

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**TESINA PARA OPTAR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE
UNA VIVIENDA Y MONITOREO DE CONSUMO
ELÉCTRICO PARA LA FAMILIA QUIRÓS COTO EN EL
SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024.**

Sustentante:

Heylin Coto Espinoza

Tutor:

José Luis Medrano Cerdas

Enero, 2025

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
DECLARACIÓN JURADA	viii
CARTA DEL TUTOR	ix
CARTA DEL LECTOR	x
AUTORIZACIÓN CENIT	xi
DEDICATORIA	xii
AGRADECIMIENTO	xiii
RESUMEN	xiv
CAPÍTULO I	xv
PROBLEMA DEL PROYECTO	xv
1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	16
1.1.1 Antecedentes del contexto.....	16
1.1.2 Justificación del proyecto.....	17
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	22
1.4.1 Alcances.....	22
1.4.2 Limitaciones.....	24
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO	26
2.2 CONTEXTO TEÓRICO	28
CAPÍTULO III	41
MARCO METODOLÓGICO	41

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1	Enfoque de la investigación	43
3.1.2	Finalidad de la Investigación.....	43
3.1.3	Dimensión temporal.....	43
3.1.4	Marco de la investigación	44
3.1.5	Naturaleza de la investigación.....	44
3.1.6	Carácter de la investigación	44
3.2	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	44
3.2.1	Fuentes primarias.....	44
3.2.2	Fuentes secundarias	45
3.2.3	Sujetos de información.....	45
3.3	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	46
3.3.1	Observación	46
3.3.2	Entrevista	46
3.3.3	Encuesta.....	47
3.4	VARIABLES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.4.1	Definición de variables	47
3.4.2	Diseño de la investigación.....	48
3.5	IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
<i>CAPÍTULO IV.....</i>		<i>51</i>
<i>DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</i>		<i>51</i>
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	52
4.2	RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS	54
4.2.1	Instrumento para recolección de datos.....	54
4.2.2	Análisis de datos.....	55
4.2.2.1	Resultados de la encuesta.	57
4.2.2.2	Resultados de la entrevista.....	86
4.2.2.3	Resultados de las observaciones.	93
4.3	ANÁLISIS DE BRECHAS.....	99
<i>CAPÍTULO V.....</i>		<i>102</i>
<i>DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO</i>		<i>102</i>
5.1	ASPECTOS DE DISEÑO	103
5.2	CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO	105
5.3	IMPLEMENTACIÓN.....	123
5.4	ANÁLISIS DE COSTOS.....	141
5.5	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	145

<i>CAPÍTULO VI</i>	148
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	148
6.1 CONCLUSIONES	149
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	156
<i>ANEXO</i>	163
Anexo 1	164
Anexo 2	165
Anexo 3	166
Anexo 4	168
Anexo 5	172
Anexo 6	173
Anexo 7	181
Anexo 8	185
Anexo 9	189
Anexo 10	192

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.....	19
FIGURA 2.....	28
FIGURA 3.....	30
FIGURA 4.....	35
FIGURA 5.....	36
FIGURA 6.....	37
FIGURA 7.....	58
FIGURA 8.....	59
FIGURA 9.....	59
FIGURA 10.....	61
FIGURA 11.....	62
FIGURA 12.....	62
FIGURA 13.....	63
FIGURA 14.....	63
FIGURA 15.....	64
FIGURA 16.....	65
FIGURA 17.....	66
FIGURA 18.....	67
FIGURA 19.....	68
FIGURA 20.....	69
FIGURA 21.....	69
FIGURA 22.....	70
FIGURA 23.....	70
FIGURA 24.....	71
FIGURA 25.....	71
FIGURA 26.....	72
FIGURA 27.....	73
FIGURA 28.....	73
FIGURA 29.....	74
FIGURA 30.....	75
FIGURA 31.....	75
FIGURA 32.....	76
FIGURA 33.....	77
FIGURA 34.....	77
FIGURA 35.....	78
FIGURA 36.....	79
FIGURA 37.....	79
FIGURA 38.....	81
FIGURA 39.....	82
FIGURA 40.....	83
FIGURA 41.....	84

FIGURA 42.....	84
FIGURA 43.....	93
FIGURA 44.....	98
FIGURA 45.....	108
FIGURA 46.....	109
FIGURA 47.....	111
FIGURA 48.....	113
FIGURA 49.....	115
FIGURA 50.....	118
FIGURA 51.....	118
FIGURA 52.....	119
FIGURA 53.....	122
FIGURA 54.....	124
FIGURA 55.....	126
FIGURA 56.....	128
FIGURA 57.....	133
FIGURA 58.....	134
FIGURA 59.....	135
<i>FIGURA 60</i>	138
FIGURA 61.....	139
FIGURA 62.....	172
FIGURA 63.....	172

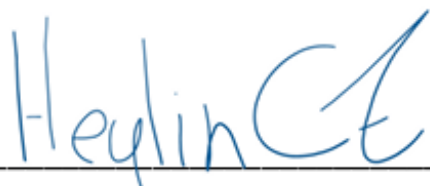
ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	33
TABLA 2	47
TABLA 3	49
TABLA 4	50
TABLA 5	60
TABLA 6	86
TABLA 7	94
TABLA 8	98
TABLA 9	145

DECLARACIÓN JURADA

Declaración jurada de veracidad de información.

Yo Heylin Coto Espinoza persona mayor de edad con cédula identidad N° 305270143 declaro bajo fe de juramento que la información consignada en esta tesina es verdadera, por lo que **asumo las responsabilidades y consecuencias administrativas y penales** que correspondan en caso de falsedad, inexactitud, u omisión de información y, que como consecuencia, esto provoque inducir a la administración a error con la información falsa declarada bajo juramento o con el aporte de cualquier documentación falsa para tal fin. En caso de que la persona no aporte información verdadera se expone a la **anulación del documento**, y la apertura de un proceso penal por perjurio y falso testimonio (artículos 311 y 316 de la Ley Penal Costarricense).



Heylin Coto Espinoza.



Fecha.

CARTA DEL TUTOR



CARTA DEL TUTOR

San José, 11 de enero del 2025

Señores
Servicios estudiantiles
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Heylin Nazareth Coto Espinoza, cédula de identidad número 3-0527-0143, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "*Diseño e implementación de un sistema electrónico para el control automático de una vivienda y monitoreo de consumo eléctrico para la familia Quirós coto en el segundo cuatrimestre del año 2024*", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	20
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	30
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	20
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	20
Total:		100	100

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

JOSE LUIS
MEDRANO
CERDAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por JOSE
LUIS MEDRANO CERDAS
(FIRMA)
Fecha: 2025.01.11 18:22:22
-06'00'

José Luis Medrano Cerdas
Cédula de identidad: 5-0312-0152
Carné colegio profesional: IET-17491

CARTA DEL LECTOR



CARTA DEL LECTOR

San José, 10 de FEBRERO del 2025

Señores
Departamento de Servicios Estudiantiles
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante HEYLIN COTO ESPINOZA, cédula de identidad número 305270143, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UNA VIVIENDA Y MONITOREO DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA LA FAMILIA QUIRÓS COTO EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024*", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Mauricio
Armas Sandí

Firmado digitalmente por
Mauricio Armas Sandí

Fecha: 2025.02.10
17:42:28 -06'00'

Mauricio Daniel Armas Sandí

Nombre del profesor
Cédula de identidad: 01-1361-0843
Carné colegio profesional: IEL-22359

AUTORIZACIÓN CENIT

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, Costa Rica, 11 de feb. de 2025

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Heylin Coto Espinoza con número de identificación 305270143 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE UNA VIVIENDA Y MONITOREO DE CONSUMO ELÉCTRICO PARA LA FAMILIA QUIRÓS COTO EN EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024, presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Bachillerato Ingeniería Electrónica, Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Heylin CB 305270143

DEDICATORIA

Este proyecto de graduación es dedicado a Reinaldo Ugalde Ugalde.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que han estado involucradas en mi proceso de formación como profesional, a las personas que me han transmitido sus conocimientos en el campo de la ingeniería y a las personas que sin conocer de la materia me han apoyado y motivado a seguir construyendo mi futuro como ingeniera.

RESUMEN

En esta tesina se encuentra el creciente interés por la automatización y el control de ambientes domésticos por lo que se presenta un diseño e implementación de un sistema electrónico integral para el control y monitoreo del hogar de la familia Quirós Coto.

El sistema desarrollado combina diferentes tecnologías, en estas Raspberry Pi y un Controlador Lógico Programable, o por sus siglas PLC, al unir estas tecnologías se crea un solución robusta y versátil para diferentes situaciones en el hogar, además, se incorpora una interfaz gráfica, así como el acceso a una interfaz en el navegador web facilitando la interacción del usuario con el sistema.

En el proyecto implementado se desarrolla un análisis para identificar las necesidades que se deben cubrir al realizar la automatización, al momento de integrar las tecnologías.

El proyecto se lleva a cabo durante el segundo y tercer cuatrimestre del año 2024 , los sistemas para controlar serán 2 peceras, un portón eléctrico y ventanas principales, con la puerta principal, consumo de corriente y agua como sistemas de monitoreo, para esto se definen etapas de diseño e implementación, se toma en cuenta presupuesto, seguridad y facilidad de usos para el usuario.

El sistema debe ser estable por lo que se elige Raspberry Pi, por su capacidad de procesamiento, flexibilidad y su compatibilidad con entornos tanto industriales como pequeños proyectos, al integrar estos componentes con el PLC se maneja protocolo de comunicación estandarizado siendo eficiente y confiable.

El proyecto no solo genera una mejora, también ofrece una guía para la implementación de sistemas similares, destacando la integración de tecnologías con diferentes idiomas de programación y por supuesto un sistema con el que el cliente pueda interactuar fácilmente.

CAPÍTULO I
PROBLEMA DEL PROYECTO

En los hogares actuales, la gestión eficiente de recursos como la electricidad, el agua y la seguridad se ha vuelto una necesidad clave debido a los crecientes costos y la búsqueda de mayor comodidad.

1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el nuevo hogar de la familia Quirós Coto, situado en Cartago, Costa Rica, enfrenta la ausencia de un sistema automatizado donde se pueda monitorear el consumo eléctrico y agua de la vivienda y controlar el hogar, lo que puede resultar en un uso ineficiente de los servicios, facturas elevadas, un impacto en el medio ambiente y afectar a las mascotas de la familia.

1.1.1 Antecedentes del contexto

La familia Quirós Coto adquirió una vivienda en donde los gastos fijos mensuales se incrementaron, por lo que monitorear el sistema eléctrico y tomar un control del consumo de agua potable puede ayudar a reducir los gastos o a mantenerlos controlados (IFISA, 2023).

Uno de los factores a controlar es el portón eléctrico que posee la vivienda, solo tiene un control el cual es incómodo si se viaja en motocicleta, mencionando que si está lloviendo mucho la señal se ve afectada y la respuesta del portón no es la deseada (Beto El Electricista, 2018).

La familia posee dos peceras con diferentes tipos de peces, con el cambio del hogar también se ve el cambio de temperatura, como consecuencia la familia comenta que el nivel del agua de las peceras disminuye, es decir el agua se evapora por lo que se deben rellenar frecuentemente, cabe destacar que al rellenar las peceras el PH del agua se puede ver afectado y como se comenta en el artículo Diagnostico del estrés en Peces por Ana y Luis Ocampo, donde mencionan que los niveles de pH y la temperatura del agua puede generar un estrés

químico en los peces por lo que también se debe monitorear el pH de las peceras y controlar la temperatura del agua de las peceras (de Ocampo & Ocampo Camberos, 1999).

Continuando con las mascotas, la familia posee un gato el cual debe salir y entrar por lo que monitorear y controlar las ventanas principales se aprecia como un factor importante, abrirlas y cerrarlas estando lejos de la vivienda, así como observar en el sistema si están abiertas o cerradas.

Finalmente para el manejo del consumo eléctrico, encender la luz de la cochera solo si la puerta principal está abierta y si son más de las 5pm y en el momento que la puerta se cierra la luz se debe apagar, ya que muchas veces la luz queda encendida y se ve reflejado en el recibo de consumo eléctrico.

1.1.2 Justificación del proyecto

Hoy en día la automatización y los hogares inteligentes están en el auge de la tecnología en las viviendas y la familia Quirós Coto está interesada en aprovechar la tecnología para lograr controlar y monitorear su hogar.

Al automatizar el hogar la familia tendrá interacción con dispositivos electrónicos de manera remota y eficiente mejorando las tareas diarias, como el encendido y apagado de la luz de la cochera, el control de la temperatura de las peceras y el monitoreo de su pH y hasta facilitando la entrada a la vivienda por el portón eléctrico, generando comodidad y eficiencia en el hogar.

Un sistema de monitoreo de consumo energético, tanto electricidad como agua, contribuye en un uso racional de la energía con lo que se obtendría una reducción o un control de los gastos en servicios públicos beneficiando a la familia de manera económica y contribuyendo al medio ambiente.

Al monitorear el hogar en tiempo real, en cualquier dispositivo con acceso a internet proporciona una sensación de seguridad y tranquilidad a la familia, que la familia logre ver si alguna ventana principal quedo abierta mientras están de vacaciones.

Con la implementación del sistema se pretende reducir los costos en los gastos fijos, utilizar de manera eficiente los recursos, mejorar la calidad de vida, en las tareas cotidianas generando comodidad.

Una proyección a futuro, si en algún momento la familia decide ampliar el sistema ya tendrían las bases para mejoras y hasta aumentar el valor de la propiedad al integrar sistemas inteligentes volviendo la vivienda más atractiva al público.

La tecnología hace que implementar un sistema electrónico de control y monitoreo en un hogar sea técnica y económicamente viable, con dispositivos accesibles y fáciles de integrar, generando comodidad, bienestar y seguridad (Smarthome, 2024).

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se puede mencionar que el consumo descontrolado de energía es debido a que la familia no tiene como controlar o monitorear los dispositivos eléctricos o la cantidad de agua que se utiliza en cada ciclo de lavado lo que puede generar un consumo desmedido que se ve reflejado en el recibo mensual de cobro, sin embargo, no hay manera de identificar qué dispositivo es el que está consumiendo más energía, ni manera de como tomar medidas para solucionarlo.

La familia tiene la inseguridad que en el momento de viajar no pueden estar seguros si las ventanas quedaron cerradas o abiertas o si la puerta principal quedó bien cerrada, si las luces de la vivienda están encendidas o si el portón eléctrico quedó cerrado, por lo que la tranquilidad y seguridad está ausente en la familia.

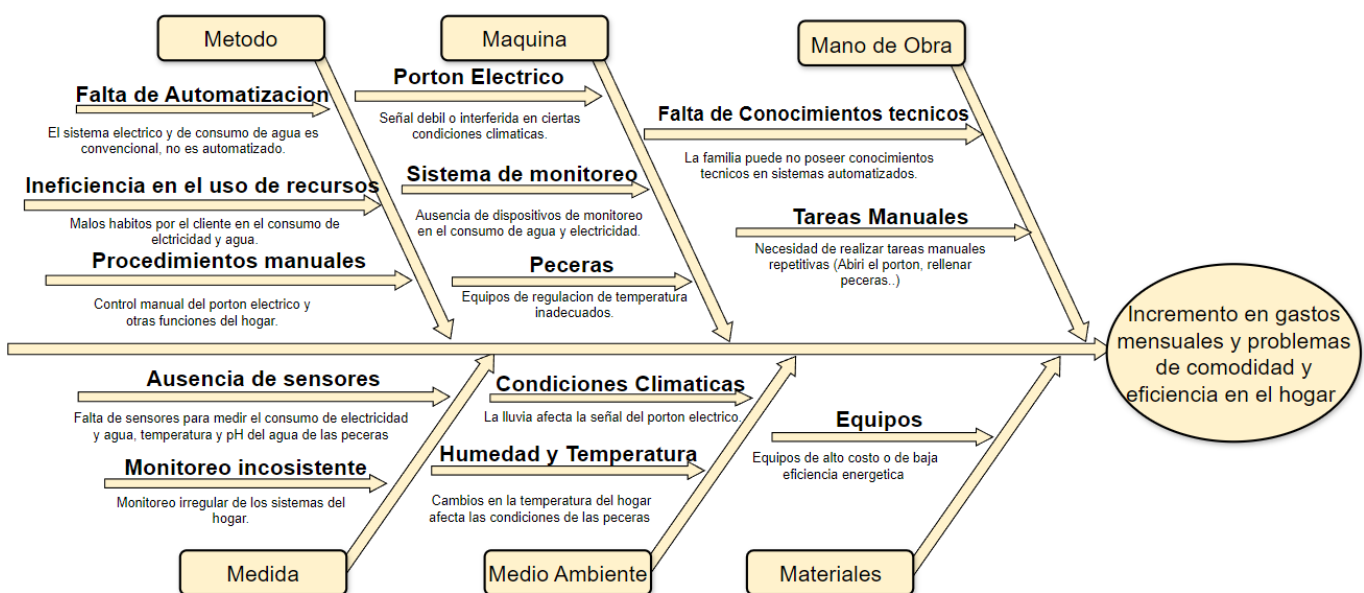
Además, la comodidad es limitada, estar rellenando las peceras por la evaporación del agua por no tener la temperatura adecuada, más la regulación del pH que se altera al agregar agua nueva, quita tiempo y genera un estrés químico en los peces. (de Ocampo & Ocampo Camberos, 1999)

La falta de automatización remota afecta la apertura del portón eléctrico el cual cuando hay temporada de lluvia la señal del control es ineficiente.

En la **Error! Not a valid bookmark self-reference.** se aprecia un diagrama de causa-efecto, conocido también como diagrama de espina de pescado o Ishikawa, el cual es utilizado para visualizar causas potenciales del problema con más detalle (Dumas, 2018).

Figura 1

Diagrama causa-efecto



Fuente: De información obtenida del contacto de la familia. (Coto Espinoza, 2024)

Con el diagrama anterior se logra un mejor análisis de las causas de los problemas, detalladamente se explica cada una de las Ms mencionadas en el diagrama.

1. Mano de Obra: Corresponde a la parte operativa del proceso, así como las personas involucradas en el proceso (Edraw, 2024).

Al desconocer de sistemas automatizados, la familia debe contratar un servicio de instalación del sistema, el servicio debe desarrollar e implementar el sistema automatizado, así como la familia debe recibir capacitación para manipular el sistema.

2. Maquina: Siendo los sistemas instalados o herramientas junto con sistemas subyacentes (Edraw, 2024), se incluyen los sistemas a monitorear, así como los procesos que se desean controlar, en este caso el portón eléctrico, las ventanas, peceras y luz de cochera.
3. Método: Al ser procedimientos o aplicaciones de etapas conjuntas (Edraw, 2024), se define en estrategias y protocolos para monitorear el hogar, controlar el consumo de electricidad y agua, así como el proceso de mantenimiento de las peceras.
4. Medida: Siendo un parámetro esencial para la comprobación y evaluación para evitar errores de medición (Edraw, 2024), se incluye la implementación de sensores con los cuales se puede medir el consumo eléctrico, el consumo de agua y el pH de las peceras, así como sensores adecuados para el estado de las ventanas, la puerta principal y el portón.
5. Medio ambiente: Influencias ambientales, temperatura, clima, tormentas eléctricas, posiciones geográficas (Edraw, 2024), son factores ambientales influyentes, como las condiciones climáticas que afectan la señal del portón y la temperatura del hogar que afecta las peceras.
6. Materiales: La gestión de materia prima y recursos para satisfacer las necesidades y que puedan cumplir con los sistemas propuestos (Edraw, 2024). Los equipos y componentes por utilizar para la automatización y el monitoreo del hogar, como sensores, dispositivos a conectar en la red y controladores.

El desglose de esas causas más específicas, como el incremento de gastos mensuales, consumo energético desmedido, el proceso de estar rellenando frecuentemente las peceras, procesos y tareas manuales, entre otros factores lo que genera una interrogante fundamental para la investigación:

¿Cómo se pueden integrar sistemas de control electrónico en un hogar para monitorear el pH, temperatura, el consumo eléctrico y de agua potable de manera eficiente, generando seguridad y comodidad para el hogar de la familia Quirós Coto?

1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los siguientes son objetivos que seguir para el cumplimiento del proyecto.

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema electrónico automatizado para el monitoreo y control de un hogar, con el fin de mejorar la comodidad y control de los gastos, generando fácil interacción y disponibilidad del sistema implementado.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis de las áreas en el hogar donde se requiere monitoreo y control electrónico, identificando la problemática actual y los recursos necesarios para la implementación.
2. Definir la estructura y componentes principales del sistema, asegurando que sea eficiente y adecuada para el monitoreo y control de las áreas identificadas.
3. Crear el software necesario que permita la gestión de control y monitoreo del hogar, con funcionalidades que incluyan la programación de acciones automáticas, monitoreo en tiempo real y generación de reportes para el control de gastos energéticos.
4. Implementar la integración efectiva entre los dispositivos físicos y el software, asegurando que la comunicación sea fluida y confiable.
5. Llevar a cabo una serie de pruebas en el hogar real para verificar que el sistema cumple con los objetivos planteados.
6. Diseñar un sistema de fácil uso e interacción, que incluya una interfaz de usuario intuitiva y accesible de manera local y remota, además de proporcionar capacitación de

usos y soporte técnico para asegurar que los usuarios puedan interactuar con el sistema de manera efectiva.

7. Sintetizar los datos obtenidos a partir de la implementación del sistema de monitoreo y control electrónico en hogares, evaluando su impacto en la eficiencia energética, la comodidad del usuario y la integración tecnológica.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances del proyecto están propuestos para cubrir todas las necesidades de la familia y al tener objetivos definidos se asegura una planificación y ejecución efectiva, previendo las limitantes se realizará un proyecto que cumpla con las necesidades y mejorará la calidad de vida del hogar

1.4.1 Alcances

El proyecto tiene como objetivo crear un sistema que permita el control y el monitoreo del hogar de la familia Quirós Coto asegurando comodidad, bienestar y seguridad de manera que los alcances del proyecto son:

- a. Análisis de tecnologías

En la investigación se lleva un análisis de tecnologías disponibles para la automatización y monitoreo del consumo energético en el hogar, evaluando dispositivos inteligentes como sensores, luces o dispositivos de control funcionales para el monitoreo. Se estudiarán las características tecnológicas de cada componente a utilizar con el fin de garantizar la compatibilidad sin dejar a un lado la calidad y eficiencia del dispositivo, con este análisis permitirá seleccionar las tecnologías más adecuadas para solventar los problemas presentes.

b. Selección de componentes adecuados

Se seleccionarán los componentes de hardware y software más adecuados para el proyecto, en función de su compatibilidad y costo-beneficio, donde se incluyen sensores, controladores, entre otros.

c. Desarrollo de prototipo

Con el conjunto de tecnología seleccionada se procede al desarrollo de un prototipo funcional en el cual se integren todos los dispositivos y sistemas, esto incluye la instalación y configuración de los dispositivos inteligentes, así como el desarrollo de una interfaz accesible para la familia. El sistema deberá pasar por diversas pruebas que aseguren su correcto y efectivo funcionamiento, que cumpla con los objetivos de comodidad, eficiencia y seguridad, el prototipo será una base para el proyecto final el cual se instalara en el hogar de la familia Quirós Coto.

d. Implementación de un sistema de monitoreo

Se implementarán herramientas de monitoreo que permitan llevar un registro detallado del consumo de energía, con el objetivo de optimizar el uso de recursos y reducir costos operativos.

e. Facilidad de uso e interacción del usuario

El proyecto tendrá como alcance la creación de una interfaz de usuario simple y accesible, esto incluye el diseño de acceso remoto y la automatización de acciones cotidianas mediante la programación, un ejemplo es abrir y cerrar las ventanas desde la interfaz manipulable por el usuario.

f. Pruebas y evaluación del sistema implementado

Se incluye una fase de pruebas del sistema en condiciones reales con el fin de verificar el correcto funcionamiento, detectando limitaciones técnicas.

1.4.2 Limitaciones

Luego del análisis del proyecto se plantean las siguientes limitaciones:

- a. Dependencia de conexión eléctrica y de la red del hogar.

El rendimiento del sistema se puede ver condicionado por la calidad y cobertura de red en el hogar como el Wifi o redes cableadas ya que el sistema depende de una conexión estable, así como la alimentación energética donde el sistema se puede ver comprometido en caso de interrupciones eléctricas.

- b. Compatibilidad entre dispositivos

La falta de estandarización de protocolos de comunicación puede generar que la integración de distintos dispositivos sea más compleja.

- c. Costo de implementación

Algunas tecnologías son muy costosas, limitando a algunos hogares el acceso a estas, ya que el proyecto se debe adaptar al presupuesto de la familia.

- d. Mantenimiento y soporte

Los dispositivos electrónicos y el software requieren actualizaciones periódicas y mantenimiento, lo que puede ser un inconveniente si no se dispone del soporte técnico adecuado.

- a. Curva de aprendizaje

Aunque el sistema puede ser diseñado para ser intuitivo y amigable con el usuario, algunos usuarios pueden enfrentar dificultades en su uso inicial, requiriendo capacitación o asistencia técnica.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

La automatización de un hogar implica el uso de tecnologías para controlar zonas del hogar, proporcionando un entorno más cómodo y eficiente, así como el monitoreo del consumo energético, lo que permite a las familias identificar y optimizar el uso de los recursos.

Además de explorar los fundamentos y beneficios de la tecnología en la automatización del hogar proporcionando una base sólida para la implementación del proyecto en el hogar Quirós Coto.

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Según la Real Academia Española el término “domótica”, es la unión de las palabras casa y automática, donde se refiere a sistemas que automatizan una vivienda (Real Academia Española, s.f.).

La domótica o la automatización de viviendas es un término que se menciona desde el siglo XX, la aparición de electrodomésticos como los refrigeradores y lavadoras marcando los primeros avances tecnológicos en los hogares, sin embargo en ese punto todavía no se mencionaban los dispositivos “inteligentes”, fue hasta en los años 60, donde Jim Sutherland creó el Electronic Computing Home Operator (ECHO IV) el cual controlaba la televisión, temperatura, funcionaba como despertador, entre otras funciones (Smart Home, 2022), sin embargo el dispositivo era del tamaño de una habitación y difícil de utilizar, siendo este el inicio o la base de las casas inteligentes.

No fue hasta en los años 80 donde comienza la automatización, en puertas de garaje, sistemas de seguridad para el hogar, luces que se activan con sensores de movimiento, entre otras tecnologías (Acuña, s.f.).

Hoy en día es más común encontrar viviendas o edificios con sistemas más innovados, muchos con alimentación por paneles solares lo que lo convierte en estructuras autómatas, se encuentran viviendas controladas por comando de voz con Alexa o Google Assistant (Internet

of Things en la vida cotidiana., 2018), los cuales son los sistemas más populares entre en mercado de viviendas inteligentes implementadas por Amazon y Google, donde estos dispositivos se encargan de facilitar la vida cotidiana a propietarios, desde reproducir una canción hasta el control de los electrodomésticos, estos dispositivos están conectados a la red de internet de la vivienda donde utiliza el protocolo de IP, utiliza una dirección conformada por números, el cual es encargado del transporte de paquetes desde el origen hasta el destino en una comunicación (Byte, 2019), el utilizar este protocolo para la implementación de casa inteligentes comienza con el primer aparato conectado el cual se trata de una tostadora durante una conferencia de internet en 1990 (Internet of Things en la vida cotidiana., 2018).

Actualmente existen muchos dispositivos que se pueden conectar a la red, estos dispositivos se pueden conectar por bluetooth, Wifi, aplicaciones para Smartphone y utilizando diversos protocolos de comunicación (Hernandez, 2023).

Según el periódico La Nación, los ticos compran artículos y sistemas para la automatización de las viviendas cuyos precios varían de los \$12 en artículos y de \$300 a \$15.000 en sistemas más completos y su instalación (Cespedes, 2022).

Elías Robles, presidente de la firma de Green Building Council, una organización que promueve la construcción sostenible y moderna en Costa Rica para La Nación comenta que los sistemas implementados con más popularidad son las luces inteligentes, las cuales no solo se encienden y se apagan, sino cambian de color dependiendo de la hora del día, sensores de movimiento, cámaras de seguridad, sistemas de audio, portones controlados por Sonoff GATEOPEN005, el cual es un dispositivo para el control de los portones eléctricos por medio de Wifi, así mismo destaca que productos relacionados pueden interactuar entre sí (Cespedes, 2022).

2.2 CONTEXTO TEÓRICO

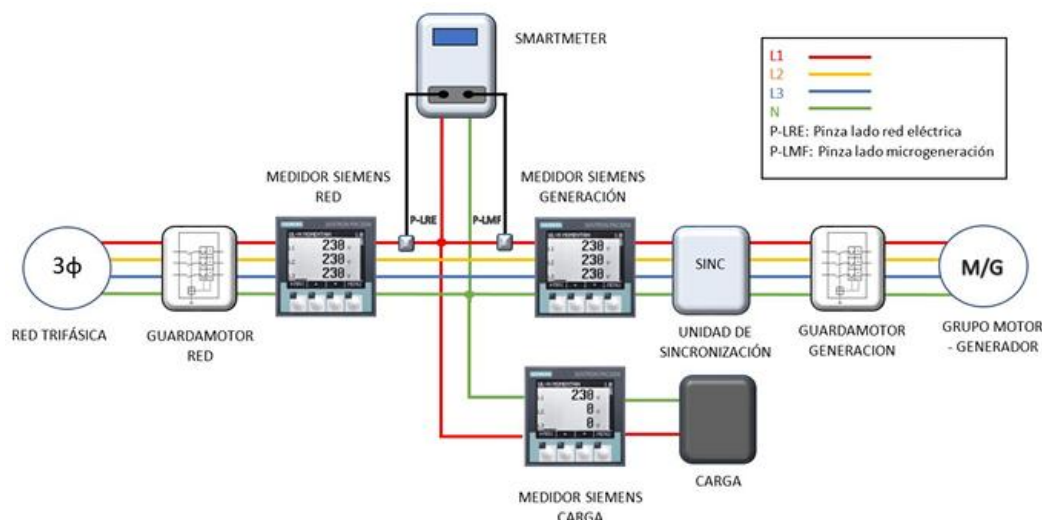
En esta etapa se exploran las bases conceptuales y técnicas para el desarrollo de un sistema de monitoreo y control. En un contexto de creciente demanda energética, la medición precisa y el control eficiente de consumo eléctrico se han convertido en temas fundamentales. Para abordar las necesidades del sistema, se analizan aspectos como el consumo eléctrico, una interfaz amigable con el usuario, la comunicación en tiempo real, el monitoreo, el control y la eficiencia energética. Todo esto tiene como la base la tecnología utilizada y la fiabilidad del sistema.

Los autores Patricio Israel Guevara Fuentes y Sebastián Andrés Valle Ortega crearon un sistema enfocado principalmente en medir el consumo eléctrico, analizando y gestionando alertas en tiempo real. De esta manera, lograron supervisar tanto el consumo eléctrico como la generación de energía mediante un medidor con capacidad de censar la energía.

Implementaron un medidor Smart Meter Fronius 63a-1 bidireccional de energía activa, como se muestra en la Figura 2, el esquema de conexión utilizado por los autores.

Figura 2

Esquema de conexión de módulos.



Fuente: Diseño e implementación de un sistema de medición de consumo y generación de

energía eléctrica residencial y desarrollo de una aplicación en Android para monitoreo y recepción de alertas Guevara Fuentes & Valle Ortega , 2021.

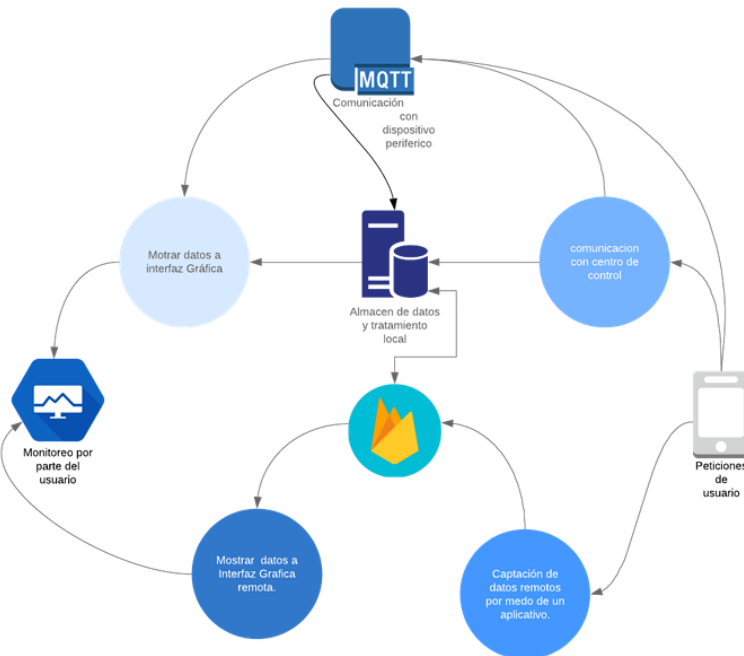
El sistema posee comunicación mediante Wifi y almacena información de consumo, junto con la implementación de una aplicación móvil que permite el monitoreo del medidor y el registro de las fechas presentes y pasadas. Además, el sistema envía alertas por consumos irregulares. Para el desarrollo del proyecto, utilizaron NodeMCU como el principal dispositivo para la comunicación (Guevara Fuentes & Valle Ortega , 2021).

Una investigación enfocada en el consumo energético mediante el uso de IoT, con un enfoque en recopilar y analizar datos masivos para aumentar la eficiencia del sistema, Edgar Stiven Días Roa creo un sistema domótico basado en IoT que permite monitorear y controlar diferentes variables físicas de manera local y remota, brindando seguridad y disminuyendo riesgos en la vivienda. Este sistema utiliza una aplicación móvil desde la cual se puede visualizar el consumo energético, el estado de los diferentes sensores e interactuar con algunos dispositivos (Roa, 2019). Además, implemento una aplicación bajo el concepto de Big Data, con el propósito de realizar pronósticos de gasto energético que ayude al usuario a mejorar sus hábitos de consumo.

Edgar utilizo tecnologías como NodeMCU el cual es un microcontrolador (Morales, 2020) y Raspberry Pi que es un microordenador (Delgado, 2020), para la creación del sistema. Este incluía una cámara de seguridad y un interruptor inteligente, usaba Firebase como sistema de almacenamiento de datos, en la Figura 3, se presenta el diagrama general del sistema implementado por Edgar Diaz.

Figura 3

Diagrama general de Edgar Diaz



Fuente: Desarrollo de un sistema domótico basado en IoT para la seguridad residencial y mejoramiento del consumo energético, aplicando conceptos de Big Data (Roa, 2019).

Al combinar las tecnologías de IoT, que permiten una red interconectada de dispositivos físicos y software (Kinsta, 2022), con el análisis de Big Data como procesador de datos (Fernandez, 2021), se logró mejorar la eficiencia y seguridad, ofreciendo una solución innovadora y adaptable (Roa, 2019).

En un enfoque más centrado en la iluminación y el monitoreo eléctrico Roger Alonso Román Jiménez desarrollo un sistema enfocado en el uso eficiente de la iluminación, proporcionando un control automático para evitar el desperdicio de energía. Su sistema está basado en tecnología PLC Siemens s7-200, con una interfaz gráfica desarrollada mediante el software SIMATIC Wincc, especializado para la creación de interfaces en los paneles HMI de Siemens. Este desarrollo resulto en un sistema eficiente y como para el cliente, con un interfaz amigable para el usuario (Jimenez, 2001).

Se valora como factor principal la tecnología base para la implementación del sistema, ya que es fundamental para asegurar un funcionamiento eficiente, preciso y seguro, permitiendo una comunicación fluida entre dispositivos. Además, una base tecnológica robusta facilita la integración de nuevas tecnologías y dispositivos sin comprometer el rendimiento del sistema ya instalado. En la

Autor	Dispositivos usados	Características	Análisis
Patricio Israel Guevara Fuentes Sebastián Andrés Valle Ortega	NodeMCU ESP32	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador: ESP-WROOM-32 (Tensilica Xtensa LX6) • Analógicos I/O: 15 • Digital I/O: 4 • Comunicación Serial: 9 • Comunicación I2C: 1 • Comunicación SPI: 1 • Comunicación I2S: 1 • Toque: 9 • Interrupción: 26 • Bluetooth • Wifi • Pantalla táctil 	Posee una amplia gama en aplicaciones básicas, además, su función es muy similar a Arduino.
	Smart Meter Fronius 63a-1	<ul style="list-style-type: none"> • Bidireccional • Tensión nominal = 230–240 V • Máxima corriente = 1 x 100 A 	Medición de alta precisión. Comunicación en tiempo real. Apto para hogares y aplicaciones industriales.

Edgar Steven Días Roa	Raspberry Pi 3B+	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos: GPIO 40 pines • HDMI 4 x USB 2.0 • CSI (cámara Raspberry Pi) • DSI (pantalla táctil) • Toma auriculares / vídeo compuesto • Micro SD • Micro USB (alimentación) • Power-over-Ethernet (PoE) • Conexión inalámbrica • Processor: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC 	Excelente para aplicaciones robustas, de control y monitoreo, así como la conexión remota con la Raspberry, es una microcomputadora.
Roger Alonso Román Jiménez	Touch Panel Siemens TP177B	<ul style="list-style-type: none"> • Ranura para una MultiMediaCard. • Display/Pantalla táctil. • Junta de montaje. • Escotadura para mordazas de fijación. • Software: SIMATIC Wincc. 	Al ser una pantalla táctil lo convierte en un dispositivo de fácil uso.
	PLC Siemens s7-200	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas digitales • Salidas digitales. • Entradas analógicas (tensión, amperaje, Pt100...). • Salidas digitales (tensión, amperaje). • Fuente de alimentación integrada. 	<p>Admite diferentes lenguajes de programación.</p> <p>Flexibilidad para control de cualquier dispositivo o actuador externo.</p> <p>Se pueden acoplar hasta 3 módulos de comunicaciones adicionales.</p> <p>Permite la utilización de tarjeta de memoria.</p>

, se presentan las características de cada tecnología utilizada por los autores consultados, junto con una columna de análisis adicional.

Tabla 1

Tecnologías en proyectos investigados.

Autor	Dispositivos usados	Características	Análisis (<i>Coto Espinoza, 2024</i>)
Patricio Israel Guevara Fuentes Sebastián Andrés Valle Ortega <i>(Guevara Fuentes & Valle Ortega, 2021)</i>	NodeMCU ESP32	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador: ESP-WROOM-32 (Tensilica Xtensa LX6) • Analógicos I/O: 15 • Digital I/O: 4 • Comunicación Serial: 9 • Comunicación I2C: 1 • Comunicación SPI: 1 • Comunicación I2S: 1 • Toque: 9 • Interrupción: 26 • Bluetooth • Wifi • Pantalla táctil 	Posee una amplia gama en aplicaciones básicas, además, su función es muy similar a Arduino.
	Smart Meter Fronius 63a-1	<ul style="list-style-type: none"> • Bidireccional • Tensión nominal = 230–240 V • Máxima corriente = 1 x 100 A 	Medición de alta precisión. Comunicación en tiempo real. Apto para hogares y aplicaciones industriales.

Edgar Steven Días Roa (<i>Roa, 2019</i>)	Raspberry Pi 3B+	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos: GPIO 40 pines • HDMI 4 x USB 2.0 • CSI (cámara Raspberry Pi) • DSI (pantalla táctil) • Toma auriculares / vídeo compuesto • Micro SD • Micro USB (alimentación) • Power-over-Ethernet (PoE) • Conexión inalámbrica • Processor: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC 	Excelente para aplicaciones robustas, de control y monitoreo, así como la conexión remota con la Raspberry, es una microcomputadora.
Roger Alonso Román Jiménez (<i>Jimenez, 2001</i>)	Touch Panel Siemens TP177B	<ul style="list-style-type: none"> • Ranura para una MultiMediaCard. • Display/Pantalla táctil. • Junta de montaje. • Escotadura para mordazas de fijación. • Software: SIMATIC Wincc. 	Al ser una pantalla táctil lo convierte en un dispositivo de fácil uso.
	PLC Siemens s7-200	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas digitales • Salidas digitales. • Entradas analógicas (tensión, amperaje, Pt100...). • Salidas digitales (tensión, amperaje). • Fuente de alimentación integrada. 	<p>Admite diferentes lenguajes de programación.</p> <p>Flexibilidad para control de cualquier dispositivo o actuador externo.</p> <p>Se pueden acoplar hasta 3 módulos de comunicaciones adicionales.</p> <p>Permite la utilización de tarjeta de memoria.</p>

Fuente: Investigación propia (Coto Espinoza, 2024)

En la tabla se aprecia las características de cada dispositivo, así como un análisis desde la perspectiva propia, así como sus ventajas y desventajas del uso de los dispositivos.

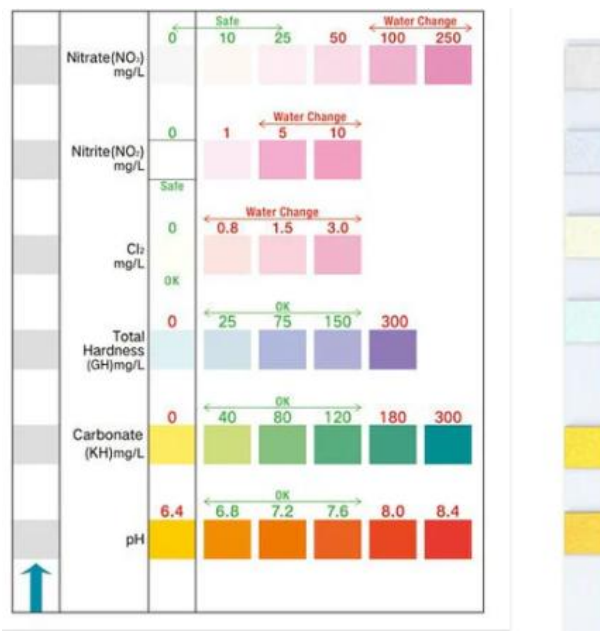
Sin dejar a un lado el cuidado de las peceras, estas requieren un control riguroso de sus condiciones ambientales para garantizar la salud y bienestar de los organismos que habitan en ellas.

Entre los parámetros más relevantes a monitorear se encuentran la temperatura del agua, pH, KH, GH, Cloro (CL₂), Nitritos (NO₂) y Nitratos (NO₃). Cada uno de estos indicadores proporciona información clave sobre la calidad del agua y su capacidad para sustentar la vida acuática (Diaz, 2024).

En la Figura 4, se presenta una tabla grafica que resume los parámetros clave a monitorear.

Figura 4

Tabla de parámetros



Fuente: Sper Scientific (Sper Scientific, 2023).

Esta es una tabla corresponde a los parámetros medidos con una tira de prueba (Test Strips) de la marca Aquarium. Los valores en color verde indican los parámetros óptimos, mientras que los valores en color rojo representan niveles críticos que requieren atención inmediata.

➤ Temperatura del agua

La temperatura del agua es crucial para garantizar el bienestar de los organismos que habitan en las peceras. Según estudios realizados, la temperatura del agua se debe mantener en un rango específico según la especie. Un desequilibrio en la temperatura puede afectar la salud de los organismos acuáticos, provocando estrés, enfermedades e incluso la muerte. Los expertos recomiendan una temperatura de 24°C a 26°C para peces tropicales (Díaz, 2024).

Por ello, es importante mantener un monitoreo constante y utilizar calentadores en las peceras como se muestra en la Figura 5, cualquier cambio brusco en la temperatura puede afectar gravemente el bienestar de los peces.

Figura 5

Calentador de la pecera pequeña



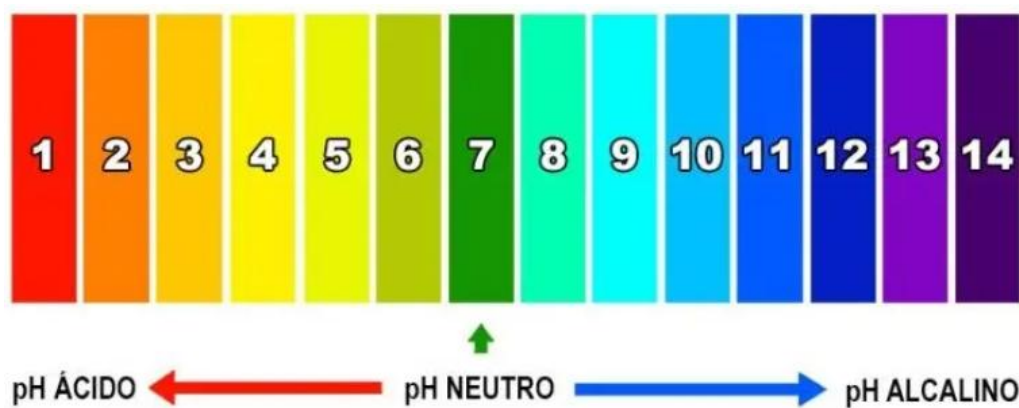
Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

➤ pH del agua

El pH es una variable química que mide el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia, donde un valor de 7 corresponde a sustancias neutras, valores menores a 7 indican sustancias ácidas y mayores a 7, alcalinidad, en la Figura 6, se presenta una escala de los niveles de pH (Bello, 2019).

Figura 6

Escala de pH



Fuente: Plantas Acuario (plantas acuario, 2023).

Este parámetro es un factor crucial para controlar, ya que influye directamente en la salud de los peces. Mantener un nivel de pH estable promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas para el ecosistema acuático, un desequilibrio en este parámetro puede provocar un estrés químico en los peces y causar enfermedades, la mayoría de los peces requieren un rango de pH entre 6.5 y 7.5, dependiendo de la especie. Un pH muy bajo puede indicar acumulación de desechos orgánicos y un pH muy alto sugiere un exceso de minerales (Díaz, 2024).

➤ KH (Dureza de carbonatos) y GH (Dureza General)

La dureza del agua se refiere a la concentración de sales de calcio y magnesio disueltas, de tal manera que un agua dura posee una gran concentración de sales y minerales, mientras que un agua blanda posee poca cantidad de sales de calcio y magnesio (pecesdeacuarios, 2020).

El KH es la dureza temporal del agua y se debe a la presencia de carbonos y bicarbonatos de calcio, magnesio y otros metales, monitorear este parámetro indica la capacidad del agua de mantener un pH estable (Ponce, s.f.), se puede afirmar que un nivel de KH alto logra mantener más estable el pH del acuario y una mayor capacidad para neutralizar desequilibrios, un KH de 40-120mg/L es considerado ideal (pecesdeacuarios, 2020). En cuanto al GH es la dureza total del agua, es decir la cantidad de sales de calcio y magnesio que tiene el agua en general ya que estas sales presentan sulfatos, cloruros, carbonatos o bicarbonatos, se puede identificar como la suma del KH y todo lo que no son carbonatos, el GH varía según la especie, pero generalmente se debería de mantener entre 25 y 15 mg/L para un estado optimo (pecesdeacuarios, 2020).

Para estos parámetros es importante tener en cuenta que un pez de agua dura no se verá afectado por vivir en agua blanda, por lo cual, un pez de agua blanda no podría vivir en las condiciones de agua dura (pecesdeacuarios, 2020).

➤ Cloro (Cl_2)

El cloro es un elemento químico altamente reactivo con diferentes compuestos, así como también se utiliza en el agua potable para desinfectar y limpiar el agua de bacterias y destruye todo tipo de microbios (Wikimica, 2024).

En caso de las peceras, el cloro es un factor para mantener el acuario saludable, la presencia de cloro puede ser dañina para los peces, siendo fundamental neutralizar o eliminar el cloro del agua antes de agregarla al acuario, el nivel de cloro ideal es 0 mg/L, la presencia del químico así sea en pequeñas cantidades es capaz de irritar las branquias y dañar los tejidos de los organismos acuáticos (pecesdeacuarios, 2020).

➤ Nitritos (NO_2)

El nitrito es un compuesto químico del nitrógeno y el oxígeno, siendo del resultado de descomposición de materia orgánica o de la oxidación del nitrato siendo un contaminante común el agua (Abascal, 2022).

Los nitritos son sustancias tóxicas en las peceras proviene de la materia orgánica (desechos de los peces) y restos de comida, sus niveles deben de ser mantenidos en 0mg/L ya que puede causar asfixia al impedir transportar oxígeno en la sangre de los peces (pecesdeacuarios, 2020).

➤ Nitratos (NO_3)

El nitrato está presente en toda materia orgánica en los acuarios proviene de la descomposición de desechos orgánicos, comida y otros materiales presentes (pecesdeacuarios, 2020), es decir los nitratos son el producto final del ciclo del nitrógeno, son menos tóxicos que los nitritos, sin embargo a niveles superiores a 50 mg/L puede causar estrés químico en los peces y provocar un crecimiento excesivo de algas, afectando el equilibrio del ecosistema (de Ocampo & Ocampo Camberos, 1999).

Tomando en cuenta todos los parámetros importantes a monitorear para mantener un equilibrio en las peceras, es fundamental tomar las medidas necesarias para regular estos parámetros. El uso de sensores y tecnologías automatizadas, como controladores o microprocesadores, puede facilitar el mantenimiento de las condiciones óptimas en las peceras.

Para garantizar el bienestar de los peces, es necesario realizar cambio de agua y limpiezas periódicas en los acuarios. Las peceras tienden a acumular desechos, restos de comida y toxinas, como el amoníaco, que es un compuesto del ciclo del nitrógeno, al igual que el nitrato y nitrito (Fluideco, 2019). Estos compuestos son tóxicos para los peces.

La frecuencia del cambio de agua depende del tamaño de las peceras. Se recomienda reemplazar entre el 10% y el 20% del agua en acuarios pequeños, y entre el 20% y el 30% en acuarios grandes (Ortiz, s.f.). Antes de realizar el cambio, se debe preparar el agua.

Independientemente del origen del agua que se va a utilizar para las peceras, sea agua de grifo, agua embotellada, agua de lluvia o de pozo, es necesario realizar una prueba de parámetros

utilizando tiras de prueba, disponibles en acuarios. Por ejemplo, el agua de grifo puede contener cloro, el agua de pozo puede contener minerales perjudiciales para los peces y el agua embotellada, al ser purificada y destilada puede carecer bacterias esenciales para los peces (Erika, 2024).

En el proceso de preparación del agua existen químicos aclarantes para eliminar el cloro, soluciones de ajuste de pH y acondicionadores de agua para neutralizar efectos del cobre, plomo y zinc. Sin embargo, es importante conocer las condiciones ideales de los peces que estén el acuario para evitar el estrés químico y general un biosistema más adecuado, ya que depende de la especie y el origen del pez, la composición del agua es diferente (Erika, 2024).

El cuidado de las peceras exige un equilibrio entre el monitoreo de parámetros químicos, el manejo del agua y la limpieza periódica. La implementación de tecnologías como sensores automáticos y el establecimiento de un plan de mantenimiento riguroso garantizan la salud de los peces y la estabilidad del ecosistema.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este capítulo se basa en una investigación de datos especificando métodos, técnicas y procedimientos empleados para recopilar y analizar información con su respectiva interpretación de datos (Ayala, Marco metodológico: cómo redactarlo, estructura, ejemplos, 2020).

Se estable la estructura del proceso de investigación que sustente el análisis y desarrollo de un sistema de monitoreo y control electrónico para hogares, se explican las decisiones metodológicas adoptadas, describiendo el enfoque de la investigación, los métodos de recolección de datos, el diseño y herramientas de análisis, esto con el fin de asegurar la validez y confiabilidad de los resultados (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista, 2014).

Esta investigación no solo facilita la comprensión del procedimiento, sino también garantiza que el estudio pueda ser replicable por otros investigadores de automatización y gestión de consumo energético.

Dicho lo anterior en los siguientes apartados se desarrollan las teorías sobre:

- Enfoque de la investigación
- Finalidad de la investigación
- Dimensión temporal
- Marco de la investigación
- Naturaleza de la investigación
- Carácter del proyecto

Donde se definen en función a los objetivos de la investigación y métodos necesarios para desarrollar el sistema propuesto.

3.1.1 Enfoque de la investigación

El proyecto tomara un enfoque cuantitativo como se menciona en (Editorial Etece, 2024), este método se utiliza para obtener información expresada en números, como lo es la recolección de los datos del consumo de agua y electricidad, niveles de pH y temperatura de las peceras, estos datos se utilizarán para evaluar la eficiencia del sistema propuesto.

Además se trabaja con un enfoque experimental como se menciona en (Lifeder, 2022), donde el diseño y validación de un sistema implica manipular variables del hogar y las peceras del hogar.

3.1.2 Finalidad de la Investigación

La investigación tiene como fin desarrollar una solución tecnológica para el monitoreo y control automático de una vivienda por lo que la finalidad de la investigación es aplicada como se menciona en (Comunicación Institucional, 2020), la investigación aplicada trata de convertir el conocimiento o teorías en conocimiento practico y útil, en este caso la necesidad de un control automático y monitoreo en las peceras, monitoreo en el consumo de energías y la automatización de varias áreas de la vivienda.

3.1.3 Dimensión temporal

En la parte del monitoreo del agua y electricidad se debe evaluar el comportamiento del sistema durante un periodo considerable, en el caso de las peceras el monitoreo es diario, ya que existen factores externos que influyen en el ambiente de las peceras, lo que da una respuesta más rápida del funcionamiento del sistema.

Al realizar estas mediciones durante diferentes periodos se podrá observar las tendencias y la eficiencia del sistema implementado, lo que convierte la investigación en longitudinal.

(Martinez, 2018).

3.1.4 Marco de la investigación

La investigación se basa en el desarrollo e implementación de un sistema de control y monitoreo, por lo que es un proyecto tecnológico, donde se enfoca principalmente en la electrónica y la automatización, con la diferencia que esta está dirigida al hogar (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista, 2014).

3.1.5 Naturaleza de la investigación

La investigación tiene como naturaleza experimental ya que se realizarán pruebas prácticas para validar el funcionamiento del sistema, además es descriptiva, (Jervis, 2020), porque se describirá el comportamiento del consumo de energías y parámetros de las peceras.

3.1.6 Carácter de la investigación

El proyecto busca innovar de manera tecnológica, por lo que toma un carácter empírico, refiriéndose a la observación y la experiencia directa del investigador, así como aplicado y descriptivo, enfocándose en la aplicación de los conocimientos (Coelho, 2024).

3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

En la obtención de datos se trabajará principalmente con fuentes primarias, pero las fuentes secundarias serán las referencias en la interpretación de los datos.

3.2.1 Fuentes primarias

Se conoce como fuentes primarias la información original, es decir que no ha sido editada, traducida o reestructurada, las fuentes primarias también pueden ser grabaciones, pinturas, fotografías o testimonios (Gonzales, 2020).

En este caso se trabajará directamente con la familia y componentes del hogar al que se implementará el sistema.

3.2.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias es información recopilada, la cual contiene análisis y reorganización de información proporcionada por las fuentes primarias, donde se pueden encontrar enciclopedias, artículos de análisis o interpretaciones de otras investigaciones (Ayala, Fuentes secundarias de información, 2021).

En este caso las fuentes secundarias se manejarán como artículos académicos e informáticos, libros técnicos sobre diseño electrónico, estudios o casos similares, proyectos o investigaciones relacionadas sobre control automático.

3.2.3 Sujetos de información

Se entiende como sujeto de información, la o las personas que proporcionan información personal, como experiencias o conocimientos en los que se centra el estudio (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista, 2014).

Por lo que la experiencia de profesionales en el campo de la electrónica y programación es fundamental ya que la experiencia puede ser importante para el asesoramiento y aportes en el sistema, así como los fabricantes o proveedores de implementos tecnológicos, ya que pueden aportar información más detallada y recomendar tecnologías.

Finalmente los propietarios de la vivienda, ya que es necesario que se involucren en las pruebas del sistema, así como proporcionar opiniones de retroalimentación y necesidades específicas.

3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS

Para el proyecto es fundamental definir herramientas, técnicas, variables y un diseño de investigación.

3.3.1 Observación

Es la obtención de datos a través de los experimentos o fenómenos, siendo tan simple como mirar alrededor y prestar atención a los detalles (Editorial Etece, 2021).

La observación para la obtención de los datos requeridos será manual por medio de tabla, esto con el fin de ser comparada luego con los datos obtenidos de forma automatizada.

Aplicando 2 tablas como instrumento, en la cual se medirá el pH de cada pecera y otra la distancia en el que portón detecta la señal del control.

3.3.2 Entrevista

Una entrevista es un intercambio de ideas u opiniones de un tema en específico entre dos o más personas con el fin de recolectar información deseada mediante un interrogatorio estructurado (Etecé, 2020).

Con la definición anterior, la entrevista está dirigida a especialistas en automatización o electrónica donde pueden asesorar sobre posibles fallos y mejoras del sistema, así como asesoramiento en tecnología. El fin de la entrevista es comentar con expertos sus experiencias en la automatización y el monitoreo de sistemas.

3.3.3 Encuesta

Una encuesta tiene como base la recolección de datos mediante un cuestionario con preguntas cerradas o abiertas (Farias, 2024).

Al aplicar una encuesta en personas interesadas en automatizar sus propias viviendas, para conocer principalmente las necesidades y problemas comunes de su vida diaria con el fin de adaptar o personalizar los sistemas para sus viviendas.

3.4 VARIABLES Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para aplicar la observación, entrevista y la encuesta se debe diseñar los instrumentos que se aplicaran para la recolección de los datos, la cual se divide en dos etapas:

3.4.1 Definición de variables

Rodrigo nos comenta que una variable de investigación es una característica con potencial de cambio (Ricardo, 2024).

Con esto se entiende a las necesidades que se pretenden abordar con el sistema automatizado del hogar, las cuales se refieren a los objetivos propuestos, en la **Tabla 2** se podrá apreciar cada objetivo específico con su respectiva variable con una pequeña definición.

Tabla 2

Objetivos y variables

Objetivo	Variable	Definición
Identificar áreas en el hogar para monitoreo y control electrónico	Consumo energético	Cantidad de energía eléctrica consumida en diferentes áreas del hogar, medida para evaluar oportunidades de reducción y optimización.
Definir la estructura y componentes del sistema para un monitoreo efectivo.	Fiabilidad del sistema	Capacidad del sistema para operar sin fallos y mantener un rendimiento constante en la supervisión de áreas específicas del hogar.

Desarrollar software para gestión de monitoreo, control y reportes.	Monitoreo y control	Funcionalidad del sistema para observar y regular el uso de dispositivos y recursos en el hogar, proporcionando datos y ajustes en tiempo real.
Asegurar una integración fluida entre dispositivos y software.	Comunicación en tiempo real	Capacidad del sistema para intercambiar datos de forma continua y sin retrasos entre los dispositivos físicos y el software de monitoreo.
Verificar que el sistema cumpla con los objetivos en un entorno real.	Tecnología utilizada	Conjunto de dispositivos, sensores, y herramientas digitales implementadas para el monitoreo y control del hogar, evaluado en pruebas para validar su desempeño.
Diseñar una interfaz de usuario accesible y brindar soporte.	Interfaz de usuario	Elemento visual y funcional del sistema que facilita la interacción del usuario, diseñado para ser intuitivo, accesible y adaptable a distintos dispositivos
Evaluar el impacto del sistema en eficiencia y comodidad del usuario.	Eficiencia energética	Medida de la capacidad del sistema para reducir el consumo energético en el hogar, optimizando el uso de recursos sin sacrificar la comodidad del usuario.

Fuente: Creación propia (Coto Espinoza, 2024)

3.4.2 Diseño de la investigación

Se comprende como diseño de investigación al plan o estructura que guía el proceso de realización de la investigación, un diseño de investigación elaborado correctamente garantiza la obtención de conclusiones deseadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos (Jain, 2023).

Con la definición anterior se tiene claro la elaboración de un diseño bien estructurado para obtener las conclusiones y el cumplimiento de los objetivos propuestos, por lo que se elabora en la **Tabla 3** para cada variable un método de investigación, la técnica a implementar y la herramienta para obtener la información.

Tabla 3

Diseño de investigación

Variable	Método	Técnica	Herramienta	Descripción
Consumo energético	Investigación descriptiva	Observación directa	Registro de consumo eléctrico manual	Realizar un seguimiento manual del uso energético en el hogar. Se lleva un registro diario de los dispositivos eléctricos utilizados y sus tiempos de uso, permitiendo estimar patrones de consumo y áreas con mayor demanda energética.
Fiabilidad del sistema	Investigación experimental	Pruebas de estrés	Checklist de verificación de fallos	Someter el sistema a diferentes condiciones (como encendidos y apagados repetidos) y registrar manualmente los tiempos y frecuencias de fallos. Un checklist ayuda a documentar cada evento de falla o anomalía en distintas áreas del sistema.
Monitoreo y control	Estudio de caso	Diario de campo	Bitácora de monitoreo manual	Registrar manualmente los cambios y ajustes realizados en los dispositivos o sistemas dentro del hogar. Esto permite documentar cómo y cuándo se llevan a cabo los controles, identificando áreas que podrían mejorar.
Comunicación en tiempo real	Investigación evaluativa	Pruebas de rendimiento	Registro de tiempos de respuesta	Medir y registrar el tiempo de respuesta del sistema en diferentes momentos del día para observar la rapidez y consistencia en la transmisión de datos entre los dispositivos y el sistema central, documentando los resultados manualmente.
Tecnología utilizada	Investigación exploratoria	Análisis documental	inventario de dispositivos y recursos tecnológicos	Realizar un inventario detallado de cada componente tecnológico (marca, modelo, especificaciones) en el sistema y revisar sus manuales técnicos para comprender las capacidades y limitaciones, sin intervención tecnológica.
Interfaz de usuario	Investigación cualitativa	Entrevistas semiestructuradas	Guía de entrevista para usuarios	Realizar entrevistas a usuarios del sistema, explorando su experiencia de uso, facilidad de navegación, y posibles dificultades. La guía permite recoger percepciones y sugerencias para mejorar la interfaz.

Eficiencia energética	Investigación correlacional	Registro comparativo	Tabla de comparación de consumo antes y después	Comparar el consumo energético antes y después de implementar medidas de eficiencia. Esto se hace manualmente mediante la recopilación de datos de facturas de electricidad y registros de uso de dispositivos.
------------------------------	-----------------------------	----------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

3.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para la implementación de la investigación se llevará acabo diferentes etapas, donde se comienza con la detección del problema, la recolección de datos empleando las variables y técnicas mencionas anteriormente, continuando con el análisis de datos en el cual se separará por variables de manera que se facilita la interpretación de resultados con la posibilidad de implementar mejoras en el sistema.

La implementación de la investigación no solo permitirá la validación y desempeño actual, si no crear una base sólida para optimizar su función y adaptarlo a las necesidades, en la Tabla 4, se puede apreciar un cronograma a seguir para la implementación del proyecto.

Tabla 4

Cronograma de actividades

Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024)

Con este cronograma se aprecia la distribución de cada capítulo de la investigación e implementación del proyecto.

CAPÍTULO IV
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta el diagnóstico de la situación actual en el hogar en términos de necesidades de monitoreo y control electrónico, identificando áreas clave donde es necesario realizar mejoras con el fin de mejorar la situación actual de los habitantes.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La familia Quirós Coto, residentes de Hacienda del Rey en Cartago, ha identificado diversas necesidades de monitoreo y control en su hogar, las cuales son orientadas principalmente a la gestión de consumo energético, la automatización para más comodidad y el cuidado de sus macotas y peces, la situación actual se enfoca principalmente en las siguientes áreas:

1. Control de consumo energético

En Costa Rica la manera de medir el uso eléctrico es a través de un medidor colocado en cada casa a cargo de la entidad de servicio eléctrico y con el servicio de agua potable es suministrado por la Municipalidad de Cartago, por lo que la familia notó que su sistema es ineficiente para el control de consumo eléctrico y de agua potable, ya que muchas veces dispositivos como la televisión o luces quedan encendidas durante mucho tiempo sin necesidad alguna, además la lavadora automática tiene un ciclo de lavado de 44 minutos donde está conectada directamente al agua potable, incrementando el consumo de agua.

Implementar un sistema de monitoreo energético permitirá a la familia supervisar y controlar el uso de electricidad y agua en tiempo real, lo que facilitaría la identificación de consumos excesivos y contribuiría a mejorar la eficiencia y reducir gastos.

2. Automatización y seguridad

El portón eléctrico presenta desafíos operativos, especialmente en condiciones de lluvia o cuando se viaja en motocicleta, ya que el control remoto disponible es poco práctico y la señal

se debilita en climas lluviosos. Con el uso de tecnología, se podría optimizar el control de acceso, permitiendo a la familia manejar el portón desde aplicaciones móviles o sistemas automatizados, mejorando tanto la conveniencia como la seguridad del hogar.

3. Regulación de temperatura y cuidado de peceras

La nueva ubicación geográfica del hogar ha provocado variaciones de temperatura que afectan las peceras de la familia, ocasionando una rápida evaporación del agua. Esto, a su vez, provoca fluctuaciones en el pH, poniendo en riesgo la salud de los peces. Actualmente, monitorean el pH manualmente mediante bandas medidoras, aunque no siempre son precisas. Un sistema automatizado para regular la temperatura del agua y el pH proporcionaría un entorno más estable y saludable para los peces, facilitando el control para la familia.

4. Acceso y seguridad para mascotas

La familia también se enfrenta a desafíos en cuanto a la movilidad de su gato, que necesita poder entrar y salir libremente de la casa. Para esto, suelen dejar ventanas y puertas principales abiertas, lo cual representa un riesgo cuando la familia se ausenta. Un sistema automatizado que permita gestionar el acceso del gato mediante sensores o servomecanismos mejoraría la seguridad del hogar, permitiendo que el gato entre y salga sin comprometer la seguridad, especialmente durante ausencias prolongadas.

De esta manera se establece las bases para el desarrollo de un sistema de monitoreo y automatización que cubra las necesidades promoviendo un hogar más eficiente, seguro y cómodo para la familia Quirós Coto y sus mascotas.

4.2 RECOLECCIÓN Y VALIDACIÓN DE DATOS

Los datos se recolectarán de diferentes maneras, utilizando las herramientas necesarias y adecuadas a cada situación de estudio.

4.2.1 Instrumento para recolección de datos

La recolección de datos es fundamental para identificar las necesidades específicas y evaluar la viabilidad del sistema de automatización en el hogar de la familia Quirós Coto. Por lo que se empleara herramientas como la observación directa, encuestas dirigidas a usuarios y entrevistas con especialistas en automatización y electrónica.

Con estos instrumentos permitirá recopilar información cualitativa y cuantitativa relevante, proporcionando una base sólida para el desarrollo del sistema.

- Observación:

En el Anexo 1 se podrá encontrar el instrumento aplicado en el proceso de observación de los niveles de pH en las peceras, el cual es una tabla que se completó utilizando bandas medidoras de la marca AQUARIUM, las cuales no solo miden el pH, sino también el carbonato, la dureza total del agua, el nitrito, el nitrato y el cloro, sin embargo, los valores son aproximados, ya que son poco exactas.

En el Anexo 2, se muestra una tabla con el que se registraron las distancias en el que el portón detecta la señal del control y la condición climática en el momento de realizar la observación, el motor del portón es modelo 1215E de Liftmaster, según datos del fabricante alcanza una distancia de operación de 46m, en óptimas condiciones.

- Entrevista:

La entrevista se encuentra en el Anexo 3, se aplicó a especialistas con amplia experiencia en el campo de la electrónica y automatización, con el fin de obtener una opinión de cada y asesoramiento de tecnologías posibles para la implementación del proyecto.

La entrevista está enfocada en obtener asesoramiento y opiniones sobre la automatización del hogar.

La entrevista está conformada por un total de 18 preguntas abiertas basadas en los objetivos de la investigación.

- Encuesta:

La opinión de particulares, sin sistemas automáticos en su casa es de importancia, por lo que se realiza una encuesta, con un total de 20 preguntas, en el Anexo 4 se encuentra el instrumento aplicado y el link de Microsoft forms, la cual es una plataforma de Microsoft para crear encuestas, cuestionarios y sondeos, facilitando la respuesta de los usuarios desde cualquier dispositivo con acceso a internet, así como ver las respuestas en tiempo real, permitiendo evaluar respuestas y exportar resultados a Excel para análisis de resultados (Microsoft, s.f.).

La encuesta posee preguntas abiertas y cerradas, donde las cerradas se combinan entre respuestas de Si/No, elección múltiple y escala de Likert, que es un tipo de escala de calificación, suele ser una escala de 5 opciones que pueden ir desde, nada importante a muy importante (Rodrigo, 2024).

4.2.2 Análisis de datos

En este apartado se analizan todos los datos obtenidos a través de los instrumentos de recolección de datos aplicados, acabe agregar que se introduce los tamaños de muestras para cada instrumento.

- Tamaño de muestra para observación.

En el caso de la medición de pH, se realizará un total de 9 muestras para cada pecera, separando 3 muestras para el estado óptimo del agua, esta muestra se toma entre 3 a 5 días después de realizar un cambio o relleno de agua, 3 muestras antes de realizar el cambio de agua, mostrando un estado poco saludable para los peces y 3 muestras después de rellenar las peceras, con

mejoras notables, con esto nos aseguramos de que los peces están en las condiciones adecuadas para evitar un estrés químico.

Para la observación del portón eléctrico se tomarán las muestras comenzando desde los 46m que indica el fabricante del motor que es la distancia máxima de alcance hasta concluir en los 0m en diferentes condiciones climáticas, en caso de fallar la prueba se repite nuevamente con esa distancia, de fallar la segunda prueba se descarta distancia.

- Tamaño de muestra para encuesta

Para la encuesta se toma en cuenta los propietarios de la vivienda y se elige una población de mayores de edad (18 años), ya que la investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, la población a estudiar, son los residentes de Hacienda del Rey, en el distrito de Guadalupe en la provincia de Cartago, es importante destacar que Hacienda del Rey es un residencial privado y no constituye una unidad administrativa oficial, el residencial cuenta con una cantidad aproximada de 1551 habitantes, información brindada por el comité de seguridad de Hacienda del Rey, la investigación busca la manera que la cantidad de datos a obtener sean los suficientes y precisos , por lo que se emplea la formula aplicada por Mario Herrera en su documento de Calculo para Muestra de Poblaciones Finitas donde se busca calcular cuantos del total de la población se deben estudiar para que los datos sea eficientes (Castellanos).

$$n = \frac{N * Z_a p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Donde:

- N= Total de la población= 1551
- Za= 1.96 si se desea que la seguridad sea de 95%
- p= proporción esperada, en este caso 3%=0.03
- q= 1-p= 1-0.03=0.97
- d= precisión deseada 3.6% =0.036

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{1551 * (1.96 * 0.03) * 0.97}{0.0358^2 * (1551 - 1) + 1.96^2 * 0.03 * 0.97} = 41.7$$

El tamaño de la muestra calculado es de 41.7, por lo que se redondea a 42 personas, es decir se necesitan 42 personas para obtener resultados eficientes con un nivel de confianza de 95% con un margen de error de 5%.

Con estos datos presentes se presentan los datos obtenidos de las encuestas aplicadas.

4.2.2.1 Resultados de la encuesta.

Como se menciona anteriormente, la encuesta consta de 20 preguntas realizada a 42 personas, lo que representa el 100% de la población planificada, representando un 0% de error.

La encuesta contesta las variables necesarias para el desarrollo del proyecto, dividiéndose por secciones. A continuación, se detallan con sus respectivas preguntas:

- Sección 1: Datos personales

En la primera sección se encuentran 2 preguntas, la primera pregunta consiste en el rango de edad como se muestra en la

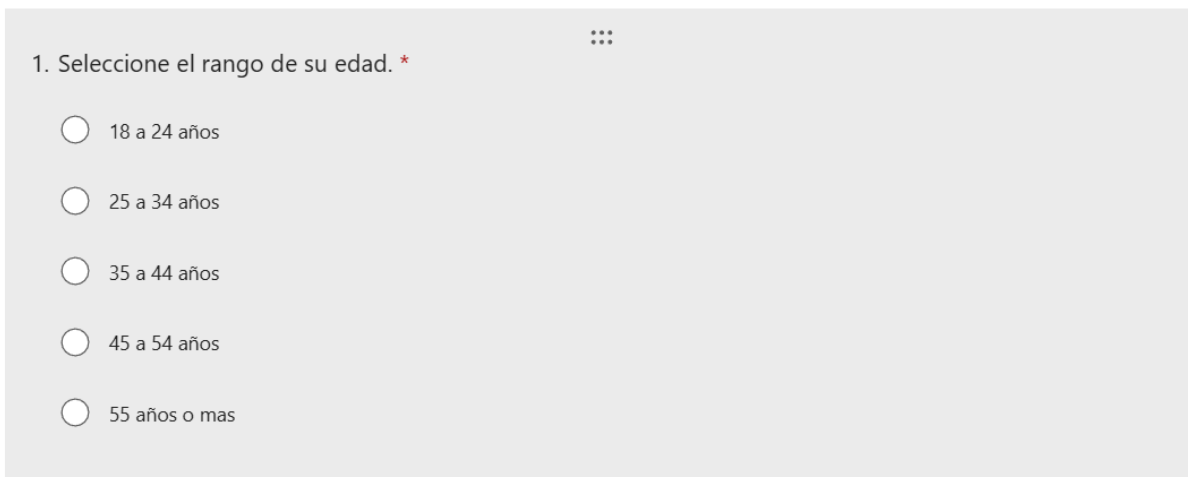
Pregunta

Se elabora la pregunta con el fin de una mejor comprensión del público objetivo y asegurar que la propuesta del proyecto sea inclusiva y funcional para todos los usuarios cubriendo las necesidades de cada uno.

La pregunta es cerrada, como se presenta en la Figura 7, con varios rangos de edad, donde el encuestado selecciona el correspondiente.

Figura 7

Pregunta 1



1. Seleccione el rango de su edad. *

- 18 a 24 años
- 25 a 34 años
- 35 a 44 años
- 45 a 54 años
- 55 años o mas

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

De las 42 personas encuestadas 8 personas están entre los 18 y 24 años representado el 19%, 14 personas se encuentran entre los 25 a 34 años siendo el 33%, entre los 35 y 44 años se obtuvieron 13 personas para un 31%, 6 personas tienen de 45 a 54 años por lo tanto un 14% mientras que solo un encuestado tiene 55 años o más siendo el 2% restante de la población encuestada.

En la Figura 8 se muestra que la mayor parte de los encuestados se encuentran en los rangos de 25 a 34 años (33%) y 35 a 44 años (31%), lo que indica que la población está conformada principalmente por adultos jóvenes y de mediana edad, quienes probablemente tienen una alta interacción con la tecnología.

Figura 8

Datos pregunta 1



Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 2

La ocupación de cada encuestado ayuda a diseñar soluciones más relevantes y adaptadas a los hábitos y recursos de los usuarios, garantizando que el sistema propuesto sea funcional y atractivo para todos los segmentos de la población.

La pregunta es abierta como se muestra en la Figura 9, dando espacio para que el encuestado ingrese su ocupación.

Figura 9

Pregunta 2

2. Ocupación: *

Escribe tu respuesta

Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Para una mejor interpretación de datos se presenta la Tabla 5.

Tabla 5

Datos Pregunta 2

Categoría de Ocupación	Número de Personas	Porcentaje (%)
Estudiante	6	17.1%
Ama de casa	7	20.0%
Técnico / Técnico electromecánico	6	17.1%
Ingeniero / Ingeniero Electrónico	4	11.4%
Operaria de producción	1	2.9%
Electrónico / Técnico mantenimiento	3	8.6%
Trabajo independiente (comerciante)	2	5.7%
Policía / Agente de seguridad	2	5.7%
Diseño gráfico / Diseñador	2	5.7%
Albañil	1	2.9%
Vendedor	1	2.9%
Cajera en supermercado	1	2.9%
Sin empleo	1	2.9%

Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Con base a la tabulación de datos de la pregunta 2 se considera que parte de la población encuestada se centra en Estudiantes (17.1%) y Amas de casa (20.0%), lo que refleja la importancia de diseñar un sistema de automatización que sea accesible y funcional para estos grupos, sin embargo solo un 37.1% del total encuestado se relaciona con áreas técnicas (técnicos, electromecánicos, electrónicos e ingenieros), lo que indica un interés potencial en tecnología avanzada y una mayor disposición a adoptar soluciones automatizadas.

En conclusión a la pregunta 2, al existir una diversidad ocupacional, desde trabajos ocasionales o no formales hasta profesionales técnicos y académicos, lo que sugiere que las soluciones deben de ser versátiles con el fin de adaptarse a los diferentes estilos de vida, además los estudiantes y las amas de casa, son quienes a menudo gestionan actividades domésticas, donde

un sistema de automatización beneficiaria y simplificaría las tareas del hogar, mientras que los profesionales técnicos pueden innovar y personalizar el sistema.

- Sección 2: Consumo de agua, luz y eficiencia

Esta sección consta de 5 preguntas, enfocadas en el consumo de agua, luz y la eficiencia energética en los hogares de los encuestados.

Pregunta 3

El fin de esta pregunta es fundamental para priorizar el diseño de herramientas que permitan monitorear el consumo de las energías y con esto reducir de manera significativa los costos de consumo, la pregunta 3 se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Pregunta 3

3. ¿Qué tan importante considera la reducción del consumo de agua y luz en su hogar?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nada importante

Muy importante

Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- **Resultados:**

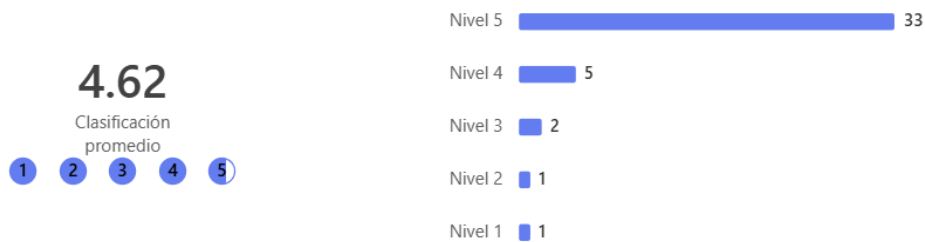
En los resultados de la pregunta 3, mostrado en la Figura 11, se destacan por una prioridad de generalizada a la eficiencia en el uso de recursos en los hogares para un 81% de los encuestados. Por lo que refuerza la relevancia de implementar sistemas automatizados optimizando el consumo de electricidad y agua, mejorando el impacto económico como ambiental, sin embargo un 7.2% consideran que no es importante o de mínima importancia.

Figura 11

Resultados Pregunta 3

3. ¿Qué tan importante considera la reducción del consumo de agua y luz en su hogar?

[Más detalles](#)



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 4

La pregunta cómo se presenta en la Figura 12, se realiza con el fin de entender la responsabilidad de consumo de cada encuestad, así sus hábitos relacionados con el uso de los dispositivos electrónicos e iluminación en el hogar, con esto se logrará abordar directamente las malas costumbres de consumo energético.

Figura 12

Pregunta 4

4. ¿Suele dejar dispositivos electrónicos conectados o luces encendidas sin darse cuenta?

- Sí
- No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

En el Figura 13, se logra identificar los resultados de esta pregunta.

Según los resultados de pregunta 4, la mitad de los encuestados (50%) que dejan dispositivos conectados, mientras el otro 50% realizan acciones sobre ahorro de energía, estos resultados

enfatan en sistemas que ofrezcan información a los usuarios sobre el consumo, ayudándolos a adoptar hábitos más responsables. La solución por implementar debe abordar la optimización de consumo como la corrección de hábitos.

Figura 13

Resultados pregunta 4

4. ¿Suele dejar dispositivos electrónicos conectados o luces encendidas sin darse cuenta?



Fuente: Creación propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 5

El propósito de la pregunta 5, es evaluar como los encuestados perciben su consumo de recursos en términos de eficiencia y costos por lo que la información recopilada permite validar la relevancia del proyecto en el contexto de las prioridades de los hogares respecto al consumo de recursos, la pregunta se muestra en la Figura 14

Figura 14

Pregunta 5

5. En la escala del 1 al 5, ¿Está satisfecho con el consumo actual de agua y luz en su factura?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Los datos de la Figura 15 muestran una percepción mixta, con tendencia a la insatisfacción o neutralidad, esto con las clasificaciones del 1 a al 3, mientras que 16 encuestados están en una satisfacción moderada con las clasificaciones del 4 al 5, por lo que este grupo podría estar interesado en monitorear y controlar el consumo. Con estos resultados se destaca la importancia de un sistema de monitoreo y control que permita a los usuarios visualizar su consumo en tiempo real y tomar decisiones informadas para optimizarlo, además, el proyecto podría aumentar la percepción positiva sobre el consumo de agua y luz.

Figura 15

Resultados pregunta 5

5. En la escala del 1 al 5, ¿Está satisfecho con el consumo actual de agua y luz en su factura?



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 6

El objetivo de la pregunta 6, de la Figura 16, es identificar las acciones que realizan los encuestados para reducir el consumo de agua y electricidad en sus hogares, de esta manera se logra determinar las medidas o prácticas más frecuentes como identificar qué población no toma ninguna medida.

Figura 16

Pregunta 6

6. ¿Qué medidas de consumo actuales toma para reducir gastos en la factura del agua y la luz?

Escribe tu respuesta

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Al ser una pregunta abierta se realiza el análisis seleccionando las respuestas por categorías:

1. Medidas comunes:

- ✓ Apagar las luces y desconectar aparatos cuando no se estén utilizando.
- ✓ Uso de bombillos LED como medida para reducir el consumo de energía.
- ✓ Reducción en el consumo de agua cerrando llaves de agua cuando no se necesita y evitando desperdicios.

2. Acciones específicas:

- ✓ Algunos encuestados dicen ser conscientes de la importancia de reducir su consumo, con acciones específicas para ahorrar tanto en agua como en electricidad, como reparar fugas y usar electrodomésticos eficientes.

3. Respuestas más generales:

- ✓ Varias respuestas donde los participantes mencionan medidas generales como “ser consciente con el gasto” o “reducir lo que no se necesita”, indicando que están tomando un enfoque más reflexivo y de conciencia.

La mayoría de los encuestados toma medidas conscientes y prácticas para reducir el consumo de agua y luz, pero aún hay un número de personas que no realizan acciones específicas para optimizar su consumo, ya que en total 5 personas encuestadas no aplican ninguna medida. Estas

respuestas pueden proporcionar información sobre las tendencias de ahorro y las áreas donde se puede mejorar la concientización o la implementación de tecnología.

Pregunta 7

En la Figura 17, la pregunta 7, determina las preferencias de los encuestados sobre los dispositivos o sistemas del hogar que desean poder controlar de forma remota. Esto proporciona información sobre las necesidades de los usuarios en términos de automatización y control remoto.

Además, permite determinar que dispositivos serían más valorados para integrar en un sistema de monitoreo y control desde fuera del hogar.

Figura 17

Pregunta 7

7. ¿Qué tipos de dispositivos de su hogar le gustaría poder monitorear y controlar fuera de su hogar? Puede seleccionar varias opciones

Línea Blanca (Refrigerador, Arroceras, Microondas, Horno)

Televisor

Equipo de sonido

Puertas y luces

Otras

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

En los resultados mostrados en la Figura 18, destaca la preferencia en el control y monitoreo de Línea Blanca con 42%, es decir refrigeradores, arroceras, horno, entre otros electrodomésticos, probablemente se tiene una mayor preferencia en estos dispositivos ya que son de uso frecuente y el impacto en el consumo energético es directo.

Seguido de la Línea Blanca están las Puertas y luces con 33% donde se destaca un interés significativo en poder controlar la seguridad y la eficiencia energética de su hogar, poder verificar si las puertas están cerradas o si las luces están apagadas, desde cualquier lugar, puede ser una solución practica y eficiente.

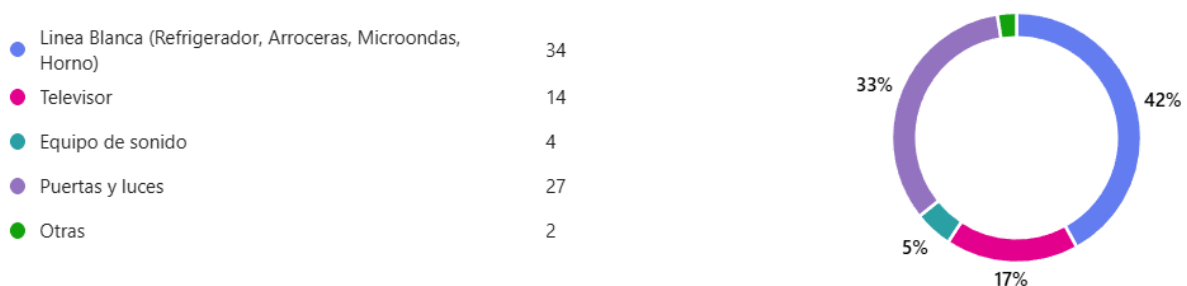
Con un 17% el televisor y un 5% el equipo de sonido, al ser dispositivos de entretenimiento pueden permanecer encendidos durante largos periodos, sin embargo, su uso es regular o poco frecuente.

Con un 2% la selección de otros, donde mencionan la ducha, al no ser un dispositivo típico de monitoreo, puede ser de interés en controlar aspectos como el consumo de agua, especialmente en hogares donde el ahorro en agua y energía es una prioridad.

Figura 18

Resultados Pregunta 7

7. ¿Qué tipos de dispositivos de su hogar le gustaría poder monitorear y controlar fuera de su hogar? Puede seleccionar varias opciones



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Sección 3: Control de acceso y seguridad

La sección 3 posee 6 preguntas cerradas enfocadas en el control de acceso a la vivienda y seguridad.

Pregunta 8

El objetivo de la pregunta 8, en la Figura 19, es conocer si el encuestado posee en su hogar un portón eléctrico, así mismo la pregunta posee un filtro, en caso de que la respuesta sea NO, la encuesta salta a la pregunta 11, lo que implica la recolección de datos más relevantes y precisos, evitando la recolección de respuestas innecesarias para quienes no poseen este sistema.

Figura 19

Pregunta 8

8. ¿Posee usted portón eléctrico? De Seleccionar NO, salte a la pregunta 11

Si

No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

En total 12 personas como se muestra en la Figura 20, poseen en sus viviendas portones eléctricos representando un 29% mientras que la mayoría de los encuestados, 30 personas representando un 71%, no poseen estos dispositivos en sus hogares, lo que refleja una tendencia de desinterés en esta tecnología, sin embargo, el sistema posee la capacidad de adaptarse a las preferencias del cliente.

Figura 20

Resultados pregunta 8

8. ¿Posee usted portón eléctrico? De Seleccionar NO, salte a la pregunta 11



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 9

En la Figura 21, la pregunta 9, donde se pretende saber la frecuencia con la que los usuarios enfrentan dificultades relacionadas con la señal del portón eléctrico en situaciones específicas, como durante la lluvia.

La pregunta permite identificar las posibles mejoras en el diseño, tecnología o mantenimiento del portón, como problemas de interferencia de señal.

Figura 21

Pregunta 9

9. ¿Con que frecuencia experimenta problemas de señal con el portón eléctrico, especialmente en condiciones de lluvia?

1	2	3	4	5
Poco				Mucho

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

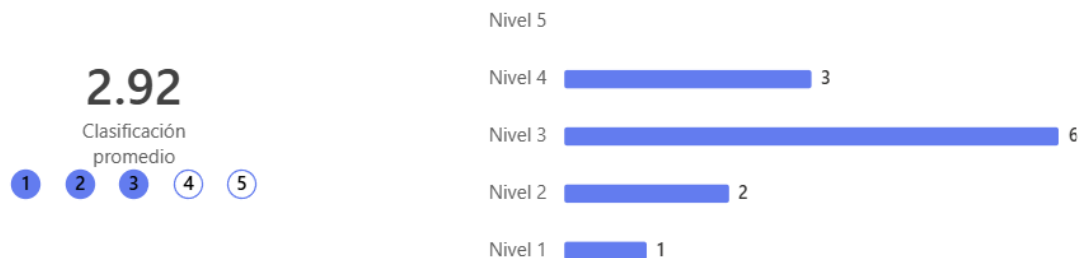
- Resultados

La mayoría de las respuestas están en los niveles 4 y 3 como se muestra en la Figura 22, lo que sugiere que la mayoría de los encuestados con portones eléctricos, experimentan problemas con la señal de manera frecuente durante las lluvias, por lo tanto, indica que esta situación es un problema común en los sistemas de portones eléctricos.

Figura 22

Resultados pregunta 9

9. ¿Con que frecuencia experimenta problemas de señal con el portón eléctrico, especialmente en condiciones de lluvia?



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 10

En la Figura 23, busca evaluar la comodidad y eficiencia de control de un portón eléctrico con su sistema original con el fin de mejorar distancia de función de operación del portón con el sistema a implementar.

Figura 23

Pregunta 10

10. ¿Qué tan importante es para usted poder abrir y cerrar el portón desde una distancia conveniente (por ejemplo, desde dos casas antes de llegar a su hogar)?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Poco

Mucho

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Los encuestados consideran importante la posibilidad de abrir y cerrar el portón desde una distancia considerable. En la Figura 24, se resalta la importancia de mejorar la señal o tecnología del sistema de control remoto del portón para asegurar una experiencia más conveniente para los usuarios.

Figura 24

Resultados pregunta 10

10. ¿Qué tan importante es para usted poder abrir y cerrar el portón desde una distancia conveniente (por ejemplo, desde dos casas antes de llegar a su hogar)?



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 11

Al aplicar esta pregunta se identifica la importancia de integrar en el sistema soluciones específicas que respondan a necesidades relacionadas con el cuidado de mascotas, como acceso controlado o automatizado, esta pregunta posee un filtro el cual evita respuestas innecesarias como se muestra en la Figura 25.

Figura 25

Pregunta 11

11. ¿Posee usted mascotas en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la sección siguiente

Si

No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados

Un total de 33 personas respondieron que sí, representando un 79% de los encuestados, mientras que solo 9 personas no poseen mascotas en su hogar.

Con estos resultados presentados en la Figura 26, indican que las soluciones de monitoreo y control para hogares podrían incluir funciones específicas para facilitar la interacción o gestión de las mascotas, por otra parte, los encuestados sin mascotas podrían no estar interesados en estas funciones, por lo que las soluciones deben plantearse como opcionales o adaptables para satisfacer a todos los usuarios.

Figura 26

Pregunta 11

11. ¿Posee usted mascotas en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la sección siguiente



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 12

El propósito de la pregunta de la Figura 27, es evaluar la preocupación por la seguridad vinculada al acceso de mascotas en el hogar.

Figura 27

Pregunta 12

12. ¿Considera que la forma actual de acceso para su mascota al hogar compromete su seguridad y la de su hogar? (Dejar una ventana, la puerta o el portón de su casa abierto para que su mascota entre y salga)

- Sí
- No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultado

El 48% de las personas con mascotas, consideran que dejar accesos abiertos para su mascota compromete tanto la seguridad personal como la de su hogar, por lo que este grupo podría estar interesado en soluciones tecnológicas, sin embargo, como se muestra en la Figura 28, existe un porcentaje mayor, que considera que no comprometen la seguridad del hogar.

Figura 28

Resultados pregunta 12

12. ¿Considera que la forma actual de acceso para su mascota al hogar compromete su seguridad y la de su hogar? (Dejar una ventana, la puerta o el portón de su casa abierto para que su mascota entre y salga)

● Sí	16
● No	17



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 13

La pregunta presentada en la Figura 29, se realiza con la intención de identificar el nivel de interés y aceptación hacia la implementación de sistemas automatizados para el acceso seguro de las mascotas, este interés puede variar dependiendo de las preocupaciones sobre seguridad, comodidad y tecnología en los hogares de los usuarios.

Figura 29

Pregunta 13

13. ¿Le interesaría un sistema automatizado que permita el acceso seguro de su mascota? (abrir y cerrar las puertas o ventanas desde un dispositivo)

Sí

No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados

En la Figura 30, muestra que el 79% de los encuestados con mascotas, muestran interés para este tipo de sistemas, lo que sugiere una percepción positiva hacia soluciones tecnológicas que mejoren la comodidad y seguridad relacionada con el acceso de las sus mascotas.

Figura 30

Resultados pregunta 13

13. ¿Le interesaría un sistema automatizado que permita el acceso seguro de su mascota? (abrir y cerrar las puertas o ventanas desde un dispositivo)



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Sección 4: Monitoreo ambiental (Peceras)

Esta sección posee 4 preguntas centralizadas al cuidado de las peceras.

Pregunta 14

El fin de esta pregunta clave para enfocar únicamente a los participantes con peceras en sus hogares, es decir que estén interesadas en la implementación de sistemas con estas funciones, la pregunta posee un filtro como se muestra en la Figura 31.

Figura 31

Pregunta 14

14. ¿Posee usted peceras en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la sección siguiente

Si

No

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados

La Figura 32, muestra que el 86% de los encuestados no poseen peceras en sus hogares por lo que indica que este grupo no tiene interés en aplicaciones relacionadas, mientras que el 14% si posee peceras en su hogar por lo ese será el grupo objetivo para evaluar, como control de temperatura y pH del agua.

Figura 32

Resultados pregunta 14

14. ¿Posee usted peceras en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la sección siguiente



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 15

La pregunta de la Figura 33, busca la frecuencia con la que los propietarios de peceras están monitoreando parámetros importantes, como pH y la temperatura y la temperatura, para evaluar el nivel de control y cuidado que tienen sobre sus peceras.

Figura 33

Pregunta 15

15. ¿Con que frecuencia monitorea usted actualmente el ph y la temperatura de las peceras?

- Diariamente
- Cada 2-3 dias
- Semanalmente
- Cada 2 semanas
- Mensualmente
- Nunca monitoreo el ph

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

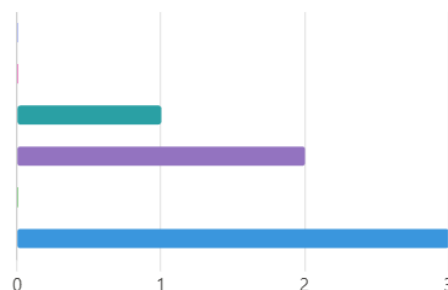
Los datos de la Figura 34, muestra que la mayoría de los encuestados con peceras nunca monitorean el pH ni la temperatura de sus peceras, mientras que 2 lo hacen cada 2 semanas y una persona lo hace semanalmente, por lo que indica una falta de conciencia o falta de herramientas para el monitoreo por lo que un sistema de automatización es una aplicación práctica para el monitoreo de las peceras.

Figura 34

Resultados pregunta 15

15. ¿Con que frecuencia monitorea usted actualmente el ph y la temperatura de las peceras?

● Diariamente	0
● Cada 2-3 dias	0
● Semanalmente	1
● Cada 2 semanas	2
● Mensualmente	0
● Nunca monitoreo el ph	3



Fuente:

Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 16

El objetivo de la pregunta de la Figura 35 es evaluar el nivel de satisfacción de los propietarios de peceras con sus métodos actuales de monitoreo, de esta manera se identifica la brecha entre las necesidades actuales y las herramientas o métodos disponibles, lo que podría justificar el desarrollo o la implementación de soluciones automatizadas o más eficientes.

Figura 35

Pregunta 16

16. ¿Está satisfecho con su método actual para monitorear las peceras?

Sí

No

Fuente: elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

La Figura 36, muestra que los dueños de peceras no están satisfechos con su método de monitoreo actual, lo que indica que los métodos existentes pueden ser percibidos como poco prácticos, ineficientes o insuficientes para cumplir con las necesidades de cuida de las peceras, por lo que el 67% en esta sección refuerzan la necesidad de explorar soluciones innovadoras, siendo este un mercado potencial para sistemas automatizados de monitoreo, siempre que sean accesibles y fáciles de usar.

Figura 36

Resultados pregunta 16

16. ¿Está satisfecho con su método actual para monitorear las peceras?



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 17

Al identificar las necesidades y preferencias de los encuestados propietarios de peceras en relación con el monitoreo de las condiciones de sus peceras, la pregunta de la Figura 37, busca determinar áreas específicas que podrían mejorarse mediante soluciones tecnológicas o ajustes en sus métodos actuales.

Figura 37

Pregunta 17

17. ¿Qué le gustaría mejorar para monitorear las condiciones de las peceras?

Escribe tu respuesta

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Al ser una pregunta abierta con mejoras sugeridas para los sistemas se analizan en diferentes categorías:

1. Monitoreo automatizado:

Repuesta de encuestado: “Colocar un sistema para monitoreo de pH y temperatura”.

Responde a la necesidad de soluciones automáticas para controlar parámetros críticos del agua.

2. Facilidad de uso:

Repuesta de encuestado: “Que sea más fácil y rápido su mantenimiento”.

Indica in interés en simplificar las tareas relacionadas con el cuidado de las peceras.

3. Recordatorios y alertas:

Repuesta de encuestado: “El estado del agua, pH y que me recuerde el cambio de agua”.

La respuesta sugiere la necesidad de sistemas que ofrezcan recordatorios automáticos y monitoreo continuo para un mejor cuidado.

4. Accesibilidad remota:

Repuesta de encuestado: “Tener mejor acceso a la información cuando estoy fuera de casa”.

Destaca la demanda de soluciones conectadas que permitan supervisar las condiciones de la pecera en tiempo real desde cualquier lugar.

5. Espacio físico:

Repuesta de encuestado: “Mas espacio”.

A pesar de ser una respuesta menos técnica, pero indica limitaciones físicas que afectan el control de las peceras, por lo que sugiere que la aplicación debe ser versátil y adaptable para cualquier entorno físico.

6. Conformidad:

Repuesta de encuestado: “Esta bien así”.

Algunas personas consideran que sus métodos de monitoreo son adecuados y no ven necesidad de mejora.

En conclusión, los resultados de la pregunta 17, las áreas clave para mejora incluyen la automatización, la accesibilidad remota y la facilidad de uso, por lo que estas necesidades

representan una oportunidad para el desarrollo de dispositivos inteligentes, sistemas integrados con aplicaciones remotas que simplifiquen el mantenimiento y garanticen condiciones óptimas para los peces.

- Sección 5: Uso General y Preferencias

En esta última sección de 3 preguntas con fin de conocer preferencias de los usuarios sobre un sistema de automatización.

Pregunta 18

La pregunta de la Figura 38, identifica los beneficios principales que los usuarios valoran en un sistema de automatización tecnológica para determinar las áreas prioritarias a desarrollar o enfatizar en una propuesta de solución, lo que permite conocer las expectativas y preferencias del mercado objetivo.

Figura 38

Pregunta 18

18. En tecnología ¿Cuál de los siguientes considera el beneficio principal de un sistema de automatización? Puede seleccionar varias opciones

Selecciona como máximo 4 opciones.

- Ahorro de energía
- Mayor seguridad
- Comodidad
- Monitoreo y control remoto
- Ahorro de tiempo
- Cuidado de mascotas
- Personalización (Se adapta a todas las necesidades de cada cliente)
- Otras

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

En la Figura 39, presenta las prioridades principales para los usuarios en el ahorro de energía, mayor seguridad y el monitoreo y control, indicando que los usuarios buscan soluciones tecnológicas prácticas, eficientes y seguras.

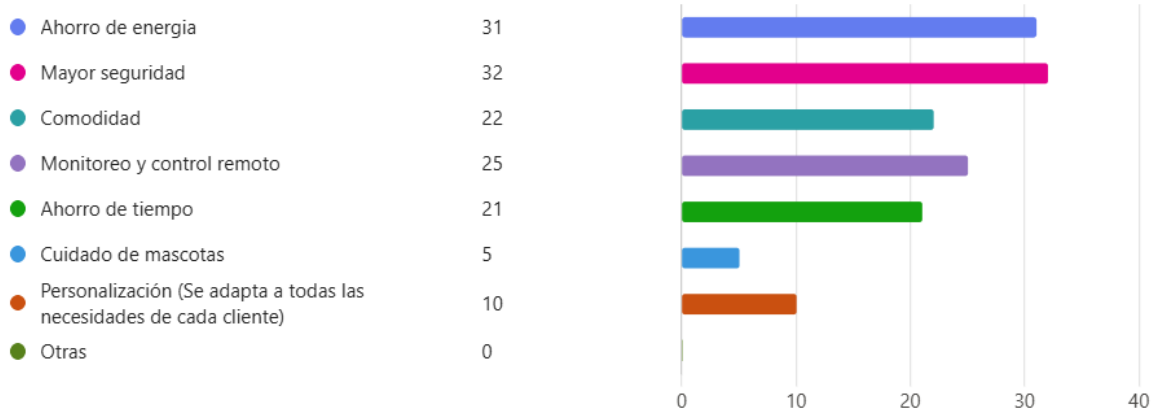
La comodidad y el ahorro de tiempo complementan estas prioridades, lo que sugiere que los usuarios deseen sistemas que también simplifiquen su vida cotidiana, además, la comodidad y el cuidado de mascotas son áreas específicas que solo les interesan a ciertos grupos.

Los resultados indican que un sistema de automatización exitoso debería enfocarse en ofrecer eficiencia energética, mayor seguridad, monitoreo remoto y comodidad, con opciones de personalización y características específicas para usuarios con necesidades particulares como lo es el cuidado de mascotas.

Figura 39

Resultados pregunta 18

18. En tecnología ¿Cuál de los siguientes considera el beneficio principal de un sistema de automatización? Puede seleccionar varias opciones



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 19

La pregunta de la Figura 40, busca evaluar la importancia que los usuarios le otorgan a la facilidad de uso en un sistema de automatización, este dato es crucial para diseñar soluciones tecnológicas intuitivas que satisfagan las expectativas de los usuarios y mejoren su experiencia.

Figura 40

Pregunta 19

19. ¿Qué tan importante es para usted que un sistema sea fácil de utilizar?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nada importante

Muy importante

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Según los resultados presentados en la Figura 41, la facilidad de uso es un factor clave en el desarrollo de sistemas de automatización. Se debe tener en cuenta que el sistema tiene ser intuitivo y de uso práctico de tal manera que sea accesible desde niños a adultos mayores, lo que vuelve la facilidad de uso un requisito universal para los sistemas de automatización, especialmente en los hogares.

Figura 41

Resultados pregunta 19

19. ¿Qué tan importante es para usted que un sistema sea fácil de utilizar?



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pregunta 20

En la Figura 42, la pregunta 20, busca priorizar las áreas de interés de los usuarios en cuanto a automatización de hogar, esto con el fin de diseñar soluciones personalizadas que aborden las necesidades y deseos más comunes.

Figura 42

Pregunta 20

20. Si tuvieras una varita mágica, ¿Qué automatizarías de su hogar?

Escribe tu respuesta

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Resultados:

Al ser una pregunta abierta se filtran las respuestas de los usuarios en áreas más mencionadas:

1. Luces e iluminación (16 menciones):

Automatizar encendido, apagado y regulación de luz son de las demandas más comunes, además se relaciona con el ahorro de la energía y comodidad.

2. Puertas y ventanas (15 menciones):

Apertura y cerrado automático, control remoto y monitoreo, esto asociado a la seguridad y conveniencia.

3. Electrodomésticos y línea blanca (11 menciones):

Control de la cocina, refrigeradores, microondas, ollas arroceras, cafeteras y lavadoras, todo esto conectado a la comodidad en las tareas del hogar.

4. Seguridad (6 menciones):

Sistemas de cerradura inteligentes y vigilancia.

5. Cuidado de mascotas (5 menciones):

Comederos automáticos y control de acceso para mascotas.

6. Ahorro de energía y consumo (5 menciones):

Gestión de dispositivos no utilizados, sistemas solares y monitoreo de consumo eléctrico y de agua.

7. Limpieza (4 menciones):

Soluciones para automatizar la limpieza del hogar.

8. Áreas específicas:

Cocina (4 menciones): preparación de alimentos y organización.

jardinería (1 mención): Automatización de riego.

El interés principal de los usuarios está en soluciones prácticas que combinan comodidad, eficiencia energética y seguridad, lo que sugiere un mercado con alto potencial para sistemas de iluminación inteligente, cerraduras automáticas, electrodomésticos conectados y soluciones integrales para mascotas. Además, el ahorro y la sostenibilidad son valores que pueden guiar el desarrollo de productos.

Conclusión general de la encuesta

La encuesta revela que los usuarios tienen un gran interés en integrar sistemas de automatización en sus hogares, destacando especialmente las áreas de comodidad, seguridad y eficiencia energética.

En cuanto a los beneficios principales que los usuarios esperan de un sistema de automatización, destacan el monitoreo y control remoto, la mayor seguridad y el ahorro de tiempo y energía, además la facilidad de uso es un factor clave para la adopción de estas tecnologías.

Finalmente, las respuestas abiertas muestran que muchos usuarios consideran que la automatización tiene el potencial de transformar tareas cotidianas en procesos más eficientes, con impacto tanto en su calidad de vida como en la sostenibilidad de sus hogares. Estos hallazgos pueden guiar el diseño y desarrollo de soluciones que respondan directamente a las necesidades y prioridades identificadas.

4.2.2.2 Resultados de la entrevista.

La entrevista posee varias secciones con un total de 18 preguntas, se realiza a dos personas debido a su amplia experiencia en el campo de la electrónica y automatización, esto con el fin de obtener asesoramiento en la selección, implementación y beneficios de tecnologías de automatización para el hogar, principalmente para la gestión de consumo energético, seguridad, control y monitoreo para mascotas.

En la Tabla 6 se pueden observar las preguntas y respuestas de cada uno de los entrevistados.

Tabla 6

Datos de la Entrevista

Introducción: Datos personales

1. Nombre	Allan Quirós Villalta	Kenneth Vega Redondo
2. Edad	33	39

3. Profesión	Técnico Electrónico, Especialista en PLC	Ingeniero Electrónico de Soporte a Producción
4. ¿Podría hablarnos brevemente sobre su experiencia en proyectos de automatización y control electrónico?	Tengo aproximadamente 13 años de experiencia en el entorno de automatización y control, me he desarrollado en dispositivos de control como PLC, relés programables, controladores de seguridad industrial, CNC, servocontroladores y controladores de robots.	Amplia experiencia en proyectos de automatización y actualización de controladores, variadores y servomotores Allen Bradley.
5. En su opinión, ¿qué importancia tiene la automatización en los hogares, tanto en términos de comodidad como de ahorro energético?	Es de suma importancia conocer a detalle el consumo de nuestros servicios y poderlos administrar de una mejor manera. Es posible generar una comodidad adicional con una simple automatización en nuestros dispositivos como por ejemplo controlar la intensidad de la luz en nuestro cuarto de estudio para reducir el cansancio.	En términos de comodidad permitiría desentenderse de varias tareas del hogar para usar ese tiempo en cosas que permitan a las personas un crecimiento personal o profesional, como cursos o talleres. En ahorro se podría controlar por ejemplo las luces de una casa para que funciones solo a ciertas horas

Automatización del Control de Consumo Energético

6. ¿Qué tecnologías y dispositivos utilizaría usted para monitorear y reducir el consumo de electricidad en un hogar?	Paneles solares, bombillos de luz led, utilizar gas para calentar alimentos o secar la ropa, utilizar 240voltios en aparatos que consuman más corriente.	Medidores de corriente o potencia para monitoreo de consumo y uso de LED en la iluminación y sensores de presencia, así los bombillos se encienden cuando detectan movimiento en un área.
7. ¿Qué tan viables considera que son los sistemas de domótica para hogares promedio en términos de instalación, costo y mantenimiento en Costa Rica?	En la actualidad hay muchísimas aplicaciones de domótica para los hogares de todo tipo y lo hacen más accesible su instalación y de bajo costo, por eso lo considero viable para todos.	Me parece que aún el mercado está algo elevado para la familia promedio, pero hay muchas tecnologías económicas que cumplen las mismas funciones que las tecnologías de marcas reconocidas.

Automatización del Control de Acceso y Seguridad

8. Para portón eléctrico, ¿qué soluciones automatizadas recomienda para mejorar la experiencia de uso, especialmente en condiciones climáticas adversas o desde una motocicleta?	El uso de dispositivos con tecnologías NFC o RF que son muy fiables ante cualquier clima.	Pensaría en una función con control remoto o una aplicación con el teléfono
---	---	---

9. ¿Cuál considera usted que es la manera más efectiva y segura para el control de acceso de mascotas sin comprometer la seguridad del hogar?	Creando accesos independientes o controlando sus accesos mediante puertas automáticas.	Sería con un control de acceso por algún emisor magnético o bluetooth, claro con puertas pequeñas
10. ¿Hay alguna tecnología específica que considere ideal para permitir el acceso automatizado o controlado de mascotas (como sensores, cámaras o puertas especiales)?	Considero que la mejor tecnología para ese tipo de control es el Wifi ya que utiliza menos cableado y se puede controlar remotamente.	Por el momento no conozco, podría recomendar cámaras con reconocimiento.

Monitoreo de Condiciones Ambientales (Temperatura y pH en Peces)

11. ¿Qué recomendaría para monitorear continuamente condiciones ambientales como temperatura y pH en peceras?	Sensores de temperatura como termopares y sensores especiales para medir la dureza del agua.	Sensores especializados en esas variables físicas
12. ¿Cuáles son las tecnologías de sensores recomienda, que sean precisas y accesibles para esta aplicación en un hogar?	Sensores compatibles con Arduino de tipo analógicos.	Sería una gama de sensores genéricos

Implementación y Recomendaciones Generales

13. ¿Qué nivel de complejidad espera en la instalación de un sistema integral de monitoreo y control?	Se espera una complejidad amigable y simple para todo tipo de usuarios.	Un nivel de complejidad media, es decir que solo alguien con conocimiento técnico
14. ¿Qué tipo de capacitación o soporte considera que debería recibir la familia para manejar estos sistemas de manera eficaz y cómoda?	Cursos sobre domótica y tecnologías de información.	Una guía de solución de problemas básica, además de capacitación.
15. ¿Qué desafíos considera que pueden aparecer en la implementación de sistemas de automatización en el hogar?	Cableado de sensores, fallas en la recepción de datos, perdidas por falta de fluido eléctrico.	Cambiar la mentalidad de las familias, de control manual a sistemas automáticos.

16. ¿Qué tecnologías o plataformas de automatización recomendaría para centralizar el control de todos estos sistemas, es decir para que sea el “cerebro” del sistema (por ejemplo, aplicaciones específicas, software, asistentes virtuales)?	Recomendaría el uso de PLC (controladores lógicos programables) o de algún dispositivo similar como por ejemplo Raspberry Pi.	Valorar opciones de software libre como las Revolution y hasta Arduino o aplicaciones gratuitas como el Conectes Component Workbench que permite configurar y programar controladores, también funciona como simulador y tiene un editor de HMI.
---	---	--

Cierre de la Entrevista

17. ¿Qué consejo le daría a una familia como la Quirós Coto, que está considerando automatizar y monitorear su hogar?	Que opten por automatizar su hogar, es una excelente opción.	Que es una manera de mejorar el control de muchas funciones en el hogar y dejar ciertas actividades para aprovechar el tiempo
18. ¿Podría sugerir recursos, marcas o una forma para que el sistema para que sea eficiente y confiable?	Sensores de categoría industrial (cualquier marca) controladores de automatización como Arduino, Raspberry o relés programables.	Allen Bradley, Siemens, Toshiba, Arduino, Adafriut, Omron.

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Análisis de resultados de la entrevista aplicada a Allan Quirós y Kenneth Vega:

Sección 1: Introducción

Los entrevistados, el Especialista Allan Quirós y el Ingeniero Kenneth Vega, cuentan con experiencia significativa en automatización y control electrónico, ambos destacan habilidades técnicas y manejo de tecnología avanzadas como PLC, servomotores y controladores industriales. Por lo tanto, esta experiencia aporta una perspectiva experta sobre las aplicaciones de automatización.

En caso de ambos profesionales reconocen la importancia de la automatización no sólo como una herramienta de comodidad, sino como una vía para optimizar recursos y mejora la calidad de vida, ambos coinciden en que la tecnología puede facilitar tareas cotidianas y generar ahorros energéticos.

Sección 2: Automatización del control de consumo energético

En el caso de tecnologías recomendadas, el técnico Allan recomienda el uso de paneles solares, dispositivo LED, que a diferencia de los bombillos tradicionales, no utiliza filamentos y son más eficientes energéticamente y su vida útil es más extensa (machinetronics, 2023), conversión a 240 voltios para una eficiencia energética y el Ing. Kenneth propone el uso de medidores de corriente o potencia. Ambos consideran la domótica viable, aunque el ingeniero resalta que los costos pueden ser altos para una familia promedio, por lo que los costos iniciales son una barrera por considerar.

Sección 3: Automatización del Control de Acceso y Seguridad

En la sesión de automatización y control de acceso y seguridad, el técnico Allan propone en el caso de los portones eléctricos tecnologías NFC o RF por su fiabilidad en diversas condiciones climáticas, sin embargo, el Ing. Kenneth sugiere opciones con control remoto o aplicaciones móviles.

En el control de acceso para mascotas, el especialista Allan propone puertas automáticas con acceso independiente mientras que el Ing. Kenneth propone control mediante emisores magnéticos o Bluetooth ambos identifican la importancia de tecnología inalámbrica como wifi y sensores especializados para esas aplicaciones, también se identifican soluciones prácticas para mejorar la experiencia de uso de los portones eléctricos y acceso a mascotas destacando la necesidad de tecnologías fiables y accesibles.

Sección 4: Monitoreo de Condiciones Ambientales (Peceras)

Para el monitoreo y control de las peceras ambos entrevistados coinciden en la importancia de sensores precisos y accesibles para el monitoreo continuo las peceras, el técnico Allan

menciona sensores como termopares o compatibles con Arduino, mientras que el ingeniero Kenneth sugiere sensores especializados de variables físicas y genéricos.

Sección 5: Implementación y Recomendaciones Generales

El nivel de complejidad esperado para el técnico Allan es una instalación amigable y simple, de otra manera, el Ing. Kenneth estima una complejidad media, que requiere conocimientos técnicos.

Para la capacitación y soporte, el técnico Allan recomienda cursos específicos, pero el ingeniero Kenneth propone una guía básica y capacitación técnica. En los desafíos identificados, el especialista comenta problemas técnicos como cableados y pérdida de datos mientras que el ingeniero menciona que en algunos casos se puede presentar la resistencia al cambio por parte de algún miembro de la familia.

Para los expertos la implementación debe ser intuitiva, acompañada de soporte técnico y capacitación para facilitar la adopción tecnológica por parte de las familias.

Los profesionales proponen tecnologías como PLC, Raspberry Pi y Arduino como plataformas centrales, también resaltan la utilidad de Software libre y aplicaciones gratuitas, ambas propuestas son soluciones accesibles y versátiles para centralizar el control de los sistemas automatizados.

Sección 6: Cierre de la Entrevista

Como consejo para la familia Quirós Coto, el técnico Allan destaca los beneficios de la automatización como una excelente inversión y el ingeniero Kenneth enfatiza en el tiempo que se puede liberar para realizar actividades productivas. Sobre los recursos sugeridos, el

técnico indica utilizar sensores industriales y dispositivos como Arduino y Raspberry y el ingeniero menciona marca reconocidas como Allen Bradley y Siemens.

Los expertos enfatizan en que automatizar un hogar es una inversión que puede mejorar la calidad de vida al reducir tareas manuales y optimizar recursos así mismo, recomiendan priorizar tecnologías confiables y considerar marcas reconocidas para garantizar un funcionamiento eficiente y duradero.

Conclusión general de la Entrevista

La entrevista realizada a los expertos en automatización y control electrónico, el técnico especialista Allan Quirós Villalta y el ingeniero electrónico Kenneth Vega Redondo muestra información importante sobre las oportunidades y desafíos en la implementación de sistemas automatizados en hogares, ambos profesionales coinciden en que la automatización puede aportar comodidad, ahorro energético y una mejor calidad de vida siempre y cuando se consideren las necesidades especiales de las familias y las barreras económicas actuales.

En la selección de tecnologías, desde paneles solares y dispositivos LED hasta PLCs, Raspberry Pi, Revolution Pi y Arduino, las opciones tecnológicas propuestas son variadas y adaptables. Mientras que el técnico Allan prioriza tecnologías más accesibles y prácticas, el ingeniero Kenneth enfatiza en soluciones robustas y de marcas reconocidas, equilibrando costo y rendimiento.

La integración de tecnologías inalámbricas como NFC, Bluetooth y sensores especializados muestra la viabilidad de sistemas confiables y versátiles para aplicaciones como portones eléctricos y control de condiciones ambientales en las peceras.

La automatización del hogar no sólo es una tendencia, sino una necesidad creciente en un mundo donde el ahorro de recursos y la comodidad son prioritarios la experiencia de los entrevistados respalda la viabilidad de estas soluciones siempre que se combinen tecnologías accesibles, capacitación adecuada y un enfoque centralizado en las necesidades de las familias.

4.2.2.3 Resultados de las observaciones.

Estos resultados aportan una visión clara sobre el rendimiento de los dispositivos actuales en escenarios reales, facilitando recomendaciones para la adaptación de un nuevo sistema.

1. Parámetros de las peceras

Para monitorear el pH de las peceras actualmente se utilizan tiras de prueba las cuales se pueden conseguir en cualquier veterinaria, acuarios o inclusive supermercados, las tiras a utilizar son de la marca AQUARIUM, las cuales fueron adquiridas en un acuario en Cartago, en la figura se puede apreciar la fotografía del producto y la tabla para medir los resultados de las tiras que trae el mismo envase del producto.

Figura 43

Tiras de prueba



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Para la interpretación de datos, que se mostraran en el instrumento de observación cada cuadro reactivo coincide con su parámetro ubicado en cada celda de la tabla, en el Anexo 5 se encuentran instrucciones de cómo realizar la prueba y como se deben analizar los resultados.

En la **Tabla 7** se muestran los resultados de este monitoreo manual realizado a las dos peceras del hogar, cabe destacar que las peceras poseen diferente capacidad y tienen diferentes tipos de peces, sin embargo, el agua se prepara de la misma manera.

- Resultados

Tabla 7

Resultados de los parámetros del agua

		50 galones - Pecera Grande																	
		Cambio de Agua					Relleno de agua					Estado optimo (Parámetros OK)							
Muestra		Fecha:2024/08/16		Hora: 20:00			Fecha:2024/09/24		Hora: 15:00			Fecha:2024/08/20		Hora: 14:00					
Análisis		pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :
		<6.4	40	25	0	0	250	<6.4	40	75	0	1	10	7.2	40	25	0	1	10
Muestra		Fecha:2024/10/2		Hora: 13:00			Fecha: 2024/10/28		Hora: 16:00			Fecha:2024/10/5		Hora: 16:00					
Análisis		pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :
		<6.4	40	25	0	5	250	6.4	120	150	0	5	25	6.8	40	25	0	0	0

Muestra	Fecha:2024/12/13					Hora: 10:00					Fecha:2024/11/20					Hora: 12:00					Fecha:2024/11/25					Hora: 11:00				
Análisis	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :												
	<6.4	120	75	3	1	100	6.8	120	25	0	1	10	7.2	40	25	0	0	10												

10 galones - Pecera Pequeña
Muestra

Muestra	Cambio de Agua					Relleno de agua					Estado optimo (Parámetros OK)																			
	Fecha:2024/08/16					Hora: 20:00					Fecha:2024/09/24					Hora: 15:00					Fecha:					Hora:				
Análisis	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :												
	<6.4	40	0	0	1	250	6.8	180	25	0	1	10	6.8	40	25	0	0	0												

Muestra	Fecha: 2024/10/2					Hora: 13:00					Fecha:2024/10/28					Hora: 15:00					Fecha:					Hora:				
Análisis	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :												
	<6.4	300	0	0	5	50	7.2	40	25	0	1	10	6.8	40	25	0	0	0												

Muestra	Fecha:2024/12/13					Hora: 10:00					Fecha:2024/11/20					Hora: 15:00					Fecha:					Hora:				
Análisis	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :	pH:	KH:	GH:	Cl ₂ :	NO ₂ :	NO ₃ :												
	<6.4	40	25	0	10	100	7.2	40	25	0	1	10	6.8	40	25	0	0	0												

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Pecera grande (50 Galones)

- Cambios en el pH: El pH tiende a ser ácido (<6.4) en varios puntos de medición, particularmente antes de los cambios de agua, después de los rellenos, el pH mejora hacia valores más cercanos a un estado óptimo (6.8 – 7.2).
- Dureza de carbonatos (KH) y dureza general (GH): El KH se mantiene constante (40mg/L), pero en algunas muestras presenta cambios a 120mg/L, esto en octubre y el GH fluctúa más, llegando a 150mg/L después de un periodo sin mantenimiento.
- Niveles de Cloro (Cl₂), Nitritos (NO₂) y Nitratos (NO₃): El cloro se mantiene en niveles seguros, excepto en una muestra con un nivel de 3mg/L, los Nitritos y Nitratos, muestran incrementos importantes en muestras principalmente sin cambios de agua, esto es un indicador de acumulación de desechos orgánicos y necesidad de un cambio de agua.

Pecera Pequeña (10 Galones)

- Cambios y tendencias de pH: Se observa mayor variabilidad en el pH (<6.4 a 7.2), pero se mantiene estable después de los cambios de agua, al tener menor volumen los parámetros son más susceptibles.
- Dureza de carbonatos (KH) y dureza general (GH): El KH presenta fluctuaciones amplias, con valores extremos de 300mg/L en una muestra, lo cual podría generar estrés en los organismos acuáticos y el GH generalmente bajo (0-25mg/L), lo que puede influir en la estabilidad química del agua.
- Niveles de Cloro (Cl₂), Nitritos (NO₂) y Nitratos (NO₃): Los niveles de cloro permanecen controlados, pero los nitritos y los nitratos presenten acumulaciones sin el cambio de agua.

Estos resultados muestran la importancia de mantener condiciones estables y un rol que los sistemas automatizados pueden jugar para reducir el esfuerzo manual y garantizar un ambiente saludable para los organismos.

2. Monitoreo de distancia accionamiento del portón eléctrico

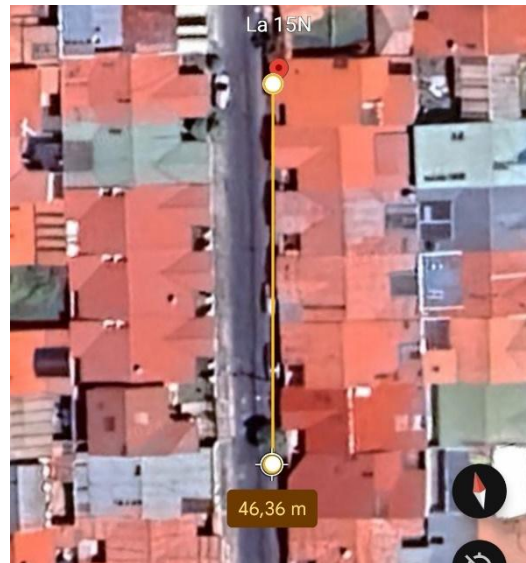
Para el monitoreo de la distancia de apertura del portón eléctrico se utiliza la Tabla 8, para tener una distancia lo más precisa posible se utiliza la aplicación de Google Earth, la cual es una aplicación gratuita que permite visualizar de manera precisa una ubicación o dirección, así como calcular la distancia que existe entre dos puntos del mapa (Collado, 2021).

Esta distancia comienza a contar desde donde está el portón, hasta los 46m que indica el fabricante su alcance máximo.

Para tener una ubicación exacta de donde está el portón se estable un ping en el mapa con el nombre: La 15N, desde ese punto moverse hasta la distancia deseada como se muestra en la Figura 44 la cual es una captura de pantalla de la aplicación, en el momento de tomar la distancia de 46m.

Figura 44

Muestra 46m



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Tabla 8

Portón Eléctrico		
Distancia (m)	Condición climática	Estatus
46m	Soleado	NO OK
46m	Nublado	NO OK
40m	Soleado	NO OK
40m	Soleado	NO OK
35m	Nublado	NO OK
35m	Soleado	OK
20m	Lluvia	NO OK
20m	Noche despejada	OK
15m	Nublado	OK
10m	Lluvia	NO OK
10m	Nublado	OK
5m	Lluvia	OK
0m	Nublado	OK

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Los resultados muestran que a mayor distancia mayor probabilidad de un mal funcionamiento, las distancias más largas como lo son 46m y 40m la señal no es efectiva y el portón no funciona, ese comportamiento sugiere que la señal del control remoto o el dispositivo activación es ineficiente para operar a mayores distancias lo que podría ser relacionado con la intensidad de la señal o la interferencia.

Las condiciones climáticas sí afectan el funcionamiento ya que en el resultado se pueden notar que de los 35m a los 0m la señal no presenta interferencia o dificultad de accionamiento del portón a excepción de las condiciones de lluvia.

4.3 ANÁLISIS DE BRECHAS

El análisis de brechas, también conocido como análisis de necesidad, es un método para evaluar y determinar si una situación o problema cumple o no los objetivos, determinando un espacio de “donde estamos” y de “donde queremos estar” (RD, 2022). Es decir, se define el estado actual y el estado deseado, en el caso de proyectos en relación con automatización, monitoreo ambiental y optimización de recursos, las brechas suelen ser aspectos técnicos y económicos, por lo que se identifican las siguientes brechas.

1. Conocimiento

Existe una falta de conocimiento específico entre los usuarios sobre los parámetros óptimos necesarios para el monitoreo de peceras y sistemas automatizados en el hogar, probablemente la causa sea la falta de familiarización con tecnologías o métodos para medir, interpretar y ajustar factores clave, como pH, dureza del agua, consumo eléctrico o distancia de activación en dispositivos automatizados.

Recomendación: Proveer capacitaciones prácticas y accesibles sobre el uso de tecnologías específicas como sensores y sistemas de monitoreo e incluir guías básicas de solución de problemas.

2. Tecnología

Algunos dispositivos y tecnologías recomendadas por expertos como los sensores especializados, sistemas automatizados de control y paneles solares, no están siendo aplicados o integrados completamente por los usuarios, ya sea por falta de acceso económico a tecnologías avanzadas o desconocimiento de opciones accesibles.

Recomendación: Identificar tecnologías de bajo costo y fácil implementación que puedan ser adoptadas progresivamente por los usuarios e incluir sistemas modulares que permitan expandirse según las necesidades.

3. Desarrollo e implementación del sistema

El sistema integral de monitoreo y control electrónico carece de una estructura detallada de componentes físicos y software, así como de una implementación eficiente que garantice una comunicación fluida entre dispositivos. Además, la funcionalidad del software, las pruebas en entornos reales y la evaluación del impacto no están completamente definidas o desarrolladas, lo que puede limitar su eficiencia y aceptación.

Recomendación: Seleccionar componentes físicos y estándares de comunicación que garanticen compatibilidad y escalabilidad, priorizando tecnologías de alta fiabilidad, además incorporar funciones avanzadas como el monitoreo en tiempo real, programación automática, reportes personalizados y gestión centralizada, asegurando una interfaz intuitiva y adaptable, con esto realizar evaluaciones en entornos reales para verificar la eficiencia.

4. Mantenimiento

En el caso de las peceras, el mantenimiento irregular afecta la estabilidad de los parámetros del agua, como pH y los nitratos, comprometiendo la salud de los peces, a falta de rutinas claras o de sistemas automatizados para monitorear y mantener los niveles de los parámetros óptimos.

Recomendación: Automatizar el monitoreo de las condiciones del agua e implementar alertas que indique cuando se debe realizar cambios o ajustes al agua.

5. Economía

Las recomendaciones incluyen tecnologías avanzadas como PLCs, sensores especializados y paneles solares, que pueden estar fuera del presupuesto de una familia promedio ya que es un alto costo inicial de equipos.

Recomendación: Alternativas más asequibles e impulsar la adopción de tecnologías libres o de bajo costo, como Raspberry Pi o Arduino.

Las brechas identificadas limitan la adopción y éxito de sistemas automatizados y el mantenimiento óptimo de las peceras, es necesario una estrategia integral que combine capacitación, acceso a tecnologías y soporte técnico con esto se puede cerrar estas brechas permitiendo a las familias beneficiarse de la automatización, del cuidado de sus sistemas y entornos domésticos.

CAPÍTULO V
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

El diseño y desarrollo de un sistema automatizado para el hogar busca integrar tecnología avanzada con la funcionalidad diaria, optimizando recursos y mejorando la calidad de vida de sus usuarios (Sandu, 2024).

A través de un enfoque centrado en la eficiencia y la facilidad de uso, se emplean tecnologías como PLC, Raspberry Pi, Arduino y dispositivos inteligentes. El diseño contempla tanto las necesidades actuales de la familia Quirós Coto como la posibilidad de futuras expansiones, asegurando un sistema escalable, sostenible y adaptado a sus expectativas y presupuesto.

Este proyecto combina conocimientos técnicos y prácticos para desarrollar un sistema que no solo sea funcional, sino también accesible para usuarios con diferentes niveles de experiencia tecnológica, asegurando su éxito y adopción en el entorno doméstico.

5.1 ASPECTOS DE DISEÑO

El diseño del sistema automatizado para un hogar, como el de la familia Quirós Coto, debe considerar los siguientes criterios de diseño a nivel técnico que aseguren su funcionalidad, eficiencia y accesibilidad.

1. Enfoque en la usabilidad

El sistema debe tener una interfaz de usuario intuitiva, ya sea mediante control remoto o panel de control físico, esto incluye opciones claras y configuraciones simples para los usuarios (Ridge, 2023).

Además, el sistema debe estar diseñado para minimizar la complejidad en su implementación.

2. Escalabilidad y modularidad

El diseño del sistema electrónico deberá ser modular (Dupuis, 2024), que permita al personal técnico agregar o modificar componentes sin necesidad de rediseñar todo el sistema, siendo esto clave para adaptarse a necesidades futuras, como nuevos dispositivos o funciones.

El sistema debe ser compatible con tecnologías actuales que permitan la integración de dispositivos (PLC, Arduino, Raspberry Pi, NFC, Bluetooth) y tener la capacidad para integrar nuevos desarrollos y actualizar los componentes utilizados en el momento de instalar el sistema (Intelisis, 2024).

3. Eficiencia energética

Uso de sensores de corriente o potencia para supervisar el consumo energético, permitiendo el monitoreo de consumo.

4. Conexión estable

Asegurar la comunicación entre dispositivos mediante tecnologías como Wifi, RF o redes cableadas cuando sea necesario asegurando conexiones fiables, según las necesidades específicas del entorno y la aplicación.

5. Diseño estético y funcional

Los dispositivos del sistema deben integrarse visualmente en el hogar, con diseño discretos y adaptados al estilo de la vivienda, así como ubicar los controles y dispositivos en lugares estratégicos y accesibles para todos los miembros de la familia (Cardona, 2007).

6. Costo y viabilidad

Priorizar tecnologías que ofrezcan una buena relación costo-beneficio (Pablo, 2024) , considerando el presupuesto de la familia con alternativas económicas, implementando

soluciones iniciales con dispositivos genéricos o de bajo costo, con la posibilidad de actualizaciones futuras.

7. Sostenibilidad y durabilidad

Utilizar materiales resistentes y de alta calidad para prolongar la vida útil del sistema de manera que el mantenimiento sea mínimo, con componentes de fácil acceso y sustitución (Industronic, 2023).

Un diseño bien planeado, no solo garantiza el éxito de la automatización, sino también maximiza los beneficios para la familia Quirós Coto, asegurando un equilibrio entre funcionabilidad, costo y comodidad.

5.2 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

La construcción del prototipo es una etapa crucial en el desarrollo del sistema de automatización, ya que permite validar la funcionalidad, identificar mejoras y garantizar que se cumplan los objetivos del proyecto (Lopez, 2024).

La selección de los componentes principales del sistema, específicamente el PLC SYSMAC CJ1H de Omron y la Raspberry Pi 3, responde a una serie de criterios técnicos y funcionales que garantizan el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto (Villajulca, 2012).

El PLC se eligió por sus características avanzadas, que lo hacen idóneo para aplicaciones de monitoreo y control en tiempo real, los PLCs de la serie SYSMAC están diseñados para operar en entornos industriales y residenciales, ofreciendo alta resistencia a variaciones eléctricas y condiciones adversas, este modelo permite la integración de diversos módulos

(entradas, salidas, analógicas, digitales) que facilitan la expansión del sistema en caso de futuras necesidades. Además, su capacidad de procesar señales de manera instantánea garantiza una respuesta precisa y oportuna, crucial para el monitoreo de puertas, luces, consumo de agua y luz (infoPLC, 2011).

La Raspberry Pi 3 complementa al PLC proporcionando capacidades adicionales de procesamientos y comunicación, gracias a su compatibilidad con sistemas operativos ligeros, se utiliza como una plataforma accesible para visualizar datos en tiempo real. La Raspberry Pi 3 ofrece conectividad Wifi y Ethernet, permitiendo la integración del sistema en redes locales o su acceso remoto a través de aplicaciones móviles o web, la Raspberry Pi facilita la gestión de datos provenientes del PLC. Además, comparada con sistemas de supervisión dedicados, la Raspberry representa una solución económica sin comprometer el desempeño (Pastor, 2018).

La combinación del PLC SYSMAC CJ1H y la Raspberry Pi 3 fue seleccionada para garantizar un sistema eficiente, confiable y económicamente viable. Esta conjuración permite un control robusto y escalable del sistema, cumpliendo con las exigencias técnicas y funcionales del proyecto, al tiempo que optimiza la relación costo-beneficio.

Dicho lo anterior y la selección de los sistemas principales, se elabora el sistema de la familia:

1. **Ventanas del hogar:** Ante el problema presentado por la familia, quienes habitualmente dejan las ventanas abiertas para facilitar la entrada y salida de su mascota, se desarrolló un sistema que permite controlar remotamente la apertura y cierre de las ventanas, además de proporcionar información en tiempo real sobre su estado (abierta o cerrada). Este prototipo tiene como finalidad mejorar la seguridad del hogar y optimizar la

funcionalidad de las ventanas mediante la implementación de tecnologías automatizadas.

Descripción del prototipo

El sistema consta de tres módulos principales: sensores magnéticos para la detección de estado, el motor con mecanismos de transmisión para la apertura y cierre y el circuito de control.

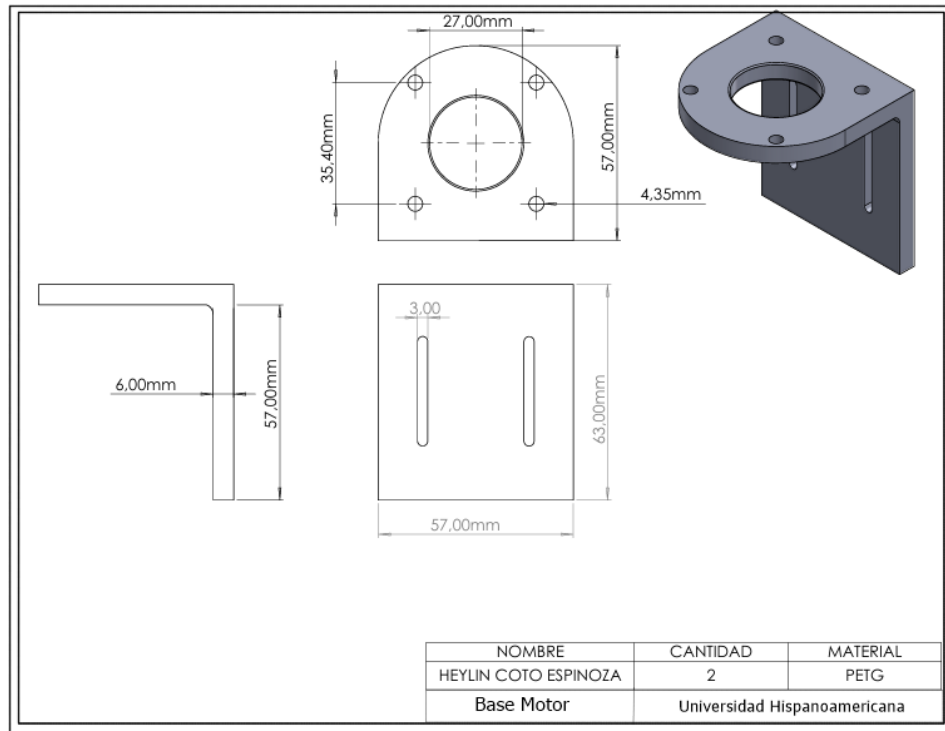
Componentes principales:

- Sensores magnéticos Sipa S31 QD de la marca Allen Bradley: Su función en el sistema es detectar el estado de las ventanas, ya sea abiertas o cerrada ya actúan como finales de carrera al detener el motor cuando se alcanza la posición de cierre.
- Motores 3557K02C de la marca Faulhaber: El motor se encargará de mover la ventana mediante un mecanismo de transmisión. Se acopla a una caja reductora con relación 38:1 para aumentar el torque y garantizar movimientos precisos y controlados (Luisianzoff, 2020).
- Faja dentada: Con una longitud de 150cm y 1,5cm de ancho, transmite el movimiento generado por el motor al marco de la ventana.

Estructura física: Para la instalación, se realizaron modificaciones en el marco de la ventana con el fin de integrar la faja dentada y el sensor magnético. El motor se montó en una base de cemento, utilizando una estructura impresa en 3D diseñada específicamente para este propósito, el plano de la base se presenta en la Figura 45. La base garantiza la estabilidad del motor y facilita su mantenimiento.

Figura 45

Base de motor



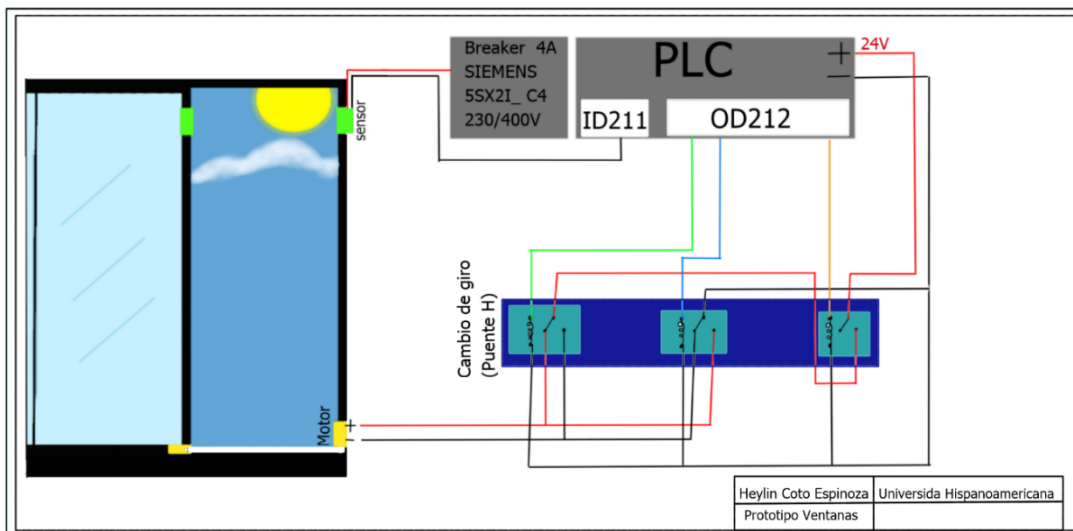
Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Circuito de control: El control del motor se realizó mediante un puente en H con relés, lo que permite cambiar la dirección de giro del motor según sea necesario para abrir o cerrar la ventana. Este diseño se basa en los principios propuestos por (Palermo, 2012). Además, se utilizó un relé de 24V que actúa como interruptor para activar o desactivar el sistema.

Conexión: En la Figura 46 se muestra el diseño del prototipo y de instalación.

Figura 46

Prototipo ventanas



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- **Sensores magnéticos:** Los sensores Sipher S31 QD fueron conectados al módulo de entrada digital ID211 del PLC, configurado para leer las señales de estado (abierto/cerrada) de las ventanas. Estas señales también permiten identificar las posiciones límites y detener el motor una vez la ventana este cerrada.
- **Motor:** El motor Faulhaber 3557K02C, encargo de mover la ventana, se conectó al módulo de salida digital OD212 del PLC. Desde este módulo, se controlan las señales necesarias para activar el puente en H, permitiendo el cambio de giro del motor según la operación requerida.

Pruebas de funcionamiento: Para validar el diseño del prototipo y garantizar su funcionalidad, se realizaron una serie de pruebas orientadas a evaluar el rendimiento del sistema en condiciones reales. Las pruebas se dividieron en las siguientes etapas:

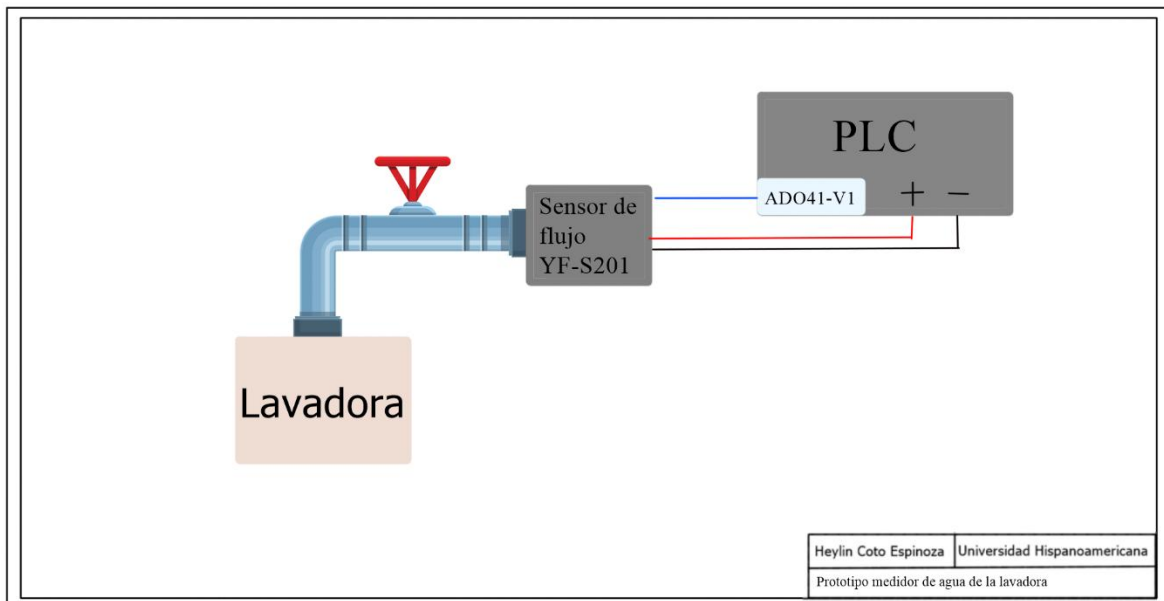
- Pruebas con los sensores magnéticos: Se realizaron movimientos manuales de las ventanas, comprobando que los sensores generan las señales correspondientes al estado de la ventana.
- Pruebas con los motores y transmisión: Al evaluar la velocidad y precisión del movimiento del motor con la faja dentada, se activó el sistema de apertura y cierre remoto en diferentes ciclos, monitoreando el desempeño del motor y la tensión de la faja dentada, como resultado el motor presento movimiento suaves y controlados, la faja dentada de transmitió el movimiento de forma eficiente sin deslizamientos bruscos ni tensiones excesivas.
- Pruebas de control remoto: Se enviaron señales remotas al prototipo utilizando la interfaz gráfica de Node-red, como resultado la respuesta del sistema fue inmediata y efectiva permitiendo controlar las ventanas de manera remota.

El prototipo desarrollado supero todas las pruebas de funcionamiento, mostrando un desempeño optimo y eficiente. Estos resultados avalan la viabilidad de implementar el sistema en un entorno domestico funcional.

2. **Monitoreo del consumo agua en lavadora automática:** La lavadora automatiza es uno de los electrodomésticos que las agua consume en un hogar. Ante la necesidad de monitorear este consumo para implementar medidas de ahorro, se diseña un sistema como se presenta en la Figura 47, el sistema está basado en un sensor de flujo que permite medir el volumen de agua utilizado durante los ciclos de lavado.

Figura 47

Prototipo de Monitoreo de agua



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Componentes principales:

- **Sensor de flujo YF-S201 (Sea):** Este sensor mide el caudal de agua que pasa por la tubería de la entrada de lavadora. Funciona generando pulsos eléctricos proporcionales al flujo de agua, con un rango de operación de 1 a 30 L/min y una precisión de $\pm 5\%$ (Giraldo, 2023).

Estructura física: El sensor de flujo se instala en la tubería de entrada de la lavadora, asegurándose de que este en posición horizontal para optimizar la precisión de las mediciones. Se conecta al sistema de control mediante cables de señal y alimentación adecuados.

Conexión y configuración: El sistema de medición de agua se integró a un módulo de entrada analógica ADO41-V1 del PLC, que forma parte del sistema de control. La configuración de la conexión y procesamiento se detalla a continuación:

- Sensor de flujo YF-S201: El módulo se configuro para recibir la señal del sensor, que es proporcional al flujo de agua, los pulsos generados por el sensor fueron procesados utilizando la fórmula de calibración que es proporcionada por el fabricante.

$$Q = \frac{\text{Pulsos}}{K}$$

Donde:

- Q: Volumen de agua en litros
- K: Constante de calibración del sensor, equivalente a 450 pulsos por litro.

La alimentación del sensor (5V) se proporcionó directamente desde el sistema de control.

Los valores se envían al PLC para la integración grafica al Dashboard de Node-red.

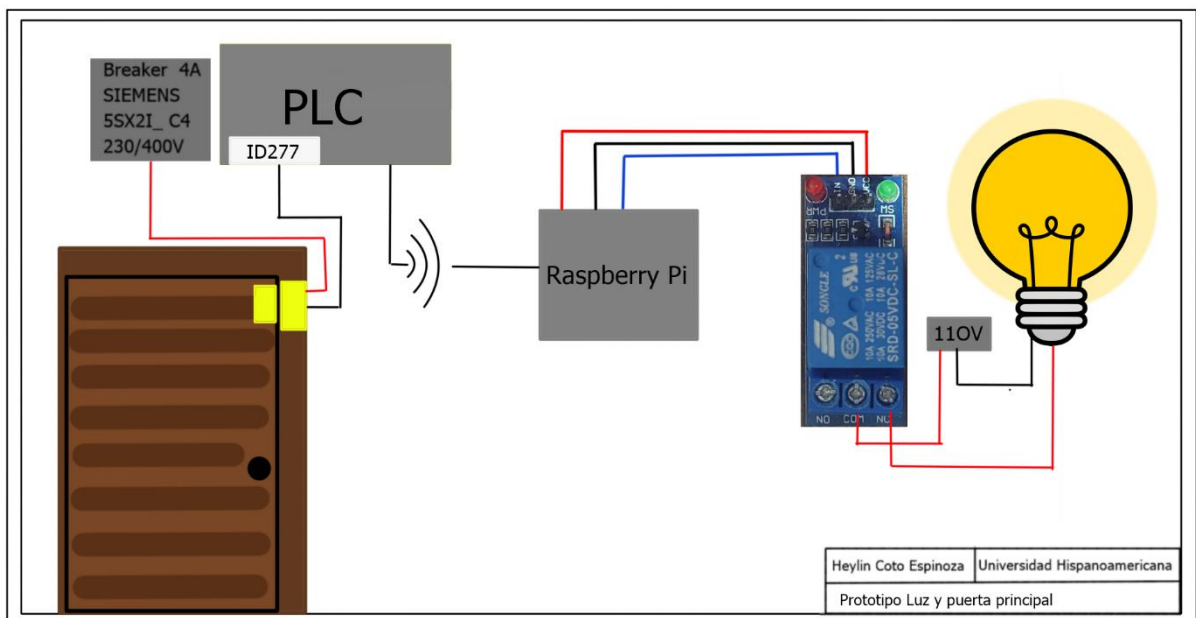
Pruebas y resultados: Durante las pruebas realizadas, el sistema mostro eficiencia al medir el consumo de agua, el PLC proporciona una interacción fluida entre el sensor de flujo y el sistema de control, lo que permitió un monitoreo preciso y en tiempo real. Esta solución además de ser confiable y precisa puede ser ampliada a otros dispositivos domésticos que requieren una gestión eficiente del recurso hídrico.

3. **Puerta y luz de la cochera:** En respuesta a la solicitud de la familia, se diseñó un sistema automatizado para la puerta y luz de la cochera. Este sistema permite conocer el estado de la puerta principal (abierta o cerrada) y controlar automáticamente el encendido de la luz después de las 17:00, optimizando el uso de energía eléctrica y mejorando la seguridad del hogar.

Descripción del sistema: El sistema se basa en un sensor magnético para el monitoreo de la puerta y un módulo relé para el control de la luz con un controlador lógico programable como se presenta en la Figura 48.

Figura 48

Prototipo de la puerta-luz



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Componentes del sistema:

- Sensor magnético Sipha S31 QD Allen Bradley: Detecta el estado de la puerta principal (abierta/cerrada) y envía señales al sistema de control.
- Módulo relé SRD-05VDC-SL-C: Permite activar o desactivar la luz de la cochera mediante una señal eléctrica de bajo voltaje.

Conexión y configuración: El sensor magnético fue instalado en el marco de la puerta, con uno de sus polos en la estructura fija y el otro en la puerta, la señal generada por el sensor se conectó al módulo de entrada digital ID211 del PLC, el cual se configuró para interpretar los estados de la puerta (abierta/cerrada). El relé se conectó al módulo de salida digital del Raspberry Pi, desde donde se controla el encendido y apagado de la

luz de la cochera. El módulo relé recibe una señal de bajo voltaje (5V) y activa la conexión eléctrica de la luz.

Lógica de funcionamiento del sistema: El PLC interpreta las señales del sensor magnético para determinar el estado de la puerta. Esta información se muestra en el tiempo real en una interfaz de usuario para facilitar su monitoreo. La programación en el Node-red establece que la luz se encienda automáticamente después de las 17:00, siempre y cuando la puerta se abra, de lo contrario permanece apagada, la luz se apaga de manera automática en el momento que se detecta que la puerta está cerrada.

Pruebas de funcionamiento: El prototipo fue sometido a pruebas en condiciones reales para validar su desempeño.

- Pruebas de detección del estado de la puerta: Al evaluar la precisión del sensor magnético al detectar los estados de la puerta, se realizaron ciclos de apertura y cierre de la puerta, verificando la señal enviada al PLC con el correspondiente estado real, el sensor detectó correctamente los cambios de estado en todas las pruebas, mostrando un desempeño fiable y sin interrupciones.
- Pruebas de encendido y apagado de la luz: En este punto se necesita validar la funcionalidad del módulo relé en combinación con la configuración del PLC, por lo que se simuló el horario posterior a las 17:00, activando y desactivando la luz en función del estado de la puerta, como resultado la luz de la cochera se enciende y apaga correctamente según las condiciones definidas, demostrando la eficiencia del sistema.

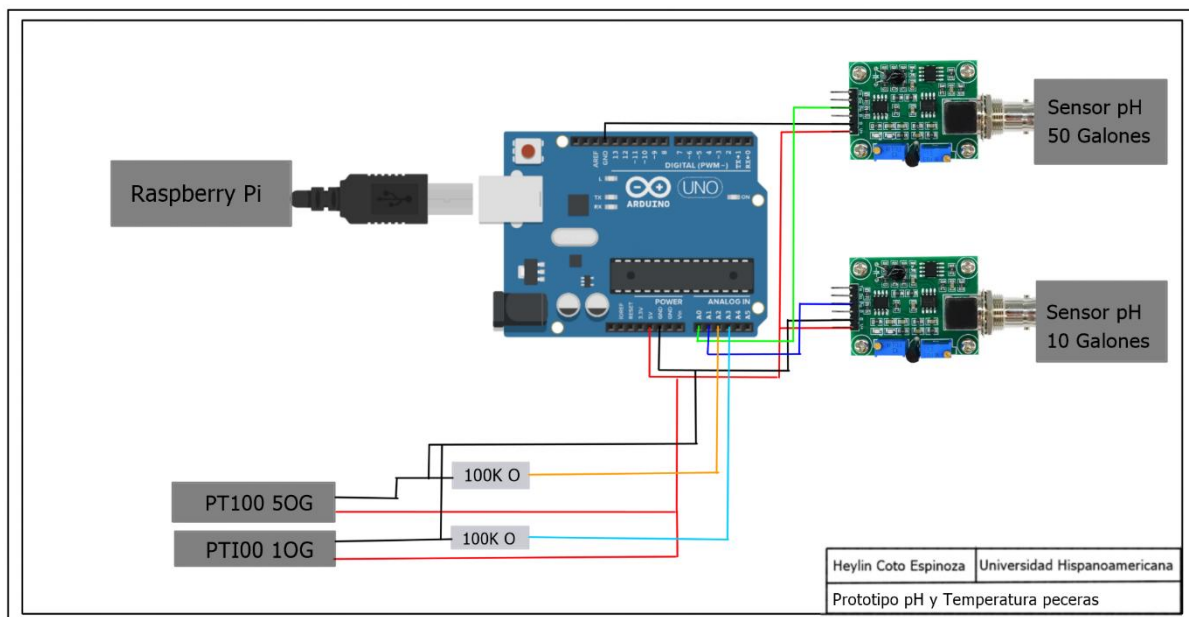
El prototipo desarrollado para el monitoreo y control de la puerta y luz de la cochera representa una solución práctica y efectiva para mejorar la seguridad y comodidad en el hogar. Además, el sistema contribuye al uso eficiente de los recursos energéticos

mediante el control automatizado de la iluminación. La integración con el PLC y la Raspberry Pi asegura un funcionamiento robusto y escalable.

4. Temperatura y pH de dos peceras: La familia requiere un sistema para monitorear la temperatura y el pH de dos peceras, parámetros críticos para la salud de los peces. Para cumplir con esta necesidad, se diseñó un sistema como se muestra en la **Figura 49**, el sistema está basado en sensores de pH y temperatura conectados a un microcontrolador Arduino Uno, que envía los datos a un Raspberry Pi 3 para su visualización y almacenamiento.

Figura 49

Prototipo de las peceras



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Componentes principales:

- Sensores de pH E201-C: diseñados para mediciones precisas del pH en líquidos, ideales para monitoreo en entornos domésticos.

- Sensores de temperatura WZ-PT100: Proporciona mediciones confiables de la temperatura en un rango adecuado para las peceras.
- Calentadores AH-1007-2: Son calentadores ajustables con potencias de 100W y 50W, utilizados para mantener la temperatura del agua dentro de los valores deseados.
- Arduino Uno: Microcontrolador que actúa como unidad de adquisición de datos, procesando las señales de los sensores y enviándolas a la Raspberry Pi.
- Raspberry Pi 3: Dispositivo encargado de recibir, almacenar y visualizar los datos en tiempo real mediante una interfaz gráfica.

Conexión y configuración: Los sensores de pH se conectan a las entradas analógicas del Arruino, las señales de los sensores son procesadas para convertir el voltaje en valores de pH, los sensores de temperatura son integrados en las entradas analógicas con un circuito que consta de la resistencias de $100K\Omega$ para compensar las características de los sensores PT100, finalmente, los calentadores se configuran de manera independientes utilizando su control integrado para establecer los niveles deseados de calentamiento. Esto elimina la necesidad de control adicional desde el sistema a implementar.

Pruebas de funcionamiento:

- Monitoreo de pH: El objetivo es validar la precisión y estabilidad del sistema en la medición del pH del agua, se prepararon 3 soluciones con valores de pH diferentes, en este caso agua de limón con un pH muy ácido, agua de tubería con un pH básico y agua de las peceras con un pH neutro, las mediciones mostraron una desviación mínima, lo que confirma la precisión del sistema.
- Monitoreo de temperatura: Para determinar la exactitud de los sensores PT100, se sumergieron en líquidos con diferentes temperaturas, las lecturas se compararon con un

termómetro digital, en las pruebas la diferencia de los valores no supero el 1% por lo que la exactitud de los sensores es validada.

Comunicación Arduino-Raspberry Pi: En el proceso de las pruebas de la medición de temperatura y pH, se transfirieron los datos del Arduino a la Raspberry Pi y se observó su representación en tiempo real en la interfaz gráfica de la Raspberry Pi, los datos se mostraron de manera fluida y sin retrasos significativos.

El sistema diseñado cumplió con los requerimientos funcionales, demostrando precisión en la medición de pH y temperatura y una comunicación efectiva entre Arduino y la Raspberry Pi. La decisión de no integrar el control de los calentadores, dado que estos cuentan con regulación propia, simplifico el diseño del sistema sin afectar su funcionalidad.

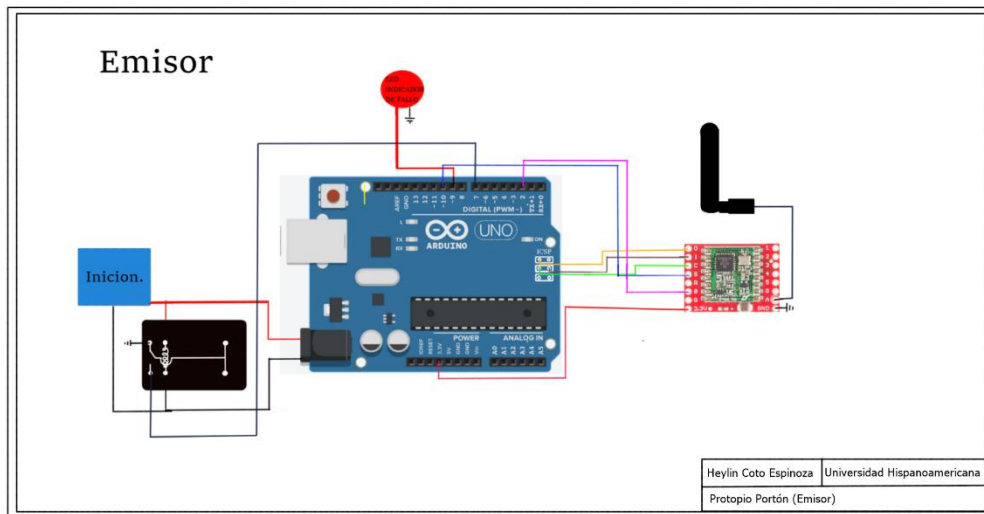
El prototipo desarrollado proporciona una solución eficiente y accesible para el monitoreo de parámetros esenciales en las peceras. Su diseño modular permite futuras expansiones, como la integración de un sistema de alerta para notificar condiciones fuera de los rangos óptimos de pH o temperatura.

5. **Portón eléctrico:** El sistema de apertura y cierre del portón eléctrico de la vivienda presentaba problemas debido a la débil detección de la señal, especialmente en condiciones climáticas adversas, como lluvia. Para solucionar esta problemática, se diseñó el sistema automatiza el proceso de apertura y cierre del portón, utilizando componentes electrónicos confiables y robustos.

El sistema posee 3 partes, dos emisores y un receptor, los emisores estarán en los vehículos (carro y motocicleta) en la Figura 50, se presenta el prototipo del emisor.

Figura 50

Prototipo Emisor

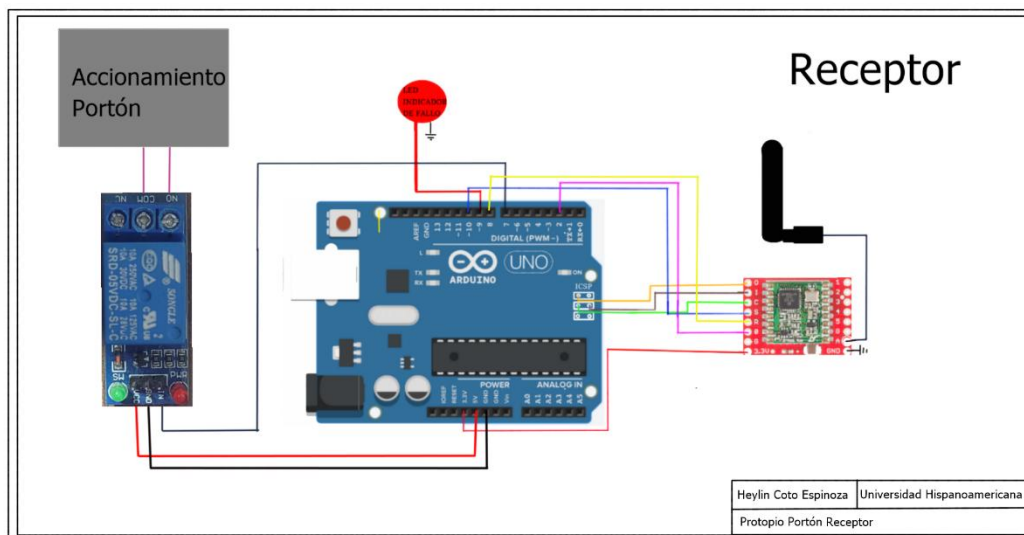


Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

El receptor será la “torre de control”, este estará en el mecanismo del portón permitiendo abrirlo y cerrarlos con los emisores como se muestra en la Figura 51 , este sistema opera de manera independiente de otros sistemas de hogar, tal como lo solicito el cliente.

Figura 51

Prototipo de receptor



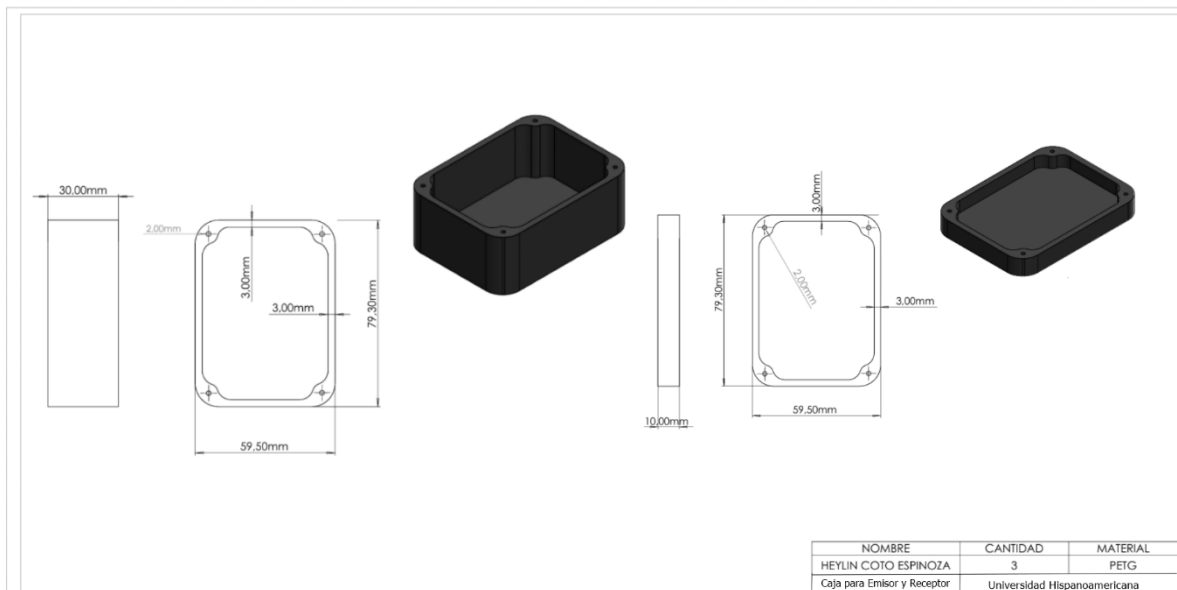
Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Componentes principales:

- Arduino Uno: Controlador principal del sistema, encargado de procesar las señales enviadas por los emisores y activar el portón eléctrico del receptor.
- Modulo RFM69HCW: Transceptor de radiofrecuencia que opera en la banda de 2.4GHz, utilizado para establecer comunicación inalámbrica entre emisores y receptor.
- Antenas de frecuencia de 2.4GHz: Mejoran el alcance y la estabilidad de las comunicaciones en condiciones adversas como lluvia o interferencias ambientales.
- Relés G5Q-1A4: actúan como interruptores electrónicos para accionar el mecanismo del portón eléctrico.
- Caja impresa en 3D: En la Figura 52 , se presenta el plano de una caja diseñada para alojar y proteger los circuitos del receptor y los emisores.

Figura 52

Caja para emisor y receptor



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Estructura del sistema: El sistema posee tres partes principales:

- Emisores: Dispositivos instalados en los vehículos, configurados para enviar una señal al receptor al momento de encender el vehículo, como se presenta en la Figura 50, el prototipo del emisor es diseñado para ser compacto y alimentado por medio de la misma corriente del vehículo.
- Receptor (“Torre de control”): Ubicado en el mecanismo del portón, recibe las señales de los emisores y activa los relés que controlan el motor del portón para abrirlo o cerrarlo.
- Integración: El receptor se conecta al sistema de control existente del portón, permitiendo la automatización sin necesidad de reemplazare el hardware principal.

Conexión y funcionamiento del sistema: Cada emisor está equipado con un Arduino Uno y un módulo RFM69CHW y una antena, al encenderse el vehículo, se envía una señal codificada al receptor. El receptor también cuenta con un Arduino Uno y un módulo RFM69CHW, decodifica la señal recibida del emisor, si la señal es válida, el Arduino activa el relé correspondiente para abrir o cerrar el portón eléctrico.

Los componentes electrónicos del receptor y los emisores se alojaron en cajas impresas en 3D diseñadas para protegerlos de los daños físicos y ambientales, asegurando su durabilidad y funcionalidad.

Pruebas de funcionamiento:

- Prueba de comunicación entre emisores y receptor: En esta prueba se evalúa la estabilidad y el alcance de la señal en diferentes condiciones ambientales, se realizaron pruebas de transmisión desde los emisores a distintas distancias y bajo condiciones de

lluvia, la comunicación se mantuvo estable hasta una distancia de 40m que fue la distancia máxima en la que se probó el prototipo.

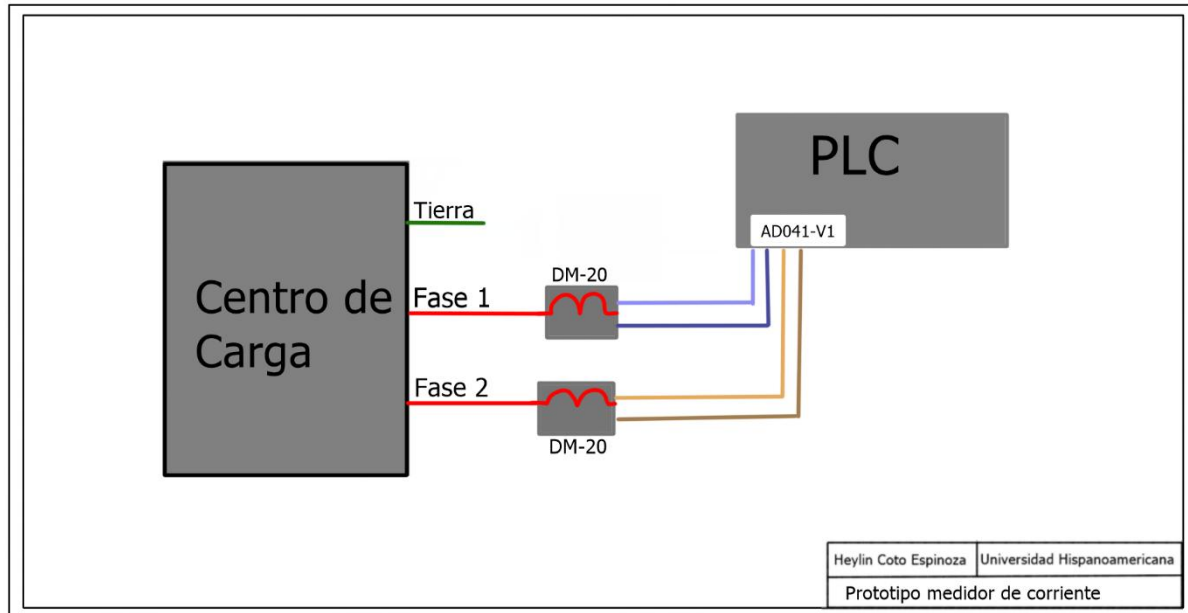
- **Accionamiento del portón:** Se verifica el tiempo de respuesta del sistema, desde la emisión de la señal hasta la apertura del portón, el tiempo de respuesta es inmediato en distancias cortas, en la distancia máxima, el tiempo de respuesta es variable, pero no supera a los 15 segundos, lo que se considera eficiente para este tipo de aplicaciones.
- **Protección física:** Para comprobar la efectividad de las cajas impresas en 3D para proteger los circuitos electrónicos, las cajas fueron expuestas a salpicaduras de agua, movimientos simulando el entorno de los vehículos y la vibración del portón, como resultado, los componentes permanecieron operativos y sin daños visibles tras las pruebas.

El sistema desarrollado proporciona una solución efectiva y confiable para la automatización del portón eléctrico, resolviendo los problemas de señal en condiciones climáticas adversas. Su diseño modular e independiente permite futuras mejoras, como la integración de sistemas de seguridad adicionales, hasta DM-la integración en el sistema de la casa en la interfaz gráfica.

6. **Consumo de luz de la vivienda:** Dada la necesidad de controlar y reducir los costos asociados al consumo eléctrico en la vivienda, se diseñó un sistema para monitorear el consumo general de electricidad. El sistema de la
- 7.
8. Figura 53, muestra el uso sensores conectados a un PLC para medir el flujo de corriente en las fases principales de la caja de carga del hogar, proporcionando datos en tiempo real sobre el consumo de energía.

Figura 53

Prototipo de medición de corriente



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Componentes principales:

- Sensores de corriente DM-20: Sensores de tipo “dona” capaces de medir la corriente en las fases 1 y 2 de la caja eléctrica del hogar. Estos sensores no invasivos permiten una instalación sencilla y segura sin interrumpir el flujo eléctrico.

Conexión y configuración: Los sensores se colocan alrededor de los conductores de las fases 1 y 2 en la caja de carga eléctrica del hogar, la salida de los sensores que proporciona señales proporcionales a la corriente medida, se conectó a las entradas analógicas del PLC AD041-V1. El PLC se configuró para procesar las señales de los sensores DM-20, los datos se muestran en la interfaz gráfica del Node-red.

Pruebas de funcionamiento:

- Pruebas de calibración de sensores: El objetivo de verificar la precisión de los sensores DM-20 al medir corriente de diferentes magnitudes, se conectaron cargas conocidas a la red eléctrica, en este caso una lámpara de 57W, las lecturas del sistema se compararon con un amperímetro y los resultados mostraron una desviación aproximada de $\pm 2\%$, lo que se considera aceptable para el propósito del sistema.
- Prueba de estabilidad y consistencia: Se evalúa la capacidad del sistema para medir de forma estable el consumo de luz durante periodos prolongados, se observaron variaciones en el consumo, correspondientes a los horarios de uso pico y bajo consumo en la vivienda, el sistema registró datos consistentes y sin interrupciones, validando su estabilidad.
- visualización de datos: En la interfaz gráfica del Node-red se visualiza las lecturas en tiempo real, coinciden con los valores registrados por los sensores.

El sistema de monitoreo de consumo eléctrico implementado con los sensores DM-20 y el PLC ADO41.V1 proporciona una herramienta eficiente y precisa para entender y optimizar el uso de energía en la vivienda. Su diseño no invasivo facilita la instalación, mientras que la capacidad del PLC para procesar y visualizar datos en tiempo real permite a los usuarios identificar patrones de consumo y áreas de mejora

5.3 IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se detalla el proceso de implementación de los prototipos desarrollados para automatizar y monitorear diversas áreas del hogar de la familia Quirós Coto, con el objetivo de

mejorar la eficiencia, la comodidad y la capacidad de supervisión de los recursos. Los prototipos fueron diseñados para atender las necesidades específicas identificadas durante el análisis del proyecto, a continuación, se describe la implementación de cada sistema:

1. Implementación del sistema de automatización de ventanas

El proceso de implementación comienza con la adaptación del marco de la ventana para colocar el motor, la faja dentada y el sensor magnético, esto aplica para ambas ventanas.

El motor se instaló en la base impresa en 3D, la base se fijó cerca del marco de la ventana, el sistema físico se muestra en la Figura 54 .

Figura 54

implementación ventanas



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Las conexiones se pasaron por el cielo-raso, y los sensores se pintaron de color negro para que el diseño no interactúe visualmente con la decoración del hogar.

Programación del PLC: En el Anexo 6 se podrá encontrar la programación de la sección sala de estar y cuarto de control, que son las áreas definidas para la implementación del sistema.

El programa integra las señales de los sensores magnéticos para determinar el estado de las ventanas, así como desarrolla las condiciones para la apertura y el cierre de las ventanas.

Pruebas de funcionamiento: Se realizan ciclos de apertura y cierre, el sistema opero con suavidad y sin movimientos bruscos, se le agrega al funcionamiento la opción de determinar cuántos centímetros se desea abrir las ventanas. Además, se verifica que los sensores detecten correctamente los estados (abierta-cerrada), las lecturas de los sensores son precisas.

La implementación del sistema de automatización de ventanas cumplió con los objetivos planteados, logrando un control eficiente y seguro. La implementación proporciona una solución práctica y escalable, ya que es una base para integrar futuras mejoras.

2. implementación del sistema de medición de consumo de agua en la lavadora automática

El consumo de agua de la lavadora automática representa una parte significativa del gasto hídrico en el hogar. Por ello, se diseñó un sistema que permite monitorear la cantidad de agua utilizada en cada ciclo de lavado, proporcionando datos valiosos para la gestión eficiente de este recurso.

El sensor YF-S201 se conectó directamente a la entrada de agua de la lavadora como se muestra en la

Figura 55, asegurando que todo el flujo pase a través de este dispositivo se reforzo con teflón para tubería, el cableado del sensor se pasó a través de tuvo EMT de media pulgada.

Figura 55

Sistema medidor de flujo.



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Programación del PLC: Esta área o sección toma el nombre de área de lavado, la programación del sensor se puede encontrar en el Anexo 6, en la sección con el mismo nombre

Pruebas de funcionamiento: Se monitorearon los datos generados por el sensor durante el llenado de la lavadora, el sistema mostró los cambios de flujo en tiempo real, reflejando fielmente las variaciones en el consumo de agua.

Se operó el sistema durante una semana con ciclos de lavado diarios para verificar su fiabilidad y resistencia, el sistema funcionó de manera continua sin interrupciones, manteniendo su precisión y estabilidad.

La implementación del sistema de medición de consumo de agua en la lavadora cumplió con los objetivos planteados. Este sistema permite a la familia Quirós Coto monitorear y controlar su consumo de agua, fomentando prácticas más responsables y eficientes. Su integración al sistema general de monitoreo del hogar brinda una herramienta útil para la gestión de recursos y la reducción de costos.

3. Implementación del sistema de monitoreo de temperatura y pH en peceras

El mantenimiento adecuado de las condiciones del agua en las peceras es fundamental para garantizar la salud de los peces y otros organismos acuáticos. Por ello, se desarrolló un sistema que monitorea continuamente la temperatura y el pH del agua, permitiendo a la familia Quirós Coto supervisar estos parámetros críticos en tiempo real.

Los sensores de pH y de temperatura se colocaron en las paredes interiores de ambas peceras como se muestra en la Figura 56 y se conectaron a las entradas analógicas del Arduino Uno, a través de un protocolo serie, envió los datos procesados a la Raspberry Pi para almacenamiento y visualización.

Es importante mencionar que la PT-100 es de tamaño pequeño y el sensor de pH es de color negro, poseen estas características físicas con el fin de evitar cualquier perturbación en el ambiente físico de los peces, por lo que en la Figura 56, se señala con flechas color naranja el sensor de pH y las flechas color azul señalan la PT-100.

Figura 56

Sistema de las peceras



Pecera 10 G

Pecera 50 G

Fuente: Elaboración propia (*Coto Espinoza, 2024*).

Aunque los calentadores AH-1007-2 no se integraron directamente al sistema, se mantuvieron configurados de manera independiente para cumplir con las necesidades térmicas.

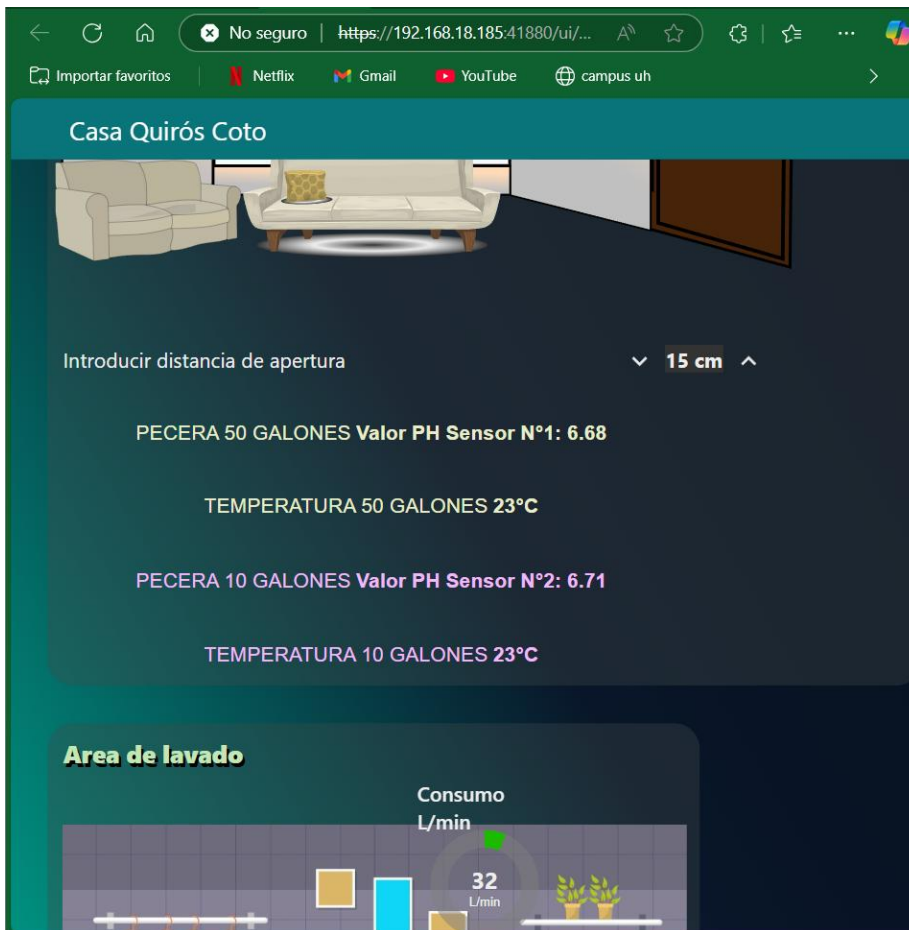
Programación del Arduino Uno: La programación completa del Arduino Uno se encuentra en el

Anexo 7.

Interfaz: La interfaz para visualizar los valores se realizó por medio de Node-red en Dashboard, en la Figura 57, se muestra la lectura de los sensores en la interfaz.

Figura 57

Valores de las peceras en la interfaz



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Prueba de comunicación entre dispositivos

Se verificó la transmisión de datos entre el Arduino Uno y la Raspberry Pi, los datos se enviaron y recibieron sin pérdidas ni interrupciones.

Prueba de respuesta en tiempo real

Se simularon cambios en la temperatura y el pH de las peceras mediante la adición controlada de agua fría y soluciones ácidas/alcalinas, el sistema detectó los cambios inmediatamente y actualizó los valores en la interfaz gráfica.

La implementación del sistema de monitoreo de temperatura y pH en las peceras cumplió con los objetivos establecidos. Este prototipo proporciona una solución eficiente para el control de parámetros críticos, facilitando el cuidado de los organismos acuáticos y reduciendo riesgos asociados a condiciones inadecuadas del agua.

4. Implementación del sistema de automatización del portón eléctrico

El portón eléctrico de la vivienda presentaba problemas recurrentes, especialmente en condiciones de lluvia, donde la señal del sistema original era inconsistente. Por ello, se diseñó e implementó un sistema independiente que automatiza la apertura y cierre del portón, mejorando la funcionalidad y comodidad para los usuarios. El sistema consta partes principales:

- Emisores: Un dispositivo para el automóvil y otro para la motocicleta. Ambos son portátiles y están alimentados con la misma alimentación generada por los vehículos como se muestra en la Figura 58, la programación del Arduino Uno como emisor se encuentra en el Anexo 8.

Figura 58



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

- Receptor (torre de control): Instalado junto al motor del portón como se muestra en la Figura 59, este dispositivo recibe las señales inalámbricas de los emisores y activa el motor por medio de un relé, al activar el relé, envía una señal que le indica al sistema del portón eléctrico que se debe accionar, sea cerrarse o abrirse, la programación de la torre de control se encuentra en el Anexo 9 .

Figura 59

Torre de control



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Prueba de Alcance de Señal: Los emisores se probaron desde diferentes distancias y ángulos, la señal se mantuvo estable hasta los 40 metros, incluso en condiciones de lluvia moderada.

Prueba de Operación del Motor: Se enviaron señales de apertura y cierre desde ambos emisores, el motor respondió adecuadamente en todos los casos, sin interrupciones.

La implementación del sistema de automatización del portón eléctrico solucionó los problemas de señal y mejoró la comodidad de los usuarios. El diseño independiente del sistema garantiza su funcionamiento autónomo, confiable y eficiente bajo diferentes condiciones climáticas.

5. Implementación del Sistema de Monitoreo del Consumo de Energía Eléctrica en el Hogar.

Dado el incremento en las facturas de electricidad, se identificó la necesidad de implementar un sistema que permita monitorear el consumo eléctrico general de la vivienda. Este sistema brinda a los usuarios información en tiempo real, facilitando la toma de decisiones para optimizar el uso de energía y reducir costos.

Los sensores se instalaron en las fases 1 y 2 de la caja de carga principal del hogar, se aseguraron conexiones adecuadas para garantizar lecturas precisas y evitar interferencias.

Conexión al Módulo AD041-V1: Las salidas de los sensores DM-20 se conectaron a las entradas analógicas del módulo AD041-V1, integrado al PLC para procesar las señales analógicas.

Prueba de Comunicación PLC-Raspberry: Se verificó la transmisión de datos entre el PLC y la Raspberry Pi mediante conexión Ethernet, los datos se enviaron correctamente, sin pérdida de información.

Prueba de consumo bajo y alto: Se monitorearon dispositivos de bajo consumo (luces LED) y alto consumo (electrodomésticos), el sistema detectó variaciones precisas en el consumo de energía.

El sistema de monitoreo del consumo de energía eléctrica cumple con los objetivos planteados, proporcionando información en tiempo real y promoviendo un uso más eficiente de la electricidad en el hogar. La integración de sensores, PLC y Raspberry Pi resultó en una solución robusta y escalable para la gestión del consumo energético.

6. Implementación de una interfaz grafica

Para facilitar la visualización y el monitoreo en tiempo real de los sistemas implementados en la vivienda, se diseñó una interfaz gráfica utilizando Node-RED con el complemento Dashboard. Esta herramienta permite a los usuarios interactuar con los datos generados por los sistemas de automatización de forma intuitiva y accesible desde dispositivos móviles o computadoras, centralizando la visualización de datos y permitiendo el monitoreo de los sistemas instalados en la vivienda: ventanas automáticas, consumo de agua, control de peceras y monitoreo de consumo eléctrico.

Diseño del Sistema

Node-RED se instaló en la Raspberry Pi 3 y se configuró el servidor para operar en la red local, permitiendo el acceso desde dispositivos conectados.

Diseño de la Interfaz Dashboard

La interfaz se dividió en secciones para cada sistema implementado:

- Sala de estar: Temperatura y pH del agua, estado de las ventanas (abierta/cerrada) y estado de la puerta principal.
- Cuarto de control: Estado de las ventanas (abierta/cerrada).
- Área de lavado: Flujo de agua consumida y gráficos de corriente de las dos fases

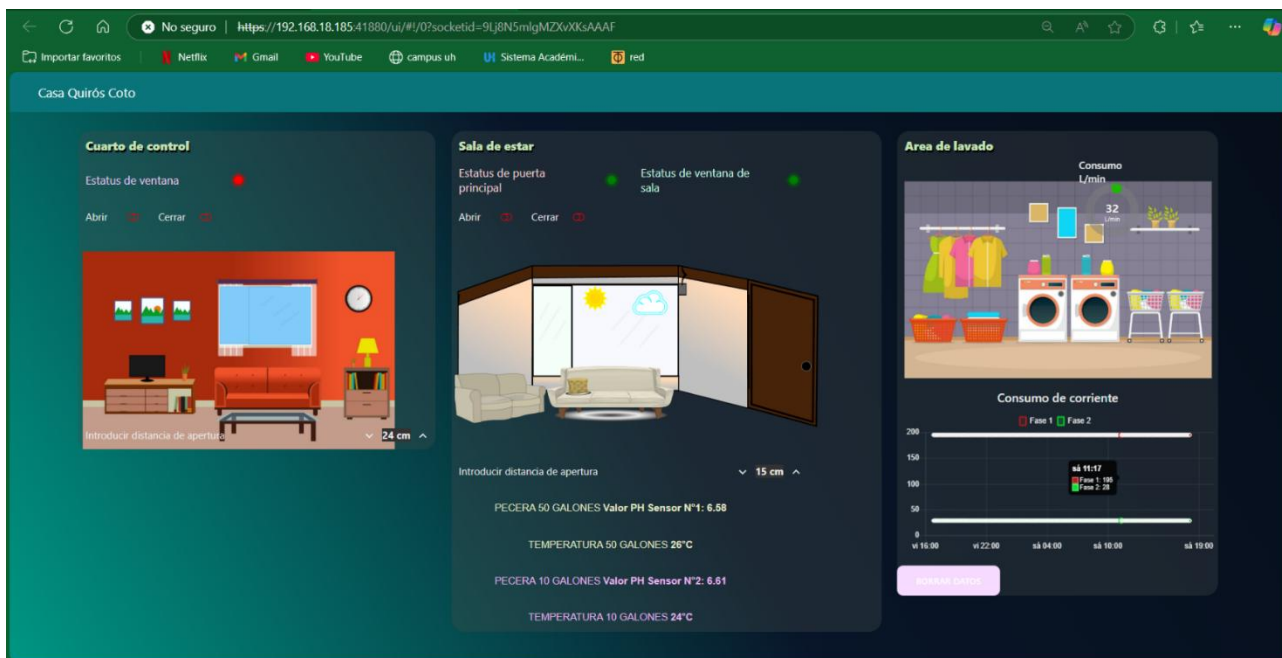
Cada sección puede contener indicadores, gráficos y botones de control.

La interfaz completa se puede apreciar en la .

Figura 60, mientras que los flujos para la lectura de datos y la creación de la interfaz se presentan en la Figura 61, con el diagrama de flujo.

Figura 60

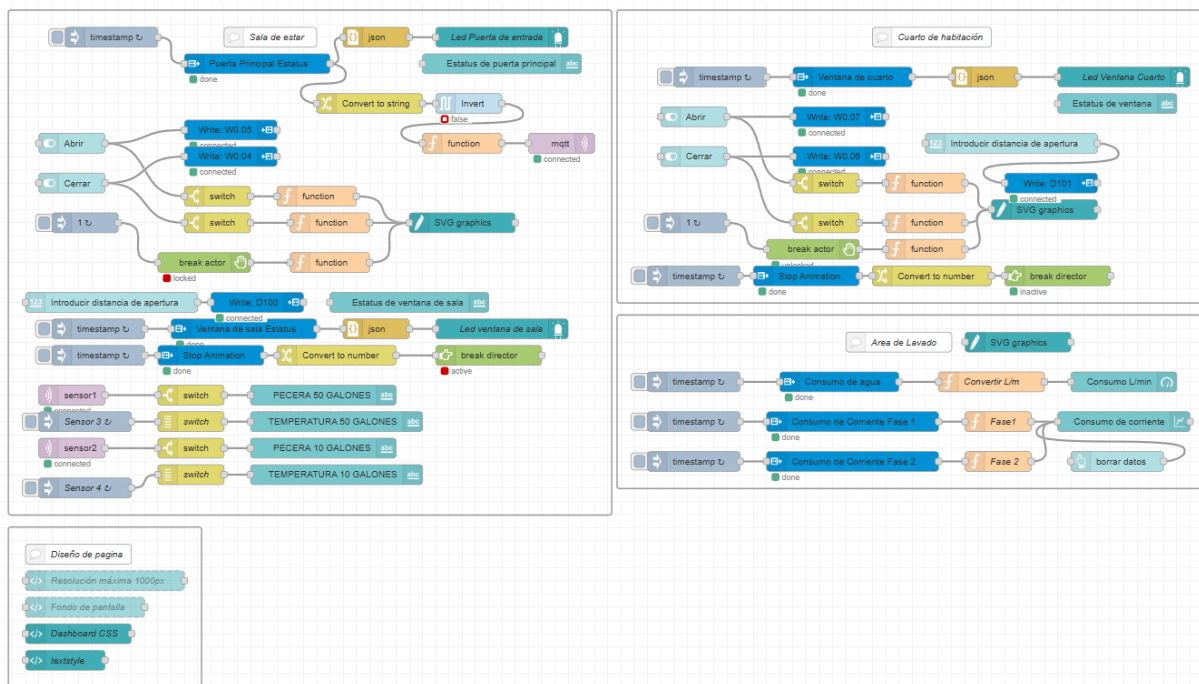
Dashboard



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Figura 61

Diagrama de flujo del Node-red



Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Prueba de Comunicación entre Dispositivos: Se probó el envío de datos desde los sistemas al servidor Node-RED, los datos se transmitieron sin interrupciones, con tiempos de respuesta menores a 1 segundo.

Prueba de Interfaz Gráfica: Se accedió a la interfaz desde dispositivos móviles y computadoras, la interfaz se mostró completamente funcional, con gráficos actualizados en tiempo real y controles interactivos operativos.

La implementación de Node-RED con Dashboard permitió centralizar el monitoreo y control de los sistemas del hogar, proporcionando una solución visual y accesible para los usuarios. La interfaz gráfica es intuitiva y escalable, permitiendo futuras ampliaciones del sistema.

7. Implementación de la Red Privada Virtual con ZeroTier

Para garantizar la accesibilidad remota y segura de los sistemas implementados en la vivienda, se utilizó ZeroTier (mundoenigma2, 2020), una solución de red privada virtual (VPN) que permite conectar dispositivos a través de una red virtual segura, eliminando la necesidad de configuraciones complejas de red o el uso de direcciones IP públicas (mundoenigma2, 2020).

Instalación y Configuración de ZeroTier

- ZeroTier se instaló en la Raspberry Pi 3 utilizando el gestor de paquetes correspondiente.
- Se creó una cuenta en el portal de ZeroTier y se configuró una nueva red virtual y la Raspberry Pi se unió a la red mediante el comando:

```
sudo zerotier-cli join <Network-ID>
```

- La Raspberry Pi se autorizó desde el portal de ZeroTier para conectarse a la red virtual.
- El servidor Node-RED, ejecutado en la Raspberry Pi, se configuró para operar en la interfaz de red virtual de ZeroTier.
- La dirección IP asignada por ZeroTier se utilizó para acceder a la interfaz gráfica del Dashboard.

Configuración de Dispositivos Cliente

Se instaló el cliente de ZeroTier en dispositivos móviles y computadoras.

Los dispositivos cliente se unieron a la red utilizando el Network-ID de ZeroTier.

Una vez autorizados en el portal de ZeroTier, los clientes pudieron acceder a la interfaz gráfica de Node-RED (Vidal, 2024).

Prueba de Conexión Remota: Se accedió a la interfaz de Node-RED desde diferentes dispositivos conectados a la red ZeroTier, utilizando redes externas (móviles o Wi-Fi), los dispositivos cliente se conectaron sin interrupciones, mostrando una latencia mínima.

Prueba de Seguridad: Se verificó que solo los dispositivos autorizados pudieran acceder a la red virtual, los intentos de acceso no autorizados fueron bloqueados correctamente.

La implementación de ZeroTier permitió establecer una red privada virtual segura, facilitando el acceso remoto a los sistemas del hogar. Esta solución combina simplicidad, seguridad y flexibilidad, adaptándose a las necesidades del proyecto sin requerir configuraciones complejas de red.

5.4 ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos es un paso crucial en la evaluación de cualquier proyecto, especialmente cuando se trata de sistemas de automatización y monitoreo en el hogar.

De tal manera que se realiza un análisis de costos de los dispositivos implementados en el desarrollo del sistema y algunas alternativas más económicas que mantengan las funcionalidades esenciales, las fuentes de los precios en la búsqueda son fuentes como Amazon, eBay y otras fuentes en Costa Rica, al final del análisis se encontraron las tiendas virtuales y físicas consultadas.

El análisis de costos se realiza por secciones implementadas.

1. Ventanas automáticas

Dispositivos Implementados:

- Sensor Magnético Siphra S31 QD (Allen Bradley): \$25 - \$35 USD por unidad.
- Faulhaber 3557K02C: \$100 - \$150 USD.
- Caja reductora 38/1: \$20 - \$30 USD.

- Faja dentada de 150 cm de largo: \$5 - \$10 USD.
- Arduino Uno: \$10 USD.

Costo Total Aproximado: \$160 - \$235 USD.

- Alternativa económica:
 - Sensor Magnético: Sensores magnéticos simples (por ejemplo, de la marca HiLetgo o ALSONE) que cuestan entre \$5 - \$10 USD por unidad.
 - Motor: Motores de corriente continua más económicos como los de la marca N20 (micromotores), que rondan los \$10 - \$20 USD.
 - Caja Reductora: Se pueden usar cajas reductoras de bajo costo como las de marcas como SainSmart por \$10 - \$20 USD.

Ahorro Estimado: Reemplazando los componentes anteriores por alternativas económicas, el costo total podría reducirse a aproximadamente \$60 - \$90 USD.

2. Medición de agua en la lavadora

Dispositivos Implementados:

- Sensor de Flujo YF-S201: \$6 - \$12 USD.
- Módulo AD041-V1: \$20 - \$30 USD.

Costo Total Aproximado: \$36 - \$52 USD.

- Alternativas Más Económicas:
 - Sensor de Flujo: Sensores de flujo genéricos de 5V, como los de la marca DollaTek, que cuestan entre \$3 - \$5 USD.

Ahorro Estimado: El costo total podría reducirse a aproximadamente \$25 - \$35 USD.

3. Control y monitoreo de las peceras

Dispositivos Implementados:

- Sensor de Temperatura WZP-PT100 (2 hilos): \$15 - \$25 USD.
- Sensor de pH E201-C: \$10 - \$20 USD.
- Calentadores AH-1007-2 (100W y 50W): \$15 - \$30 USD cada uno.

Costo Total Aproximado: \$50 - \$95 USD.

- Alternativas Más Económicas:

- Sensor de Temperatura: Sensores de temperatura DS18B20, que cuestan aproximadamente \$2 - \$5 USD cada uno.
- Sensor de pH: Sensores de pH genéricos para Arduino que pueden encontrarse entre \$5 - \$10 USD.
- Calentadores: Calentadores más pequeños y económicos, como los de marca Generic o EHEIM, con precios entre \$10 - \$15 USD.

Ahorro Estimado: Usando alternativas económicas, el costo total podría reducirse a aproximadamente \$30 - \$50 USD.

4. Control del portón eléctrico

Dispositivos Implementados:

- Módulo RFM69HCW (SparkFun): \$15 - \$20 USD.
- Relé G5Q-1A4 (Omron): \$5 - \$10 USD.

Costo Total Aproximado: \$30 - \$40 USD.

- Alternativas Más Económicas:

- Módulo RFM69HCW: El módulo NRF24L01 es una opción más económica y ampliamente utilizada para comunicación inalámbrica en proyectos de Arduino, con un costo de \$3 - \$5 USD.
- Relé: Se pueden usar relés de 5V genéricos más económicos, que cuestan alrededor de \$2 - \$3 USD.

Ahorro Estimado: El costo total podría reducirse a aproximadamente \$15 - \$20 USD.

5. Monitoreo de consumo eléctrico del hogar

Dispositivos Implementados:

- DM-20 (para medición de corriente): \$15 - \$30 USD.
- PLC Omron SYSMAC CJ1H: \$500 - \$700 USD.
- Raspberry Pi 3: \$35 - \$50 USD.

Costo Total Aproximado: \$570 - \$810 USD.

- Alternativas Más Económicas:
 - Sensor de Corriente: Sensores de corriente ACS712, que cuestan entre \$5 - \$10 USD por unidad.
 - PLC: En lugar de usar un PLC industrial, se pueden usar microcontroladores como Arduino o ESP32 para realizar el procesamiento de datos de manera más económica, con un costo de \$5 - \$10 USD, también se puede utilizar solo Raspberry Pi 3, con un costo de \$35 - \$50 USD.

Ahorro Estimado: Utilizando alternativas económicas para los sensores y el procesamiento de datos, el costo total del sistema podría reducirse a aproximadamente \$50 - \$80 USD.

- Costo total original estimado de todos los sistemas implementados: \$846 - \$1,232 USD.
- Costo total estimado con alternativas más económicas: \$180 - \$275 USD.

En la siguiente Tabla 9 se encuentran las tiendas o surtidoras electrónicas consultadas.

Tabla 9

Tiendas o surtidoras de dispositivos electrónicos		
Amazon	Raspberry Pi	Steren Costa Rica
eBay.	Teltron Costa Rica	Maz CR
Portones Cerca.	Micro JPM	Ditesa
Osmoziz.	Electro CR	Elavatron SA
SparkFun.	H2ElectronicsCR	Ferretería Industrial La Florida
Omron.	CrCibernética	Electrónica ACH

Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

5.5 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

El sistema implementado está diseñado para garantizar un monitoreo y control eficientes de los diferentes dispositivos del hogar mediante la integración de tecnologías como el PLC, Raspberry Pi, sensores específicos y comunicación a través de redes privadas virtuales, así como también, posee condiciones para que su funcionamiento sea eficiente.

1. Condiciones eléctricas

- Voltaje de operación: El sistema debe funcionar en un entorno eléctrico de 110V a 220V AC, dependiendo de la región en la que se implemente. Los dispositivos como el PLC y los relés deben estar conectados a circuitos protegidos contra sobrecargas y fluctuaciones de voltaje.

- Protección contra sobrecarga: Cada componente del sistema debe estar conectado a un sistema de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, como fusibles o interruptores automáticos, para prevenir daños a los dispositivos debido a picos de corriente inesperados.

2. Condiciones de conectividad

- Red de comunicación: Para la transmisión de datos entre los dispositivos del sistema, se debe contar con una red estable de comunicación, ya sea mediante cableado Ethernet o mediante conexiones inalámbricas (Wi-Fi). El uso de ZeroTier para establecer una red privada virtual debe garantizar que la conexión remota sea segura y estable, con una latencia mínima para permitir el control y monitoreo en tiempo real.
- Interfaz de usuario: La interfaz de usuario, creada en Node-RED y desplegada en el Dashboard, debe ser accesible desde dispositivos móviles y computadoras, siempre y cuando estos dispositivos estén conectados a la red privada virtual (ZeroTier). El acceso remoto debe estar restringido solo a usuarios autorizados mediante autenticación adecuada.

3. Condiciones de software

- Sistema operativo y actualizaciones: Todos los sistemas involucrados, como la Raspberry Pi y el PLC, deben contar con un sistema operativo actualizado y compatible con las aplicaciones y herramientas utilizadas. Además, es necesario realizar actualizaciones periódicas tanto del sistema operativo como del software de control (Node-RED, ZeroTier) para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema.

- Monitoreo continuo: El software debe permitir el monitoreo en tiempo real del estado de cada dispositivo, como la temperatura, el nivel de pH del agua, el estado de las ventanas y puertas, entre otros.

4. Mantenimiento y soporte

- Mantenimiento regular: Se debe llevar a cabo un mantenimiento preventivo periódicamente, como la calibración de los sensores de temperatura y pH, la limpieza de los contactos eléctricos de los relés, y la verificación de la correcta conexión de los cables de alimentación y de datos. Un mantenimiento adecuado asegura la prolongación de la vida útil de los dispositivos y su funcionamiento sin interrupciones.
- Soporte técnico: En caso de fallos o errores en el sistema, el soporte técnico debe ser accesible para resolver problemas de hardware o software. Esto incluye tanto la capacidad de diagnóstico remoto como el reemplazo de componentes defectuosos.

El funcionamiento óptimo del sistema depende de la correcta configuración de los dispositivos, la estabilidad de la red de comunicación y el cumplimiento de las condiciones operativas descritas. Al mantener estas condiciones, el sistema podrá cumplir su objetivo de monitoreo y control de manera efectiva, proporcionando un servicio fiable y eficiente a la familia.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El proyecto de desarrollar e implementar un sistema electrónico automatizado para el monitoreo y control de un hogar ha sido exitoso en alcanzar los objetivos planteados, mejorando tanto la comodidad de la familia como el control de los gastos a través de la automatización.

a) **Conclusión 1: Análisis de las áreas del hogar**

El análisis inicial permitió identificar áreas clave en el hogar que requerían monitoreo y control, como las ventanas, el consumo de agua, la temperatura de las peceras, la automatización del portón eléctrico y el consumo de energía. Este análisis inicial proporcionó una base sólida para la implementación del sistema, asegurando que los recursos se destinaran adecuadamente a las áreas con mayor necesidad.

b) **Conclusión 2: Estructura y componentes del sistema**

La definición de la estructura y componentes del sistema fue clave para su éxito. Se seleccionaron componentes de alta calidad, como el PLC SYMAC CJ1H de Omron, Raspberry Pi 3, sensores de flujo y temperatura, y módulos de comunicación RFM69HCW. Además, la integración de relés y otros dispositivos permitió una gestión eficiente del sistema. La elección de estos componentes asegura que el sistema sea eficiente, confiable y escalable, permitiendo futuras ampliaciones según las necesidades de la familia.

c) Conclusión 3: Creación del software de control y monitoreo

El desarrollo del software de control y monitoreo, utilizando plataformas como Node-RED y ZeroTier, permitió la programación de acciones automáticas, monitoreo en tiempo real y la visualización de consumo energético. La plataforma de Node-RED, en particular, demostró ser intuitiva y flexible, permitiendo configurar el sistema de manera personalizada para las necesidades de la familia. Además, la capacidad de realizar un monitoreo remoto de los dispositivos mediante ZeroTier agrega una capa adicional de comodidad.

d) Conclusión 4: Integración de dispositivos físicos y software

La integración de dispositivos físicos, como los sensores y actuadores, con el software fue exitosa gracias a la implementación de un protocolo de comunicación eficiente y confiable. La comunicación entre los dispositivos físicos (sensores, relés, PLC y Raspberry Pi) y el software fue fluida, lo que permitió que el sistema operara sin inconvenientes. La integración efectiva entre el hardware y el software asegura la correcta ejecución de las funciones de monitoreo y control.

e) Conclusión 5: Pruebas en el hogar real

Las pruebas realizadas en el hogar permitieron verificar que el sistema cumplía con los objetivos planteados, demostrando su efectividad en el control de las áreas monitoreadas, como el consumo de energía, la automatización del portón, y el control de temperatura y pH en las peceras. Los resultados obtenidos durante las pruebas confirmaron la robustez y fiabilidad del sistema en condiciones reales de funcionamiento.

f) Conclusión 6: Diseño de interfaz de usuario

El diseño de la interfaz de usuario fue uno de los aspectos más destacados del proyecto, ya que se creó una plataforma accesible, intuitiva y fácil de usar tanto a nivel local como remoto. El Dashboard de Node-RED permite a los usuarios interactuar de manera sencilla con el sistema, visualizar datos en tiempo real y tomar decisiones informadas para optimizar el consumo energético y mejorar la comodidad en el hogar. Además, se proporcionó capacitación a los usuarios para garantizar que pudieran utilizar el sistema de manera efectiva.

g) Conclusión 7: Evaluación del impacto del sistema

El sistema de monitoreo y control electrónico ha tenido un impacto positivo en la eficiencia energética del hogar. Los usuarios ahora pueden gestionar el consumo de energía de manera más efectiva, lo que ha llevado a una reducción en los gastos mensuales. Asimismo, la comodidad de la familia ha mejorado gracias a la automatización de procesos como la apertura del portón y el control de la temperatura en las peceras. Además, la integración tecnológica ha facilitado la interacción con el sistema y ha hecho que la familia se sienta más conectada con el entorno de su hogar.

h) Conclusión general

El desarrollo e implementación de este sistema automatizado ha demostrado ser una solución efectiva para el monitoreo y control del hogar, cumpliendo con los objetivos planteados en términos de comodidad, control de gastos y facilidad de interacción. La integración exitosa de componentes electrónicos, software y comunicación remota ha permitido a la familia mejorar la gestión energética y la automatización del hogar. Este sistema tiene el potencial de ser

ampliado y adaptado para otros hogares, y los conocimientos adquiridos en su desarrollo pueden aplicarse a futuras soluciones en la automatización del hogar inteligente.

6.2 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo, implementación y pruebas del sistema, se plantean las siguientes recomendaciones para optimizar su funcionamiento, mejorar su impacto y facilitar futuras ampliaciones o adaptaciones:

➤ **Mejoras en el sistema actual**

a. Implementación de sensores adicionales

Valorar agregar sensores de movimiento, humedad y calidad del aire puede mejorar la capacidad de monitoreo del sistema, incrementando su utilidad para la familia. Esto sería particularmente útil para la automatización del encendido de luces y sistemas de ventilación en función de las condiciones ambientales.

b. Mantenimiento periódico de los dispositivos

Se recomienda establecer un plan de mantenimiento preventivo para limpiar contactos eléctricos, calibrar sensores (especialmente los de pH y temperatura), y verificar el estado físico de los componentes, como relés, motores y antenas de comunicación.

c. Actualización de software

Considerar actualizar regularmente las plataformas utilizadas, como Node-RED y ZeroTier, garantiza la seguridad del sistema y la compatibilidad con nuevos dispositivos o funciones que puedan ser añadidas.

➤ **Optimización Energética**

a. Uso de dispositivos más eficientes

Reemplazar componentes como los relés y motores actuales por versiones de bajo consumo puede reducir aún más el gasto energético del sistema, lo que resulta en ahorros adicionales en las facturas eléctricas.

b. Incorporación de energías renovables

Analizar la integración de paneles solares u otras fuentes de energía renovable para alimentar el sistema automatizado y otros dispositivos del hogar puede aumentar la sostenibilidad del proyecto y reducir los costos de energía a largo plazo.

➤ **Facilidad de Uso y Accesibilidad**

a. Mejora de la interfaz gráfica

Ampliar las funcionalidades del Dashboard de Node-RED para incluir gráficos más detallados, predicciones de consumo, y alertas automáticas por correo electrónico o notificaciones en aplicaciones móviles. Esto mejorará la experiencia del usuario y facilitará la toma de decisiones informadas.

b. Soporte para múltiples idiomas

Si el sistema se implementará en hogares con diferentes usuarios, se debe de considerar el añadir soporte multilingüe en la interfaz gráfica puede facilitar su uso por personas que no hablen el idioma original en que se diseñó.

c. Diseño ergonómico de hardware

Analizar la mejora del diseño físico de los dispositivos, como las cajas impresas en 3D, asegurando que sean compactas, robustas y fáciles de instalar en cualquier entorno doméstico.

➤ **Seguridad y Privacidad**

a. Gestión de usuarios

Implementar niveles de acceso para usuarios, donde el administrador pueda otorgar permisos específicos para ciertas funciones del sistema. Esto asegura un uso controlado y evita modificaciones accidentales o malintencionadas.

➤ Expansión del Sistema

a. Automatización de más áreas del hogar

Ampliar el sistema para incluir otras áreas de la vivienda, como el control del riego en el jardín, la monitorización del consumo de gas o la gestión de electrodomésticos inteligentes.

b. Integración con asistentes virtuales

Conectar el sistema con asistentes virtuales como Amazon Alexa o Google Assistant permite a los usuarios controlar y monitorear su hogar mediante comandos de voz, incrementando la comodidad y usabilidad.

c. Escalabilidad para otros hogares

Estudiar la posibilidad de adaptar el sistema para otros hogares con diferentes necesidades. Esto incluye la estandarización de componentes y software para facilitar la replicación del proyecto.

➤ **Capacitación y Documentación**

a. Capacitación continua para los usuarios

Proporcionar capacitaciones periódicas a los usuarios finales para que puedan aprovechar al máximo las funcionalidades del sistema y realizar ajustes básicos si es necesario.

b. Documentación técnica

Elaborar manuales detallados que incluyan diagramas de conexión, pasos de instalación y resolución de problemas. Esto facilitará el mantenimiento y futuras ampliaciones del sistema.

Estas recomendaciones buscan asegurar la sostenibilidad y la funcionalidad a largo plazo del sistema, permitiendo una mayor comodidad, eficiencia energética y seguridad en el hogar.

Además, abren posibilidades para la expansión y adaptación del proyecto a otros entornos y usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, R. (19 de diciembre de 2022). *debate*. Obtenido de ¿Qué son los nitritos?, por el doctor Abascal: <https://comprender.mx/que-es-nitrito-en-agua/#:~:text=El%20nitrito%20es%20un%20compuesto%20qu%C3%ADmico%20que%20puede,para%20la%20salud%20humana%20y%20el%20medio%20ambiente.>
- Acuña, R. (s.f.). *HISTORIA DOMOTICA | Historia y Evolución de la Tecnología inteligente*. Obtenido de Domotica y Hogar: <https://domoticayhogar.com/historia-de-la-domotica/>
- Agency, I. E. (3 de diciembre de 2020). *Energy Efficiency 2020*. Obtenido de International Energy Agency: [https://www.bing.com/search?pglt=673&q=International+Energy+Agency.+\(2020\).+%22Energy+Efficiency+2020%22.&cvid=f841304d787a470db70b01c0b5504110&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzc1NmowajGoAgCwAgA&FORM=ANNTA1&PC=HCTS](https://www.bing.com/search?pglt=673&q=International+Energy+Agency.+(2020).+%22Energy+Efficiency+2020%22.&cvid=f841304d787a470db70b01c0b5504110&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzc1NmowajGoAgCwAgA&FORM=ANNTA1&PC=HCTS)
- Argon. (22 de febrero de 2018). *¿Qué es loT el Internet de las cosas?* Obtenido de Argón formación y servicios: <http://grupo-argon.com/que-es-lot-el-internet-de-las-cosas/>
- Ayala, M. (16 de Noviembre de 2020). *Marco metodológico: cómo redactarlo, estructura, ejemplos*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/marco-metodologico/>
- Ayala, M. (12 de Marzo de 2021). *Fuentes secundarias de información*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/fuentes-secundarias-de-informacion/>
- Bello, D. G. (28 de noviembre de 2019). *culturacientífica*. Obtenido de ¿Que es el pH?: <https://culturacientifica.com/2019/11/28/que-es-el-ph/>
- Beto El Electricista. (21 de Mayo de 2018). *Problemas comunes en los Sistemas de Control de Portones Eléctricos*. Obtenido de El blog del electricista: <https://elblogdeelectricista.com.mx/2018/05/21/problemas-comunes-en-los-sistemas-de-control-de-portones-electricos/>
- Byte. (23 de Marzo de 2019). *¿Qué es el protocolo IP?* Obtenido de RedesTeleco: https://redesteleco.com/que_es_protocolo_ip/
- Cardona, O. (06 de marzo de 2007). *gestiopolis*. Obtenido de Qué significa domótica, sus alcances y utilidad: <https://www.gestiopolis.com/que-significa-domotica-sus-alcances-y-utilidad/>

- Castellanos, M. H. (s.f.). Obtenido de FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS: <https://investigacionpediahr.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>
- Céspedes, J. A. (2022 de mayo de 2022). *De lo básico a lo sofisticado: la creciente tendencia de casas inteligentes en Costa Rica*. Obtenido de La Nación: <https://www.nacion.com/el-pais/de-lo-basico-a-lo-sofisticado-la-creciente/6JM2OUYRUBD5RHTVIGF3QF4CXE/story/>
- Coelho, F. (30 de octubre de 2024). *Investigación*. Obtenido de Significados.com: <https://www.significados.com/investigacion/>
- Collado, C. (08 de marzo de 2021). *La vanguardia* . Obtenido de Google Earth, guía completa: qué es, cómo usarlo y 4 cosas geniales que puedes hacer: <https://www.lavanguardia.com/andro4all/google-maps/google-earth-guia-completa-que-es-como-usarlo-y-4-cosas-geniales-que-puedes-hacer-2021-03-08>
- Comunicación Institucional. (24 de septiembre de 2020). *¿Qué es la investigación aplicada y cuáles son sus principales características?* Obtenido de IBERO: <https://blogposgrados.tijuana.iberomx/investigacion-aplicada/>
- Coto Espinoza, H. (07 de 2024). Elaboración propia.
- de Ocampo, A. A., & Ocampo Camberos, L. (1999). Diagnóstico del Estrés en Peces. *Veterinaria México*, 339.
- Delgado, A. (21 de noviembre de 2020). *GEEKNETIC*. Obtenido de ¿Qué es Raspberry Pi y para qué sirve?: <https://www.geeknetic.es/Raspberry-Pi/que-es-y-para-que-sirve>
- Díaz, A. (27 de Abril de 2024). *Peces*. Obtenido de Cuáles son los parámetros del agua más importantes a controlar en un acuario: <https://www.peces.info/es/67-cuales-son-los-parametros-del-agua-mas-importantes-a-controlar-en-u>
- Dumas, M. (2018). *Fundamentals of Business Process Management* (Vol. Segunda Edición). Springer.
- Dupuis, A. (04 de febrero de 2024). *Destinos creativos*. Obtenido de Definiciones y aplicaciones del diseño modular: <https://www.destinoscreativos.com/caracteristicas-del-diseno-modular/>
- Editorial Etece. (05 de agosto de 2021). *Observación científica*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/observacion-cientifica/>

- Editorial Etece. (17 de junio de 2024). *Metodo Cuantitativo*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- Edraw. (14 de septiembre de 2024). *Método 6M para el Análisis de Causa y Efecto*. Obtenido de Edraw: <https://www.edrawsoft.com/es/6m-method.html>
- Equipo Editorial de lifeder. (3 de septiembre de 2022). *Evaporación*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/evaporacion/>
- Erika. (10 de enero de 2024). *aquaworldhub*. Obtenido de Cómo preparar agua para una pecera | Tipos, decloración, ajuste de PH y más: <https://aquaworldhub.com/es/como-preparar-agua-para-pecera/>
- Etecé, E. (25 de septiembre de 2020). *Entrevista*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/entrevista/>
- Farias, G. (18 de enero de 2024). *Encuesta*. Obtenido de Enciclopedia Concepto: <https://concepto.de/encuesta/>
- Fernandez, Y. (08 de enero de 2021). *Xataka Basics*. Obtenido de Big Data: qué es y para que sirve: <https://www.xataka.com/basics/big-data-que-sirve>
- Fluideco. (29 de noviembre de 2019). *Fluideco*. Obtenido de ¿Qué es el amoniaco, cómo se obtiene y para qué se utiliza?: <https://fluideco.com/amoniaco-utilidades-usos/>
- Giraldo, S. C. (18 de Septiembre de 2023). *controlautomaticoeducacion*. Obtenido de Sensor de Flujo YF-S201: Medición de Caudal con Arduino: <https://controlautomaticoeducacion.com/sistemas-embebidos/arduino/sensor-de-flujo-yf-s201-medicion-de-caudal-con-arduino/>
- Gonzales, G. (23 de Mayo de 2020). *Fuentes primarias: características y ejemplos*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/fuentes-primarias/>
- Guevara Fuentes, P. I., & Valle Ortega, A. S. (Enero de 2021). *BIBDIGITAL*. Obtenido de Repositorio Digital - EPN: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21571/1/CD%2011076.pdf>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Editorial McGraw-Hill.
- Hernandez, D. A. (14 de julio de 2023). *La domótica y su particular manera de darle inteligencia y automatización a los edificios*. Obtenido de Delfino: <https://delfino.cr/2023/07/128525>

- IFISA. (05 de Septiembre de 2023). *Monitorización de Consumo Energético: ¿Por qué es necesario?* . Obtenido de IFISA: <https://www.ifisa.es/consultoria-energetica/monitorizacion-de-consumo-energetico-por-que-es-necesario/#:~:text=Monitorizaci%C3%B3n%20de%20Consumo%20Energ%C3%A9tico%3A%20%C2%BFPor%20qu%C3%A9%20es%20necesario%3F,...%205%20Planificaci%C3%B3n%20estrat%C3%A9gi>
- Industronic. (14 de agosto de 2023). *grupoindustronic*. Obtenido de ¿Qué es la “vida útil” de los aparatos electrónicos?: <https://grupoindustronic.com.co/que-es-la-vida-util-de-los- aparatos-electronicos/>
- infoPLC. (15 de mayo de 2011). *infopl*. Obtenido de Guía Rápida CJ1M: <https://www.infopl.net/descargas/96-omron/automatas-plc/cj/922-guia-rapida-cj1m>
- Intelisis. (09 de Enero de 2024). *intelisis*. Obtenido de Compatibilidad de sistemas, beneficios de logara una buena integracion tecnologica: <https://intelisis.com/blog/compatibilidad-de-sistemas/>
- Internet of Things en la vida cotidiana. (2018). En *Documentos de Trabajo* (págs. 1-77). Madrid.
- Jain, N. (8 de Septiembre de 2023). *¿Qué es un diseño de investigación? Definición, tipos, métodos y ejemplos*. Obtenido de IDEASCALE: <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-el-diseno-de-la-investigacion/>
- Jervis, T. M. (27 de agosto de 2020). *Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Jimenez, R. A. (2001). *Trabajos de grado* . Obtenido de Repositorio de la Universidad Industrial de Santander: <https://noesis.uis.edu.co/items/89a34bb7-682c-43e4-8769-6412cdcd7ce2>
- Kinsta. (17 de noviembre de 2022). *Kinsta*. Obtenido de ¿Qué Es el IoT (Internet de las Cosas)? Todo lo que Necesitas Saber: <https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-iot/>
- Lifeder. (07 de abril de 2022). *Metodo Experimental*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/metodo-cientifico-experimental/>
- Lopez, P. M. (30 de octubre de 2024). *powerplan*. Obtenido de El Prototipado: Fase Crucial en el Desarrollo: <https://powerplan.es/prototipado-como-fase-crucial-en-el-desarrollo/>

- Luisianzoff, M. (12 de febrero de 2020). *Weekend*. Obtenido de Qué es y cómo se usa la caja reductora: <https://weekend.perfil.com/noticias/4x4/que-como-se-usa-la-caja-reductora-4x4.phtml>
- machinetronics. (21 de Abril de 2023). *machinetronics*. Obtenido de ¿Qué es un LED? tipos de LED y usos de diodo LED: <https://www.machinetronics.com/que-es-un-led/#respond>
- Martinez, G. G. (24 de agosto de 2018). *Estudios longitudinales: qué son y cómo funcionan en investigación*. Obtenido de Psicología y Mente: <https://psicologiymente.com/miscelanea/estudios-longitudinales>
- Microsoft. (s.f.). *¿Qué es Microsoft Forms?* Obtenido de Microsoft: <https://support.microsoft.com/es-es/topic/-qu%C3%A9-es-microsoft-forms-6b391205-523c-45d2-b53a-fc10b22017c8>
- Morales, J. A. (30 de julio de 2020). *pasionelectronica*. Obtenido de NodeMCU, ¿Que es?: <https://pasionelectronica.com/nodemcu-que-es/>
- mundoenigma2. (16 de septiembre de 2020). *jungle-team.com*. Obtenido de ¿ Es seguro el uso de Zerotier ? : <https://jungle-team.com/es-seguro-el-uso-de-zerotier/>
- Ortiz, L. (s.f.). *Hablemos de mascotas*. Obtenido de Cómo Cambiar el Agua de una Pecera Paso a Paso: <https://hablemosdemascotas.info/peces/cambiar-agua-pecera/>
- Pablo, M. (noviembre de 2024). *Tienda nube*. Obtenido de Más ganancias, menos riesgos. Calcula el costo beneficio de tu proyecto: <https://www.tiendanube.com/blog/costo-beneficio/>
- Palermo, R. (16 de marzo de 2012). *rolandopalermo.blogspot*. Obtenido de Puente H con relés: <https://rolandopalermo.blogspot.com/2012/03/puenteh-motor-dc.html>
- Pastor, J. (25 de Abril de 2018). *Xataka*. Obtenido de Raspberry Pi 3 Model B+, análisis: más potencia y mejor WiFi para un miniPC que sigue asombrando: <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-3-model-b-analisis-mas-potencia-y-mejor-wifi-para-un-minipc-que-sigue-asombrando>
- pecesdeacuarios. (11 de junio de 2020). *pecesdeacuarios*. Obtenido de La Dureza del Agua: <https://www.pecesdeacuarios.net/acuarios/calidad-del-agua/dureza/>
- plantas acuario. (19 de julio de 2023). *plantasacuario*. Obtenido de ¿Que es el Ph, KG y GH?: <https://plantasacuario.es/blog/ph-kh-gh-explicacion-n34>
- Ponce, L. (s.f.). *Croa*. Obtenido de ¿Que es el KH y como se mide?: <https://www.croa.com.ar/que-es-el-kh-y-como-se-mide/>

- RD, R. (02 de septiembre de 2022). *reisdigita*. Obtenido de ¿Qué son las brechas y cómo se pueden analizar?: <https://reisdigital.es/analisis/analisis-de-brechas/>
- Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Domotica: <https://dle.rae.es/dom%C3%B3tico>
- Ricardo, R. (16 de abril de 2024). *Variables en la Investigación: Definición, tipos y ejemplos*. Obtenido de Estudiando: <https://estudiando.com/variables-en-la-investigacion-definicion-tipos-y-ejemplos/>
- Ridge, B. V. (15 de diciembre de 2023). *mediummultimedia*. Obtenido de Los principios clave para una interfaz de usuario efectiva: <https://www.mediummultimedia.com/apps/como-debe-ser-una-buena-interfaz-de-usuario/>
- Roa, E. S. (23 de 09 de 2019). *Repositorio Institucional UMNG*. Obtenido de DESARROLLO DE UN SISTEMA DOMÓTICO BASADO EN IOT PARA LA SEGURIDAD RESIDENCIAL Y MEJORAMIENTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO, APLICANDO CONCEPTOS DE BIG DATA: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32454/RoaDiazEdgarStiven_2019.pdf?sequence=1
- Rodrigo, R. (22 de Mayo de 2024). *Estudiando*. Obtenido de Escala Likert: definición, ejemplos y análisis: <https://estudiando.com/escala-likert-definicion-ejemplos-y-analisis/>
- Sanchez, C., Mesa, A., Manrique, C., Calderon, H., Cobo, L., Dorado, R., & Mejia, C. (2014). Diseño e implementación de un prototipo de vivienda domótica basado en las plataformas arduino y android. *Revista Ontare*, 116-132.
- Sanchez, J. (29 de Junio de 2018). *Cómo influye el relieve en el clima*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/como-influye-el-relieve-en-el-clima-1411.html#:~:text=El%20relieve%20influye%20sobre%20la%20temperatura%20y%20los,la%20altitud%20y%20aumenta%20la%20frecuencia%20de%20lluvias.>
- Sandu, E. (13 de mayo de 2024). *metaverso*. Obtenido de La Inteligencia Artificial en la Automatización Doméstica: <https://metaverso.pro/blog/la-inteligencia-artificial-en-la-automatizacion-domestica/>
- Smart Home. (14 de noviembre de 2022). *Domonova*. Obtenido de Evolución de la casa inteligente: de sus inicios a hoy: <https://domonova.com/blog/evolucion-de-la-casa-inteligente-de-sus-inicios-a-hoy/>

- Smarthome. (3 de marzo de 2024). *Qué es la Domótica: Definición, Beneficios y Aplicaciones en tu Hogar*. Obtenido de Smart Home Conected:
<https://www.smarthomeconected.com/hogar/que-es-la-domotica/#:~:text=El%20verdadero%20potencial%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa>
- Sper Scientific. (2023). *Sper Scientific Direct*. Obtenido de Aquarium Test Strips (6 in 1):
<https://sperdirect.com/products/aquarium-test-strips>
- Vidal, S. (11 de enero de 2024). *TecnoBits* . Obtenido de Configura una VPN segura con ZeroTier: <https://tecnobits.com/configura-una-vpn-segura-con-zerotier/>
- Villajulca, J. C. (12 de diciembre de 2012). *instrumentacionycontrol*. Obtenido de Criterios para seleccionar un PLC: <https://instrumentacionycontrol.net/criterios-para-seleccionar-un-plc-2/>
- Wikimica. (31 de enero de 2024). *zschimmer-schwarz*. Obtenido de ¿Qué es el cloro? Usos y curiosidades de este elemento químico: <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-es-cloro-usos-curiosidades/>

ANEXO

Anexo 3

Entrevista a especialistas del campo de la automatización y la electrónica.

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAA AAAAAN_hUxIptUOFU3UIgwNONPTE1TSTJKMzY5R043NV00Ni4u

Entrevista a especialistas

Objetivo de la entrevista: Obtener asesoramiento en la selección, implementación y beneficios de tecnologías de automatización para el hogar, principalmente para la gestión de consumo energético, seguridad, control y monitoreo para mascotas.

Introducción

1. Nombre completo.
2. Edad.
3. Profesión.
4. ¿Podría hablarnos brevemente sobre su experiencia en proyectos de automatización y control electrónico?
5. En su opinión, ¿qué importancia tiene la automatización en los hogares, tanto en términos de comodidad como de ahorro energético?

Automatización del Control de Consumo Energético

6. ¿Qué tecnologías y dispositivos utilizaría usted para monitorear y reducir el consumo de electricidad en un hogar?
7. ¿Qué tan viables considera que son los sistemas de domótica para hogares promedio en términos de instalación, costo y mantenimiento en Costa Rica?

Automatización del Control de Acceso y Seguridad

8. Para portón eléctrico, ¿qué soluciones automatizadas recomienda para mejorar la experiencia de uso, especialmente en condiciones climáticas adversas o desde una motocicleta?
9. ¿Cuál considera usted que es la manera más efectiva y segura para el control de acceso de mascotas sin comprometer la seguridad del hogar?
10. ¿Hay alguna tecnología específica que considere ideal para permitir el acceso automatizado o controlado de mascotas (como sensores, cámaras o puertas especiales)?

Monitoreo de Condiciones Ambientales (Temperatura y pH en Peces)

11. ¿Qué recomendaría para monitorear continuamente condiciones ambientales como temperatura y pH en peceras?

12. ¿Cuáles son las tecnologías de sensores recomienda, que sean precisas y accesibles para esta aplicación en un hogar?

Implementación y Recomendaciones Generales

13. ¿Qué nivel de complejidad espera en la instalación de un sistema integral de monitoreo y control?
14. ¿Qué tipo de capacitación o soporte considera que debería recibir la familia para manejar estos sistemas de manera eficaz y cómoda?
15. ¿Qué desafíos considera que pueden aparecer en la implementación de sistemas de automatización en el hogar?
16. ¿Qué tecnologías o plataformas de automatización recomendaría para centralizar el control de todos estos sistemas, es decir para que sea el “cerebro” del sistema (por ejemplo, aplicaciones específicas, software, asistentes virtuales)?

Cierre de la Entrevista

17. ¿Qué consejo le daría a una familia como la Quirós Coto, que está considerando automatizar y monitorear su hogar?
18. ¿Podría sugerir recursos, marcas o una forma para que el sistema para que sea eficiente y confiable?

Anexo 4

Encuesta para valorar necesidades y preferencias de automatización en el hogar.

https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAANAAN_hUxIptUOUIKS1VDUjJOVE9BQzFQVII5UUdEODdWVy4u

Instrucciones: Por favor, responda las siguientes preguntas desde su perspectiva y experiencia con la influencia de la tecnología en el hogar, el fin de esta encuesta es crear un sistema tecnológico que facilite la comodidad y seguridad en el hogar.

El formulario cuenta con 4 secciones, responda las que considere que correspondan con su condición.

Sección 1: Consumo de agua, luz y Eficiencia

1. Seleccione el rango de su edad.

- 18 a 24 años
- 25 a 34 años
- 35 a 44 años
- 45 a 54 años
- 55 años o mas

2. Ocupación

3. ¿Qué tan importante considera la reducción del consumo de agua y luz en su hogar?

1	2	3	4	5
Nada importante			Muy importante	

4. ¿Suele dejar dispositivos electrónicos conectados o luces encendidas sin darse cuenta?

- SI
- NO

5. En la escala del 1 al 5, ¿Está satisfecho con el consumo actual de agua y luz en su hoja?

1	2	3	4	5
Nada importante			Muy importante	

6. ¿Qué medidas de consumo actuales toma para reducir gastos en la factura del agua y la luz?

-
7. ¿Qué tipos de dispositivos de su hogar le gustaría poder monitorear y controlar fuera de su hogar?
- Línea Blanca (Refrigerador, Arroceras, Microondas, Horno)
 - Televisor
 - Equipo de sonido
 - Puertas y luces
 - Otras: _____

Sección 2: Control de acceso y seguridad

8. ¿Posee usted portón eléctrico? De Seleccionar NO, salte a la pregunta 9
- SI
 - NO

9. ¿Con que frecuencia experimenta problemas de señal con el portón eléctrico, especialmente en condiciones de lluvia?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nada importante Muy importante

10. ¿Qué tan importante es para usted poder abrir y cerrar el portón desde una distancia conveniente (por ejemplo, desde dos casas antes de llegar a su hogar)?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nada importante Muy importante

11. ¿Posee usted mascotas en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la pregunta 12
- SI
 - NO

12. ¿Considera que la forma actual de acceso para su mascota al hogar compromete su seguridad y la de su hogar?
- SI
 - NO

13. ¿Le interesaría un sistema automatizado que permita el acceso seguro de su mascota? (abrir y cerrar las puertas o ventanas desde un dispositivo)
- SI
 - NO

Sección 3: Monitoreo ambiental (Peceras)

14. ¿Posee usted peceras en su hogar? De Seleccionar NO, salte a la sección 4
- SI
 - NO
15. ¿Con que frecuencia monitorea usted actualmente el pH y la temperatura de las peceras?
- Diariamente
 - Cada 2-3 días
 - Semanalmente
 - Cada 2 semanas
 - Mensualmente
 - Nunca monitoreo el pH
16. ¿Está satisfecho con su método actual para monitorear las peceras?
- SI
 - NO
17. ¿Qué le gustaría mejorar para monitorear las condiciones de las peceras?
-

Sección 4: Uso General y Preferencias

18. En tecnología ¿Cuál de los siguientes considera el beneficio principal de un sistema de automatización?
- Ahorro de energía
 - Mayor seguridad
 - Comodidad
 - Monitoreo y control remoto
 - Ahorro de tiempo
 - Cuidado de mascotas
 - Personalización
 - Otras: _____

19. ¿Qué tan importante es para usted que un sistema sea fácil de utilizar?

1	2	3	4	5
Nada importante			Muy importante	

20. Si tuvieras una varita mágica, ¿Qué automatizarías de su hogar?
-

Agradezco el tiempo tomado para responder esta encuesta, todas sus respuestas su importantes y de gran ayuda para implementar un sistema de control y monitoreo que se ajuste a sus necesidades y expectativas de un hogar inteligente.

Anexo 5

Instrucciones para realizar medición de parámetros de las peceras con las tiras de prueba.

En el momento de adquirir las tiras, estas son de la siguiente manera.

Figura 62

Tira de prueba

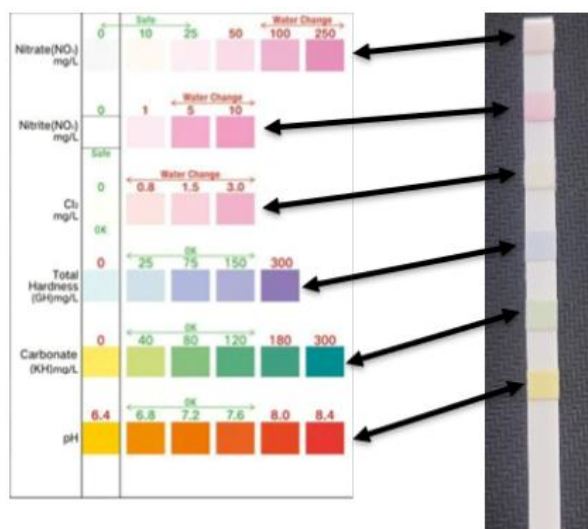


Fuente: Elaboración propia (Coto Espinoza, 2024).

Las tiras se deben manipular por la parte marcada con el cuadro verde y se debe introducir al agua la parte marcada con el cuadro naranja durante 2 segundos e inmediatamente se podrá ver los resultados del agua en la tira de pruebas, para interpretar estos resultados se necesita la tabla facilitada por el mismo producto y el análisis se realiza de la siguiente manera.

Figura 63

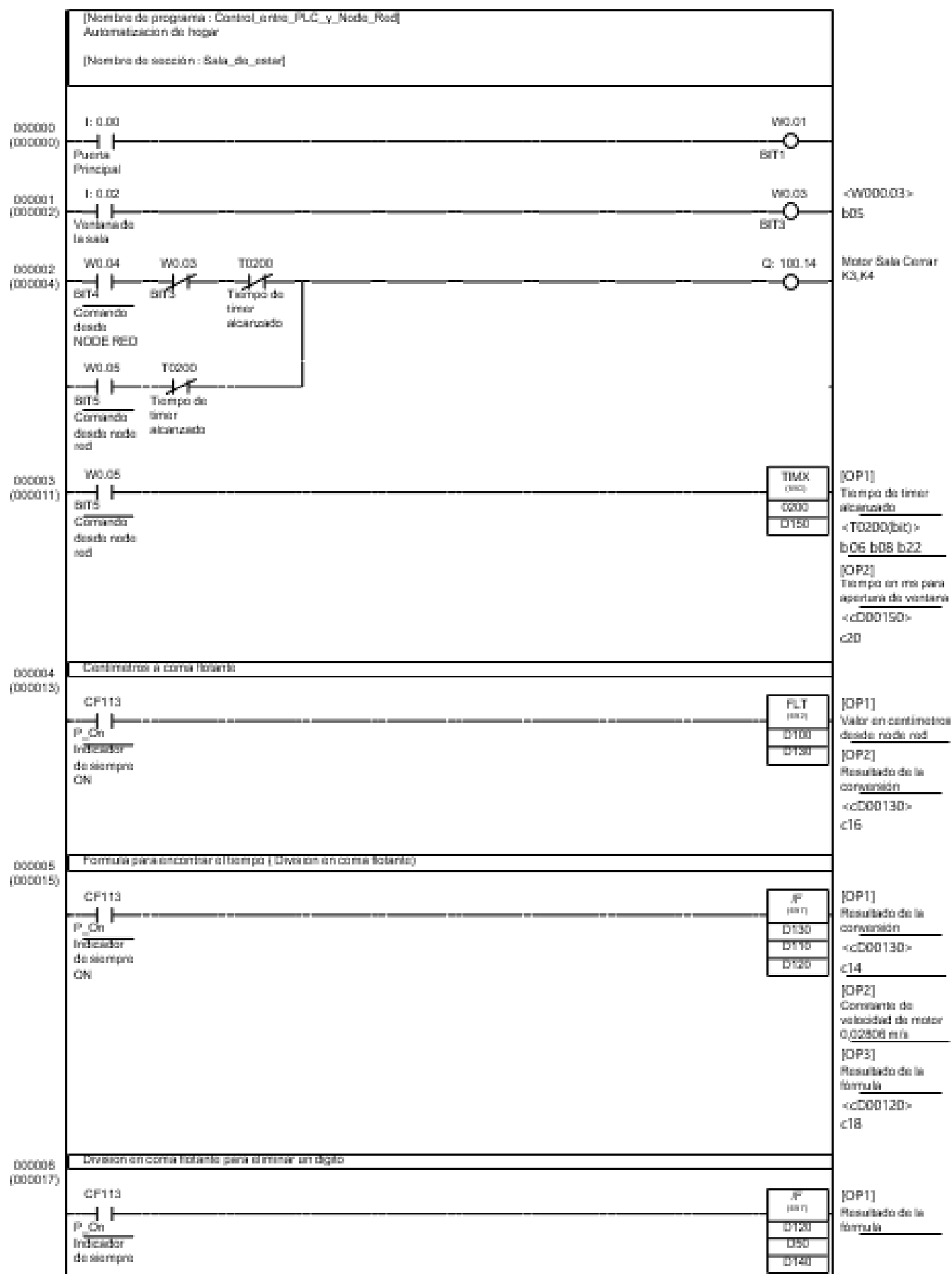
Mediciones con tira

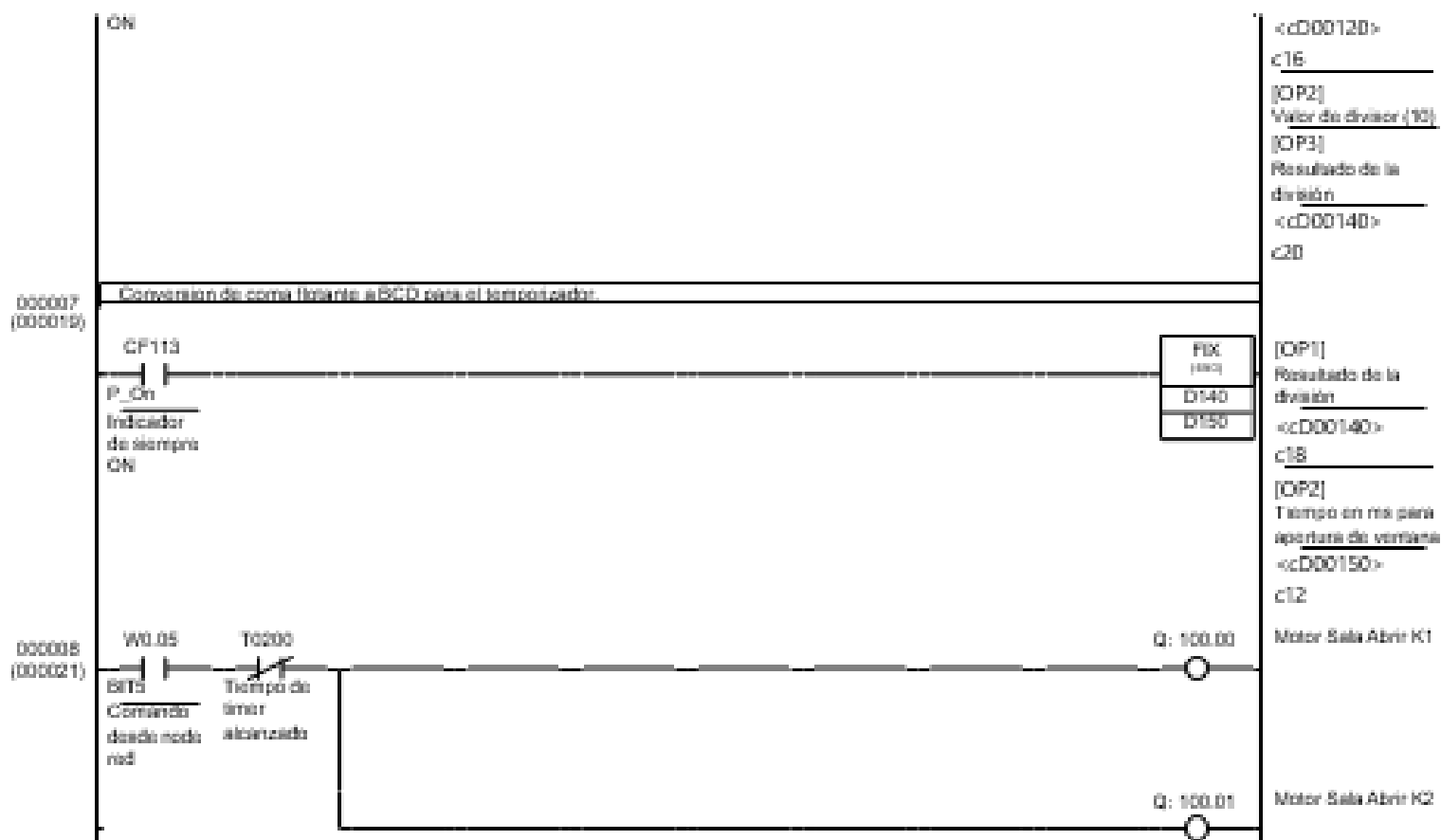


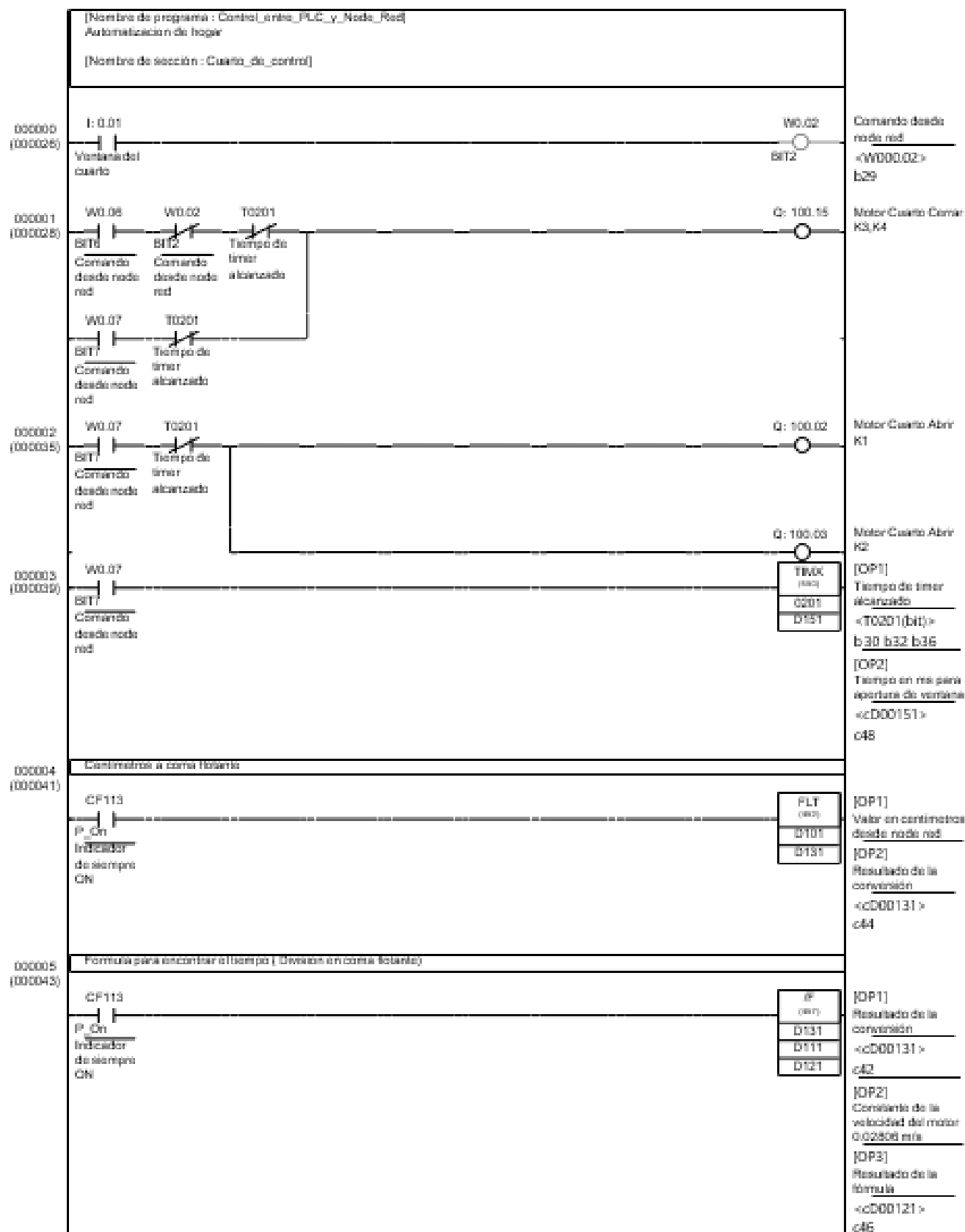
Fuente: (Sper Scientific, 2023).

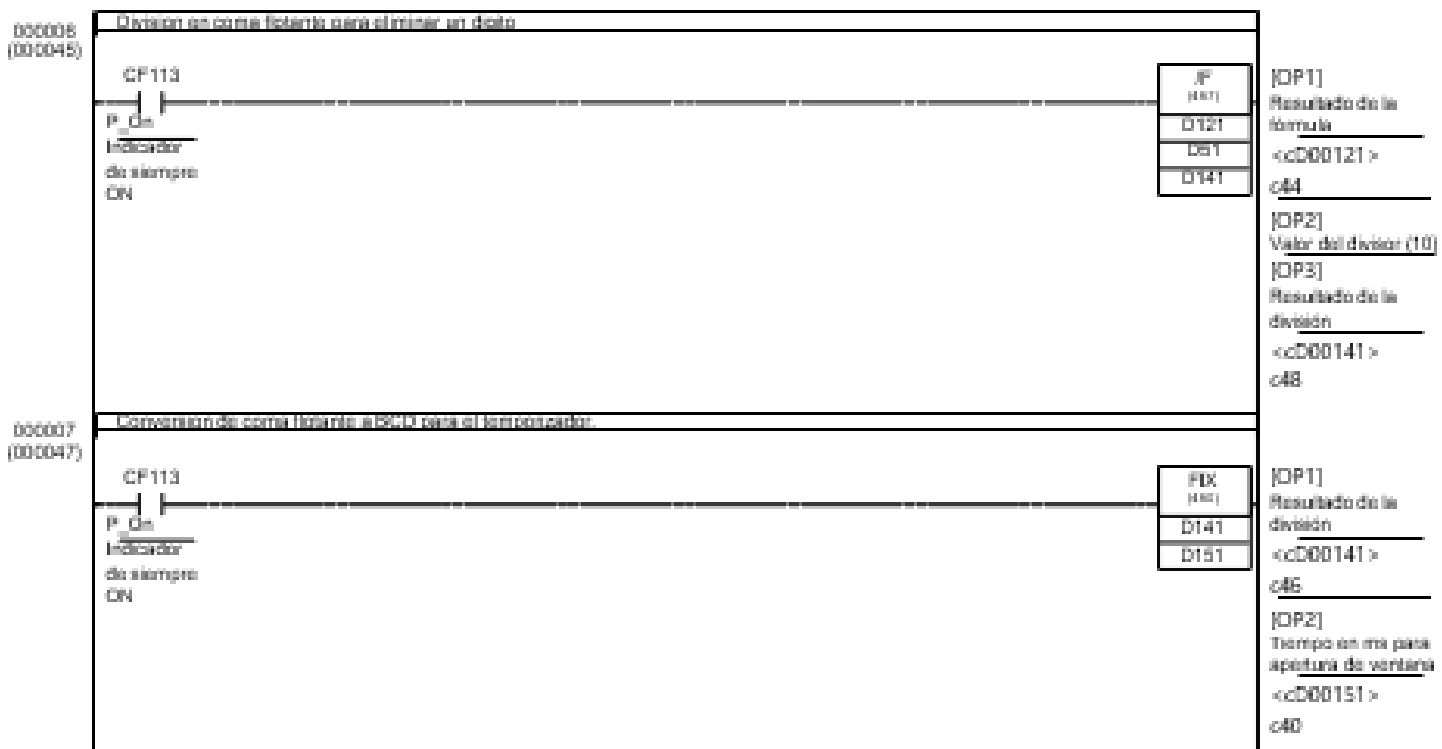
Por lo que en el momento de realizar el análisis, se debe comparar el color en el cuadro reactivo con el de la tabla del producto para conocer el nivel del parámetro medido.

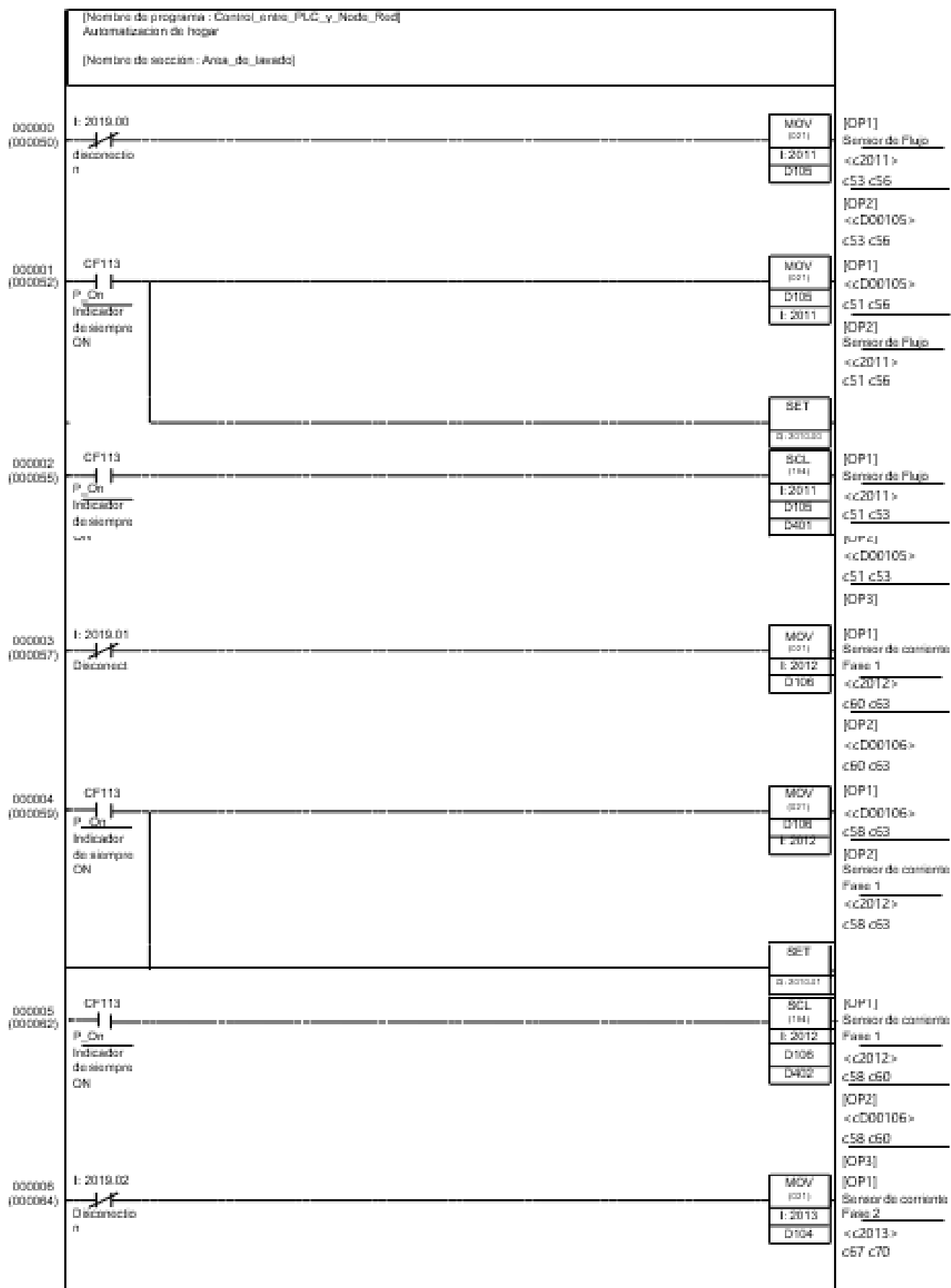
Anexo 6

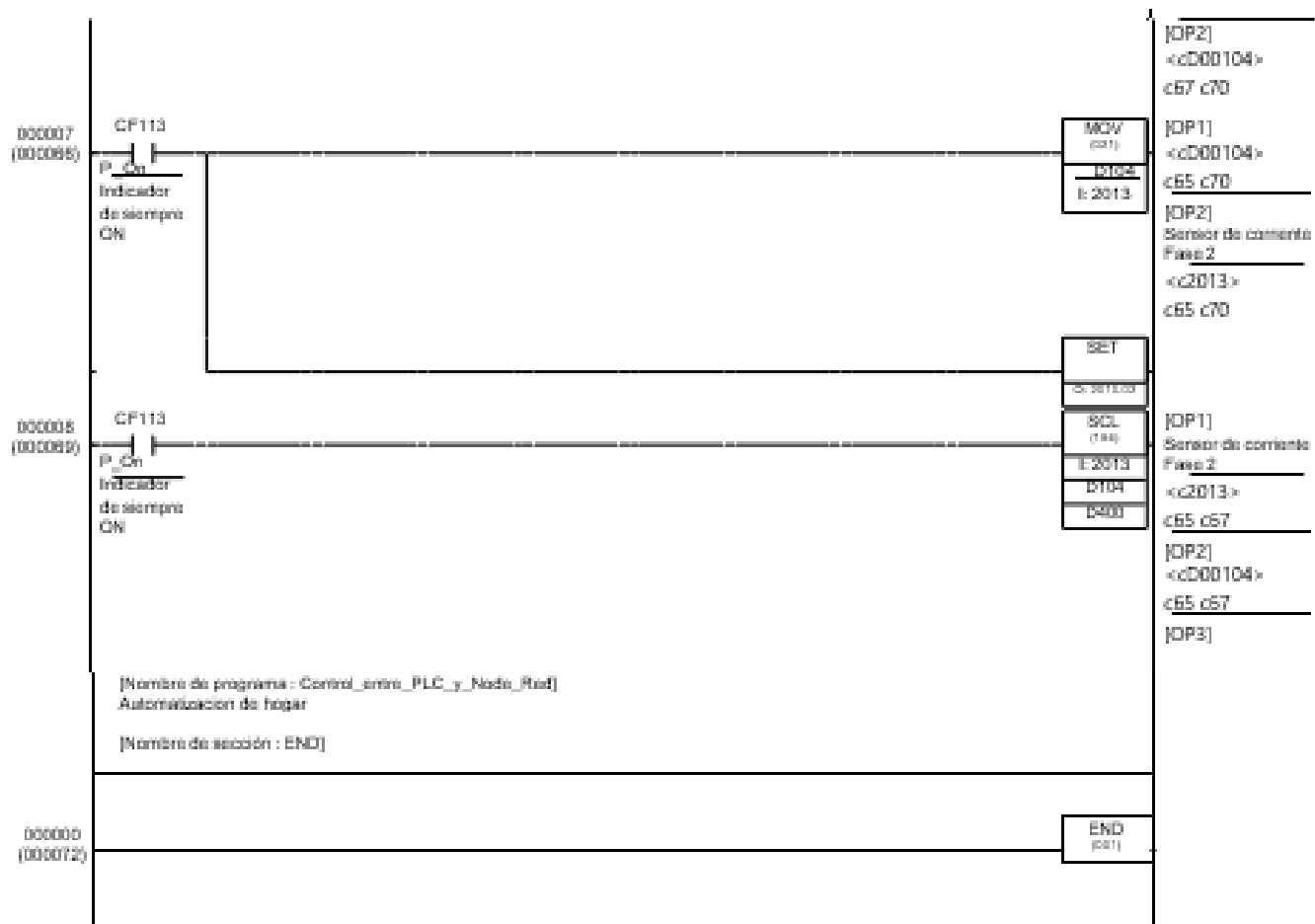












0.00	Puerta Principal Sala_de_estar IN: a00	W000.05	Comando desde nodo red Sala_de_estar IN: a07 a11 a21
0.01	Ventana del cuarto Cuarto_de_control IN: a25	W000.06	Comando desde nodo red Cuarto_de_control IN: a25
0.02	Ventana de la sala Sala_de_estar IN: a02	W000.07	Comando desde nodo red Cuarto_de_control IN: a31 a35 a39
100.00	Motor Sala Aban K1 Sala_de_estar OUT: a23	T0000(hz)	Tiempo de timer alcanzado Sala_de_estar OUT: a12 IN: b06 b08 b22
100.01	Motor Sala Aban K2 Sala_de_estar OUT: a24	T0201(hz)	Tiempo de timer alcanzado Cuarto_de_control OUT: a40 IN: b30 b32 b36
100.02	Motor Cuarto Aban K1 Cuarto_de_control OUT: a37	D00050	Valor de divisor (10) Sala_de_estar 18
100.03	Motor Cuarto Aban K2 Cuarto_de_control OUT: a38	D00051	Valor del divisor (10) Cuarto_de_control 48
100.14	Motor Sala Cama K3,K4 Sala_de_estar OUT: a10	D00100	Valor en centímetros desde nodo red Sala_de_estar 14
100.15	Motor Cuarto Cama K3,K4 Cuarto_de_control OUT: a34	D00101	Valor en centímetros desde nodo red Cuarto_de_control 42
2010.00	Area_de_lavado OUT: a64	D00104	Area_de_lavado 65 67 70
2010.01	Area_de_lavado OUT: a61	D00105	Area_de_lavado 51 53 56
2010.02	Area_de_lavado OUT: a68	D00108	Area_de_lavado 58 60 63
2011	Sensor de Flujo Area_de_lavado 51 53 56	D00110	Constante de velocidad de motor 0,02808 m/s Sala_de_estar 18
2012	Sensor de corriente Fase 1 Area_de_lavado 58 60 63	D00111	Constante de la velocidad del motor 0,02808 m/s Cuarto_de_control 44
2013	Sensor de corriente Fase 2 Area_de_lavado 65 67 70	D00120	Resultado de la fórmula Sala_de_estar 18 18
2019.00	Disconexión Area_de_lavado IN: b50	D00121	Resultado de la fórmula Cuarto_de_control 44 48
2019.01	Disconect Area_de_lavado IN: b57	D00130	Resultado de la conversión Sala_de_estar 14 18
2019.02	Disconexión Area_de_lavado IN: b64	D00131	Resultado de la conversión Cuarto_de_control 42 44
W000.01	Sala_de_estar OUT: a01	D00140	Resultado de la división Sala_de_estar 18 20
W000.02	Comando desde nodo red Cuarto_de_control OUT: a27 IN: b29	D00141	Resultado de la división Cuarto_de_control 48 48
W000.03	Sala_de_estar OUT: a03 IN: b05	D00150	Tiempo en ms para apertura de ventana Sala_de_estar 12 20
W000.04	Comando desde NODE RED Sala_de_estar IN: a04	D00151	Tiempo en ms para apertura de ventana Cuarto_de_control 40 48

D00400	Área_de_lavado 70
D00401	Área_de_lavado 98
D00402	Área_de_lavado 83

Nombre de PLC	Nombre de Programa	Nombre de Sección	Iniciar paso núm.	Finalizar paso núm.	Páginas
Proyecto_Heylin_Cato_Espino					3
	Control_entre_PLC_y_Nodo_R				3
		Sala_de_estar	0	24	2
		Cuarto_de_control	28	48	2
		Área_de_lavado	50	70	2
		END	72	72	1

Anexo 7

Programación de Arduino para las peceras.

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_GFX.h>
```

```
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

```
#include <SimpleTimer.h>
```

```
SimpleTimer timer;
```

```
float calibration_value = 21.34 - 0.7;
```

```
int phval = 0;
```

```
const int AnalogIn2 = A2;
```

```
int pinRead2 = 0;
```

```
float sensorValue2 = 0;
```

```
float temp3= 0;
```

```
unsigned long int avgval;
```

```
int buffer_arr1[10],temp1;
```

```
int buffer_arr2[11],temp2;
```

```
float ph_act1;
```

```
float ph_act2;
```

```
// for the OLED display
```

```
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
```

```
#define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
```

```
// Declaration for an SSD1306 display connected to I2C (SDA, SCL pins)
```

```
#define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
```

```

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

float calibph7 = 2.50; // example voltage at pH 7 calibration point
float calibph4 = 3.00; // example voltage at pH 4 calibration point

float m;

float b;

void setup()
{
  m = (4.0 - 7.0) / (calibph4 - calibph7);
  b = 7.0 - m * calibph7;

  Wire.begin();

  Serial.begin(9600);

  Serial.println("CLEARDATA");

  Serial.println("LABEL,Hora,Segundos,Temperatura");//Excel

  Serial.println("RESETTIMER");

}

void loop() {

  float Voltage = analogRead(A0) * 5 / 1024;

  int sensorValue2 = analogRead(A2) ;

  pinRead2 = analogRead(AnalogIn2);

  sensorValue2 = ((pinRead2*1.304)-685.75);//Calibracion: Valor
resistencia*pendiente=intercepto

  Serial.print("DATA,TIME,TIMER,");

  Serial.print(",");

  Serial.println(sensorValue2);

  delay(30);

```

```
float pHValue = m * Voltage + b;

for(int i=0;i<10;i++)
{
buffer_arr1[i]=analogRead(A0);
delay(30);
}

for(int i=0;i<9;i++)
{
for(int j=i+1;j<10;j++)
{
if(buffer_arr1[i]>buffer_arr1[j])
{
temp1=buffer_arr1[i];
buffer_arr1[i]=buffer_arr1[j];
buffer_arr1[j]=temp1;
}
}

buffer_arr2[i]=analogRead(A1);
delay(30);
}

for(int i=0;i<9;i++)
{
for(int j=i+1;j<10;j++)
{
if(buffer_arr2[i]>buffer_arr2[j])
{
```

```
temp2=buffer_arr2[i];
buffer_arr2[i]=buffer_arr2[j];
buffer_arr2[j]=temp2; } } }
avgval=0;
for(int i=2;i<8;i++)
avgval+=buffer_arr1[i];
float volt=(float)avgval*5.0/1024/6;
ph_act1 = -3.85 * volt + calibration_value;
  avgval=1;
for(int i=2;i<8;i++)
avgval+=buffer_arr2[i];
  ph_act2 = -3.84 * volt + calibration_value;
String StrUno = "Valor PH Sensor N°1: ";
String StrDos = StrUno + ph_act1;
Serial.println(StrDos);
  delay(1000);
  String StrTres = "Valor PH Sensor N°2: ";
String StrCuatro = StrTres + ph_act2;
Serial.println(StrCuatro);
Serial.println(sensorValue2);
delay(1000); } } }
```

Anexo 8

Programación Arduino Uno Emisor

Nota: el programa es el mismo para la moto y el carro, la diferencia es la línea 56:

```
char radiopacket[41]="!Vehiculo cerca!";
```

```
char radiopacket[41]="!Motocicleta cerca!";
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <RH_RF69.h>
```

```
#define RF69_FREQ 915.0
```

```
#if defined (__AVR_ATmega328P__)
```

```
#define RFM69_INT 2 // DIO 0
```

```
#define RFM69_CS 10 // S/NSS
```

```
#define RFM69_RST 8 // RESET
```

```
#define rojo 9
```

```
#define PLACA "_AVR_ATmega328P"
```

```
#endif
```

```
RH_RF69 rf69(RFM69_CS, RFM69_INT);
```

```
const int BOTON = 7;
```

```
int val=0;
```

```
int16_t packetnum = 0;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(BOTON,INPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
```

```

while (!Serial) { delay(100); } // Para monitor serie con la PC.

pinMode(RFM69_RST, OUTPUT);

digitalWrite(RFM69_RST, LOW);

Serial.println("Transmisor RFM69 Master");

Serial.println();

// Reseteo de inicio

digitalWrite(RFM69_RST, HIGH);

delay(10);

digitalWrite(RFM69_RST, LOW);

delay(10);

Serial.println("Iniciando...");

if (!rf69.init()) {

pinMode(rojo, OUTPUT);

digitalWrite(rojo,LOW);

Serial.println("Fallo en el Transmisor");

while (1);

}

Serial.println("Arranque correcto");

if (!rf69.setFrequency(RF69_FREQ)) {

Serial.println("Fallo seteo de frecuencia");

}

rf69.setTxPower(-18,true);

uint8_t key[] = { 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08,

```

```

0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08};

rf69.setEncryptionKey(key);

Serial.print("RFM69 radio @"); Serial.print((int)RF69_FREQ); Serial.println(" MHz");
}

// Inicio de ciclo de envio de datos

void loop() {

delay(20);

val=digitalRead(BOTON);

if (val==HIGH){

char radiopacket[41]="!Vehiculo cerca!";

itoa(val, radiopacket+41, 10);

rf69.send((uint8_t *)radiopacket, strlen(radiopacket));

delay(5); // tiempo entre transmisiones

digitalWrite(RFM69_RST, HIGH);

delay(10);

digitalWrite(RFM69_RST, LOW);

delay(15);

Serial.println("Envio de datos");

if (!rf69.init()) {

pinMode(rojo, OUTPUT);

digitalWrite(rojo,LOW);

Serial.println("Fallo en el Transmisor");

while (1);

}

Serial.println("Enviado");

```

```
if (!rf69.setFrequency(RF69_FREQ)) {  
  Serial.println("Fallo seteo de frecuencia");  
}  
  
rf69.setTxPower(-18,true);  
  
uint8_t key[] = { 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08,  
0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08};  
rf69.setEncryptionKey(key);  
Serial.print("RFM69 radio @"); Serial.print((int)RF69_FREQ); Serial.println(" MHz");  
delay(30);  
}  
  
void Blink(byte PIN, byte DELAY_MS, byte loops) {  
  for (byte i=0; i<loops; i++) {  
    digitalWrite(PIN,HIGH);  
    delay(DELAY_MS);  
    digitalWrite(PIN,LOW);  
    delay(DELAY_MS);  
  }  
}
```

Anexo 9

Programación de torre de control (receptor)

```
#include <SPI.h>

#include <RH_RF69.h>

#define RF69_FREQ 915.0

#if defined (__AVR_ATmega328P__) // Feather 328P w/wing
#define RFM69_INT 2 //
#define RFM69_CS 10 //
#define RFM69_RST 8 // "A"
#define LED 13
#define PLACA "_AVR_ATmega328P"
#endif

int Beep = 7;

RH_RF69 rf69(RFM69_CS, RFM69_INT);

int16_t packetnum = 0;

unsigned long beepStartTime = 0; // Variable para almacenar el tiempo de inicio del beep
bool beepActive = false; // Estado del beep
unsigned long lastSignalTime = 0; // Tiempo de la última señal recibida
const unsigned long signalCooldown = 1000; // minutos en milisegundos

void setup()
{
    pinMode(Beep, OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);

while (!Serial) { delay(100); }

pinMode(LED, OUTPUT);

pinMode(RFM69_RST, OUTPUT);

digitalWrite(RFM69_RST, LOW);

Serial.println("Transmisor RFM69 ESCLAVO");

Serial.println();

// manual reset

digitalWrite(RFM69_RST, HIGH);

delay(10);

digitalWrite(RFM69_RST, LOW);

delay(10);

Serial.println("Iniciando...");

if (!rf69.init()) {

    digitalWrite(Beep, LOW);

    Serial.println("Fallo en el Transmisor");

    while (1);

}

Serial.println("Arranque correcto");

if (!rf69.setFrequency(RF69_FREQ)) {

    Serial.println("Fallo seteo de frecuencia");

}

rf69.setTxPower(20, true);
```

```

uint8_t key[] = { 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08,
                 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08 };
rf69.setEncryptionKey(key);

pinMode(LED, OUTPUT);

Serial.print("RFM69 radio @"); Serial.print((int)RF69_FREQ); Serial.println(" MHz");
}

void loop() {
    unsigned long currentMillis = millis(); // Obtener el tiempo actual

    // Comprobar si han pasado 5 minutos desde la última señal
    if (currentMillis - lastSignalTime >= signalCooldown) {
        if (rf69.available()) {
            // Debería haber un mensaje
            uint8_t buf[RH_RF69_MAX_MESSAGE_LEN];
            uint8_t len = sizeof(buf);

            if (rf69.recv(buf, &len)) {
                if (len) {
                    buf[len] = 0;
                    Serial.println((char*)buf);
                    digitalWrite(Beep, HIGH); // Encender el Beep
                    beepStartTime = currentMillis; // Guardar el tiempo actual
                    beepActive = true; // Activar el beep
                }
            }
        }
    }
}

```

```
        lastSignalTime = currentMillis; // Actualizar el tiempo de la última señal
    }
} else {
    Serial.println("Receive failed");
}
}
}

// Comprobar si el beep está activo
if (beepActive) {
    // Modificar tiempo.
    if (currentMillis - beepStartTime >= 500) {
        digitalWrite(Beep, LOW); // Apagar el beep
        beepActive = false; // Desactivar el estado del beep
    }
}
}
```

Anexo 10

Diagrama eléctrico

