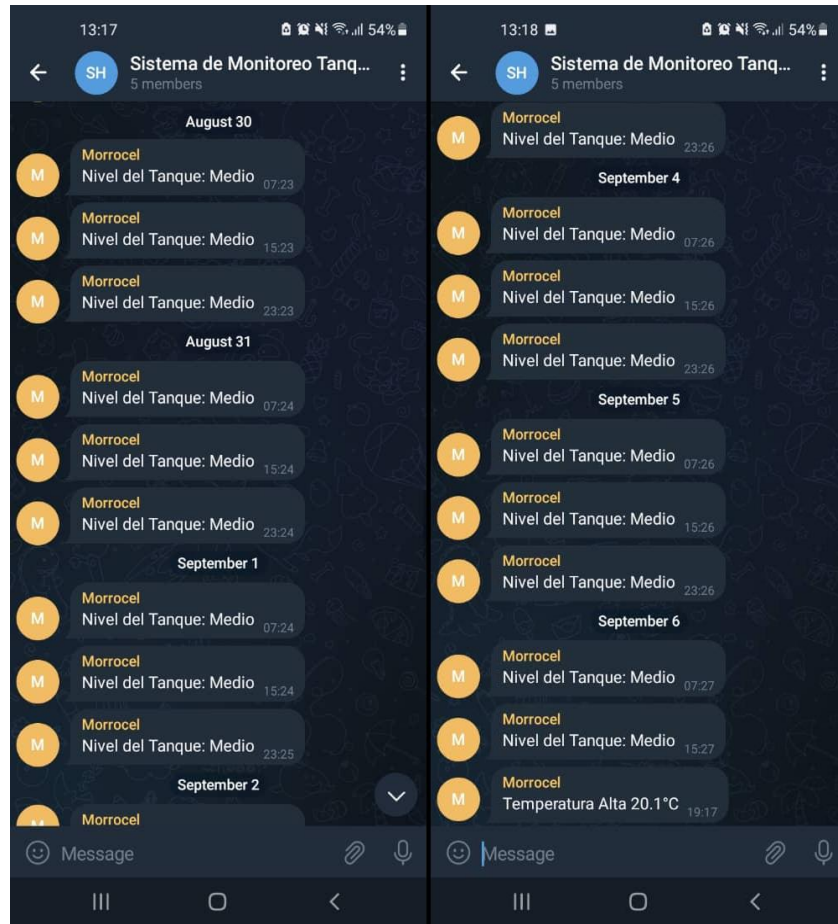


Figura 37. Grupo de Telegram

Fuente: Rodríguez (2022)

CONCLUSIONES

Con la realización del presente proyecto, así como mediante el presente trabajo, se evidenció la implementación de los SBCs (en este caso siendo un Raspberry Pi modelo 4B) en procesos industriales, lo cual resulta interesante, debido a que a día de hoy, estos dispositivos se suelen implementar en la mayoría de los casos en procesos educativos o en un ambiente de laboratorio, con una finalidad experimental, siendo pocas las veces en las que se les ve aprovechado todo su potencial, así como en las que estos dispositivos son tomados en cuenta e implementados en el sector industrial, donde en la mayoría de los casos se suele optar por tecnologías que llevan mucho más tiempo en el ámbito, como podrían ser los PLCs, los cuales llevan una larga trayectoria en dicho sector.

Sin embargo, como se ha evidenciado, los SBCs resultan muy versátiles, contando con la capacidad de adaptarse a las necesidades de la mayoría de las tareas que se requieran, lo cual abre las puertas a que dichos dispositivos sean cada vez más implementados en procesos industriales, esto llevaría, entre otras cosas, a una reducción de costos, debido a que los SBCs son dispositivos que cuentan con un costo relativamente bajo, en comparación con otras tecnologías.

Además, se evidencio la implementación del monitoreo web, siendo estos cada vez más implementados por las industrias de hoy en día, buscando ser el estándar en un futuro. Esto se debe a que el monitoreo web brinda una mayor cantidad de facilidades de las que podría brindar un monitoreo únicamente local, las cuales van desde una mayor accesibilidad, debido a que el monitoreo web solo requiere de algún navegador de internet para poder ser utilizado, hasta un mayor rango de acción, permitiendo que las personas autorizadas e interesadas puedan realizar el monitoreo desde cualquier lugar del mundo siempre y cuando cuenten con acceso a internet.

Por último, haciendo referencia a la implementación que se le dio a Telegram en el presente proyecto, esta ha demostrado ser una aplicación muy versátil, permitiendo realizar variedad de acciones con la misma. Esta aplicación, como se ha evidenciado, podría ser mucho más implementada en un futuro para multitud de monitoreos o cualquier otro proceso de adquisición de datos en los cuales se requieran informes mediante mensajes de texto.

RECOMENDACIONES

Se tiene como primera recomendación para el sistema desarrollado e instalado en planta, la instalación de ventiladores refrigeradores en el tablero donde se encuentra en Raspberry Pi, de manera de ayudar a mantener una temperatura baja, asegurando el perfecto funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo. Además, se recomienda la instalación de diversos sensores de temperatura en los tableros circundantes, sin mencionar le propio tablero del sistema, de manera de utilizar estos en conjunto con el Raspberry Pi e indexarlos al ya existente sistema, esto se recomienda debido a que fue una necesidad mencionada por el planificador del departamento de mantenimiento.

En conjunto a esto, si se decide instalar sistemas de monitoreo similares en los demás tanques de agua de las tres empresas, además del tanque de gasoil perteneciente a las mismas, se recomienda que estos monitoreos se fusionen en una sola página, es decir, que exista una sola página la cual cuente con un menú en el que se pueda seleccionar a un tanque en específico para su respectivo monitoreo.

Como una mejora del sistema a futuro, se recomienda colocar un indicador lumínico que se encuentre próximo al tanque, el cual cuente con tres niveles luminosos, en los cuales se pueda observar de manera física el nivel del tanque, esto en caso de que el personal se encuentre cerca del mismo. Lo mismo se plantea, pero con una pantalla digital o led, en la cual se muestre la temperatura a tiempo real, de la misma manera que se hace en la página web.

Para finalizar, como última recomendación, se tiene que se indexe la página web del sistema desarrollado a la cartelera digital con la que cuenta el departamento de mantenimiento, la cual se encuentra en el taller de mantenimiento y es donde se muestra toda la información pertinente al departamento y los procesos que allí se controlan. Si esto se hace se tendría un mayor control sobre el tanque de agua helada, lo cual sería ideal.

REFERENCIAS

- Agurto D. (2020). **“Integración de un sistema de adquisición de datos mediante el uso de un Arduino mega y Raspberry Pi3 como servidor web y base de datos”**. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2477/IEYT-AGU-VAL-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ann Electric. (s.f.). **“M15-2 Plastic Mechanical Cable Float Switch Water Level Micro Tank Float Switch 220V Submersible Sewage”**. Made-in-china.
<https://annelectric.en.made-in-china.com/product/WNJECaiyhMVQ/China-M15-2-Plastic-Mechanical-Cable-Float-Switch-Water-Level-Micro-Tank-Float-Switch-220V-Submersible-Sewage.html>
- Aprendiendo Arduino. (s.f.). **“Manejar GPIO Raspberry Pi”**.
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2020/03/04/manejar-gpio-raspberry-pi/>
- Arias, F. (2006). **“Proyecto de investigación: introducción a la metodología científica”**. (5^a ed.). Epísteme, C.A.
- Artículos de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (2022). Justia.
<https://venezuela.justia.com/federales/constitucion-de-la-republica-bolivariana-de-venezuela/titulo-iii/capitulo-vi/#:~:text=Art%C3%ADculo%20108%20Los%20medios%20de,acceso%20universal%20a%20la%20informaci%C3%B3n>
- Blacio G. (2013). **“Diseño de una red para voz sobre IP en la nube y posible implementación con HTML5”**. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/95839/D-83544.pdf>
- Castro A. (2015). **“Recolección de datos: Fichas”**.
<https://melpe025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>
- Chávez P. (2013). **“Diseño de un sistema en Matlab® para minimizar la distorsión por efecto de apertura debido al muestreo mediante pulsos cuadrados, en una señal analógica de audio”**. Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0331_EO.pdf

- Choquesillo F. (2012). **“Desarrollo e implementación de un portal web como alternativa de solución para mejorar la calidad de servicio del cementerio general en la provincia de chincha”**. Universidad Privada Ada A. Byron. Chincha, Perú.
<http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/bitstream/autonomadeica/45/3/FREDY%20ALDO%20CHOQUESILLO%20SANCHEZ%20%20-%20DESARROLLO%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20PORTAL%20WEB.pdf>
- CUREX, C.A. (2022). [Página Informativa sobre la empresa CUREX, C.A.].
<https://www.CUREX.net.ve/>
- Cuzme E. (2010). **“Sistema de monitoreo y control remoto utilizando la herramienta gráfica LabVIEW para tanques de almacenamiento de combustible”**. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- EJS (2022). [Página Informativa sobre EJS].
<https://ejs.co/>
- Electronics-Salon. (2016). **“Electronics-Salon Módulo adaptador de bloque de terminales de tornillo de montaje en carril DIN para Raspberry Pi A+ 3A+ B+2B, 3B 3B+4B Zero Zero W”**. Amazon.
<https://www.amazon.com/-/es/Electronics-Salon-adaptador-terminales-tornillo-Raspberry/dp/B01D45YCW4>
- GM Electronic. (s.f.). **“Switching power supply on DIN rail MDR-20-5”**.
<https://www.gmelectronic.com/switching-power-supply-mean-well-mdr-20-5>
- Guapi M. (2018). **“Diseño metodológico para el desarrollo de interfaces gráficas en páginas web utilizando los lenguajes HTML 5 Y CSS 3”**. Nacional de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5163/1/UNACH-FCEHT-DS%C3%91-GRF-2018-000018.pdf>
- Gutiérrez G. (2013). **“Teoría general de sistemas”**. Ediciones USTA.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/23242/Teor%C3%ADa%20general%20de%20sistemas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández M. (2012). **“Tipos y niveles de investigación”**.
<https://metodologiadeinvestigacionmarisol.blogspot.com/2012/12/tipos-y-niveles-de->

- investigacion.html#:~:text=Nivel%20de%20investigaci%C3%B3n%3A%20se%20refiere,o%20un%20evento%20de%20estudio.
- Hernández R., Fernández C. y Baptista L. (2014). **“Metodología de la investigación”**. (6^a ed.). McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Holik F. (2016). **“Teoría de la información de Claude E. Shannon”**. En Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck.
http://dia.austral.edu.ar/Teoría_de_la_información_de_Claude_E._Shannon
- Last Minute Engineers. (s.f.). **“Interfacing DS18B20 1-Wire Digital Temperature Sensor with Arduino”**.
<https://lastminuteengineers.com/ds18b20-arduino-tutorial/>
- Ley Orgánica De Ciencia, Tecnología e Innovación. (s.f.). Conatel.
<http://www.conatel.gob.ve/wp-content/uploads/2014/10/PDF-Ley-Org%C3%A1nica-de-Ciencia-Tecnolog%C3%ADa-e-Innovacion.pdf>
- Luis del V. (s.f.). **“Resistencia pull up y pull down”**. ProgramarFacil.
<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/resistencia-pull-up-y-pull-down/>
- Maker Focus. (s.f.). **“MakerFocus Raspberry Pi - Paquete de 4 baterías UPS, RPI Pack estándar de 10000 mAh Raspberry Pi Batería USB Pack Raspberry Pi Última versión V3Plus Expansion Board Fuente de alimentación tipo C para RPI 4B 3B+ 3B 2B+”**. Amazon.
https://www.amazon.com/dp/B07Y213F8S/ref=sspa_dk_detail_1
- Meneses J. y Rodríguez D. (2011). **“El cuestionario y la entrevista”**.
<https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario-entrevista/cuestionario-entrevista.pdf>
- Mir J. (2012). **“Estudio de los futuros estándares HTML5 y CSS3. Propuesta de actualización del sitio www.mpiua.net”**. Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió. Llérida, España.
<https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/45984/jmirh.pdf>
- Moposita J. (2018). **“Sistema de control y alerta para el tanque purificador de agua en la planta purificadora ECOAGUA”**. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28943/1/Tesis_%20t1500ec.pdf

- OpenJS Foundation (2022). [Página Informativa sobre Node.js].
<https://nodejs.org/es/>
- Ortiz M. (2018). **“Sistema de monitoreo del suministro y almacenamiento de agua a través de una aplicación móvil en la vereda Córdoba Bajo, finca Rincón Santo, Chiquinquirá”**. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22853/1/Trabajo%20de%20Grado.pdf>
- Peñaloza J. (2017). **“ECO-PC: computador de bajo costo acoplado con equipos electrónicos reciclados y open hardware”**. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27432/1/Tesis%20-%20Pe%C3%B1aloza%20Pin%20Juan%20Carlos.pdf>
- Pérez (2006). **“Marco Teórico: Metodología de la investigación”**.
- Ramírez F. (2009). **“Sistema de adquisición de datos de sensores analógicos y digitales”**. Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México.
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6296/1/SISTEMADQUISICION.pdf>
- Raspberry. (s.f.). **“Raspberry Pi 4 Model B - 8GB”**. OpenCircuit.
<https://opencircuit.shop/product/raspberry-pi-4-model-b-8gb>
- Real Academia Española. (s.f.). Sistema. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 2 de abril de 2022, de <https://www.rae.es/drae2001/sistema>
- Rodríguez J. (2007). **“Guía de elaboración de diagnósticos”**.
<http://www.cauqueva.org.ar/archivos/gu%EDa-de-diagn%F3stico.pdf>
- Rus E. (2020). **“Investigación aplicada”**. economipedia.com
- Unicrom. (s.f.). **“UPS Off-Line, UPS On-Line. Configuraciones de UPS”**.
<https://unicrom.com/ups-off-line-ups-on-line-configuraciones-ups/>
- Unicrom. (s.f.). **“UPS – modo Bypass – Interactiva – Ferroresonante – Triport”**.
<https://unicrom.com/ups-modo-bypass-interactiva-ferroresonante-triport/>
- Uxcell. (s.f.). **“uxcell DS18B20 Sensor de temperatura - Sensor de temperatura digital de sonda térmica impermeable - 3.3 ft de longitud”**. Amazon.
<https://www.amazon.com/uxcell-DS18B20-Temperature-Sensor-Waterproof/dp/B07V2KS43L>
- Villamar M. (2017). **“Aplicación móvil para publicidad y ventas del almacén Babahoyo”**. Universidad Regional Autónoma de los Andes. Quevedo, Ecuador.

<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8428/1/TUBMIE010-2017.pdf>

YWBL-WH. (2019). **“1 interruptor flotante, interruptor de flotador tipo cable, controlador de nivel de agua líquido (13.1 ft de línea)”**. Amazon.

<https://www.amazon.com/Floating-Switch-Liquid-Controller-Sensor/dp/B07SS1ZD5R>

Anexo 2. Orden de trabajo Nro.17762

MORROCEL C.A. 5/10/2021 , 10:31:19 a. m. Pagina Nro. 1 (Nro. OT : 17762)
 VENEFOL C.A. Venefoil, C.A.
 Orden de Trabajo Correctiva (Abierta) C

Nro. OT: 17762 Prioridad: No asignada Especialidad:
 Planta: MORROCEL, C.A Status OT: Completada

Cod. Componente: tanques de agua-tanque-0			
Descripcion: tanques de agua de servicio - agua helada - general			
Rutina de trabajo vinculada: No asignada			
Reportada Por: TLEUNG , Tomas Leung (Categoria: PLANIFICADOR)			
Asignada A: MCURIEL (No registrado) <i>McCurriel</i>			
Aprobada Por: ISANDOVAL , Ivan Sandoval (Categoria: JEFE DE MTTO)			
Fecha Aviso: 5/10/2021	Hora: 10:13 AM	Fecha Inicio labores: 5/10/2021	Hora: 10:20 AM
Fecha Programada:	Hora:	Fecha Fin de labores: 5/10/2021	Hora: 11:20 AM
Fecha Creacion OT: 5/10/2021	Hora: 10:13 AM	Fecha de Arranque: _____	Hora: _____
Falla Primaria Detectada (averia reportada),Codigo: No Asignado			
NIVEL BAJO DE TANQUE DE AGUA HELADA.			
Reparacion a efectuar			
<input checked="" type="checkbox"/> COMPLETAR NIVEL DE AGUA EN TANQUE DE AGUA HELADA.			
<input checked="" type="checkbox"/> DOSIFICAR 40LT DE ANTIOXIDANTE DE ACUERDO A RECOMENDACION DE CRC QUIMICOS.			
Sumario labores (trabajo efectuado)			
<ul style="list-style-type: none"> • Se completo nivel de agua helada • Se dosifico antioxidante con el apoyo de oragio 			
Comentarios adicionales :			
/			

Participantes
 - J Castillo
 - T Leung
 - M Curriel
 } 1 hora.

