

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

“CONTROLADOR DE ON/OFF A DISTANCIA A TRAVES DE LA RASPBERRY PI 4”

Trabajo de titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
ELECTRONICA

Alumno:

Javier Ignacio Fellenberg Cárdenas

Profesor Guía:

Mag. Guelis Montenegro Zamora



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Controlador de On/Off a distancia a través de la Raspberry PI 4

Nombre del candidato(a): Javier Ignacio Fellenberg Cárdenas

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Electrónica

Campus: Sede Viña del Mar Departamento: ELECTROTECNICA E INFORMATICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Guelis Montenegro Zamora, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses 12 meses 2 años 3 años 5 años 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 16-10-2025

Firma: Guelis Montenegro Z.
Guelis Montenegro Z. (Oct 17, 2025 15:43:29 ADT)

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 16-10-2025

Firma: Javier

RESUMEN

KEYWORDS: Sistemas de control electrónico, Aplicación Raspberry, sistema operativo, Motores, válvulas, Home Assistant duckdns remote access.

El presente proyecto describe el diseño de control y funcionamiento de tres elementos tales como electroválvulas, bomba sumergible y portón eléctrico, los cuales constan de un circuito electromecánico el cual es comandado por activación eléctrica. Se procederá a la confección de un sistema tecnológico, adaptándolo al sistema eléctrico o electromecánico, con el fin de obtener mayor seguridad, controlar a distancia en forma inalámbrica, optimización del tiempo y disminuir costos, para así facilitar el uso diario de estos elementos y mantenerlos 100 % conectados a la red y al alcance de un botón en un equipo móvil o dispositivo con conexión a red internet.

En el primer capítulo se describen los elementos a controlar, sus principios de funcionamiento, el área en que se desempeñan, ya sea en un contexto a gran escala como lo son las industrias o a menor escala tal como lo es el uso doméstico, además se hace hincapié explicando los componentes de cada elemento, vale decir, actuadores, cargas, corrientes, bobinados, transformadores, voltajes y se mencionan además otras aplicaciones como referencias.

Posteriormente, en el segundo capítulo se hace referencia a la metodología a utilizar para la programación del control del sistema eléctrico de cada elemento en forma virtual, se presentan los circuitos a utilizar, se explican los componentes, sus elementos, conexiones, datos técnicos, su configuración y también la forma como trabaja el circuito, además se menciona el software que se utilizará para tener el control inalámbrico sobre el circuito electromecánico.

Concluyendo, en este proyecto se desarrolla el proceso de comunicación de la Raspberry pi 4 B con el internet de las cosas, se implementa la construcción y elaboración del sistema inalámbrico de control, plataforma a utilizar, la Home Assistant, datos del registro de la cuenta Git Hub, la metodología de trabajo, como se origina la idea y la puesta en marcha de esta y para finalizar se determina la viabilidad económica de aplicar esta tecnología para el adecuado desarrollo tecnológico actual.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1: ELEMENTOS ELECTRICOS A AUTOMATIZAR	3
1. ELEMENTOS ELECTRICOS A AUTOMATIZAR	4
1.1 SISTEMA ELECTRICO	4
1.1.1 Características de los sistemas eléctricos	5
1.1.2 Conceptos básicos de un sistema eléctrico.....	5
1.1.3 Elementos de un sistema eléctrico	7
1.1.4 Leyes de los sistemas eléctricos	9
1.2 MOTOR ELÉCTRICO VELOTI 600	13
1.2.1 Aplicaciones.....	13
1.2.2 Características técnicas motor de corredera	13
1.2.3 Conexión de accesorios.....	14
1.3 MOTOR DE POZO PROFUNDO BESTFLOW	15
1.3.1 Especificaciones técnicas	16
1.3.2 Esquema de Conexión para Motores Trifásicos	17
1.3.3 Motores con una Línea de Alimentación Principal	18
1.3.4 Motores con Dos o más Líneas de Alimentación Principal	19
1.3.5 Observaciones Generales.....	20
1.3.6 Protección Contra Corto Circuito	21
1.3.7 Simbología Eléctrica	23
1.4 VÁLVULA SOLENOIDE	24
1.4.1 Características de fabricación	25
1.4.2 Especificaciones de la electroválvula Baccara 24Vac.....	25
1.4.3 Aplicaciones comunes	26
1.5 TABLEROS ELÉCTRICOS	26
1.5.1 Tablero Eléctrico.....	26
1.5.2 Elementos comunes de un tablero eléctrico	26
1.5.3 Tipos de tableros eléctricos.....	27
1.5.4 Normas Aplicables depende del país	27
1.5.5 Diseñar o armar un tablero	27
1.6 DESIGNACION DE DISPOSITIVOS Y FUNCIONES	28
1.7 SISTEMA DE LAZO DE CONTROL POR REALIMENTACION	29
1.8 PROBLEMAS Y SOLUCIONES.....	30
1.9 OBJETIVOS.....	31
1.9.1 Objetivo general.....	31
1.9.2 Objetivos específicos.....	31
CAPITULO 2: DIAGRAMAS, PLANOS EN GENERAL, ESQUEMAS PARA CONEXIONES	32

2.	DIAGRAMAS, PLANOS EN GENERAL, ESQUEMAS PARA CONEXIONES	33
2.1	PLANOS GENERALES	33
2.2	DIAGRAMAS	34
2.2.1	Diagramas conexión de fuerza	34
2.2.2	Diagrama ANSI de Control y Fuerza en un Motor Eléctrico	42
2.2.3	Diagrama Ladder	44
2.3	ESQUEMA DE CONEXIÓN	45
2.3.1	Designación de los puntos de conexión de contactos	45
2.3.2	La designación K1M.....	46
2.3.3	La designación de fusibles F1F y F2F	47
2.4	ARRANQUE Y PARO DE MOTOR.....	47
2.5	ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS	48
2.6	CONEXIÓN UNIFILAR	50
CAPITULO 3: DESARROLLO, PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO Y EVALUACION ECONOMICA52		
3.	DESARROLLO, PROGRAMACION DEL PROYECTO Y EVALUACION ECONOMICA.....	53
3.1	LA RASPBERRY PI	53
3.1.1	Detalles Técnicos Raspberry PI 4 B.....	54
3.1.2	Aplicaciones de la Raspberry PI.....	55
3.2	HOME ASSISTANT	55
3.3	FUNCIONAMIENTO PROGRAMA DE CONTROL INALÁMBRICO.....	56
3.3.1	Creación de Imagen en Micro SD de Home Assistant.....	57
3.3.2	Configurar los pines Gpio en Home Assistant	59
3.3.3	Configuración de la visualización de switches en el panel de resumen de Home Assistant 63	
3.3.4	Conexión del módulo relé al GPIO de la Raspberry PI para control de dispositivos de hasta 250 V AC.....	65
3.3.5	Modulo Grove relay HLS8L-DC3V-S-C	66
3.4	CONFIGURACION DE ACCESO REMOTO DESDE CUALQUIER PARTE DEL MUNDO ..	67
3.4.1	Requisitos previos	67
3.4.2	Registro GitHub	67
3.4.3	Registro en DuckDNS.....	69
3.4.4	Integración de NGINX en Home Assistant.....	76
3.4.5	Código para bloquear direcciones IP por intentos fallidos en Home Assistant .	79
3.4.6	Programar Home Assitant con aplicación móvil Authenticator.....	80
3.4.7	Apertura de puertos en el router para acceso remoto a Home Assistant.....	81
3.5	VERIFICACIÓN DE APERTURA DE PUERTOS, DOMINIO Y AUTENTICADOR.....	85
3.6	ARMADO DE MAQUETA ELECTROVÁLVULAS PARA SISTEMA DE REGADÍO	86
3.6.1	Montaje Hidráulico.....	86
3.6.2	Montaje eléctrico para control de electroválvulas	89

3.6.3	Tablero para Raspberry pi 4	92
3.7	TABLERO DE CONTROL DE MOTOR	93
3.7.1	Montaje de componentes.....	94
3.7.2	Control de activación de motor	95
3.7.3	Relé Térmico.....	96
3.8	ESTUDIO ECONOMICO.....	97
3.8.1	Listado de materiales de Obra Civil.....	97
3.8.2	Listado de materiales Eléctricos.....	98
3.8.3	Listado de componentes eléctricos y electrónicos	99
3.8.4	Listado de Horas Hombres para la implementación.....	100
3.8.5	Proyección de costos y escalabilidad del proyecto.....	100
3.9	VIABILIDAD DEL PROYECTO	101
	CONCLUSIONES.....	102
	BIBLIOGRAFIA	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Motor veloti	13
Figura 1-2	Conexiones motor veloti	14
Figura 1-3	Placa electrónica de motor veloti	15
Figura 1-4	Bomba sumergible	16
Figura 1-5	Curva de comportamiento hidráulico.....	17
Figura 1-6	Conexiones de motor	18
Figura 1-7	Conexión de motor monofásico.....	19
Figura 1-8	Ejemplo multifilar de un automatismo	22
Figura 1-9	Diagrama de contactos	23
Figura 1-10	Válvula solenoide	24
Figura 1-11	Esquema de electroválvula	25
Figura 1-12	Ejemplo tablero de control	27
Figura 1-13	Diagrama de bloques de un proceso con un controlador por realimentación.....	29
Figura 2-1	Plano eléctrico ejemplo.....	34
Figura 2-2	Accionamientos de fuerza.....	35
Figura 2-3	Contactos eléctricos	37
Figura 2-4	Contacto y conmutador	40
Figura 2-5	Contactos para diagramas de control.....	41
Figura 2-6	Diagrama de fuerza y diagrama de control del motor.....	43
Figura 2-7	Diagrama ANSI de motor	44
Figura 2-8	Diagrama en formato ladder.....	44

Figura 2-9 Diagrama de control de relé	46
Figura 2-10 Ejemplo de componentes en el esquema de conexión	46
Figura 2-11 Ejemplo de simbología DIN	47
Figura 2-12 Plano y diagrama eléctrico.....	48
Figura 2-13 Arranque directo de motor	49
Figura 2-14 Diagrama de fuerza de control de motores.....	50
Figura 2-15 Circuito de conexiones de válvula y pulsador de botón	51
Figura 3-1 Raspberry PI Model 4 B.....	53
Figura 3-2 Componente de la Raspberry PI 4 model B	54
Figura 3-3 Home Assistant	55
Figura 3-4 Logo Home Assistant y Raspberri PI.....	56
Figura 3-5 Identificación de localización de tarjeta SD	57
Figura 3-6 Pagina de bienvenida de Home Assistant.....	58
Figura 3-7 Configuración de dirección IP estática.....	59
Figura 3-8 Integraciones de complemento Raspberry Pi GPIO en Home Assistant.....	60
Figura 3-9 Integración de complemento Studio Code Server	60
Figura 3-10 Panel de Studio Code Server	61
Figura 3-11 Conexión de Home Assistan con pines GPIO Raspberry	62
Figura 3-12 GPIO Pines	63
Figura 3-13 Resumen para añadir vista.....	63
Figura 3-14 Configuración de vista.....	64
Figura 3-15 Vista vasa principal.....	64
Figura 3-16 Disposición de interruptores de accionamiento para motores y portón	65
Figura 3-17 Diagrama conexión sistema automatizado de electroválvulas.	66
Figura 3-18 Relé de HLS8L-DC3V-S-C.....	67
Figura 3-19 Inicio de GitHub para registrarse	68
Figura 3-20 Verificación para activación del registro.....	68
Figura 3-21 Pantallas de verificación de email.....	69
Figura 3-22 Inicio sesión GitHub	69
Figura 3-23 Pantalla para Inicio de sesión DuckDNS.....	70
Figura 3-24 Autorización para inicio con GitHub	70
Figura 3-25 Inicio de DuckDNS con GitHub.....	71
Figura 3-26 Incorporación de Domain.....	71
Figura 3-27 Creación de Domain con DuckDNS	72
Figura 3-28 Complemento Duck DNS.....	72
Figura 3-29 Configuración de Duck DNS en Home Assistant	73
Figura 3-30 Confirmación de certificados	73
Figura 3-31 Copia de los certificados SSL para Home Assistant.....	74
Figura 3-32 Copia de certificados en configuration.yaml	74

Figura 3-33 Activación de Duck DNS en Home Assistant	75
Figura 3-34 Registro de Duck DNS para verificar inicio	76
Figura 3-35 Complemento NGINX.....	76
Figura 3-36 Configuración de NGINX	77
Figura 3-37 Activación de NGINX para los certificados.....	77
Figura 3-38 Código de NGINX para configuration.yaml	78
Figura 3-39 Registro de NGINX en Home Assistant	78
Figura 3-40 Código para restringir IP	79
Figura 3-41 Configuration.yaml con códigos incorporados	80
Figura 3-42 Activación para módulos de autenticación multifactor.....	81
Figura 3-43 Apertura símbolo del sistema	82
Figura 3-44 Solicitud de ipconfig en CMD	82
Figura 3-45 Ingreso a router por dirección IP	83
Figura 3-46 Usuario y clave del router	83
Figura 3-47 Acceso para configurar puertos	84
Figura 3-48 Apertura de puertos 8123.....	84
Figura 3-49 Inicio de sesión.....	85
Figura 3-50 Comprobación con código de multifactor	85
Figura 3-51 Home de inicio	86
Figura 3-52 Electroválvula baccara con terminales HI	87
Figura 3-53 Electroválvula con unión americana	87
Figura 3-54 Ensamblado en paralelo de las electroválvulas	88
Figura 3-55 Imagen de ensamblaje	88
Figura 3-56 Electroválvulas conectadas	88
Figura 3-57 Fijación de las electroválvulas.....	89
Figura 3-58 Display de 8 relay	90
Figura 3-59 Caja estanca del sistema de control de las electroválvulas	90
Figura 3-60 Raspberry con cables Jumper	91
Figura 3-61 Display de relay conectado	91
Figura 3-62 Tablero para Rapsberry PI y transformador	92
Figura 3-63 Tablero de control para bomba centrifuga.....	93
Figura 3-64 Distribución de componentes eléctrico de protección.....	95
Figura 3-65 Contactores para la activación manual y activación automática	95
Figura 3-66 Relé Térmico.....	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Definiciones de componentes electrónicos	12
Tabla 1-2 Características técnicas	15
Tabla 1-3 Comparación de bombas.....	17
Tabla 1-4 Tipo de conexión de motores.....	18
Tabla 1-5 Símbolos eléctricos.....	24
Tabla 1-6 Formatos de tableros	27
Tabla 1-7 Designación del tipo de dispositivos.	28
Tabla 2-1 Numeración de contacto	40
Tabla 3-1 Materiales civiles	97
Tabla 3-2 Materiales eléctricos	98
Tabla 3-3 Componentes eléctricos y electrónicos	99
Tabla 3-4 Horas hombres para la implementación.....	100
Tabla 3-5 Total de gastos.....	100
Tabla 3-6 Venta del proyecto	100

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

DIN	:	Norma Industrial Alemana – Estándar Alemán
ANSI	:	Instituto de Normalización Nacional de Estados Unidos de América – Estándar Americano.
IEC	:	Comisión Electrotécnica Internacional – Estándar Europeo
BS	:	Estándar Británico
JIS	:	Japón
NEMA	:	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de Estados Unidos de América
COM	:	Puerto Serial en una Computadora
GPIO	:	Entrada/Salida de Propósito General
SWITCH	:	Interruptor
PORT	:	Puerto
NAME	:	Variable para asignar un nombre
PLATAFORM	:	Hace referencia a la librería que se va utilizar
RPI_GPIO	:	Es una Plataforma o librería que contiene codificación
PC	:	Computadora Personal.
RAM	:	Memoria de Acceso Aleatorio.
SD	:	Secure Digital.
USB	:	Universal Serial Bus
WWW	:	World Wide Web
SEC	:	Superintendencia de Electricidad y Combustible
GND	:	Ground (Tierra o Masa Eléctrica)
IN	:	Entrada al Sistema o dispositivo
OUT	:	Salida del Sistema o dispositivo
MFA	:	Sistema de Autenticación Multifactor
TOTP	:	Contraseña de un solo uso basada en tiempo
IA	:	Inteligencia Artificial

B. SIMBOLOGÍA

[A]	:	Amper.
[mm]	:	Milímetro
[v]	:	Voltaje
[v]	:	Voltaje
[VA]	:	Volt - Amperios
[vAC]	:	Voltaje de corriente alterna
[vDC]	:	Voltaje de corriente continua
[HP]	:	Unidad medida de potencia
[ms]	:	Milisegundos
[W]	:	Watts
[HZ]	:	Hertz, unidad de medida de frecuencia.
[GHZ]	:	Giga-Hertz.
[mA]	:	Miliamperios.
[m/min]	:	Metros por minuto
[l/min]	:	Litros por minuto
[m ³ /H]	:	Metros cubico por hora
H(m)	:	Altura manométrica en metros
[Kg]	:	Kilogramos
[μF]	:	Microfaradio
[°C]	:	Grados Celsius
[%]	:	Porcentaje
M	:	Motor Eléctrico
C1	:	Contactador (Bobina)
NA	:	Contacto normalmente Abierto
NC	:	Contacto normalmente Cerrada
B2	:	Pulsador de arranque
B1	:	Pulsador de paro
OL	:	Relé Térmico de sobrecarga
S1	:	Interruptor de alimentación
T0,T1,T5	:	Terminales de conexión
L1,L2,L3	:	Fases de Alimentación
NO	:	Normalmente abierto
PB	:	Push Button (botón)
CR	:	Relé de Control
OL	:	Relé Térmico (Overload Relay)
F	:	Fusible

INTRODUCCIÓN

Se podría decir que es de conocimiento general que el desarrollo del país y del mundo en el área de la tecnología y la electrónica va en ascenso continuamente. Este desarrollo tecnológico se realiza tras ciertos procesos, principalmente procesos administrativos, de manufactura, eléctricos y electrónicos, es en este último proceso al cual se le dará un mayor énfasis en este proyecto.

Este trabajo nace de la intención de contribuir a través de proyectos que faciliten y disminuyan el tiempo invertido en el desarrollo de ciertas labores, tales como, aperturas de válvulas de alta presión, portones eléctricos, válvulas de riego, sistemas de seguridad, domótica, bombas de agua, etc. Gracias a la automatización de sistemas es que se logra, además de la ya mencionada disminución del tiempo, la posible ejecución a distancia.

Otra de las aspiraciones al desarrollar este proyecto es crear un producto que mejore y responda a las condiciones de aprendizaje en un contexto universitario. El gran reto es, aprender a aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas y llevarlos a la vida cotidiana; es por ello la motivación de crear proyectos que permitan el ahorro de energía, de tiempo, ahorro económico y que proporcionen seguridad, para así hacer eficiente el trabajo a realizar.

Cabe mencionar la alta tasa de “portonazos” a los que se ha visto enfrentada la población en los últimos años, dichos asaltos recurrentes en las entradas de las casas se generan principalmente por el tiempo que demora en abrir el portón, en el caso de los portones eléctricos no es posible acelerar el proceso de apertura o cierre del portón ya que afectaría a la seguridad de los usuarios, por lo tanto, se pretende implementar la apertura del portón a través del sistema de la tarjeta de desarrollo Raspberry pi 4 B mediante cualquier dispositivo conectado en red, por lo que el usuario podría desde su teléfono móvil, a cualquier distancia, abrir o cerrar el portón, evitando así el tiempo detenidos esperando la apertura del portón eléctrico.

Otras de las problemáticas que se espera solucionar es el riego manual principalmente a gran escala donde se buscaría optimizar el tiempo destinado al riego minimizándolo a solo la activación del sistema automático.

En variadas ocasiones se ha evidenciado cómo funciona una bomba de agua, un portón eléctrico, una electroválvula, pensando en las acciones eléctricas de ser encendida por la corriente o mejor dicho por un pulso eléctrico ya sea manual o automático.

Gracias a lo expuesto es que se desarrollará un proyecto en forma teórica y práctica, entre las actividades a realizar se pueden mencionar, la instalación de un motor de corredera de portón, el accionamiento de una bomba de pozo Profundo y la apertura de electroválvulas de paso, agregando el dispositivo de control inalámbrico a distancia, ya mencionado, Raspberry pi 4 B y también dispositivos actuadores como el relay.

Lo expuesto se realizará comandado a distancia y operando a través de una aplicación gratuita llamada HOME ASSISTANT, la cual tendrá acceso a internet. El fin de este proyecto es que el operador no tenga necesidad de interactuar a corta distancia con los elementos de control, sino que, por el contrario, poder realizar la activación de los sistemas a través de un dispositivo con

acceso a internet de bajo costo para así poder cumplir su finalidad que es optimizar tiempo, recursos y automatizar distintos sistemas.

El presente informe, se adecúa a las competencias desarrolladas, al perfil de egreso de la carrera Técnico Universitario en Electrónica, impartido por la universidad. De esta forma el presente documento se expone de forma sencilla, tecnológica y de nivel técnico de comprensión.

CAPITULO 1: ELEMENTOS ELÉCTRICOS A AUTOMATIZAR

1. ELEMENTOS ELÉCTRICOS A AUTOMATIZAR

Este capítulo tiene como finalidad introducir los conceptos fundamentales que estructuran un sistema eléctrico, utilizando como caso de aplicación la automatización de un portón de acceso. Se proporciona una visión general de los circuitos y componentes eléctricos que serán empleados en el desarrollo del proyecto.

Se presentan los principios de funcionamiento de diversos elementos y equipos eléctricos, así como las leyes fundamentales que rigen el comportamiento de los sistemas eléctricos. Además, se ofrece una descripción general de los principales componentes involucrados. Finalmente, se analizan las ventajas, desafíos y limitaciones que se manifiestan en el contexto actual del avance tecnológico y la evolución de los sistemas electrónicos.

1.1 SISTEMA ELÉCTRICO

La presencia de circuitos eléctricos en la vida cotidiana es tan frecuente que, en variados casos, no se reconoce la importancia que estos representan en el funcionamiento de dispositivos de uso común. Equipos como automóviles, televisores, radios, teléfonos, aspiradoras y computadoras, entre otros, dependen del funcionamiento de circuitos eléctricos que pueden presentar configuraciones simples, combinadas o complejas.

Un sistema eléctrico se define como el trayecto recorrido por la electricidad a través de un conductor, desde una fuente de energía hasta el punto de consumo. Para el correcto funcionamiento de un circuito eléctrico, resulta indispensable la existencia de una fuente capaz de suministrar corriente eléctrica.

Cada circuito presenta características específicas que deben ser analizadas para su adecuado análisis. Es esencial identificar y entender los elementos que lo constituyen, tales como conductores, generadores, resistencias, inductancias, condensadores, fuentes de alimentación, nodos y pilas, entre otros. La configuración del circuito puede ser en serie, en paralelo o mixta, en función de los requerimientos del sistema.

Los circuitos eléctricos pueden clasificarse según distintos criterios, entre los que se destacan:

- Tipo de señal: corriente continua (DC), corriente alterna (AC) o señal mixta.
- Tipo de régimen: régimen periódico, transitorio o permanente.
- Tipo de componentes eléctricos: resistivos, inductivos, capacitivos o combinaciones de estos.
- Tipo de circuito: analógicos, digitales o mixtos, en el caso de los circuitos electrónicos.

El conocimiento de estos fundamentos resulta crucial para una interpretación, diseño y aplicación eficaces de los circuitos eléctricos en distintos entornos tecnológicos.

1.1.1 Características de los sistemas eléctricos

Un sistema eléctrico está conformado por una serie de elementos fundamentales que permiten la circulación de corriente eléctrica con el fin de generar una función específica. Entre los componentes básicos se identifican los siguientes:

- Fuente de energía: dispositivo encargado de suministrar la tensión o voltaje necesario para provocar el flujo de corriente eléctrica. Esta fuente puede consistir en una batería, una fuente de alimentación o una conexión a la red eléctrica convencional.
- Conductores: elementos generalmente fabricados en cobre o aluminio, que facilitan el transporte de la corriente eléctrica desde la fuente hasta los distintos dispositivos del sistema.
- Receptores o cargas: dispositivos que transforman la energía eléctrica en otro tipo de energía útil, como luz (lámparas), energía mecánica (motores) o calor (resistencias eléctricas, estufas).

Para que el sistema opere en forma adecuada, es imprescindible que el circuito se encuentre cerrado, lo que implica la existencia de una trayectoria continua y completa para el paso de la corriente. En este contexto, los interruptores o llaves desempeñan un papel esencial al permitir la apertura o cierre del circuito de forma controlada, regulando el flujo eléctrico según los requerimientos operativos.

La interconexión de estos elementos constituye un circuito eléctrico, cuya eficiencia y seguridad están determinadas por su diseño, instalación y mantenimiento adecuados de cada uno de sus componentes.

1.1.2 Conceptos básicos de un sistema eléctrico

Para comprender el funcionamiento de un sistema eléctrico, resulta esencial el conocimiento de los conceptos que explican los procesos mediante los cuales la energía eléctrica es generada, transportada y utilizada. A continuación, se presentan los conceptos fundamentales asociados a dichos procesos:

- **Conductor Eléctrico**

Un conductor eléctrico es un material caracterizado por presentar una baja resistencia al paso de la corriente eléctrica. La diferencia fundamental entre un conductor y un aislante radica en su capacidad de conducción: los conductores permiten el libre movimiento de electrones, mientras que los aislantes restringen dicho movimiento de manera significativa.

Entre los materiales con alta conductividad se destacan la plata y el cobre, cuya capacidad de conducción es millones de veces superior a la de materiales considerados aislantes, como el vidrio, la goma o la mica. En los conductores, el transporte de corriente eléctrica se produce a través del movimiento ordenado de electrones libres, presentes en la estructura atómica del material.

- **Intensidad de Corriente**

La intensidad de corriente eléctrica (I), también denominada simplemente corriente eléctrica, se define como la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una sección transversal de un conductor por unidad de tiempo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el amperio (A), expresado como:

$$1 \text{ A} = 1 \text{ coulomb/segundo}$$

Esta relación indica que la corriente eléctrica es un fenómeno dinámico, cuya magnitud depende del flujo continuo de cargas eléctricas que se desplazan a través del conductor.

- **Diferencia de Potencial (Voltaje)**

La diferencia de potencial eléctrico, también denominada voltaje y se representa por la letra V , es una magnitud escalar que indica la energía necesaria para trasladar una carga unitaria entre dos puntos de un sistema eléctrico. Se expresa en voltios (V), conforme a la relación:

$$1 \text{ V} = 1 \text{ Joule/Coulomb}$$

Cuando cargas eléctricas se desplazan a lo largo de un conductor debido a una diferencia de potencial, se realiza un trabajo eléctrico. En los sistemas eléctricos, se adopta comúnmente la tierra como referencia de potencial cero, lo que permite establecer medidas de voltaje relativo con respecto a dicho punto de referencia.

La tierra, debido a su gran tamaño y capacidad conductora, se considera eléctricamente como un medio de potencial uniforme. Por esta razón, se emplea comúnmente como referencia de potencial cero en los sistemas eléctricos.

Esta referencia permite establecer un marco comparativo para la medición del voltaje en distintos puntos o cuerpos dentro de un circuito. Bajo esta convención, un potencial de $+X$ volts indica que el punto en cuestión se encuentra X volts por encima del potencial de tierra, mientras que un potencial de $-Y$ volts representa una diferencia de Y volts por debajo del nivel de referencia.

El uso de la tierra como referencia uniforme de potencial simplifica el análisis y el diseño de sistemas eléctricos, al proporcionar un punto común desde el cual se pueden medir, comparar y controlar las tensiones presentes en el circuito.

- **Corriente Eléctrica**

Cuando dos cuerpos con cargas eléctricas opuestas se conectan mediante un conductor metálico, se establece un flujo de electrones desde el cuerpo con mayor concentración de carga negativa hacia el de carga positiva, con el fin de neutralizar el desequilibrio de cargas. No obstante, por convención en el ámbito de la ingeniería eléctrica, se considera que la corriente eléctrica fluye desde el polo positivo hacia el negativo.

En un circuito eléctrico de corriente continua, los electrones se desplazan desde el punto de menor potencial eléctrico hacia el de mayor potencial, aunque convencionalmente se adopta la

dirección opuesta para representar el sentido de la corriente. Este flujo de carga puede clasificarse en dos formas principales:

- Corriente continua (CC): el flujo de carga mantiene una dirección constante en el tiempo.
- Corriente alterna (CA): el flujo de carga invierte periódicamente su dirección.

- **Magnitudes Fundamentales de la Corriente Continua**

El comportamiento de un sistema de corriente continua está regido por tres magnitudes fundamentales, las cuales se relacionan mediante la Ley de Ohm:

- Voltaje (V): magnitud que representa la diferencia de potencial eléctrico, responsable de impulsar el movimiento de carga en el circuito.
- Intensidad de corriente (I): cantidad de carga eléctrica que circula por un conductor por unidad de tiempo.
- Resistencia eléctrica (R): oposición que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica.

La relación entre estas variables se expresa mediante la ecuación:

$$V = I \cdot R$$

Estas magnitudes constituyen la base para el análisis, diseño y diagnóstico de sistemas eléctricos, tanto en aplicaciones simples como en configuraciones complejas.

1.1.3 Elementos de un sistema eléctrico

Los elementos activos son componentes que tienen la capacidad de generar o suministrar energía eléctrica a un sistema. Estos dispositivos operan mediante la conversión de distintas formas de energía como la química, mecánica o solar en energía eléctrica. Su presencia es esencial para el funcionamiento de un circuito, ya que proporcionan la fuente de energía necesaria para establecer y mantener el flujo de corriente. Detalles de símbolos posteriormente en la Tabla 1-1

- **Generadores de tensión y corriente**

Los generadores principales entregan una tensión nominal de voltaje de 12V, 220V tiene una capacidad de corriente definida, sus tipos de corriente puede ser continua (DC) o alterna (AC).

- **Fuentes Eléctricas**

Una fuente eléctrica es un dispositivo activo cuya función es suministrar energía eléctrica en forma confiable, ya sea en forma de tensión (voltaje) o corriente. Estas fuentes se clasifican en diversas categorías según su comportamiento y dependencia con respecto al circuito:

- Fuentes reales: presentan una salida (ya sea de voltaje o corriente) que varía en función de la carga conectada. Este comportamiento refleja las limitaciones físicas de los dispositivos reales, como la resistencia interna o la capacidad máxima de entrega de energía.
- Fuentes ideales: constituyen modelos teóricos empleados para simplificar el análisis de circuitos eléctricos. Aunque no existen en la práctica, son útiles como referencia conceptual.
 - Fuente de tensión ideal: mantiene una diferencia de potencial constante entre sus terminales, independientemente de la carga conectada. En condiciones teóricas, si la resistencia de carga es infinita, se encuentra en circuito abierto; si es cero, se genera un cortocircuito, lo cual no es físicamente realizable.
 - Fuente de corriente ideal: proporciona una corriente constante sin importar el valor de la resistencia conectada. Teóricamente, no puede operar en circuito abierto, ya que no existiría un camino para el flujo de corriente.
- Fuentes independientes: entregan una magnitud fija de tensión o corriente, sin depender de ninguna otra variable dentro del circuito. Son comúnmente utilizadas como referencia en el análisis y diseño de redes eléctricas.
- Fuentes dependientes (o controladas): su salida (tensión o corriente) depende de una variable interna del circuito, como una corriente o un voltaje en otro punto. Estas fuentes se emplean frecuentemente en el modelado de dispositivos activos como transistores y amplificadores operacionales.
- **Resistores (o Resistencias)**

Los resistores son componentes pasivos que ofrecen oposición al paso de la corriente eléctrica, transformando parte de la energía eléctrica en calor. Este fenómeno es conocido como efecto Joule. El valor de la resistencia se mide en ohmios (Ω), según el Sistema Internacional de Unidades.

El comportamiento de los materiales utilizados en resistores varía según su grado de oposición al flujo de electrones, clasificándose generalmente en:

- Conductores: materiales con baja resistencia, que permiten el paso libre de corriente eléctrica.
- Semiconductores: materiales con resistencia intermedia, cuya conductividad puede modificarse bajo ciertas condiciones, como variaciones de temperatura o aplicación de campos eléctricos.
- Aislantes: materiales con alta resistencia, que impiden casi por completo el paso de corriente.
- Resistivos: materiales diseñados para ofrecer una resistencia específica controlada, utilizados en la fabricación de resistores.

El valor de la resistencia en un circuito eléctrico determina la relación entre el voltaje y la corriente que circula, según la Ley de Ohm.

- **Capacitores (o Condensadores)**

Los capacitores son dispositivos eléctricos pasivos formados por dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico, cuyo principal propósito es almacenar energía eléctrica en forma de voltaje. Este almacenamiento de energía es utilizado en una variedad de aplicaciones, como filtrado, desacoplamiento y almacenamiento temporal de energía.

La capacidad de almacenamiento de un capacitor se denomina capacitancia, la cual se mide en faradios (F). La capacitancia se define como la cantidad de carga (medida en culombios) que un capacitor puede almacenar por cada voltio aplicado entre sus placas.

La relación entre la carga (Q) almacenada, la capacitancia (C) y el voltaje (V) aplicado está dada por la siguiente ecuación:

$$Q=C \cdot V$$

Donde:

- Q es la carga almacenada (en culombios),
- C es la capacitancia (en Faradios),
- V es el voltaje aplicado (en Voltios).

- **Inductores (o Bobinas)**

Los inductores son elementos pasivos que almacenan energía en forma de corriente eléctrica mediante el fenómeno de la autoinducción. Están compuestos por espiras de conductor, generalmente de cobre, y en algunos casos incorporan núcleos de aire o materiales ferromagnéticos con el fin de aumentar su inductancia, que se mide en henrios (H).

La inductancia es la propiedad del inductor que determina la cantidad de energía que puede almacenar en su campo magnético en función de la corriente que circula por él. Los inductores resisten cambios repentinos en la corriente debido a su capacidad para generar un campo magnético en respuesta al flujo de corriente, y a su vez, se oponen a las variaciones rápidas de la corriente.

1.1.4 Leyes de los sistemas eléctricos

Las leyes fundamentales que rigen el comportamiento de los sistemas eléctricos son esenciales para entender el flujo de corriente y la distribución de la energía dentro de un circuito. Entre las más relevantes se encuentran la Ley de Ohm y las Leyes de Kirchhoff, que proporcionan las herramientas necesarias para analizar y resolver tanto circuitos eléctricos simples como complejos.

A. Ley de Ohm

La Ley de Ohm es una de las leyes fundamentales en el estudio de los circuitos eléctricos. Recibe su nombre en honor al físico alemán Georg Simon Ohm y establece que la intensidad de corriente

eléctrica (I) que circula a través de un conductor es directamente proporcional a la fuerza electromotriz o voltaje (V) aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia (R) del conductor.

Matemáticamente, la ley de Ohm se expresa de la siguiente forma:

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde:

- I es la intensidad de corriente (en amperios, A),
- V es la diferencia de potencial o voltaje (en voltios, V),
- R es la resistencia (en ohmios, Ω).

Esta ley es aplicable principalmente en circuitos de corriente continua (CC), aunque también se puede aplicar en corriente alterna (CA), pero en este último caso se deben considerar factores adicionales, como la presencia de elementos reactivos (como inductores y capacitores), los cuales afectan tanto la fase como la magnitud de la corriente.

En términos simples, la Ley de Ohm establece que:

- A mayor voltaje, mayor será la corriente que fluye a través del conductor, siempre que la resistencia se mantenga constante.
- A mayor resistencia, menor será la corriente, siempre que el voltaje permanezca constante.

B. Leyes de Kirchhoff

Cuando un circuito eléctrico presenta múltiples derivaciones o ramas interconectadas, es necesario recurrir a principios adicionales para analizar el flujo de corriente y las variaciones de voltaje a través de cada una de las ramas. Las Leyes de Kirchhoff, formuladas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff, son fundamentales para este propósito y permiten realizar un análisis detallado de circuitos complejos. Estas leyes se dividen en dos principios esenciales:

C. Ley de los Nodos (Ley de Corrientes de Kirchhoff - LCK)

La Ley de los Nodos establece que, en cualquier punto de conexión (nodo) dentro de un circuito eléctrico, donde se interceptan varias ramas, la suma algebraica de las corrientes que llegan a dicho nodo es igual a la suma algebraica de las corrientes que salen de él. Este principio refleja la conservación de la carga eléctrica, ya que no puede generarse ni destruirse corriente en el nodo, solo puede redistribuirse.

Matemáticamente, se expresa como:

$$\sum I_{entrantes} = \sum I_{salientes}$$

Esto significa que la corriente que fluye hacia el nodo debe ser igual a la corriente que fluye fuera del nodo, garantizando el equilibrio del flujo de carga.

D. Ley de las Mallas (Ley de Voltajes de Kirchhoff - LVK)

La Ley de las Mallas, establece que en cualquier recorrido cerrado (malla) dentro de un circuito eléctrico, la suma algebraica de las caídas de voltaje a lo largo de todos los componentes del circuito es igual a la suma de las fuentes de voltaje presentes en esa malla. Esto implica que la energía entregada por las fuentes de tensión (como baterías o generadores) es completamente absorbida por los elementos resistivos y reactivos (como resistores, inductores y condensadores) a lo largo del camino cerrado.

Matemáticamente, esta ley se expresa como:

$$\sum V = 0$$

Esto garantiza que no haya creación ni destrucción neta de energía en un circuito cerrado, cumpliendo con el principio de conservación de la energía.

E. Reglas de los Nodos

En términos más simples, la regla de los nodos establece que en todo nodo de un circuito se cumple que la corriente que entra al nodo es igual a la corriente que sale de él. Este principio es una manifestación directa de la Ley de los Nodos de Kirchhoff y es crucial para el análisis de circuitos con múltiples derivaciones o conexiones.

F. Regla de las Mallas

En cualquier malla de un circuito eléctrico, se cumple el principio fundamental que la sumatoria de las fuerzas electromotrices (f.e.m.) presentes en la malla, menos la sumatoria de las caídas de potencial a través de los elementos resistivos, es igual a cero. Este principio asegura que la energía proporcionada por las fuentes de voltaje es completamente absorbida por los componentes del circuito, manteniendo el balance energético dentro de la malla.

Matemáticamente, se expresa como:

$$\sum \text{f.e.m.} - \sum \text{caídas de potencial} = 0$$

Este balance refleja el principio de conservación de la energía, donde no se produce ni se pierde energía en un ciclo cerrado.

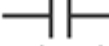
G. Regla de Signos

La Regla de Signos es esencial para determinar correctamente el valor de la f.e.m. y las caídas de voltaje en el análisis de circuitos. Se establece de la siguiente manera:

- Al pasar de un terminal positivo a un terminal negativo de una fuente de voltaje (pila o batería), se considera que la f.e.m. es positiva.
- Al pasar de un terminal negativo a un terminal positivo de la fuente de voltaje, se considera que la f.e.m. es negativa.

Este convenio de signos permite una correcta aplicación de las leyes de Kirchhoff, garantizando consistencia en los cálculos de tensiones y corrientes dentro de los circuitos.

Tabla 1-1 Definiciones de Componentes Electrónicos

	Cables Conductores: Conjunto de alambres generalmente recubiertos con un material aislante o protector, utilizados para la transmisión de señales eléctricas o energéticas.
	Termistor o Resistencia Térmica: Componente cuya resistencia varía de acuerdo con la temperatura. Se utiliza para medir y controlar la energía calórica o térmica en un circuito.
	Resistencia: Elemento pasivo que ofrece oposición al paso de la corriente eléctrica, generando una diferencia de potencial (voltaje) a través de sus terminales.
	Bombilla: Dispositivo eléctrico que convierte la energía eléctrica en luz mediante el calentamiento de un filamento metálico, generando iluminación.
	Interruptor (Switch): Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico, permitiendo o interrumpiendo el flujo de corriente
	LDR (resistencia dependiente de la luz): Componente cuya resistencia disminuye a medida que aumenta la intensidad de la luz incidente sobre él, utilizado en aplicaciones de detección de luz.
	Resistencia Variable: Dispositivo cuya resistencia puede ajustarse manualmente mediante un contacto móvil, permitiendo variar la cantidad de oposición al flujo de corriente.
	Diodo sentido permitido (convencional): Componente semiconductor que permite el paso de corriente eléctrica en una única dirección, actuando como un interruptor unidireccional para controlar el flujo de electricidad.
	Batería: Dispositivo electroquímico que almacena energía eléctrica y la libera cuando es necesario, proporcionando una fuente de energía autónoma para diversos dispositivos.
	Condensador: Componente pasivo que almacena energía eléctrica en forma de carga, utilizado para filtrar, almacenar y liberar energía en circuitos eléctricos.
	Inductancia: Propiedad de un componente que genera un campo magnético en respuesta al paso de corriente eléctrica, cuya relación entre el flujo magnético y la corriente es conocida como inductancia.
	Regulador de Tensión: está diseñado con el objetivo de proteger aparatos eléctricos y electrónicos delicados de variaciones de diferencia de potencial (tensión/voltaje). Descargas eléctricas y "ruido" existente en la corriente alterna de la distribución eléctrica.

Fuente: Intranet y Propia

1.2 MOTOR ELÉCTRICO VELOTI 600

El Motor Eléctrico Veloti 600 apreciado en la Figura 1-1 es un motor monofásico diseñado para aplicaciones de corredera, ideal para sistemas automáticos que requieren un movimiento eficiente y confiable. Este motor está construido con especificaciones que lo hacen adecuado para una amplia gama de usos, especialmente en aplicaciones residenciales e industriales ligeras donde se necesita un rendimiento robusto y duradero.



Figura 1-1 Motor veloti

Fuente: Manual Online Motor Veloti Speed - Veloti

1.2.1 Aplicaciones

- Puertas Automáticas: Ideal para puertas correderas residenciales, comerciales o industriales.
- Portones y Barreras Automáticas: Utilizado en sistemas automáticos de apertura y cierre de portones, brindando seguridad y comodidad.
- Sistemas de Seguridad: Se puede integrar en sistemas de control de acceso, ofreciendo un funcionamiento preciso y seguro.

1.2.2 Características técnicas motor de corredera

- Tipo de Motor: Monofásico.
- Tensión de Alimentación: 220 VAC / 50 Hz.
- Condensador de Partida: 12 μ F (microfaradios).
- Corriente de Partida: 4 A.
- Corriente Nominal de Trabajo: 2 A.
- Velocidad de Funcionamiento: 13.5 metros por minuto (m/min), asegurando un movimiento eficiente y constante para aplicaciones de deslizamiento.
- Capacidad de Carga: Soporta hasta 600 kg, lo que lo convierte en una opción ideal para

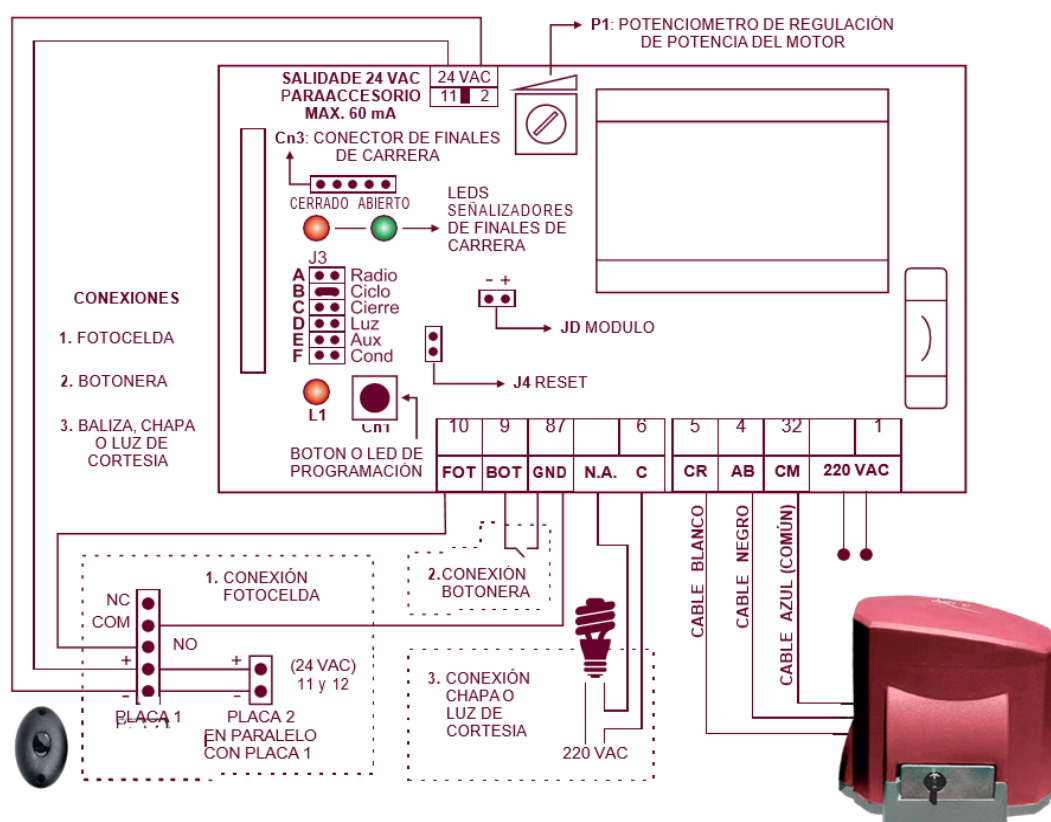
puertas, portones u otros sistemas de corredera de mediana capacidad.

- Corona Interna de Nylon: Este componente garantiza una mayor durabilidad y un funcionamiento más suave y silencioso del motor, reduciendo el desgaste.
- Ciclos de Maniobra: Soporta hasta 4 ciclos por hora, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que requieren un número moderado de maniobras diarias.
- Destrabe con llave Monoblock de aluminio.
- Electrónica de fácil programación Protección en el engranaje de salida, Relé térmico.
- Sistema Rolling Code que impide la clonación del control remoto.
- Central con receptor incorporado, frecuencia de operación 433.92 MHz con conexión a los accesorios sin módulos externos.
- fotocelda, luz de cortesía, baliza o chapa.
- Control de potencia electrónico (Sistema de anti-aplastamiento)

1.2.3 Conexión de accesorios

En la Figura 1-2 se presenta el esquema de conexión del motor Veloti, en el cual se detallan los puertos principales, su ubicación y las funciones asociadas a cada uno de ellos. Se incluye información sobre la codificación por colores de los cables, el propósito específico de cada conductor, así como la conexión correspondiente a la baliza de señalización.

Asimismo, se describen de manera integral las funciones que ofrece el motor y se identifican claramente los puertos utilizados para cada una de ellas, facilitando así la comprensión del montaje y la correcta instalación del sistema.



Fuente: www.veloti.com

Figura 1-2 Conexiones motor veloti

En la siguiente Figura 1-3 se presenta una foto con vista desde arriba de su placa electrónica.



Fuente: www.veloti.com

Figura 1-3 Placa electrónica de motor veloti

Tabla 1-2 Características técnicas motor Veloti

Motor	600 kilos	800 kilos
Fase	Monofásico	Monofásico
Condensador de partida	12 μ F	12 μ F
Corriente de partida	4 A	4 A
Corriente Nominal	2 A	2 A
Velocidad m/min	13.5 m/min	13.5 m/min
Tensión	220 VAC/50 hz	220 VAC/50 hz
Corona interna	Nylon	Nylon
Maniobras	4 ciclos/hora	4 ciclos/hora

Fuente: Fabricante de la marca

1.3 MOTOR DE POZO PROFUNDO BESTFLOW

El **Motor de Pozo Profundo Bestflow** como se muestra en la Figura 1-4 es una bomba sumergible centrífuga diseñada específicamente para aplicaciones de abastecimiento de agua en pozos profundos, depósitos o sistemas de riego. Su construcción robusta y tecnología de succión inferior permiten un rendimiento eficiente, incluso en condiciones exigentes. Este motor es ideal para uso doméstico, civil e industrial, asegurando un suministro constante y fiable de agua.

SUMO



Descarga: 1 1/4"

Fuente: www.pgic.cl/producto/bomba-para-pozo-sumo-5-7-1-0-g-1-0-hp-220v

Figura 1-4 Bomba sumergible

1.3.1 Especificaciones técnicas

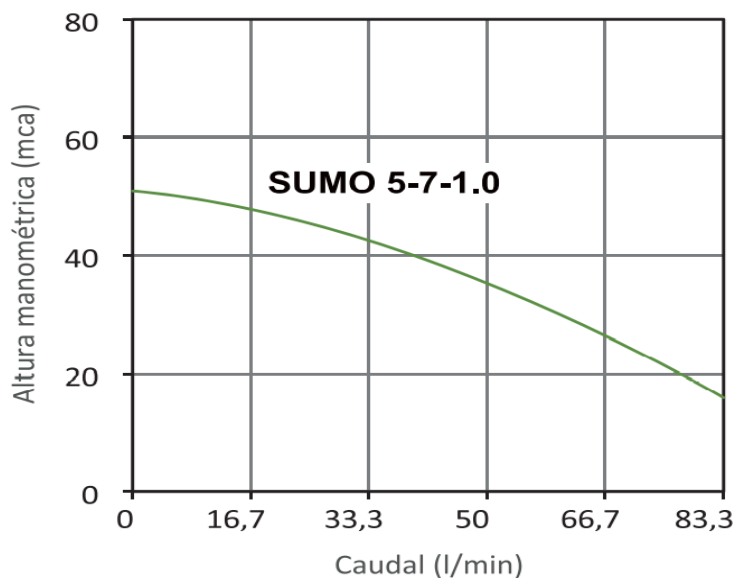
- Tipo de Motor: Motor sumergible centrífugo, adecuado para funcionamiento en pozos profundos.
- Tensión de Alimentación: 220V - 240V, 50Hz (Monofásico).
- Potencia de 1HP y una corriente de 5.5 A
- Potencia del Motor: Dependiendo del modelo, los motores suelen variar en potencia para ajustarse a las necesidades específicas del pozo o sistema de riego.
- Capacidad de Succión: Succión inferior para maximizar la eficiencia en la extracción de agua desde el fondo del pozo.
- Caudal de Agua: Dependiendo del modelo y las condiciones del pozo, la bomba puede alcanzar caudales de hasta 100 l/min, lo que es adecuado para aplicaciones domésticas y pequeñas instalaciones industriales.
- Altura de Elevación (Cabeza Máxima): Varía según el modelo, pero generalmente puede alcanzar hasta 30 metros de altura, permitiendo el bombeo desde pozos profundos.
- Materiales de Construcción: Carcasa de acero inoxidable o materiales anticorrosivos para garantizar la durabilidad y resistencia en entornos húmedos y corrosivos.
- Rendimiento Energético: Alta eficiencia energética que contribuye a una reducción en los costos operativos y garantiza un funcionamiento continuo sin sobrecalentamiento del motor.

- Protección del Motor: Equipado con sistema de protección térmica para evitar daños en el motor en caso de sobrecarga o funcionamiento en condiciones extremas.
- Conexiones: Diseño con conexiones estándar para facilitar la instalación y el mantenimiento.
- Aceite lubricante de sello: aceite para maquinaria de alimentos y uso farmacéutico
- Requisitos de Instalación: La bomba se instala completamente sumergida en el agua del pozo, facilitando su funcionamiento silencioso y eficiente.
- Peso: Variable según el modelo, pero generalmente entre 8 y 12 kg.
- Temperatura de Operación: Desde 4°C hasta 40°C para el funcionamiento en diferentes ambientes, sin riesgo de sobrecalentamiento.
- Contenido máximo de arena 0.15%
- Carcasa externa motor AISI 304 SS

Tabla 1-3 Comparación de Bombas

m^3/h	0	1	2	3	4	5
l/min	0	16,7	33,3	50	66,7	83,3
H(m)	51	47	42	35	26	17

Fuente: www.pgic.cl/producto/bomba-para-pozo-sumo-5-7-1-0-g-1-0-hp-220v/



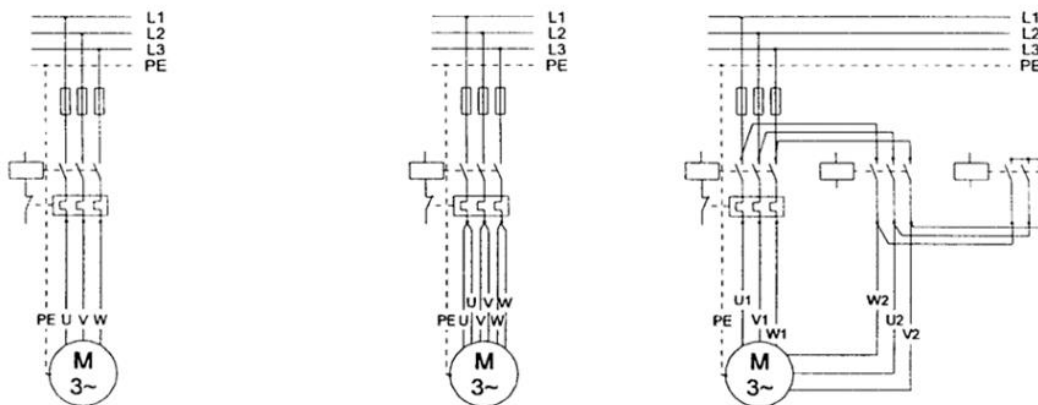
Fuente: www.pgic.cl/producto/bomba-para-pozo-sumo-5-7-1-0-g-1-0-hp-220v/

Figura 1-5 Curva de comportamiento hidráulico

Entre mayor profundidad esté situado el motor, menor será su caudal entregado, como demuestra la Figura 1-5

1.3.2 Esquema de Conexión para Motores Trifásicos

Existen distintos tipos de conexión de motores todo depende de la potencia de estos y el trabajo que desarrollará como se aprecia en la Figura. 1-6.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 1-6 Conexiones de motor

Tabla 1-4 Tipo de Conexión de Motores

Motor para conexión directa a línea	Motor para conexión directa con arranque estrella- triángulo	Motor para conexión estrella triángulo (cambio a triángulo)
Un contactor	Un contactor, las bobinas del motor se conectan en estrella	3 contactores para cambiar configuración estrella-triángulo más temporizador
U = negro	U1/U2 = negro	U1/W2 = negro
V = azul claro	V1/V2 = azul claro	V1/U2 = azul claro
W = marrón	W1/W2= marrón	W1/V2= marrón
PE = verde/amarillo	PE = verde/amarillo	PE = verde/amarillo

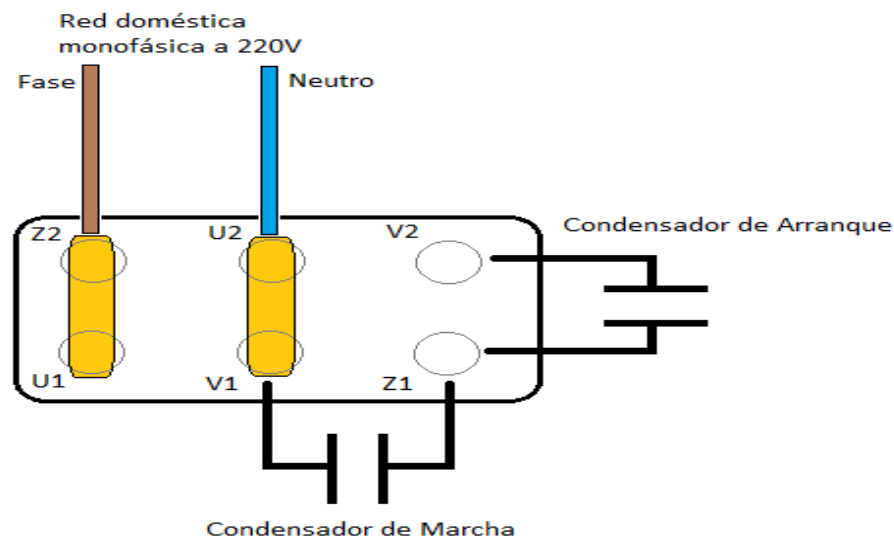
Fuente: Wikipedia

Estas conexiones son algunas de las tantas formas en que es posible instalar el motor o bomba sumergible sus condiciones o tipo de conexión son para elevar la corriente de trabajo o para incorporar sistemas de partidor suave.

1.3.3 Motores con una Línea de Alimentación Principal

Un motor de pozo profundo con una línea de alimentación principal se refiere a una instalación en la que el motor recibe energía de una única fuente de corriente alterna (CA) a través de una línea de alimentación directa. En estos casos, el motor está diseñado para funcionar en forma eficiente con una entrada única de voltaje y corriente, sin necesidad de múltiples fuentes de alimentación.

El esquema de conexión Figura 1-7 para este tipo de motores con una sola línea de alimentación es bastante directo. Se conecta una fase (o L) y el neutro (o N) a los terminales correspondientes del motor, junto con los dispositivos de protección y control necesarios.



Fuente: https://www.zuendo.com/smartblog/40_cambiar-el-sentido-de-giro-motor-monof%C3%A1sico.html

Figura 1-7 Conexión de motor monofásico

1.3.4 Motores con Dos o más Líneas de Alimentación Principal

Los motores con dos o más líneas de alimentación principal se utilizan en aplicaciones más complejas o de mayor potencia, donde se requiere una mayor capacidad de suministro eléctrico o una mayor flexibilidad en el control de los motores. Este tipo de configuración se emplea principalmente en motores trifásicos o en motores monofásicos que requieren más de una línea de alimentación para cumplir con los requisitos de energía del sistema.

Alimentación trifásica: Los motores trifásicos, que son comunes en aplicaciones industriales y comerciales, utilizan tres líneas de alimentación, cada una con un desfase de 120 grados con respecto a las demás. Esto proporciona una corriente más estable y eficiente en comparación con una sola línea de alimentación. Este tipo de conexión es ideal para motores de mayor potencia.

Mayor potencia y fiabilidad: Los motores con múltiples líneas pueden soportar mayores cargas de trabajo y ofrecer un funcionamiento más estable, especialmente en aplicaciones industriales de gran escala.

Menos vibraciones: Los motores trifásicos tienen la ventaja de generar menos vibraciones en comparación con los motores monofásicos, lo que contribuye a una operación más suave y menos desgaste en el sistema.

1.3.5 Observaciones Generales

Los motores sumergibles, debido a su diseño compacto y su entorno de operación, pueden presentar diferencias en los valores de corriente medidos en cada una de sus fases. Esta condición es más notoria en motores de 2 polos, ya que su diseño tiende a ser más sensible a las asimetrías en la alimentación eléctrica.

Desbalance de corriente entre fases

Estas diferencias de corriente pueden ser consecuencia directa de un desbalance de tensión en la red de alimentación (también llamada línea lateral). Una distribución no uniforme de voltaje entre las fases puede inducir una corriente excesiva en una de las fases del motor, lo cual puede ocasionar sobrecalentamientos y reducir la vida útil del equipo.

Para mitigar este efecto, se recomienda realizar la transposición o rotación de las tres fases del cableado (ya sea en la línea de alimentación o en los conductores del motor), manteniendo siempre la misma dirección de rotación. Esta práctica ayuda a equilibrar la carga entre las fases y reducir el impacto de las asimetrías.

Importante: Para un funcionamiento óptimo, el desbalance de corriente entre fases no debe superar el 5%. En redes con un desbalance de tensión, la corriente del motor puede verse afectada en un factor de 6 a 10 veces el valor del desbalance de tensión, lo cual representa un riesgo significativo para el equipo.

Los conjuntos de bomba sumergible están diseñados para operar de forma continua y confiable, sin requerir mantenimiento frecuente. Sin embargo, en caso que el equipo permanezca inactivo por un período prolongado, se recomienda realizar una puesta en marcha preventiva cada 2 a 3 meses, haciendo funcionar la bomba durante aproximadamente 10 minutos.

Durante cualquier prueba de operación o arranque de rutina, el conjunto de bombeo debe encontrarse completamente sumergido en el fluido de trabajo. El funcionamiento en seco puede ocasionar daños severos en los componentes hidráulicos y en el motor.

1.3.6 Protección Contra Corto Circuito

Un cortocircuito ocurre cuando dos puntos de un sistema eléctrico que deberían estar separados (por ejemplo, fase y neutro) se conectan directamente por algún fallo. Esto provoca que la corriente aumente bruscamente, generando calor, chispas e incluso incendios si no se controla a tiempo.

¿Qué es la protección contra cortocircuito?

Es un conjunto de dispositivos y medidas que se instalan en un sistema eléctrico para detectar ese aumento de corriente anormal e interrumpir el flujo eléctrico de inmediato, evitando daños mayores en equipos, cables, instalaciones o personas como se aprecia en la Figura. 1-8.

Dispositivos comunes de protección:

- Interruptor Termomagnético (Breaker)

Detecta tanto sobrecargas como cortocircuitos.

Se dispara (se apaga automáticamente) cuando detecta una corriente excesiva.

- Fusibles

Elementos que se funden cuando la corriente supera cierto límite, interrumpiendo el paso de electricidad.

Son de un solo uso (se deben reemplazar después del fallo).

- Relés de protección

Son más comunes en sistemas industriales. Son utilizados para detectar alzas de corriente de los equipos energizados.

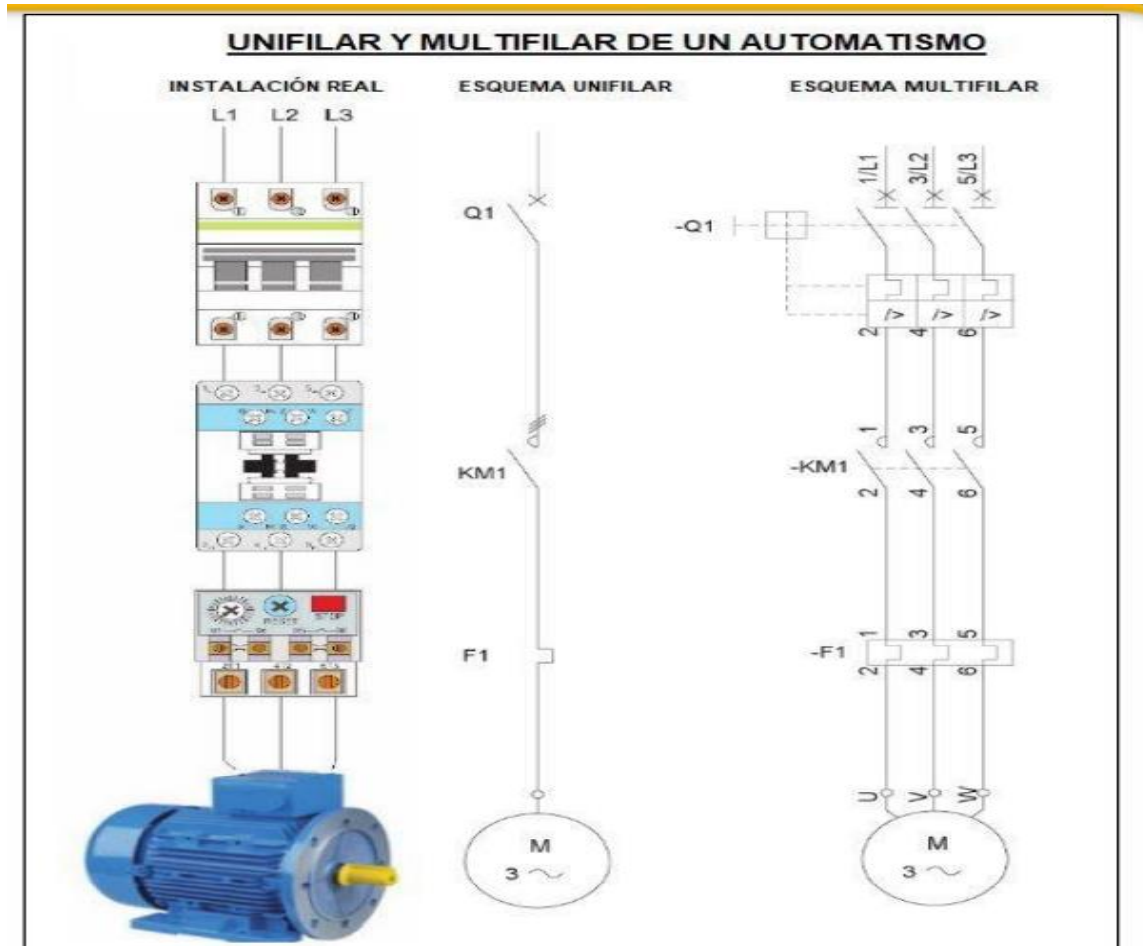
Detectan fallas con alta precisión y pueden controlar otros dispositivos para cortar la energía.

Son Importantes

- Evita incendios eléctricos.
- Protege equipos costosos.
- Salvaguarda vidas humanas.
- Cumple con normas eléctricas y de seguridad.

Se deben adoptar las medidas de seguridad contra cortocircuito para los conductores de acometida y del motor, según las disposiciones locales.

Tipos de esquemas:



Fuente : PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 1-8 Ejemplo multifilar de un automatismo

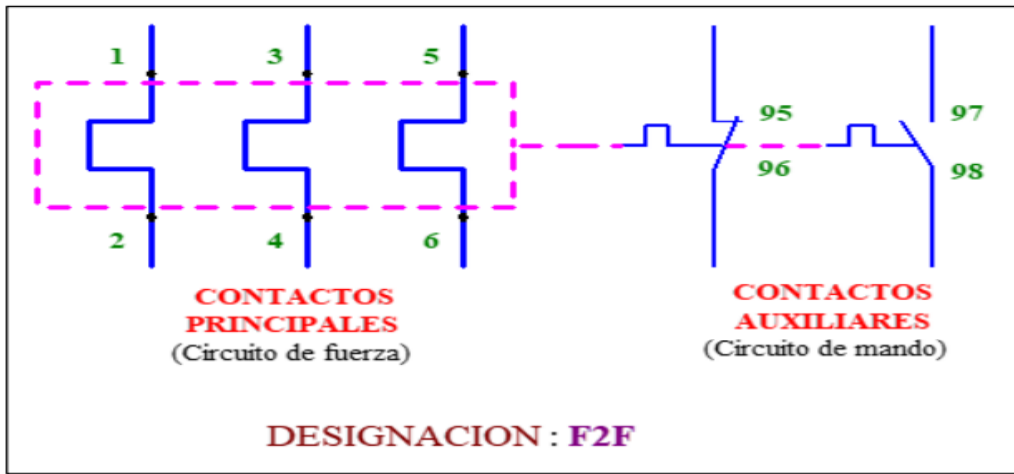
Relé Térmico

El relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en sistemas eléctricos para proteger motores y equipos frente a sobrecargas prolongadas. Su funcionamiento se basa en la detección del aumento de temperatura causado por un exceso de corriente que circula a través de sus vías principales.

Cuando la corriente excede un valor predeterminado durante un período de tiempo, el relé actúa interrumpiendo el circuito de control, lo que provoca la desconexión del contactor asociado y, por lo tanto, la desenergización del motor. Este mecanismo evita daños por sobrecalentamiento y alarga la vida útil del equipo.

Características claves:

- Proporciona protección contra sobrecarga, no contra cortocircuitos (para eso se utilizan fusibles o disyuntores).
- Se monta directamente en los contactores, facilitando la integración en el sistema de control.
- Incluye funciones de rearme manual o automático, según el modelo.



Fuente: "Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 1-9 Diagrama de contactos

Descripción de la Figura 1-9.

- Bornes 95-96 y 97-98 en Relés Térmicos

Los contactos auxiliares de los relés térmicos utilizan numeraciones estandarizadas para indicar su función dentro del circuito de control. Estos contactos no transportan la corriente del motor, sino que se utilizan para señalización, control y seguridad.

- Contacto 95 – 96

Tipo: Normalmente cerrado (NC).

Función: Se abre cuando el relé térmico detecta una sobrecarga.

Uso típico: este contacto se conecta en serie en el circuito de control (por ejemplo, con la bobina del contactor), y al abrirse interrumpe el arranque del motor.

- Contacto 97 – 98

Tipo: Normalmente abierto (NA).

Función: Se cierra cuando el relé térmico se dispara por sobrecarga.

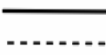

Uso típico: Para señalización de falla o activación de una alarma, luz piloto o sistema de monitoreo.

1.3.7 Simbología Eléctrica

La simbología es una forma de lenguaje que permite mostrar distintos tipos de equipos y dispositivos usados en los circuitos eléctricos, así como las interconexiones que existen entre ellos. Es un método simplificado para la representación gráfica de un componente o parte de un circuito eléctrico.

A continuación, se muestra la simbología eléctrica utilizada para diferenciar la corriente continua de la corriente alterna

Tabla 1-5 Símbolos Eléctricos

Denominación	DIN	BS	ANSI	IEC (CED)
Corriente continua		=	=	=
Corriente alterna		=	=	=

Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Los símbolos literarios son comúnmente usados en los planos eléctricos, por ejemplo, en los diagramas unifilares y en los diagramas de control.

La simbología consiste en lo siguiente: LETRA/CLASE – NÚMERO – LETRA/FUNCIÓN

1. Una LETRA/CLASE: que indica el tipo de dispositivo (relé, fusible, motor, etc.).
2. Un NÚMERO: que corresponde al número del aparato o dispositivo.
3. Una LETRA/FUNCIÓN: que indica la función que está cumpliendo ese dispositivo, que básicamente se traduce al dispositivo que está alimentando o moviendo.

1.4 VÁLVULA SOLENOIDE

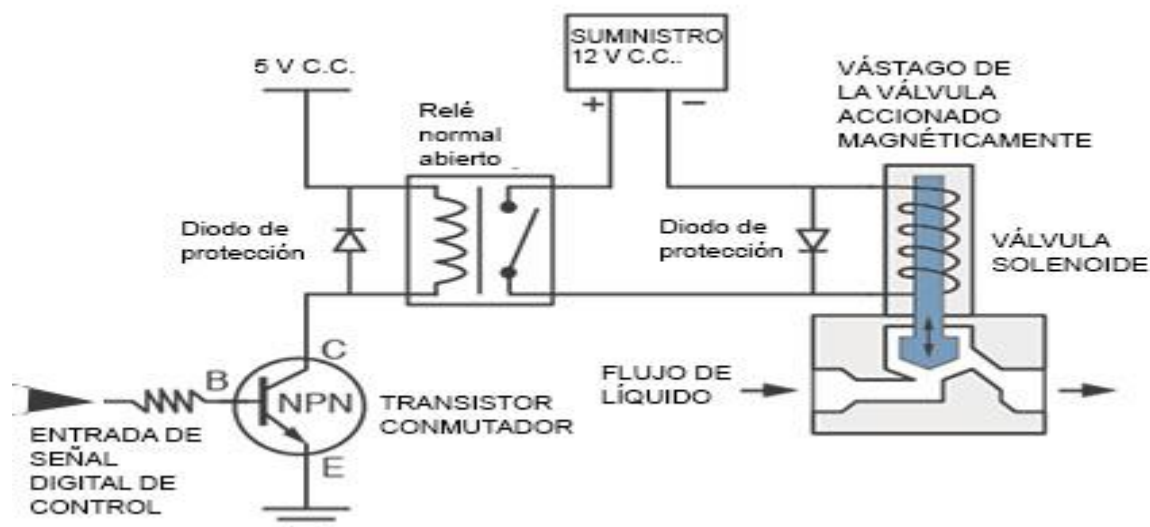
La válvula solenoide (Figura 1-10) es una válvula electromecánica que es la encargada de abrir y cerrar el flujo del fluido a través de su modo de funcionamiento electromecánico



Fuente: Ilustración Propia

Figura 1-10 Válvula solenoide

Esquema de conexión de la electroválvula Figura 1-11. Donde utiliza un Transistor para su activación.



Fuente: [Refrigeración: Válvulas solenoide. \(sapiensman.com\)](http://Refrigeración: Válvulas solenoide. (sapiensman.com))

Figura 1-11 Esquema de electroválvula

1.4.1 Características de fabricación

- Apertura manual girando $\frac{1}{4}$ de vuelta el solenoide
- Purgado interno que permite aperturas manuales sin mojarse
- Tornillo de purgado externo que permite eliminar la suciedad del sistema durante la instalación y puesta en marcha del sistema
- Configuración en línea
- Funciona en aplicaciones de bajo caudal y riego localizado cuando se instala un filtro
- Construcción resistente en PVC
- Tornillos cruciformes de acero inoxidable

1.4.2 Especificaciones de la electroválvula Baccara 24Vac

- Caudal 075-Dv: desde 0,24 hasta 4,5 m³/h
- Presión de funcionamiento: desde 1 hasta 10,4 bares (23°C)
- Temperatura del agua: 43° C máximo
- Solenoide 24 v – 50 Hz
- Corriente de arranque: 0,30 A (7,2 VA)
- Corriente de régimen: 0,19 A (4,6 VA)
- No utilizar con sistemas de decodificadores
- Altura: 14,2 cm
- Longitud: 11,1 cm
- Ancho: 8,4 cm

1.4.3 Aplicaciones comunes

- Sistemas de Riego Residencial: Automatización del riego en jardines y áreas verdes.
- Riego Agrícola: Control de riego en cultivos para optimizar el uso del agua.
- Paisajismo Urbano: Mantenimiento de áreas verdes en entornos urbanos.
- Sistemas Hidropónicos: Control preciso del flujo de nutrientes en cultivos sin suelo.

1.5 **TABLEROS ELÉCTRICOS**

Un tablero eléctrico (también conocido como cuadro eléctrico, panel eléctrico o panel de distribución) es un conjunto de dispositivos montados dentro de una estructura (generalmente metálica), que permite la distribución, protección y control de la energía eléctrica en una instalación.

1.5.1 Tablero Eléctrico

- Distribuye energía eléctrica desde la fuente principal (como la red o un generador) hacia diferentes circuitos.
- Protege a las personas y a los equipos contra sobrecargas, cortocircuitos, fallas a tierra, etc.
- Permite maniobras de control (encender, apagar, automatizar procesos).
- Facilita el mantenimiento al centralizar la instalación en un solo punto.

1.5.2 Elementos comunes de un tablero eléctrico

- Interruptores termomagnéticos (breakers): Protegen contra sobre corriente y cortocircuito.
- Diferenciales (RCD/ID): Protegen contra fugas de corriente a tierra.
- Contactores: Permiten controlar cargas (como motores) de forma remota.
- Relés térmicos: Protegen motores de sobrecalentamiento.
- Fuentes de alimentación: Convierten tensión (por ejemplo, de 220V a 24VDC).
- PLC (si hay automatización): Controlador lógico programable.
- Borneras: Facilitan las conexiones internas/externas del tablero.
- Instrumentos de medición: Voltímetros, amperímetros, multímetros, etc.
- Lámparas testigo y pulsadores: Indican estados y permiten maniobras locales.
- Canaletas y riel DIN: Para organizar y fijar componentes.

1.5.3 Tipos de tableros eléctricos

Tabla 1-6 Formatos de Tableros

Tipo de Tablero	Descripción
General	Distribuye la energía principal a circuitos secundarios.
Seccional o derivado	Recibe energía del general y alimenta sectores específicos (por piso, por área).
De Fuerza	Maneja cargas de potencia, como motores, bombas, etc.
De Control o Automatización	Contiene lógica de mando (PLC, relés, sensores, etc.).
Tablero de Alumbrado	Distribuye energía a los sistemas de iluminación.
Tablero de Emergencia	Alimentado por generador o UPS, asegura suministro en caso de corte.

Fuente: Grupo Casa Lima y Electro Enchufe

1.5.4 Normas Aplicables depende del país

- **IEC 61439** – Ensamblaje de aparata de baja tensión.
- **NEMA** – Estándares de construcción de tableros (resistencia al polvo, agua, etc.).
- **IRAM, RETIE, NOM, UNE**, según país.
- Normas de seguridad eléctrica y códigos de instalación locales.

1.5.5 Diseñar o armar un tablero

Para el diseño del tablero, se debe realizar un uso adecuado de los espacios, considerando los siguientes aspectos:

- Potencia instalada y tipo de cargas.
- Número de circuitos y tipo de protección necesaria.
- Sección de conductores y caída de tensión.
- Espacio físico y accesibilidad.
- Ventilación y grado de protección IP (agua/polvo).
- Cumplimiento de normas y reglamentos eléctricos.

Un tablero de control es un gabinete como en la Figura 1-12. donde se almacenan una serie de dispositivos electromecánicos que permiten el control de diversas máquinas eléctricas.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

“Maquinas Eléctricas”

Figura 1-12 Ejemplo tablero de control

1.6 DESIGNACION DE DISPOSITIVOS Y FUNCIONES

Cada dispositivo eléctrico tiene una designación en los diagramas de fuerza y control. En las siguientes tablas se muestra la LETRA para la designación del TIPO DE DISPOSITIVO.

Tabla 1-7 Designación del Tipo de Dispositivos.

LETRA	TIPO DE APARATO	EJEMPLOS
A	Grupos constructivos y partes de grupos constructivos	Amplificadores, amplificadores magnéticos, láser, combinaciones de aparatos.
B	Convertidores de magnitudes no eléctricas a magnitudes si eléctricas y viceversa	Transductores, sondas termoelectricas, termo células, células fotoeléctricas, dinamómetros, cristales piezoeléctricos, micrófonos, altavoces, aparatos de campo giratorio
C	Condensadores	-
D	Dispositivos de retardo, de memoria, elementos binarios.	Conductores de retardo, elementos biestables, elementos monoestables, memoria de núcleos, registradores, memoria de discos, aparatos de cintas magnéticas.
E	Diversos.	Instalaciones de alumbrado, instalaciones de calefacción, instalaciones que no están indicadas en otro lugar en esta tabla.
F	Dispositivos de protección.	Fusibles, descargador de sobre voltaje, relés de protección, disparador.
G	Generadores	Generadores rotativos, transformadores de frecuencia rotativa, baterías, equipos de alimentación, osciladores.
H	Equipos de señalización	Aparatos de señalización ópticos y acústicos.
R	Resistencia.	Resistencias, potenciómetros, reóstatos, shunts, resistencia en derivación termistores.
S	Interruptores, selectores.	Pulsadores, interruptores de posición, interruptores de mando, conmutador-selector, selectores rotativos, adaptadores selectores, emisores de señales.
T	Transformadores.	Transformadores de potencial, transformadores de corriente.
U	Moduladores, convertidores	Discriminadores, convertidores de frecuencia, demoduladore, convertidores, inversores, onduladores.
K	Relés, contadores.	Contactores de potencia, contactores auxiliares, relés auxiliares, relés intermitentes, teles de tiempo, relés reed.
L	Inductividad.	Bobinas de reactancia.
M	Motores.	-
N	Amplificadores, reguladores.	Circuitos integrados.
P	Instrumentos de medición, equipos de pruebas.	Instrumentos de medición, registradores y contadores, emisores de impulsos, relojes.
Q	Aparatos de maniobra para altas intensidades.	Interruptores de potencia, seccionadores, interruptores de protección, interruptores para protección de motores, interruptores automáticos, seccionadores bajo carga con fusibles
V	Válvulas, semiconductores.	Válvula de vacío, válvulas de descarga en gases, diodos, transistores, tiristores
W	Vías de conducción, guía-ondas.	Hilos de conexión, cables, guía-ondas, acoplamiento dirigidos por guía-ondas, dipolos, antena parabólica.

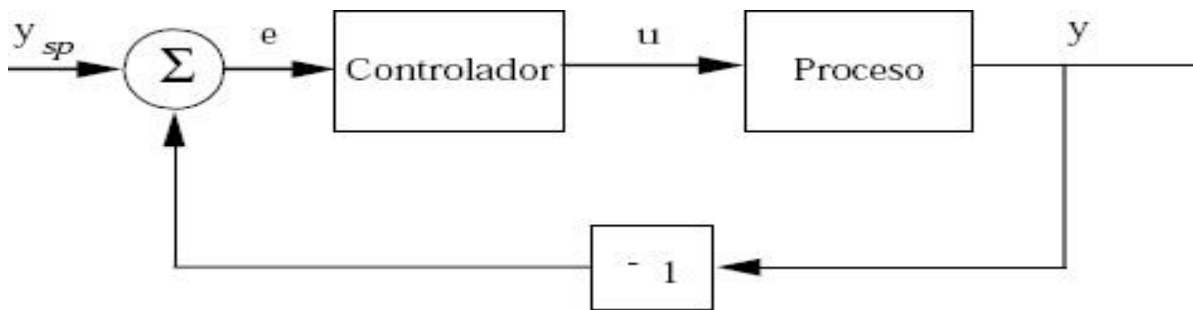
X	Borne, clavijas, enchufes.	Clavija y cajas de enchufe, clavijas de pruebas, regletas de bornes, regletas de soldadura.
Y	Equipos eléctricos accionados mecánicamente.	Frenos, embragues, válvulas.
Z	Equipos de compensación, filtros, limitadores.	Circuitos para limitación de cables, reguladores dinámicos, filtros de cristal.

Fuente: Profesor Guelis Montenegro PPT

"Asignatura Maquinas Eléctricas"

1.7 SISTEMA DE LAZO DE CONTROL POR REALIMENTACION

Un sistema de lazo de control por realimentación como se aprecia en la Figura 1-13 es un tipo de sistema de control en el cual la salida del sistema es utilizada para influir o ajustar el comportamiento de la entrada. En otras palabras, una parte de la salida del sistema se "realimenta" al controlador para que este pueda tomar decisiones sobre cómo modificar las entradas del sistema para lograr una respuesta deseada.



Fuente: PID. Controladores de realimentación - Control PID avanzado (mailxmail.com)

Figura 1-13 Diagrama de bloques de un proceso con un controlador por realimentación

Un sistema de control con realimentación tiene dos partes principales: un controlador y un proceso.

- El controlador decide qué hacer.
- El proceso es lo que queremos controlar (por ejemplo, la temperatura de una sala o la velocidad de un motor).

El controlador envía una señal llamada variable manipulada (u), que puede abrir una válvula o hacer girar un motor. Esta señal pasa al proceso y cambia una variable de proceso (y), que es lo que estamos midiendo (como la temperatura o la velocidad).

Esa variable medida se compara con el valor deseado (llamado punto de consigna o SP, y se representa como y_{sp}).

La diferencia entre el valor deseado y el real se llama error (e), y se calcula así:

$$e = y_{sp} - y = y_{sp} - y$$

El controlador usa ese error para ajustar la señal de control (u), y así tratar de llevar la variable real (y) lo más cerca posible del valor deseado (y_{sp}).

Este tipo de control se llama realimentación negativa, porque si el valor real sube por encima del deseado, el controlador actúa en sentido contrario para bajarlo, y viceversa.

1.8 PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Uno de los principales desafíos en los sistemas eléctricos convencionales radica en la limitada capacidad de control y automatización de dispositivos que no están integrados a plataformas de gestión remota o inteligentes. Equipos como portones eléctricos, bombas de riego, motores trifásicos, y válvulas de irrigación suelen estar controlados por pulsadores locales o temporizadores fijos, lo cual restringe su funcionalidad, eficiencia operativa y adaptabilidad a nuevas necesidades.

Estos sistemas tradicionales presentan desventajas como:

- Dependencia del control manual o local.
- Falta de flexibilidad en la programación y operación remota.
- Dificultad para integrar múltiples dispositivos bajo una misma lógica de control.
- Limitaciones en la optimización del consumo energético y mantenimiento predictivo.

Soluciones Tecnológicas Disponibles

En el mercado actual existen diversas alternativas para modernizar y automatizar estos sistemas, con distintos niveles de complejidad, coste y capacidad de integración. Entre las opciones más relevantes se encuentran:

- Programadores comerciales (ej. *Rain Bird*, *Hunter*): diseñados específicamente para sistemas de riego, permiten cierta programación horaria, aunque son limitados en conectividad e integración con otros sistemas.
- Controladores PLC (Controlador Lógico Programable): robustos, confiables y ampliamente utilizados en la industria; sin embargo, pueden implicar mayores costos y requerir programación especializada.
- Sistemas de automatización domótica como KNX: ideales para edificaciones inteligentes, aunque su implementación puede resultar costosa y compleja para proyectos pequeños.
- Microcontroladores de propósito general, como la Raspberry Pi 4 Model B, que ofrecen:
 - Arquitectura de código abierto.
 - Capacidad de programación avanzada (Python, Node-RED, etc.).
 - Conectividad inalámbrica (Wi-Fi, Bluetooth, GPIO).
 - Integración con sensores, actuadores y servicios en la nube.
- Amplificadores de radiofrecuencia: utilizados para extender el alcance de señales de control inalámbricas, aunque no ofrecen lógica programable por sí mismos.
- Interruptores Wi-Fi inteligentes (ej. Sonoff): permiten control básico remoto desde una app móvil, adecuados para tareas simples pero limitados en lógica de control compleja.

Solución Propuesta

Dada la necesidad de un sistema que sea económico, eficiente, flexible, y que permita control remoto, programación personalizada e integración con sensores y actuadores, se ha optado por implementar una solución basada en la tarjeta microcontroladora Raspberry Pi 4 Model B.

Esta plataforma permite:

- Desarrollar un sistema de control personalizado y escalable.
- Incorporar interfaces gráficas de usuario (HMI) accesibles desde cualquier dispositivo con acceso a red.
- Realizar automatización basada en condiciones, horarios o eventos.
- Integrarse con servicios en la nube para monitoreo y control remoto.
- Optimizar el uso energético y mejorar la seguridad del sistema.

En consecuencia, esta solución se alinea con los objetivos del proyecto en términos de tiempo de implementación, coste accesible, versatilidad técnica y seguridad operativa.

1.9 OBJETIVOS

1.9.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema automatizado de control eléctrico que optimice el uso de energía, gestione eficientemente el riego y permita el control remoto seguro de las válvulas, motores y portón eléctrico.

1.9.2 Objetivos específicos

- Diseñar el control eléctrico de válvulas de riego en base a humedad del suelo, horarios y clima.
- Automatizar el motor de pozo profundo, activándolo según la demanda de riego y garantizando presión adecuada.
- Controlar el motor centrífugo para operar según presión y caudal requeridos.
- Integrar el control del portón eléctrico mediante sensores o control remoto para mejorar acceso y seguridad.
- Implementar monitoreo y control remoto de todo el sistema desde una app o panel centralizado.
- Optimizar el consumo energético, activando equipos solo cuando sea necesario.
- Proteger los equipos eléctricos frente a sobrecargas, fallas de voltaje u otros riesgos.
- Realizar pruebas funcionales del sistema en condiciones reales para validar su desempeño.
- Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva para facilitar el uso y la supervisión del sistema

CAPITULO 2: DIAGRAMAS, PLANOS EN GENERAL, ESQUEMAS PARA CONEXIONES

2. DIAGRAMAS, PLANOS EN GENERAL, ESQUEMAS PARA CONEXIONES

En el ámbito técnico y profesional, los diagramas, planos y esquemas de conexiones son herramientas gráficas fundamentales que se utilizan para representar visualmente cómo están organizados, instalados o interconectados los componentes de un sistema.

2.1 PLANOS GENERALES

Es una representación gráfica, a escala, de un espacio físico (como una casa, una máquina o una instalación eléctrica). Puede mostrar medidas, materiales, distribución de elementos y detalles constructivos.

Existen una variedad de planos/diagramas eléctricos:

- Plano de Fuerza y Alumbrado

Se enfoca en la distribución de energía hacia equipos y puntos de iluminación.

Fuerza:

- Tomas de corriente industriales
- Enchufes
- Tableros de distribución
- Líneas de alimentación de máquinas

Alumbrado:

- Luminarias (techo, pared, emergencia)
- Interruptores, conmutadores, pulsadores
- Sensores de movimiento o presencia

- Plano de Fuerza y Control (o Mando)

Este plano es común en sistemas de automatización y accionamiento de motores.

Fuerza:

- Alimentación directa a motores
- Protecciones de potencia (guardamotors, contactores de potencia)

Control:

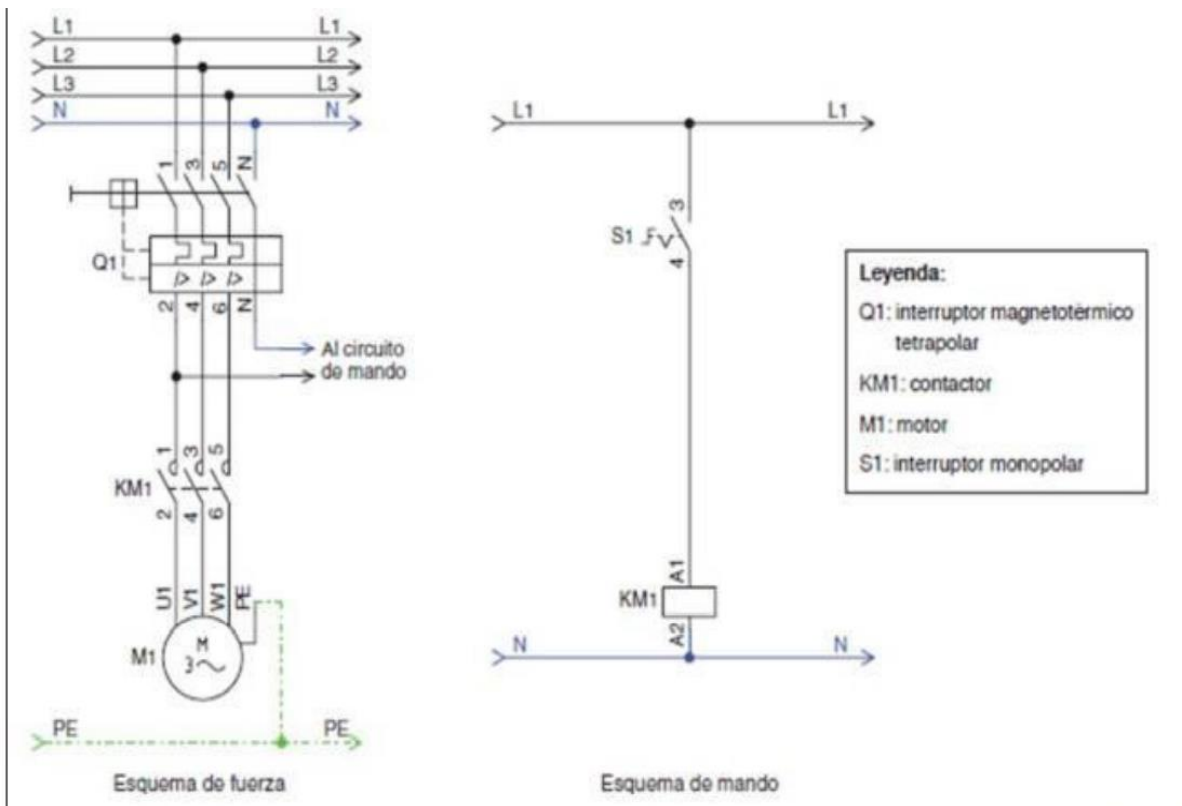
- Lógica de mando con relés, temporizadores, pulsadores
- Interconexiones entre sensores, botones, PLCs, etc.
- Cableado de señales de control

Existen diferentes símbolos para el mismo dispositivo según la norma que se esté usando para desarrollar el plano eléctrico

- Planos Eléctricos Fuerza y Mando

En los planos eléctricos es posible encontrar distintos símbolos, los cuales constituyen una representación gráfica como muestra la Figura 2-1 de un elemento físico presente en los sistemas

eléctricos como, por ejemplo: un relé, un fusible, un transformador, Contactor, Pulsador, entre otros elementos.



Fuente: PPT Guelis Montenegro
"Maquinas Eléctricas"

Figura 2-1 Plano eléctrico, ejemplo.

2.2 DIAGRAMAS

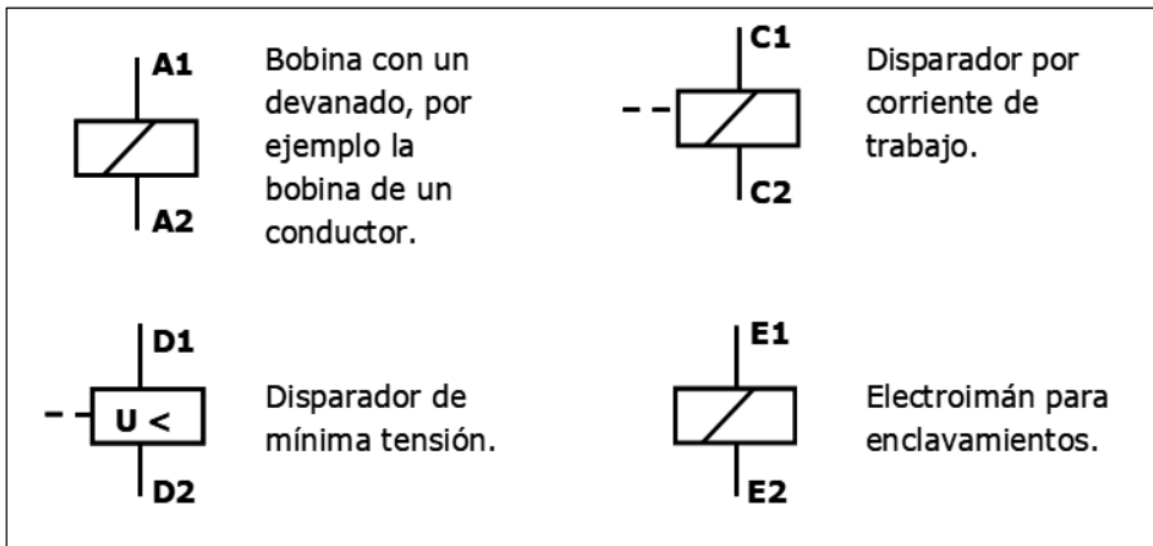
Es una representación más abstracta que se enfoca en mostrar cómo interactúan los diferentes elementos de un sistema, sin preocuparse por la escala o la disposición real.

2.2.1 Diagramas conexión de fuerza

Un diagrama de fuerza se representa gráficamente en forma descendente (de arriba hacia abajo) y muestra el flujo de corriente eléctrica que alimenta equipos de alta potencia. Las corrientes que circulan en este tipo de diagramas son significativamente mayores que las presentes en los diagramas de control, ya que están directamente relacionadas con la potencia y el tipo de carga conectada, como motores eléctricos, transformadores, autotransformadores, entre otros dispositivos de elevado consumo energético.

Accionamiento de Fuerza: A1, A2, C1, C2, D1, D2, E1, E2

Estas designaciones se utilizan comúnmente en sistemas eléctricos para representar componentes específicos dentro de un circuito de control y accionamiento, como bobinas, disparadores y electroimanes. Cada par de terminales tiene una función específica en el funcionamiento del sistema eléctrico, como se muestra en la figura 2-2.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

“Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas”

Figura 2-2 Accionamientos de fuerza

A1, A2: Bobina con un devanado (por ejemplo, bobina de un contactor)

A1 y A2 representan los terminales de la bobina de un contactor o relé.

A1 es el terminal positivo o de alimentación de la bobina, mientras que A2 es el terminal de retorno.

Estas bobinas son de devanado electromagnético, lo que significa que, al energizarse, generan un campo magnético que cierra los contactos del contactor y permite la conexión de los circuitos de fuerza (motor, máquinas, etc.).

Función:

Al energizarse, la bobina atrae una armadura que cierra los contactos principales (normalmente abiertos), permitiendo el paso de corriente en el circuito de fuerza.

C1, C2: Disparador por corriente de trabajo

C1 y C2 corresponden a los contactos del disparador de corriente de trabajo. Este disparador se activa cuando la corriente que circula por el circuito supera el valor nominal de trabajo o alcanza un valor predeterminado de corriente de sobrecarga.

Función:

C1 y C2 se utilizan en sistemas de protección para evitar que el motor o el equipo se dañe debido a sobrecorrientes.

Cuando la corriente de trabajo excede el límite especificado, el disparador abre el circuito para desconectar el motor y proteger el sistema.

D1, D2: Disparador de mínima tensión

D1 y D2 son los contactos de un disparador de mínima tensión. Este disparador se utiliza para proteger al sistema cuando la tensión en el circuito cae por debajo de un valor crítico.

La caída de tensión podría ser consecuencia de un problema en la red eléctrica, y al detectarse una baja tensión, el disparador actúa para desconectar el sistema y evitar daños.

Función:

Si la tensión en el sistema disminuye por debajo del valor de referencia, el disparador actúa sobre los contactos D1 y D2, abriendo el circuito y desconectando el equipo de la alimentación eléctrica.

E1, E2: Electroimán para enclavamientos

E1 y E2 representan un electroimán utilizado para enclavamientos. El enclavamiento es una medida de seguridad que asegura que ciertos dispositivos o circuitos no puedan activarse simultáneamente o en secuencias incorrectas.

Función:

El electroimán E1-E2 genera un campo magnético cuando se energiza, mantenido por el enclavamiento, lo que garantiza que un sistema no se active sin las condiciones de seguridad adecuadas.

Enclavamiento: Si el sistema detecta una condición no segura (por ejemplo, un interruptor de seguridad abierto), el electroimán mantiene el dispositivo bloqueado, evitando una operación peligrosa.

Contactos 1, 2, 3, 4 (4 Contactos)

Los contactos 1, 2, 3, 4 generalmente se utilizan para identificar los contactos principales o auxiliares de un dispositivo de control como un relé o un contactor. Dependiendo de la función de cada contacto, estos pueden ser utilizados en diagramas de control de fuerza o control.

Ejemplo de un Contactor con 4 Contactos:

- Contacto 1 (NA o NC): Normalmente Abierto o Normalmente Cerrado para control básico de corriente.
- Contacto 2 (NA o NC): Otro contacto auxiliar para enlazamiento o control de otra señal.
- Contacto 3 (NA o NC): Otro contacto para secuencia de operación o seguridad.
- Contacto 4 (NA o NC): Contacto adicional para protección o señalización.

Este tipo de configuración se utiliza, por ejemplo, en motores eléctricos donde diferentes contactos gestionan las señales de encendido, paro y control de seguridad.

Contactos 1, 2, 3, 4, 5, 6 (6 Contactos)

Cuando se tiene una mayor cantidad de contactos, como 1, 2, 3, 4, 5, 6, esto podría estar relacionado con dispositivos más complejos como relés térmicos o contactores multifuncionales. Los 6 contactos permiten un control más extenso y a menudo están distribuidos para realizar funciones adicionales dentro de un sistema de control o para automatización avanzada.

Ejemplo de Relé con 6 Contactos:

- Contacto 1 y 2: Utilizados para el control básico de corriente (pueden ser NA o NC).

- Contacto 3 y 4: Auxiliares para lógica de secuencias o funciones de protección como interrupción de corriente en caso de sobrecarga.
- Contacto 5 y 6: Contactos de señalización o protección (como alarma de fallo de voltaje, exceso de corriente o fallo en el sistema).

Estos sistemas complejos pueden ser utilizados en sistemas de automatización industrial donde se requieren múltiples entradas y salidas, como circuitos de motores eléctricos, sistemas de iluminación industrial, o sistemas de calefacción y ventilación (HVAC).

Contactos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (8 Contactos)

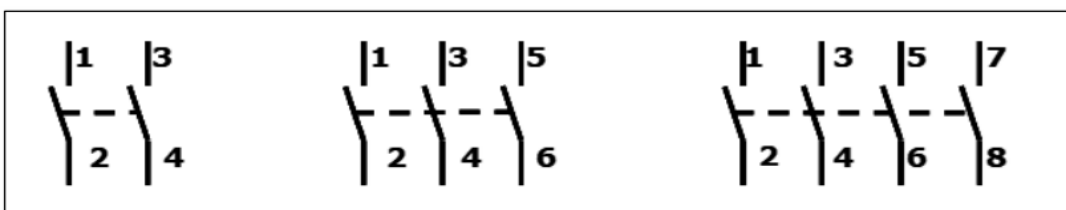
Un dispositivo con 8 contactos es típico de un sistema avanzado de control que necesita gestionar varias entradas y salidas en forma simultánea. Este tipo de configuración es común en controladores lógicos programables (PLC) o sistemas de control de procesos industriales complejos. Con 8 contactos, el dispositivo puede manejar una mayor variedad de señales, como entradas digitales, señales de control, alarmas, y eventos de protección.

Ejemplo de Relé o Contactor con 8 Contactos:

- Contactos 1 a 4: Pueden ser utilizados para el control básico de corriente y encendido/parada de equipos, con algunos NA o NC según sea necesario.
- Contactos 5 a 8: Se utilizan para funciones adicionales como señales de estado, protección contra sobrecarga, lógica de control secuencial y conmutación de circuitos auxiliares.

Este tipo de configuración es útil en aplicaciones más específicas o en sistemas automatizados de manufactura, donde se requieren múltiples controles para regular el funcionamiento de diversos dispositivos en el proceso de producción o en el control de maquinaria.

Su uso está destinado en Diagramas de Fuerza. Como se muestra en la Figura 2-3



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-3 Contactos eléctricos

Definición de contactos

Desde la Figura 2-4

1, 2: Contacto Normalmente Cerrado (NC - Contacto de Apertura)

Un contacto normalmente cerrado (NC) es un tipo de contacto que, en su estado reposo (sin energizar el dispositivo que lo controla), está cerrado. Esto permite que la corriente fluya a través de él. Cuando el dispositivo es activado (por ejemplo, un relé o un interruptor), el contacto se abre, interrumpiendo el paso de corriente.

Características:

- Estado reposo (sin activar): El contacto está cerrado, permitiendo el paso de corriente.
- Estado activo (cuando el dispositivo se energiza): El contacto se abre, interrumpiendo el paso de corriente.

Aplicaciones:

- Sistemas de paro de emergencia, donde se corta la corriente al presionar el botón de paro.
- Sistemas de interbloqueo, donde se detiene un proceso al abrir un contacto de seguridad.

3, 2: Contacto Normalmente Abierto (NA - Contacto de Cierre)

Un contacto normalmente abierto (NA) está abierto en su estado reposo. Cuando el dispositivo de control (como un relé o un interruptor) es activado, el contacto se cierra, permitiendo que la corriente fluya a través de él.

Características:

- Estado reposo (sin activar): El contacto está abierto, no permite el paso de corriente.
- Estado activo (cuando el dispositivo se energiza): El contacto se cierra, permitiendo el paso de corriente.

Aplicaciones:

- Arranque de motores o activación de dispositivos, donde el contacto se cierra para permitir que la corriente fluya y encienda un motor o equipo.
- Control de luces o señales, donde se cierra un circuito al activar un interruptor.

5, 6: Conmutador Normalmente Cerrado (NC - Con Apertura Retardada)

Un conmutador con apertura retardada generalmente se utiliza cuando se desea que el contacto se abra después de un pequeño retraso en el tiempo, después que se haya activado el dispositivo. Este tipo de contacto normalmente cerrado (NC) está diseñado para abrirse después de un retardo preestablecido.

Características:

- Estado reposo (sin activar): El contacto está cerrado, permitiendo el paso de corriente.
- Estado activo (cuando el dispositivo se energiza): El contacto se abre con un retraso temporal, lo que permite un control más preciso sobre el momento en que se interrumpe la corriente.

Aplicaciones:

- Sistemas de protección térmica en motores, donde se requiere un tiempo de retardo para evitar desconexiones innecesarias por pequeños picos de corriente.
- Control de procesos con tiempos específicos, como un sistema de desconexión progresiva.

7, 8: Contacto Normalmente Abierto (NA - Con Cierre Retardado)

Un contacto normalmente abierto (NA) con cierre retardado funciona en forma similar al contacto NA estándar, pero en este caso, el contacto se cierra después de un retardo, una vez que el dispositivo de control ha sido activado. Esto se utiliza para introducir un retraso controlado en la conexión.

Características:

- Estado reposo (sin activar): El contacto está abierto, no permite el paso de corriente.
- Estado activo (cuando el dispositivo se energiza): El contacto se cierra después de un retardo, lo que permite que la corriente fluya.

Aplicaciones:

- Control de arranque progresivo de motores, donde un contacto de cierre retardado asegura que el motor arranque en forma más suave.
- Control de luces o señales que deben activarse después de un retardo, como en sistemas de seguridad o de alarma.

1, 2, 3: Conmutador

El conmutador es un dispositivo que cambia el estado de un circuito entre diferentes configuraciones. En este caso, los contactos 1, 2, 3 corresponden a un conmutador con múltiples posiciones, lo que permite cambiar la ruta de corriente entre diferentes contactos o dispositivos.

Características:

- Permite cambiar entre múltiples circuitos o configuraciones.
- Dependiendo de la aplicación, puede actuar como un interruptor de varias posiciones o como un selector de modos.

Aplicaciones:

- Sistemas de cambio de dirección de motores eléctricos, donde el conmutador alterna entre diferentes rutas de corriente.
- Selección de funciones en dispositivos con varias opciones de operación (por ejemplo, máquinas de control de velocidad variable).

5, 6, 8: Conmutador con Retardo en Ambas Direcciones

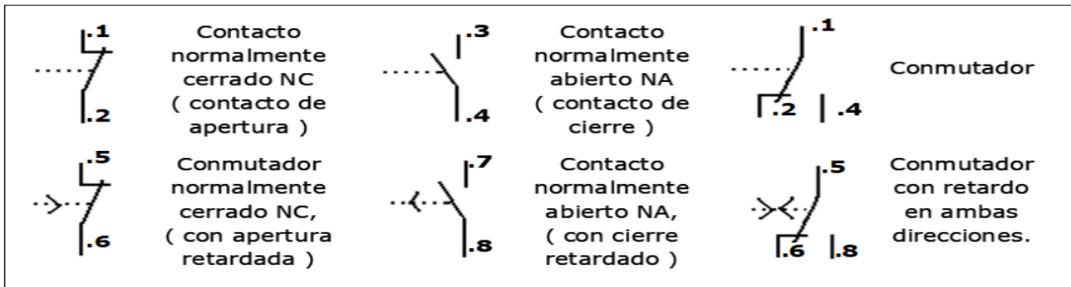
Este tipo de conmutador con retardo en ambas direcciones es utilizado cuando se necesitan cambios de dirección en un sistema, como en motores de inversión de giro. El retardo en ambas direcciones asegura que las transiciones de la corriente de un sentido a otro se realicen en forma controlada, evitando sobrecargas o daños al sistema.

Características:

- Retardo tanto en el cierre como en la apertura, para evitar picos de corriente o problemas mecánicos durante el cambio de dirección.
- Se utiliza en sistemas donde el control de la dirección del motor o equipo es necesario.

Aplicaciones:

- Motores de inversión de giro (por ejemplo, en grúas, cintas transportadoras o sistemas de elevación).
- Sistemas que requieren cambio de dirección controlado, como ventiladores reversibles o bombas de flujo alternativo.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

“Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas”

Figura 2-4 Contacto y conmutador

Resumen de Aplicaciones: en la tabla 2-1, a continuación.

Tabla 2-1 Numeración de Contacto

Número de Contactos	Tipo de Contacto	Características	Aplicaciones
1, 2	Normalmente Cerrado (NC - Apertura)	Se abre cuando el dispositivo se activa.	Paro de emergencia, interbloqueo de seguridad
3, 2	Normalmente Abierto (NA - Cierre)	Se cierra cuando el dispositivo se activa.	Arranque de motores, control de luces
5, 6	Conmutador NC (Apertura Retardada)	Apertura retardada al activarse.	Protección térmica, control de procesos con retardo
7, 8	Normalmente Abierto (NA - Cierre)	Cierre retardado al activarse.	Arranque progresivo de motores, sistemas de alarma
1, 2, 3	Conmutador	Cambia entre diferentes circuitos.	Cambio de dirección de motores, selección de funciones
5, 6, 8	Conmutador con retardo en ambas direcciones	Cambio de dirección con retardo controlado.	Motores de inversión de giro, sistemas de cambio de dirección

Fuente: Creación Propia

Descripción de los puntos de conexión de los contactos de la Figura 2-5

Contactos 13-14 y 23-24

Son contactos normalmente abiertos (NA).

Se cierran cuando se energiza la bobina del contactor o relé asociado.

Permiten el paso de corriente cuando el dispositivo está activo.

Aplicaciones:

Mantener el circuito cerrado después de soltar el pulsador de arranque (contacto de retención o enclavamiento).

Activar otros elementos como luces piloto o temporizadores.

Contactos 11-12 y 21-22

Son contactos normalmente cerrados (NC).

Están cerrados en reposo y se abren cuando se energiza el contactor o relé.

Aplicaciones:

Se usan para detener un motor o interrumpir una señal al activarse un dispositivo.

Función de seguridad o parada en el circuito de control.

11-12-14 y 21-22-24

Estas tríadas representan contactos conmutados, es decir, contactos de cambio (SPDT):

Un punto común (11 o 21) que puede conectarse a uno de dos terminales dependiendo del estado del relé o contactor.

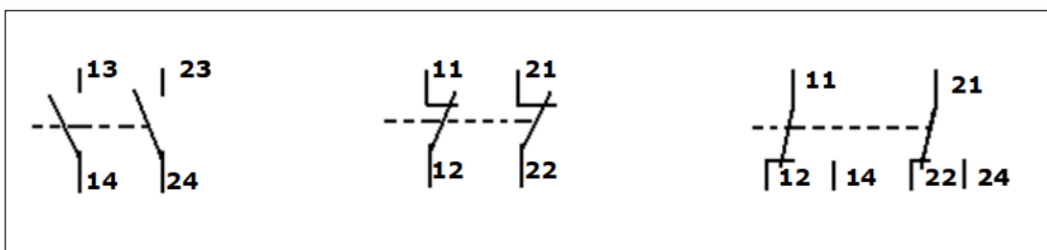
11–12: normalmente cerrado (NC) (Lo mismo aplica para 21–22)

11–14: normalmente abierto (NA) (Lo mismo aplica para 21–24)

Aplicaciones:

Permiten elegir entre dos rutas para la corriente: una activa en reposo y otra activa cuando se energiza.

Muy útiles en automatización, selección de estados, y alarmas.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

“Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas”

Figura 2-5 Contactos para diagramas de control

2.2.2 Diagrama ANSI de Control y Fuerza en un Motor Eléctrico

El diagrama ANSI de la Figura 2-6 es una representación gráfica estandarizada de cómo se conectan y operan los componentes eléctricos en un sistema de automatización o accionamiento de motores, utilizando la simbología ANSI (American National Standards Institute), ampliamente utilizada en América del Norte.

La simbología ANSI define símbolos normalizados para representar dispositivos eléctricos como:

- Motores
- Contactores
- Relés
- Interruptores
- Fusibles
- Bobinas
- Sensores
- Botones pulsadores

A diferencia de otras normativas como IEC o DIN (de mayor aplicación en Europa), ANSI representa los componentes de forma más esquemática y funcional, lo que facilita su interpretación en instalaciones industriales y tableros eléctricos norteamericanos.

Diagrama de Control (ANSI)

Este diagrama muestra el circuito de baja potencia que activa o desactiva el motor. Incluye:

- Botón de arranque (Start) – contacto normalmente abierto (NA)
- Botón de paro (Stop) – contacto normalmente cerrado (NC)
- Contactor (K) – con bobina y contactos auxiliares
- Relé térmico (OL) – con contacto auxiliar normalmente cerrado

El objetivo del diagrama de control es manejar el motor de forma segura y automatizada, usando componentes de mando.

Diagrama de Fuerza (ANSI)

El diagrama de fuerza representa el circuito de alta potencia a través del cual fluye la corriente que alimenta directamente al motor (M). Este esquema muestra los elementos encargados de la conducción y protección de la energía eléctrica en el sistema de potencia. Los componentes típicos incluidos son:

- Fusibles o interruptores (F): elementos de protección contra cortocircuitos o sobrecargas.
- Contactor principal (K): dispositivo de maniobra con contactos principales para establecer o interrumpir el paso de corriente.

- Relé térmico (OL): protección contra sobrecarga del motor, que actúa ante condiciones térmicas anormales.
- Motor (M): puede ser monofásico o trifásico, según el tipo de instalación.

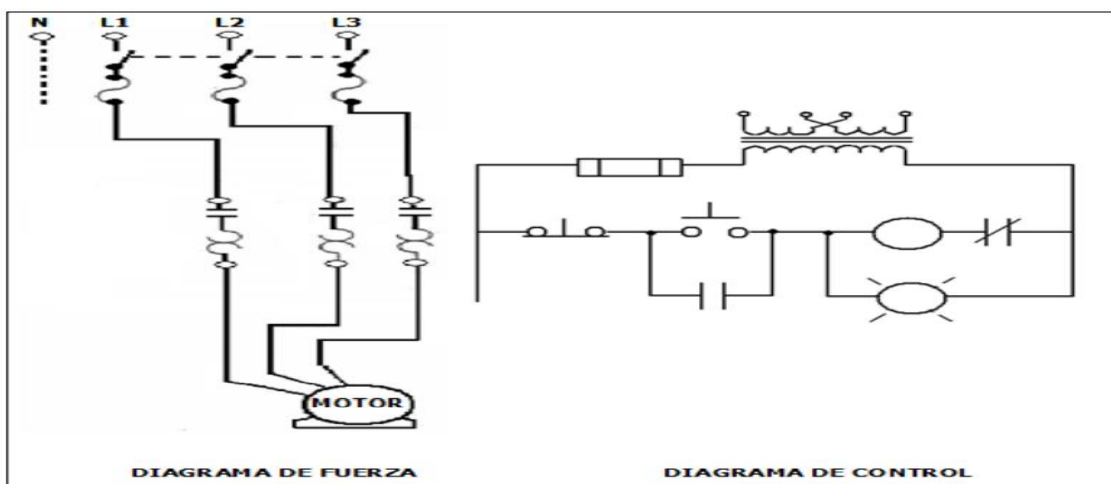
Este circuito no se acciona de forma directa, sino que su funcionamiento es controlado a través del circuito de control, el cual opera mediante señales de baja potencia.

Justificación del uso de diagramas separados

Se emplean dos diagramas independientes uno para el circuito de fuerza y otro para el circuito de control, debido a que cada uno cumple funciones distintas y opera con niveles de corriente diferentes:

- El circuito de fuerza transporta corrientes elevadas y se encarga del suministro de energía a los elementos de potencia.
- El circuito de control maneja señales de baja corriente destinadas a activar, desactivar o regular los dispositivos de fuerza.

La separación entre ambos diagramas mejora la seguridad, al reducir el riesgo de manipulación directa de componentes de alta potencia, y facilita el diagnóstico y mantenimiento, al permitir un análisis independiente de cada subsistema del circuito eléctrico.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

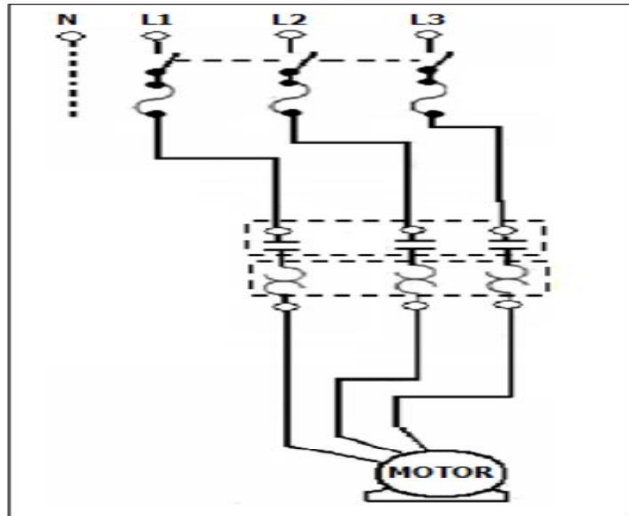
Figura 2-6 Diagrama de fuerza y diagrama de control del motor

En la Figura 2-7, utilizando simbología ANSI, se representa un circuito de fuerza trifásico para el arranque de un motor eléctrico. El sistema es alimentado por tres líneas principales (L1, L2 y L3), las cuales ingresan al circuito a través de un interruptor principal. A continuación, se disponen fusibles en cada fase, cuya función es proteger el sistema frente a posibles cortocircuitos.

Seguidamente, se encuentra el contactor, cuyo cierre o apertura es comandado por el circuito de control. Este dispositivo permite el paso de la corriente hacia el motor únicamente cuando se recibe una señal de mando.

Después del contactor, se ubican los relés térmicos de sobrecarga (Overload Relays - OL), que interrumpen el circuito en caso de que el motor consuma una corriente superior a la permitida durante un tiempo prolongado, protegiéndolo así de daños por sobrecalentamiento.

Finalmente, la energía llega al motor eléctrico trifásico (M), que es el elemento de trabajo principal en el sistema.



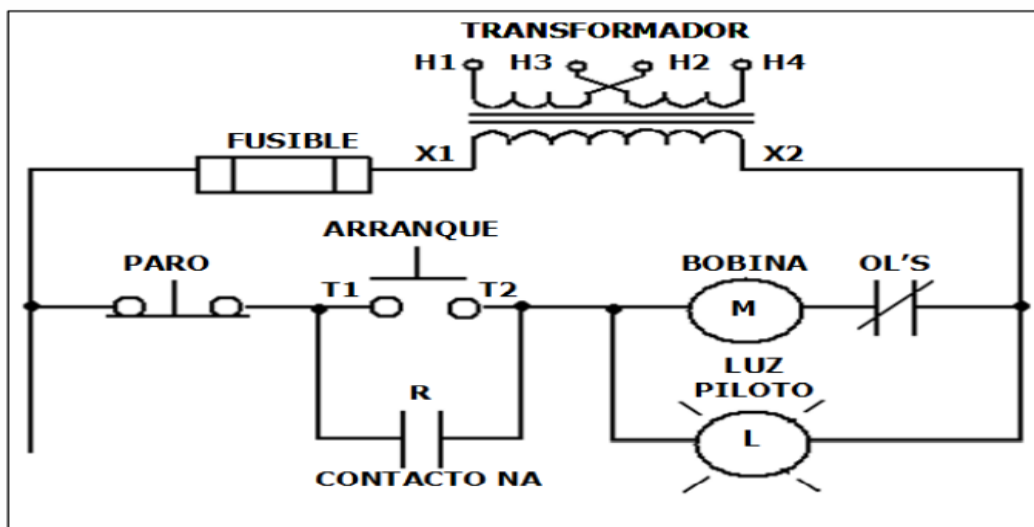
Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-7 Diagrama ANSI de motor

2.2.3 Diagrama Ladder

El diagrama Ladder, también conocido como diagrama de escalera, es una representación gráfica del circuito de control, organizada de manera secuencial. Sus componentes se disponen horizontalmente en distintos niveles, asemejando los peldaños de una escalera, lo que da origen a su nombre. Este tipo de diagrama facilita la interpretación y el análisis de los sistemas de automatización y control industrial.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-8 Diagrama en formato ladder

En la Figura 2-8, según la simbología ANSI, se muestra el diagrama de control de un motor eléctrico. El circuito está compuesto por un transformador, encargado de reducir el voltaje de alimentación; un fusible, que actúa como elemento de protección; y dos pulsadores: uno de paro y otro de arranque, que permiten detener o poner en funcionamiento el motor, respectivamente.

Al presionar el pulsador de arranque, se energiza la bobina del contactor, cerrando así el contacto normalmente abierto (NA) R, lo cual mantiene el circuito activado y enciende la luz piloto (L) como señal de funcionamiento. Para interrumpir el circuito y detener el motor, basta con accionar el pulsador de paro, abriendo el circuito de control.

2.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN

El esquema de conexión es un tipo de diagrama técnico que representa, de forma detallada, la forma en que se interconectan los distintos componentes eléctricos o electrónicos dentro de un sistema. Este esquema emplea símbolos normalizados conforme a normas técnicas (como ANSI, IEC o IEEE) para representar dispositivos tales como interruptores, conductores, resistencias, contactores, motores, entre otros.

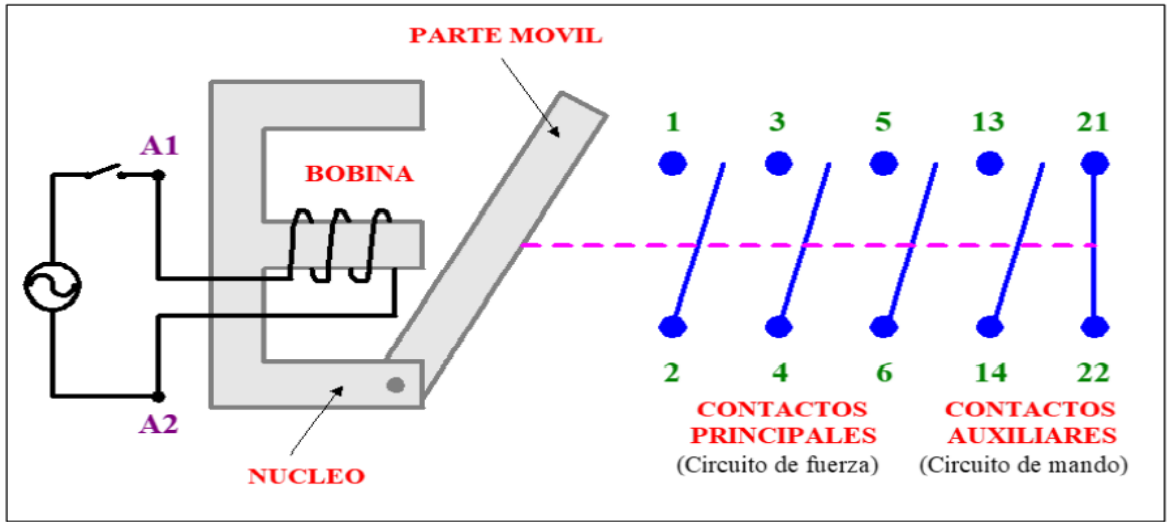
Su objetivo principal es proporcionar una referencia clara y precisa para la instalación, el mantenimiento y el diagnóstico de sistemas eléctricos, asegurando que cada componente esté conectado en la configuración adecuada para su correcto funcionamiento. Este tipo de representación gráfica resulta fundamental tanto en la fase de diseño como en la ejecución de proyectos eléctricos e industriales.

2.3.1 Designación de los puntos de conexión de contactos

En los sistemas eléctricos, la numeración de los contactos de la Figura 2-9 sigue una convención estandarizada que permite identificar su función y aplicación dentro del circuito:

1. Contactos principales: Se identifican con un solo dígito (por ejemplo: 1, 2, 3...) y, por lo general, son normalmente abiertos (NA). Están destinados a ser utilizados en los diagramas de fuerza, ya que forman parte del circuito de potencia que alimenta directamente al motor u otros dispositivos de alta carga.
2. Contactos auxiliares: Se identifican con dos dígitos (por ejemplo: 13-14, 21-22...) y están destinados al uso en diagramas de control. Estos contactos se utilizan para funciones de señalización, enclavamiento, auto retención y lógica de control.

Esta diferenciación facilita la correcta interpretación y conexión de los componentes en los esquemas eléctricos.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

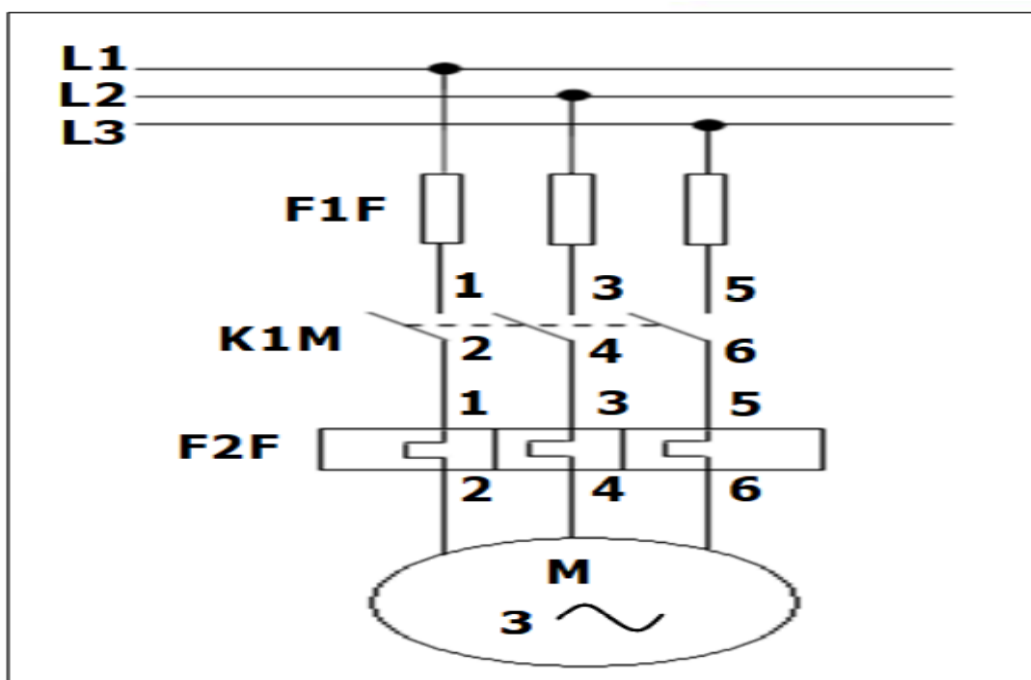
Figura 2-9 Diagrama de control de relé

2.3.2 La designación K1M

Según la simbología normalizada **DIN**, se interpreta de la siguiente manera: (Figura 2-10)

- **K**: Indica que se trata de un dispositivo de maniobra, como un relé o un contactor; en este caso específico, corresponde a un contactor.
- **1**: Es un número secuencial que identifica de forma única al dispositivo dentro del circuito, permitiendo distinguirlo de otros componentes similares.
- **M**: Representa la función asociada al dispositivo; en este caso, M indica que el contactor está destinado a la conexión y control de un motor.

Esta nomenclatura facilita la identificación rápida de los componentes y su función dentro del sistema eléctrico.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-10 Ejemplo de componentes en el esquema de conexión

2.3.3 La designación de fusibles F1F y F2F

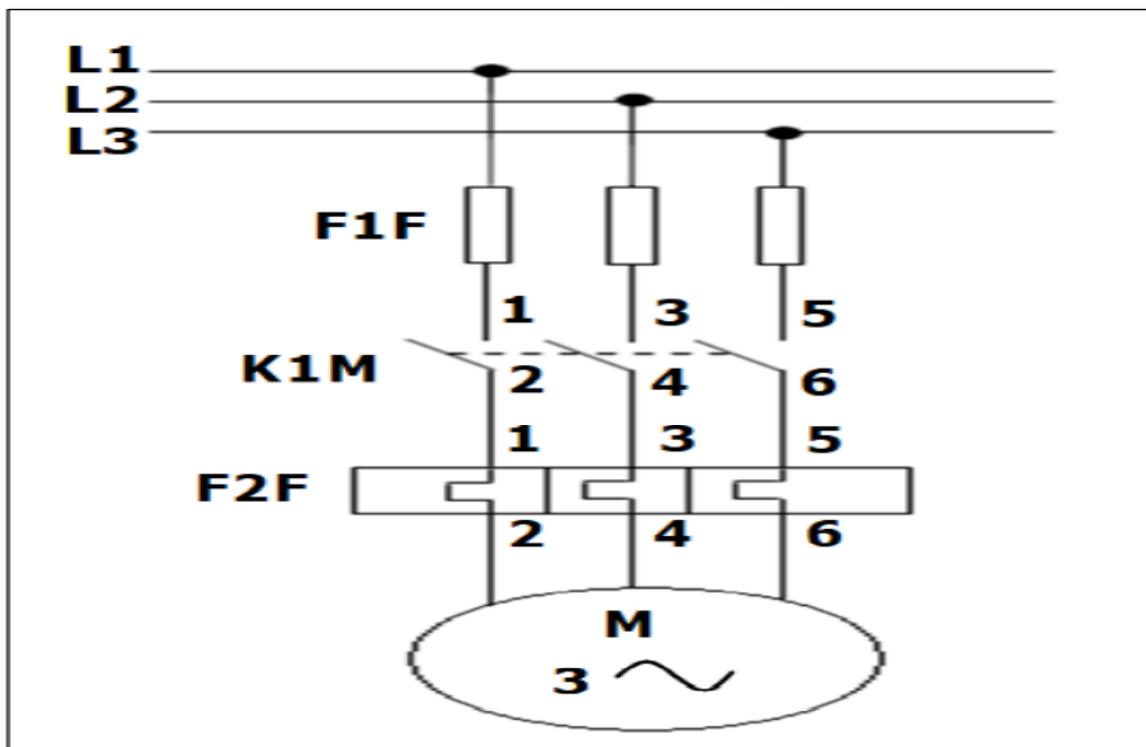
Las designaciones F1F y F2F, según la simbología normalizada DIN y como se muestra en la Figura 2-11 se interpretan de la siguiente manera:

F: La primera letra F indica que el componente representado en el plano eléctrico es un fusible, utilizado como dispositivo de protección.

1 y 2: Son números identificadores que permiten distinguir entre dispositivos del mismo tipo dentro del circuito; en este caso, se utilizan para diferenciar dos fusibles individuales.

La segunda letra F hace referencia a la función del fusible, que en este caso es la protección del motor eléctrico frente a posibles sobre corrientes o fallas.

Este sistema de designación contribuye a una identificación clara y estructurada de los componentes eléctricos y sus funciones específicas dentro del esquema general del sistema.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-11 Ejemplo de simbología DIN

2.4 ARRANQUE Y PARO DE MOTOR

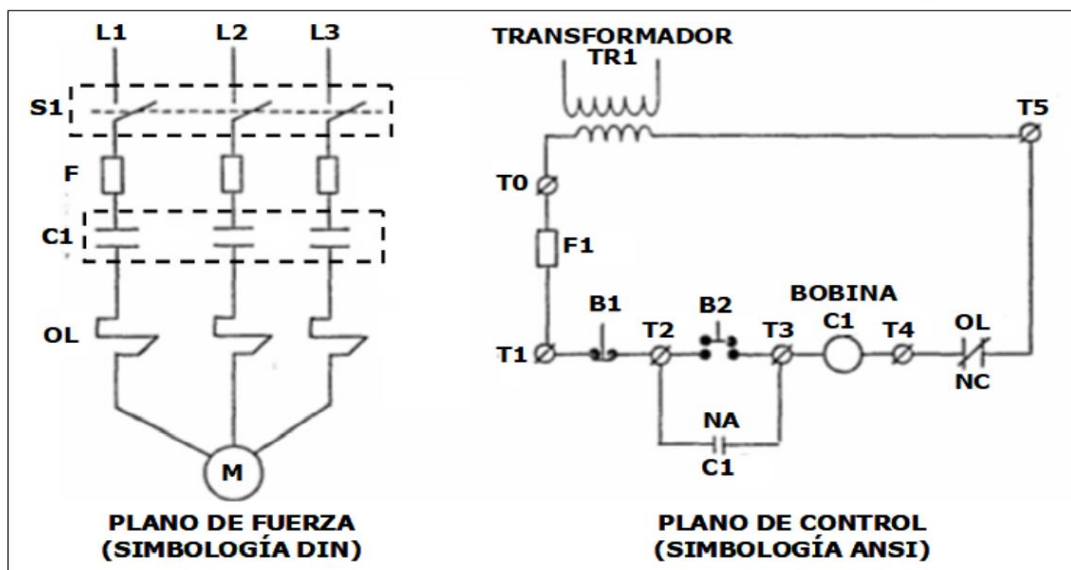
En el arranque y paro de un motor trifásico, el diagrama de fuerza de la Figura 2-12 muestra que el motor **M** se pone en marcha cuando se cierran los tres contactos **NA C1**, siempre que el interruptor **S1** esté cerrado. Para que estos contactos se activen, es necesario energizar la bobina **C1**, ubicada en el diagrama de control.

Inicialmente, es indispensable cerrar el circuito entre los puntos **T0** y **T5**. Al presionar el botón de arranque **B2**, se cierra dicho circuito, lo que permite la energización de la bobina **C1**. Esto provoca el cierre de todos sus contactos asociados **NA C1**, incluyendo uno conectado en paralelo con el

botón B2, lo que mantiene el circuito cerrado incluso después de soltar el botón de arranque (función de autorretención).

Cuando se presiona el botón de paro **B1**, se interrumpe el circuito entre **T1** y **T5**, desenergizando la bobina **C1**, lo que a su vez abre sus contactos y detiene el motor. Al soltar el botón de paro, el contacto NA C1 no vuelve a cerrar, ya que el circuito permanece abierto.

Adicionalmente, el motor puede detenerse automáticamente si los relés térmicos de sobrecarga (**OL**) detectan una condición anómala. En ese caso, se abrirá su contacto **NC**, interrumpiendo el circuito de control. Para reanudar la operación del motor, será necesario rearmar manualmente el relé térmico para restablecer la protección.



Fuente: PPT Guelis Montenegro

"Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas"

Figura 2-12 Plano y diagrama eléctrico

2.5 ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES TRIFÁSICOS

El arranque directo es un método de puesta en marcha de motores trifásicos que consiste en conectar el motor directamente a la red eléctrica, aplicando de forma inmediata el voltaje de línea completo. Al establecer esta conexión, el motor comienza su rotación desde reposo y alcanza su velocidad nominal en un intervalo breve. Como muestra la Figura 2-13

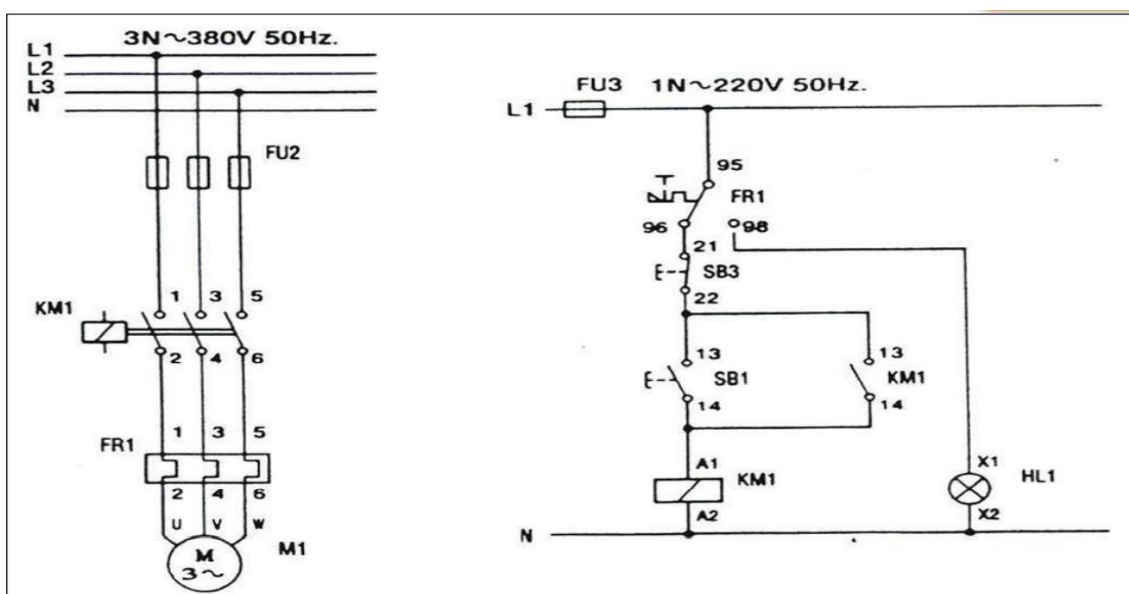
Características principales:

- Simplicidad: Se caracteriza por un diseño sencillo, fácil de implementar y de bajo costo.
- Arranque rápido: El motor alcanza su régimen de operación en un tiempo reducido.
- Alta corriente de arranque: Durante la puesta en marcha, se producen picos de corriente que pueden alcanzar entre 6 y 8 veces la corriente nominal del motor.
- Torque de arranque elevado: Proporciona un par inicial alto, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que no requieren control del par al momento del encendido, tales como bombas, ventiladores o compresores.

Condiciones en las que no se recomienda su uso:

- Cuando la capacidad de la red eléctrica es limitada y no permite la circulación de corrientes de arranque elevadas, ya que esto puede provocar caídas de tensión, activar dispositivos de protección o interferir con otros equipos conectados.
- En el caso de motores de gran potencia (típicamente superiores a 5 HP o 3.7 kW), debido al impacto eléctrico y mecánico que genera sobre la instalación.
- En sistemas que accionan cargas mecánicas sensibles a movimientos bruscos, como cintas transportadoras con productos frágiles, elevadores o mecanismos de precisión, donde el arranque abrupto puede causar daños o errores en el proceso.

Este método es recomendable en instalaciones robustas y en aplicaciones donde las condiciones mecánicas y eléctricas toleran los efectos del arranque directo sin comprometer la seguridad ni la eficiencia operativa del sistema.



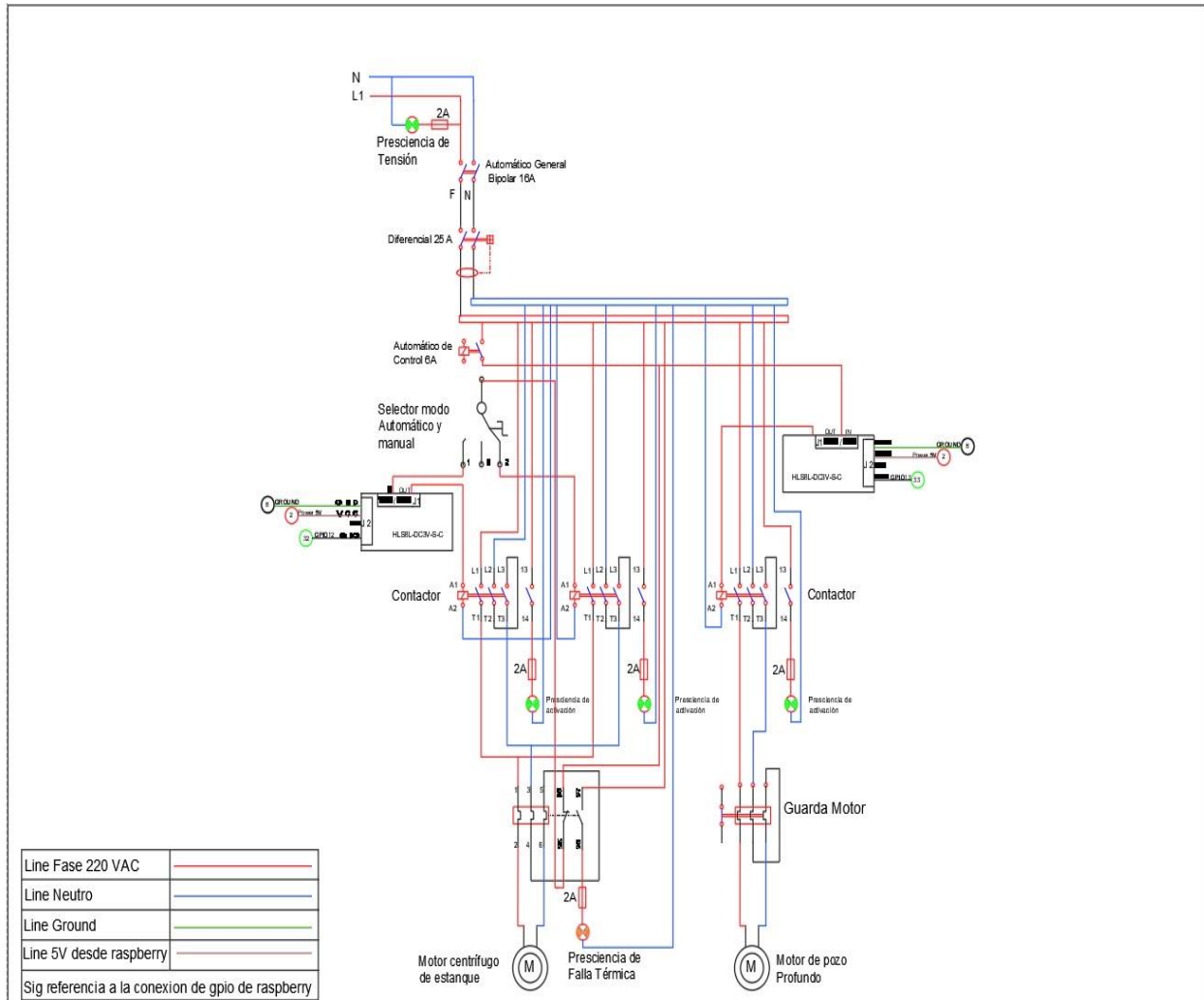
Fuente: PPT Guelis Montenegro

“Asignatura de Control de Maquinas Eléctricas”

Figura 2-13 Arranque directo de motor

2.6 CONEXIÓN UNIFILAR

A continuación, se muestran las conexiones correspondientes a los distintos sistemas de automatización implementados. Estas configuraciones permiten evidenciar las acciones realizadas durante el proceso de instalación y puesta en funcionamiento de los componentes. La disposición de las conexiones refleja de manera técnica y precisa la implementación de los elementos involucrados, conforme a los requisitos funcionales del sistema de automatización.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 2-14 Diagrama de fuerza de control de motores

En el circuito representado en la Figura 2-14 se observa el esquema de comando destinado a la activación de los motores. El motor centrífugo dispone de un sistema de control mixto, compuesto por un mando directo y otro de tipo automático, permitiendo su operación tanto manual como programada. Por otro lado, el motor sumergible opera bajo un sistema de control automático, en el cual se detalla el tipo de conexión empleada, así como la inclusión de un guarda motor que proporciona protección contra sobrecargas y fallas eléctricas. Este diseño asegura una operación segura y eficiente de los equipos, conforme a los requerimientos técnicos del sistema.

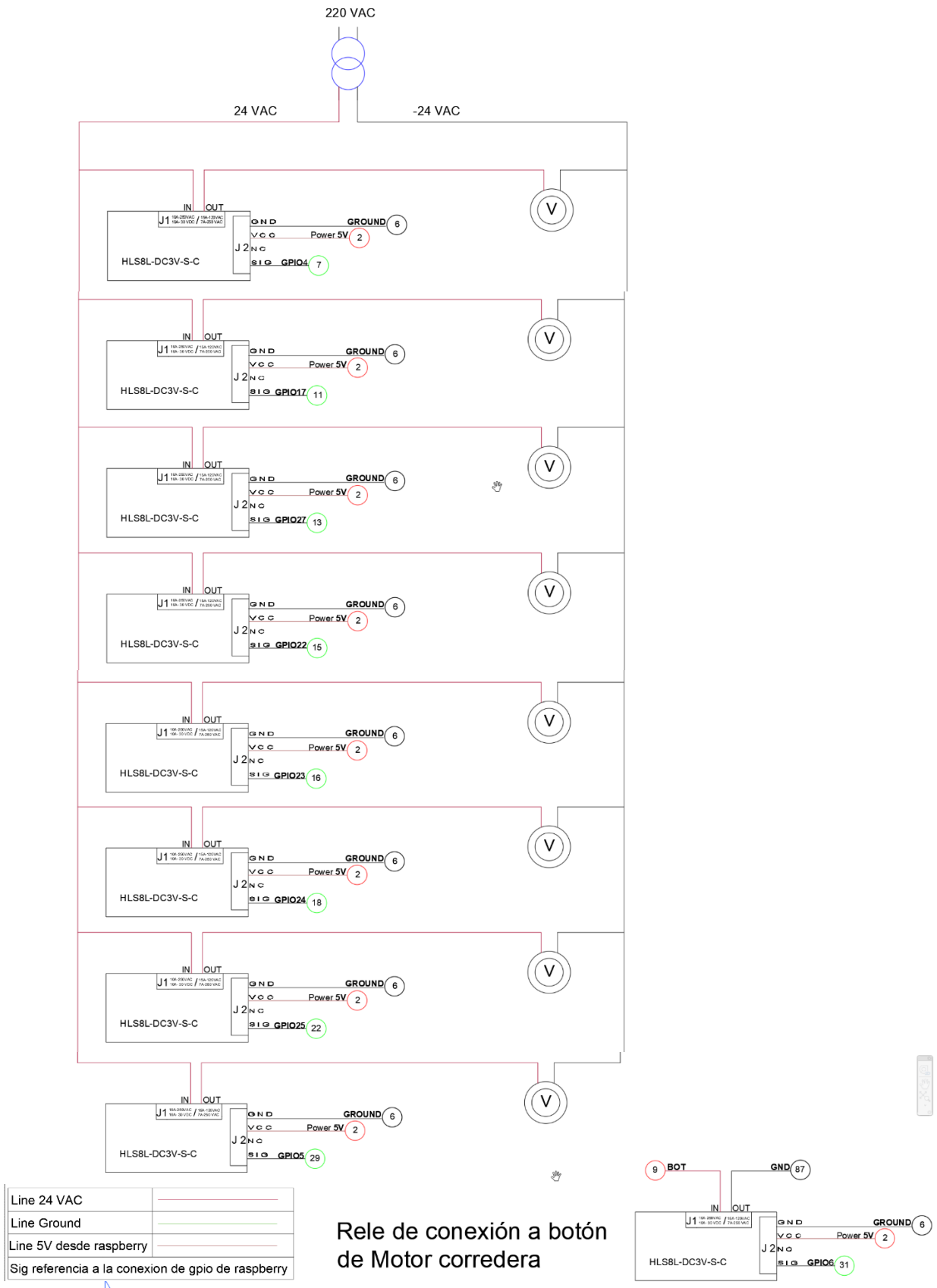


Figura 2-15 Circuito de conexiones de válvula y pulsador de botón

En el circuito de la Figura 2-15 se emplea un voltaje de 24 VAC para la activación de las electroválvulas, así como para el control de la botonera del portón corredizo. Todas las señales de activación son generadas a través de los pines GPIO de la Raspberry Pi 4 B, los cuales actúan como interfaz de control entre el sistema de automatización y los dispositivos operativos. Esta configuración permite una gestión centralizada y eficiente de los elementos actuadores mediante señales de bajo nivel.

CAPITULO 3: DESARROLLO, PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO Y EVALUACION ECONOMICA

3. DESARROLLO, PROGRAMACION DEL PROYECTO Y EVALUACION ECONOMICA

Este capítulo aborda el desarrollo integral del proyecto, desde la planificación técnica hasta su viabilidad financiera. En primer lugar, se detalla la programación del proyecto, estableciendo etapas, plazos y recursos necesarios para su correcta ejecución. A continuación, se analizan los aspectos más relevantes del desarrollo, considerando tanto los procesos constructivos como los requerimientos operativos. Finalmente, se presenta la evaluación económica, donde se estudian los costos, beneficios y retornos esperados, con el fin de determinar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

3.1 LA RASPBERRY PI

La Raspberry Pi es un ordenador del tamaño de una tarjeta de crédito Figura 3-1 . Consta de una placa base sobre la que se monta un procesador, un chip gráfico y memoria RAM. La **Raspberry Pi 4B** es una computadora de bajo costo y tamaño compacto, ideal para una variedad de aplicaciones. Entre sus usos más comunes se encuentran:

- Aprendizaje de programación: Es una herramienta excelente para enseñar y aprender lenguajes como Python, Java y C++.
- Automatización del hogar: Permite controlar dispositivos electrónicos y sensores para gestionar luces, termostatos y sistemas de seguridad.
- Media Center: Se puede convertir en un centro de entretenimiento usando software como Kodi o Plex para reproducir contenido multimedia.
- Servidor web o de archivos: Funciona como un servidor para alojar sitios web, compartir archivos o hacer copias de seguridad.
- Proyectos de robótica: Permite construir robots o sistemas de control al conectar sensores y motores.
- Emulación de consolas retro: Se usa para emular consolas clásicas como NES o Sega Genesis a través de software como RetroPie.
- Estación de trabajo ligera: Puede usarse para tareas simples como navegar en Internet, escribir documentos o realizar trabajos de oficina.

En resumen, la Raspberry Pi 4B es una herramienta versátil, económica y potente para proyectos educativos, de tecnología, entretenimiento y automatización.

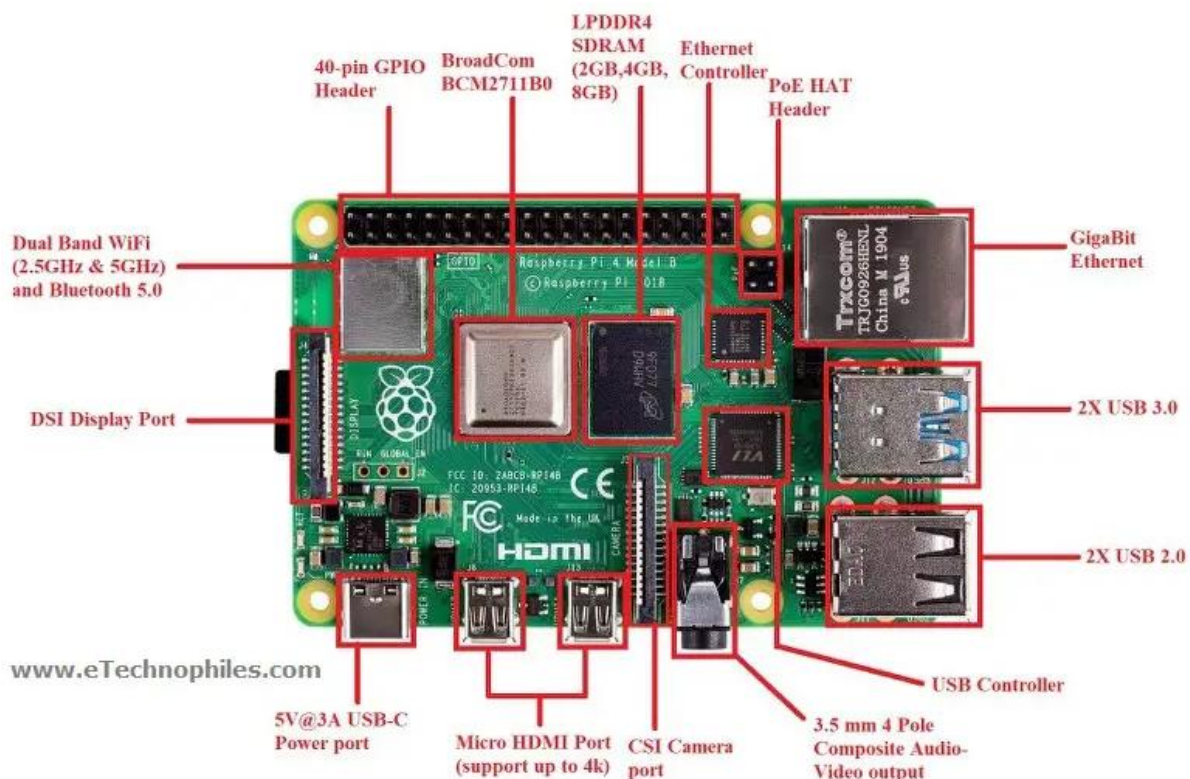


Fuente: www.raspberrypi.com

Figura 3-1 Raspberry Pi Model 4 B

3.1.1 Detalles Técnicos Raspberry PI 4 B

- Procesador: Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) SoC de 64 bits a 1,5 GHz.
- Memoria: 4GB LPDDR4.
- Conectividad: LAN inalámbrica IEEE 802.11b / g / n / ac de 2.4 GHz y 5.0 GHz, Bluetooth 5.0, BLE.
- Gigabit Ethernet.
- 2 USB 3.0.
- 2 USB 2.0.
- GPIO: estándar de 40 pines.
- Video y sonido: 2 puertos micro HDMI (hasta 4Kp60 admitidos).
- Puerto DSI para pantalla.
- Puerto CSI para cámara.
- Ranura para tarjeta micro SD para cargar el sistema operativo y almacenamiento de datos.
- Voltaje de entrada: 5V DC a través del conector USB-C (mínimo 3A).
- Voltajes de salida 5V DC a través de los GPIO (mínimo 3A).
- Power Over Ethernet (PoE) – habilitado (a través de un complemento PoE HAT por separado).
- Temperatura de funcionamiento 0–50°C.
- Dimensiones: (88 x 58 x 18,5)mm.
- Otras características mostradas en la Figura 3-2.



Fuente: www.etechnophiles.com

Figura 3-2 Componente de la Raspberry PI 4 model B

3.1.2 Aplicaciones de la Raspberry PI

Se puede aplicar en:

- PC, Tablet, Notebook de bajo consumo.
- Automatización del hogar e industrial.
- Cámara Web.
- Robótica.
- Media Center.
- Monitorización de seguridad.
- Juegos.
- Monitorización Ambiental.
- Puntos de acceso inalámbricos.
- Control sobre dispositivos eléctricos.

3.2 HOME ASSISTANT

Home Assistant (Figura 3-3) es una plataforma de automatización del hogar de código abierto diseñada para el control y la automatización de dispositivos inteligentes. Permite la integración y gestión centralizada de una amplia gama de dispositivos, incluidos sistemas de iluminación, termostatos, cámaras, sensores, interruptores, cerraduras, entre otros. Todo ello se realiza a través de una única interfaz, facilitando la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes y mejorando la eficiencia del entorno doméstico.



Fuente: Domótica con Home Assistant

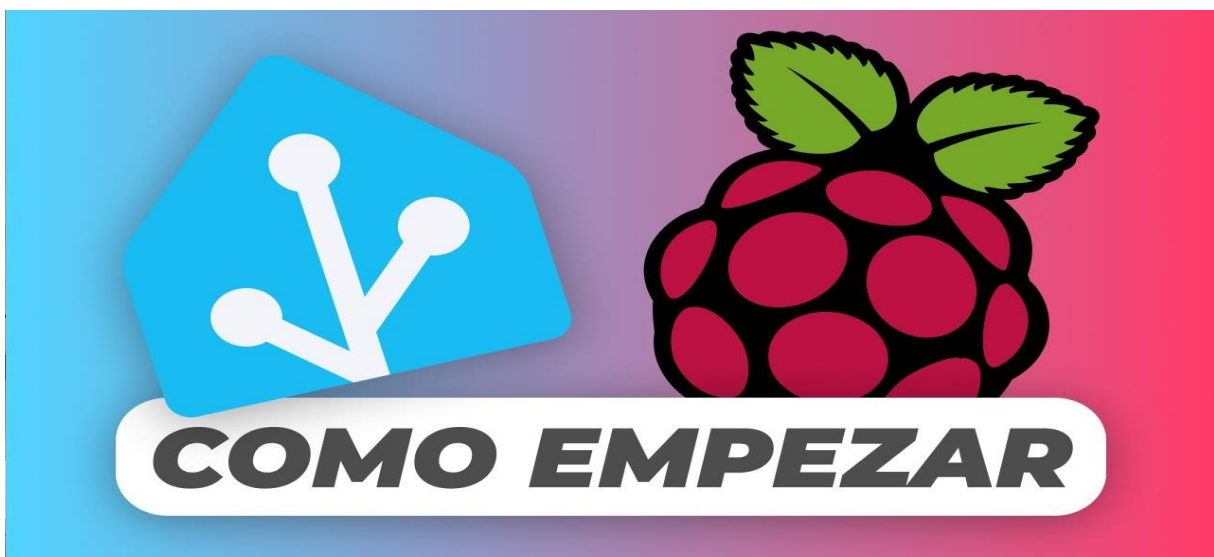
Figura 3-3 Home Assistant

- Automatización del Hogar: La plataforma permite la automatización de tareas rutinarias, como el encendido y apagado de luces, la regulación de la temperatura, la gestión de electrodomésticos y el control de dispositivos multimedia. Estas automatizaciones pueden configurarse en función de condiciones predefinidas, tales como la hora del día, la presencia de personas, o la temperatura ambiental.

- **Control Centralizado:** Se proporciona una interfaz unificada para la gestión de todos los dispositivos inteligentes del hogar, independientemente de sus marcas o protocolos de comunicación. El acceso puede realizarse mediante una aplicación móvil o una interfaz web.
- **Eficiencia Energética:** Mediante el control inteligente de los dispositivos, es posible optimizar el consumo energético. Por ejemplo, se puede automatizar el funcionamiento de sistemas de calefacción y aire acondicionado según la necesidad, o ajustar la iluminación en función de la ocupación de los espacios.
- **Seguridad en el Hogar:** Es posible integrar sistemas de videovigilancia, sensores de puertas y ventanas, así como alarmas. La plataforma permite el envío de notificaciones ante la detección de actividad inusual o la activación de sensores de movimiento.
- **Integración con Asistentes de Voz:** Puedes integrar Home Assistant con Amazon Alexa, Google Assistant y otros asistentes de voz para controlarlo mediante comandos de voz, facilitando aún más la interacción con el sistema. *Home Assistant* admite la integración con asistentes virtuales como Amazon Alexa y Google Assistant, lo que permite el control mediante comandos de voz, facilitando la interacción con el sistema.
- **Control de Dispositivos de Entretenimiento:** Se ofrece la posibilidad de automatizar y gestionar sistemas de sonido, televisores, altavoces inteligentes y otros dispositivos de entretenimiento. Por ejemplo, se puede programar el encendido del televisor y la configuración del volumen a una hora determinada o mediante comandos de voz.

3.3 FUNCIONAMIENTO PROGRAMA DE CONTROL INALÁMBRICO

Para un correcto funcionamiento del programa (Figura 3-4) que estará a cargo del control de accionamiento de las electroválvulas, Motores, Portón eléctrico, es necesario ejecutar efectivamente de forma correcta los pasos para su funcionamiento, a continuación, se describe el proceso.



Fuente: [Homeassistant.com](https://homeassistant.com)

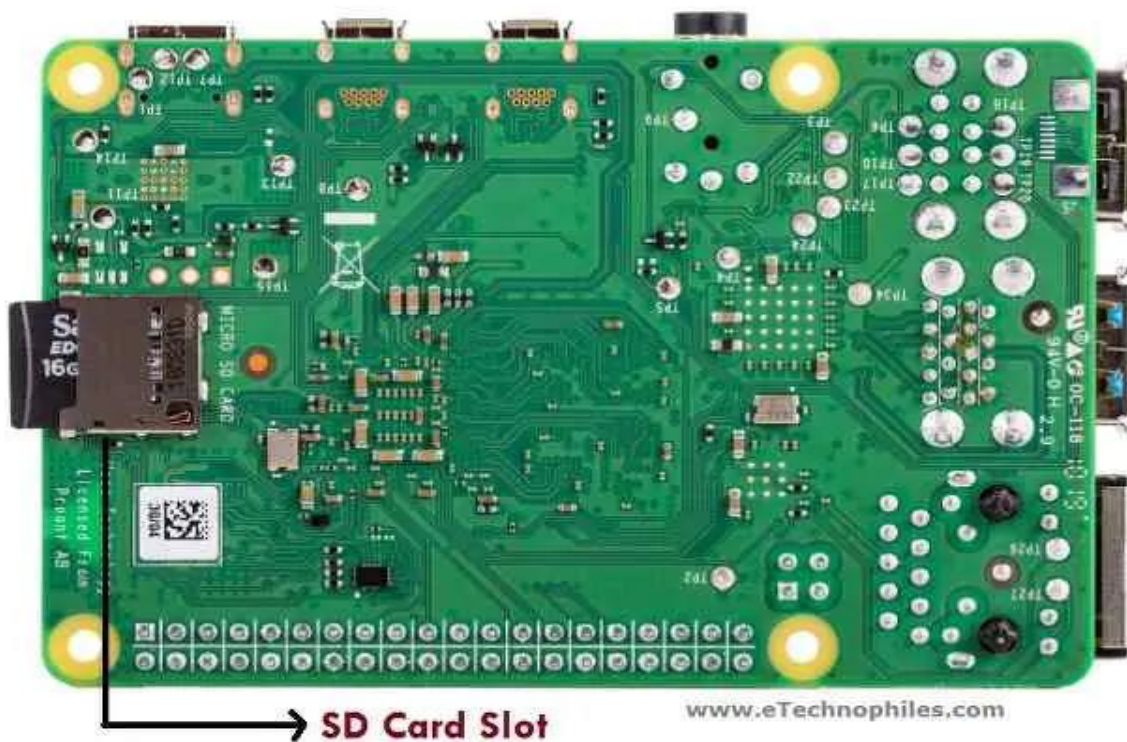
Figura 3-4 Logo Home Assistant y Raspberri PI

3.3.1 Creación de Imagen en Micro SD de Home Assistant

Se procede a la instalación del sistema operativo *Home Assistant* en una Raspberry Pi 4 B mediante el uso de una tarjeta microSD (Figura 3-5). Para ello, la tarjeta debe ser preparada con la imagen del sistema, la cual se descarga previamente desde la fuente oficial.

Durante el proceso de instalación, es necesario conectar la Raspberry Pi a un monitor, un teclado y un mouse, de forma similar a un equipo de escritorio convencional. Esto permite realizar la configuración inicial del sistema tras el primer arranque.

La imagen del sistema operativo debe grabarse en la tarjeta microSD utilizando una herramienta adecuada (como balenaEtcher). Una vez completado este proceso, la tarjeta se inserta en la Raspberry Pi para iniciar la instalación.



Fuente: Homeassistant.com

Figura 3-5 Identificación de localización de tarjeta SD

Una vez completada la instalación del sistema operativo *Home Assistant* y realizado el primer arranque, el sistema solicita la creación de una cuenta de usuario. Durante este proceso, se debe ingresar un nombre de usuario, una contraseña segura y una dirección de correo electrónico asociada. Esta información se utilizará para el acceso a la interfaz de administración y para la recuperación de credenciales en caso necesario.



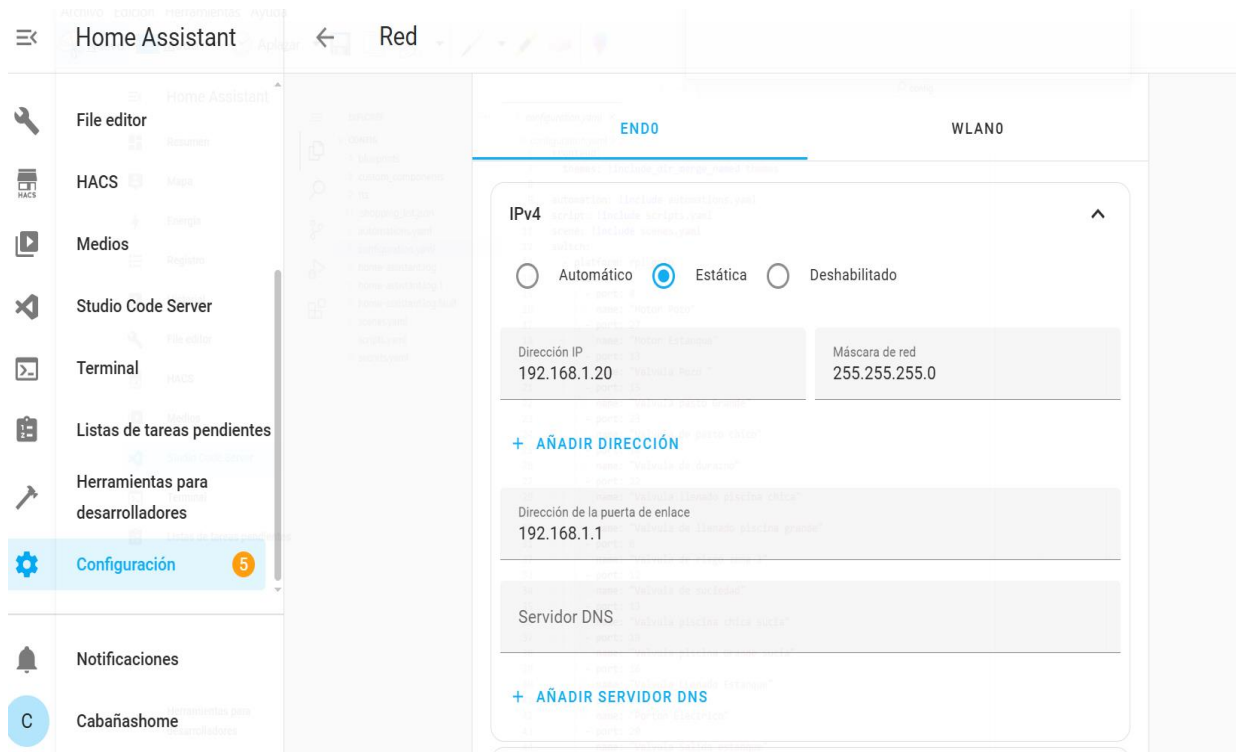
Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-6 Pagina de bienvenida de Home Assistant

Posterior a la creación del usuario y el acceso inicial al sistema Figura 3-6, se procede a la configuración del puerto de acceso web (por defecto el puerto 8123) para permitir la administración remota del sistema desde un computador portátil u otro dispositivo conectado a la misma red.

Para asignar una dirección IP estática a la Raspberry Pi dentro de la red local, se deben seguir los siguientes pasos desde la interfaz de *Home Assistant*: (Figura 3-7)

1. Acceder al menú Configuración.
2. Seleccionar la opción Sistema.
3. Ingresar en el apartado Red.
4. Seleccionar Configurar las interfaces de red.
5. En la interfaz correspondiente (por ejemplo, eth0 para conexión por cable o wlan0 para conexión inalámbrica), introducir los siguientes datos de configuración:
 - Dirección IP: 192.168.1.20
 - Puerta de Enlace: 192.168.1.1
 - Mascara de Red: 255.255.255.0



Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-7 Configuración de dirección IP estática

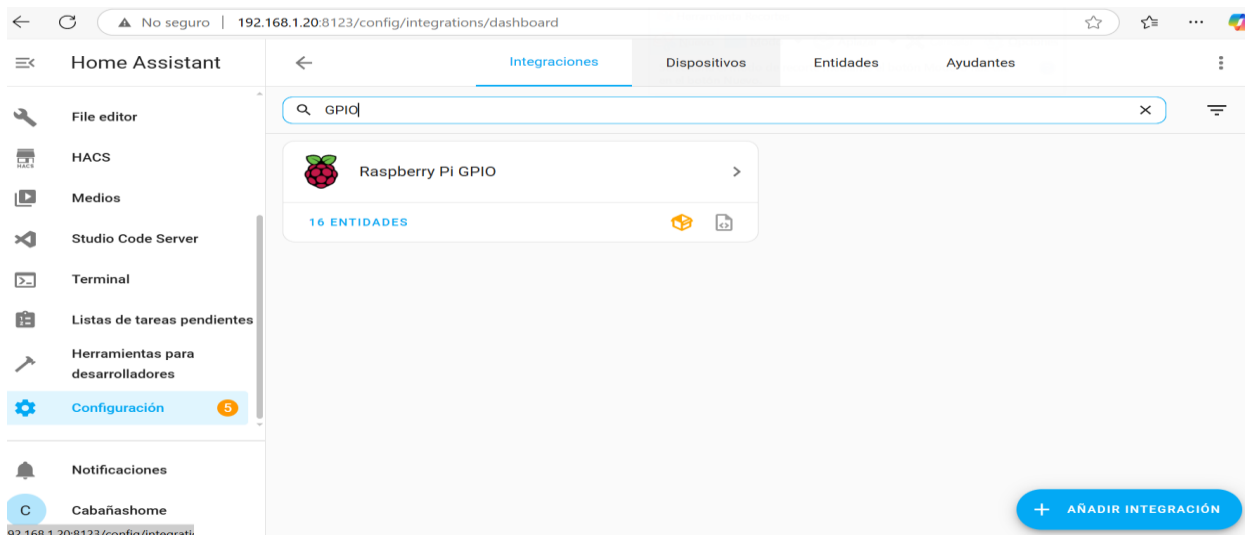
Esta configuración garantiza que *Home Assistant* pueda ser accedido desde cualquier dispositivo en la red local mediante el navegador web ingresando la dirección: `http://192.168.1.20:8123`

Con esta dirección IP estática, se evita que el router asigne automáticamente una IP distinta al reiniciar el sistema, lo que asegura una conexión estable y predecible para tareas de automatización y control remoto.

3.3.2 Configurar los pines Gpio en Home Assistant

Para habilitar la integración de los pines GPIO de la Raspberry Pi en *Home Assistant*, se deben seguir los pasos que se detallan a continuación:

1. Acceder a la interfaz de Home Assistant a través de un navegador web, utilizando la dirección IP local o el dominio correspondiente (por ejemplo: `http://homeassistant.local:8123`).
2. Desde el panel lateral, ingresar al menú "Configuración".
3. Seleccionar la opción "Dispositivos y servicios".
4. En el panel de integraciones, hacer clic en el botón "Agregar integración" (ícono de "+" ubicado en la esquina inferior derecha).
5. En el campo de búsqueda, introducir el término "Raspberry Pi GPIO".
6. Seleccionar la integración "Raspberry Pi GPIO" de la lista de resultados disponibles.
7. Configurar los parámetros requeridos, específicamente los pines GPIO que se utilizarán y definiendo su función (entrada o salida digital).
8. Finalizar el proceso almacenando la configuración establecida.



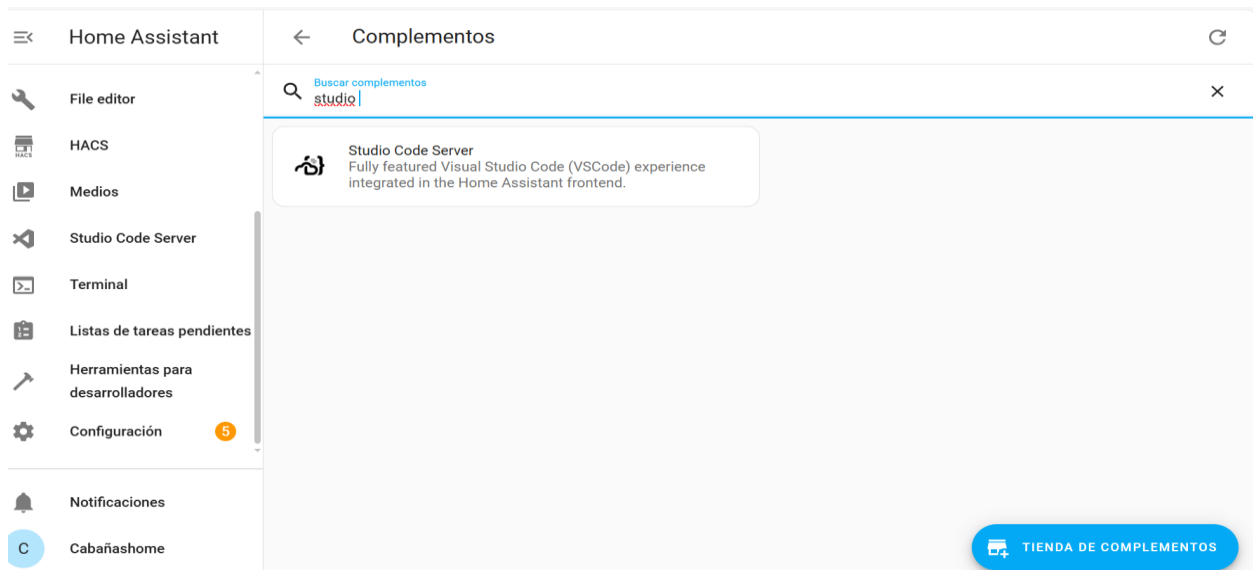
Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-8 Integraciones de complemento Raspberry Pi GPIO en Home Assistant

Instalación del complemento Studio Code Server en Home Assistant

Una vez configuradas las integraciones básicas, se procede a la instalación del editor Studio Code Server, el cual permite editar archivos de configuración directamente desde la interfaz web de *Home Assistant*.



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

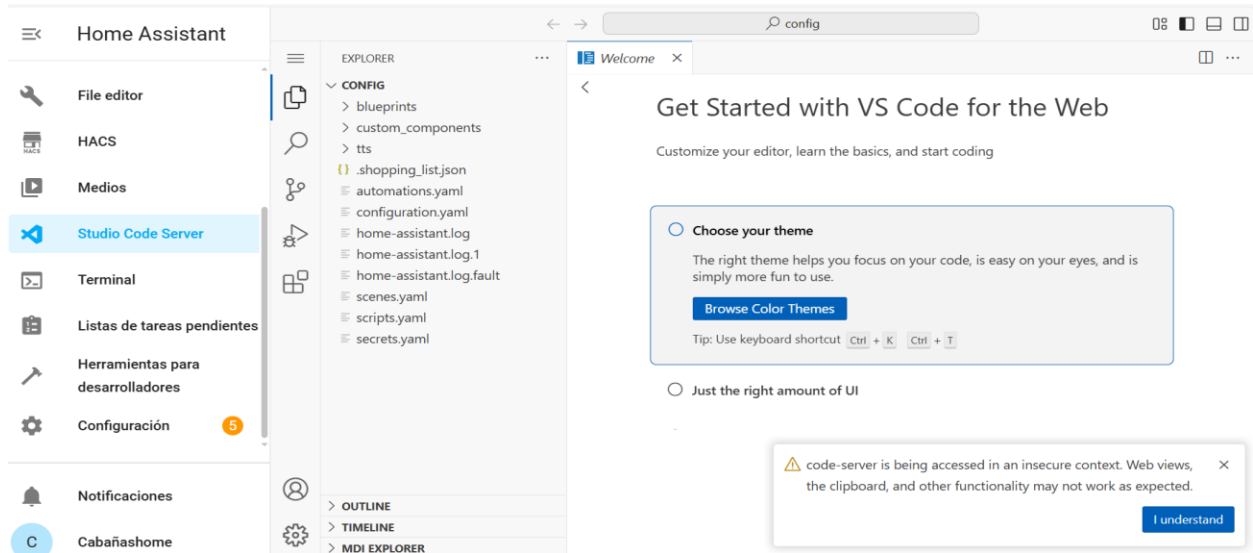
Figura 3-9 Integración de complemento Studio Code Server

Finalizada la instalación del complemento, se procede a reiniciar *Home Assistant* para aplicar los cambios. Una vez reiniciado el sistema, se accede al editor **Studio Code Server** desde el panel lateral izquierdo de la interfaz de navegación.

Este editor integrado permite modificar y personalizar archivos de configuración en formato YAML, así como gestionar scripts y automatizaciones directamente dentro del entorno de *Home Assistant*, sin necesidad de herramientas externas.

se desplegará un explorador de archivos (*Explorer*) en la interfaz principal (Figura 3-10). Dentro de este explorador, se debe localizar el archivo **configuration.yaml**, el cual contiene la

configuración principal del sistema *Home Assistant*. Este archivo es fundamental para definir integraciones, automatizaciones, scripts y parámetros del sistema.



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-10 Panel de Studio Code Server

Edición del archivo configuration.yaml para configurar pines GPIO (Figura 3-11)

Para habilitar y controlar salidas digitales a través de los pines GPIO de la Raspberry Pi, es necesario editar el archivo **configuration.yaml**, ubicado en el directorio raíz del sistema de archivos de *Home Assistant*.

En este archivo se debe incluir la configuración correspondiente utilizando la plataforma `rpi_gpio` bajo el componente `switch`, lo cual permite definir salidas digitales que pueden ser controladas desde la interfaz de usuario.

A continuación, se presenta un ejemplo de configuración para tres dispositivos conectados a los pines GPIO 4, 27 y 13:

switch:

- **platform: rpi_gpio**

switches:

- **port: 4**

name: "Motor Pozo"

- **port: 27**

name: "Motor Estanque"

- **port: 13**

name: "Valvula Pozo "

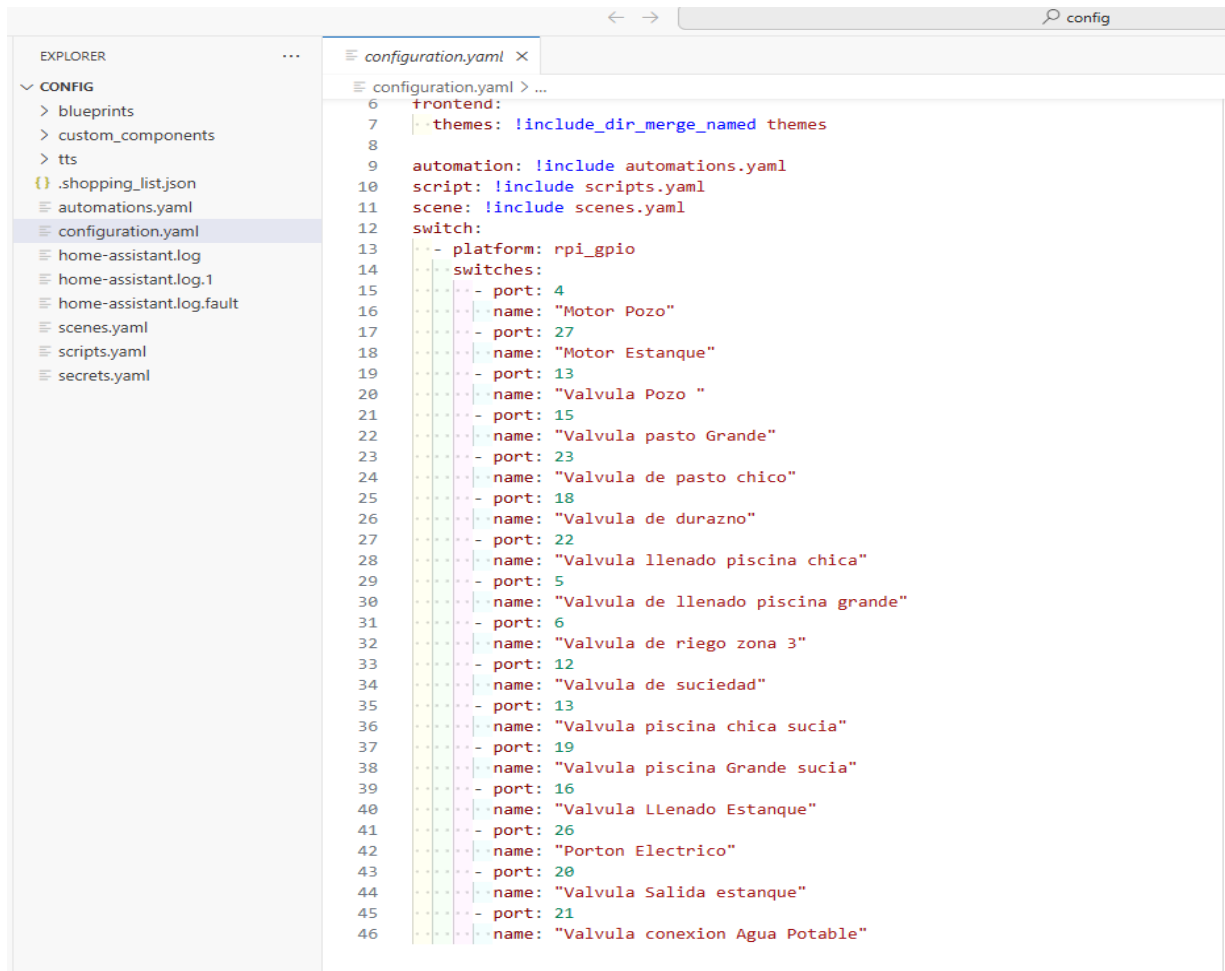
Esta sintaxis se basa en una estructura jerárquica en formato YAML, utilizada por *Home Assistant*.

A través de esta configuración, se indican los siguientes elementos:

- `port`: Define el número del pin GPIO que se utilizará como salida.

`name`: Asigna un nombre descriptivo a cada entidad, el cual será mostrado en la interfaz de usuario para facilitar su identificación y control.

Una vez realizada la edición, se debe almacenar el archivo y reiniciar *Home Assistant* para aplicar los cambios. Es recomendable utilizar la función de verificación de configuración incluida en el sistema antes de reiniciar, con el fin de asegurar que la sintaxis del archivo YAML sea válida y evitar errores de carga.



```

6 frontend:
7   themes: !include_dir_merge_named themes
8
9 automation: !include automations.yaml
10 script: !include scripts.yaml
11 scene: !include scenes.yaml
12 switch:
13   - platform: rpi_gpio
14     switches:
15       - port: 4
16         name: "Motor Pozo"
17       - port: 27
18         name: "Motor Estanque"
19       - port: 13
20         name: "Valvula Pozo "
21       - port: 15
22         name: "Valvula pasto Grande"
23       - port: 23
24         name: "Valvula de pasto chico"
25       - port: 18
26         name: "Valvula de durazno"
27       - port: 22
28         name: "Valvula llenado piscina chica"
29       - port: 5
30         name: "Valvula de llenado piscina grande"
31       - port: 6
32         name: "Valvula de riego zona 3"
33       - port: 12
34         name: "Valvula de suciedad"
35       - port: 13
36         name: "Valvula piscina chica sucia"
37       - port: 19
38         name: "Valvula piscina Grande sucia"
39       - port: 16
40         name: "Valvula Llenado Estanque"
41       - port: 26
42         name: "Porton Electrico"
43       - port: 20
44         name: "Valvula Salida estanque"
45       - port: 21
46         name: "Valvula conexion Agua Potable"

```

Fuente: ilustración propia

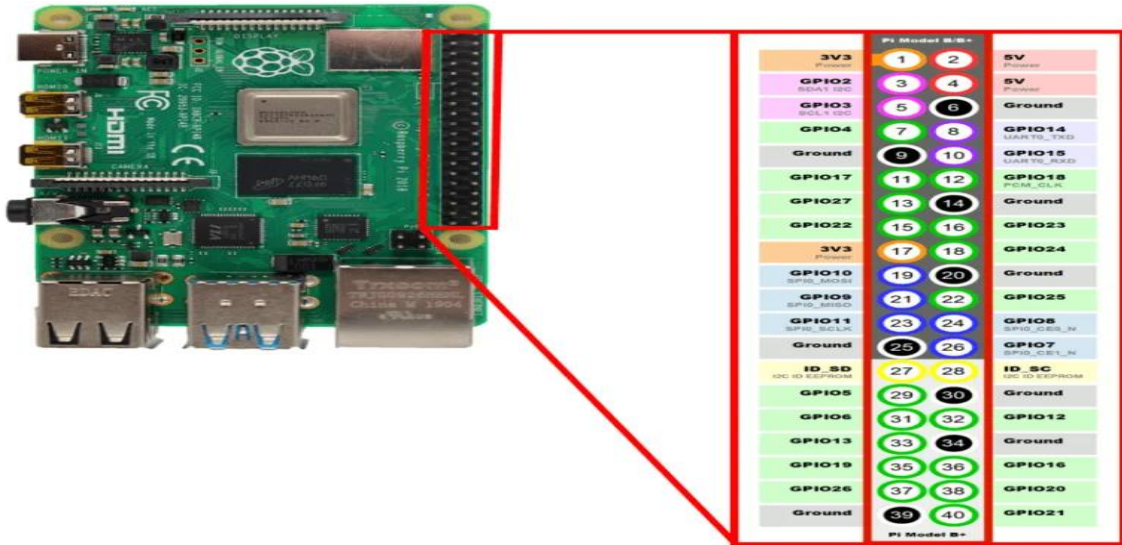
"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-11 Conexión de Home Assistan con pines GPIO Raspberry

Cada pin GPIO de la Raspberry Pi 4 B posee un identificador numérico específico, utilizado para su referencia dentro de la configuración del sistema *Home Assistant*. Estos identificadores no corresponden al número físico del pin en el conector, sino al número lógico del GPIO asignado por el sistema.

Tal como se muestra en la Figura 3-12, al hacer referencia al GPIO 4, se está indicando el pin lógico número 4, el cual corresponde físicamente al pin número 7 en el encabezado de 40 pines de la placa, señalado por un círculo verde en la ilustración.

Este esquema de numeración debe ser considerado cuidadosamente al momento de definir la configuración en el archivo `configuration.yaml`, para asegurar que los pines seleccionados correspondan a las conexiones físicas adecuadas en la placa.



Fuente: [Raspberrypi.org](https://raspberrypi.org)

Figura 3-12 GPIO Pines

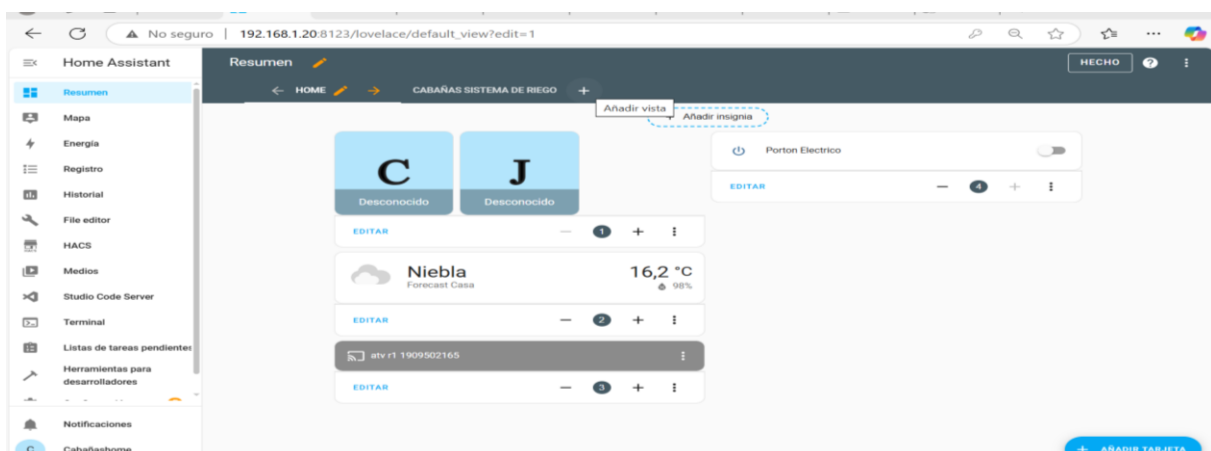
3.3.3 Configuración de la visualización de switches en el panel de resumen de Home Assistant

Para permitir la visualización y control de los switches configurados mediante pines GPIO desde la interfaz principal de Home Assistant, es necesario realizar una configuración previa en el panel de Resumen.

1. Acceder a la pestaña Resumen desde el panel lateral de *Home Assistant*.
2. Pulsar en el botón Editar.
3. Seleccionar el símbolo “+” correspondiente a Añadir vista (Figura 3-13).
4. Asignar un título descriptivo a la nueva vista. Dentro de esta vista, se pueden incorporar las entidades previamente configuradas (por ejemplo, los *switches* definidos en el archivo *configuration.yaml*).

Adicionalmente, es posible personalizar cada vista mediante la selección de iconos, temas de color, y configuraciones de fondo. También se puede ajustar la visibilidad e incorporar elementos visuales como imágenes o GIFs, según las preferencias del usuario (Figura 3-14).

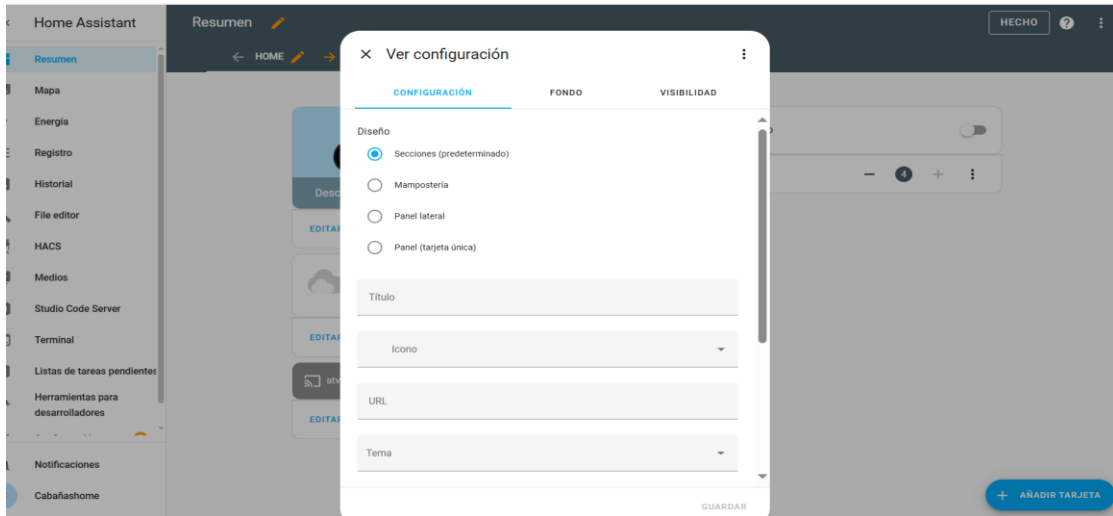
Esta funcionalidad permite adaptar la interfaz de usuario a las necesidades del proyecto, mejorando la accesibilidad y la estética del panel de control de automatización.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-13 Resumen para añadir vista



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

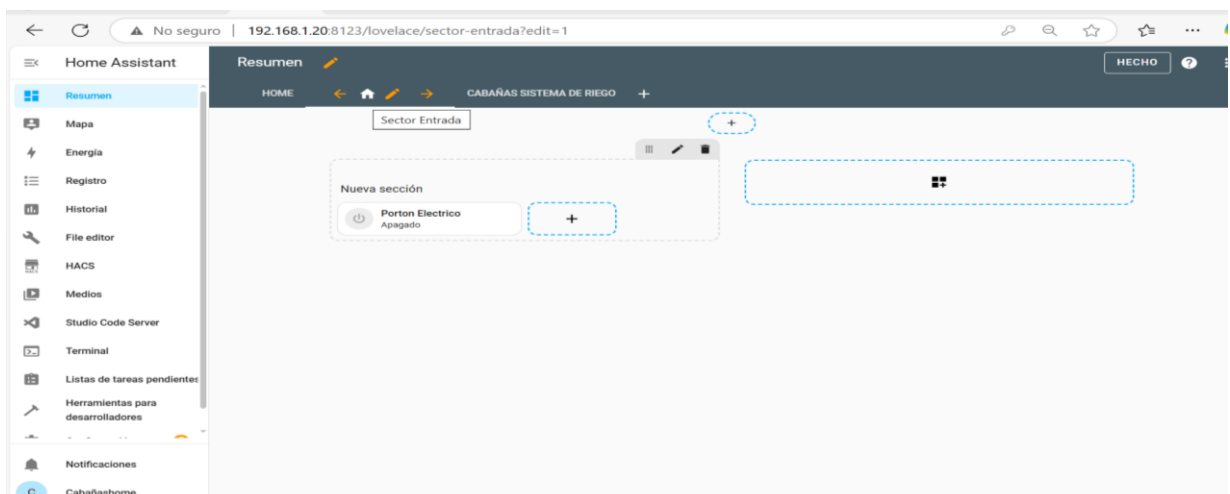
Figura 3-14 Configuración de vista

Incorporación de interruptores en la vista personalizada de Home Assistant

Una vez creada la vista personalizada (Figura 3-15), es posible agregar los interruptores correspondientes a los pines GPIO previamente configurados. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Dentro de la vista creada, seleccionar la opción "**Añadir tarjeta**".
2. Elegir el tipo de tarjeta visual que se desea utilizar, en este caso, la opción de **botón**.
3. Se desplegará una lista con todas las **entidades disponibles** en el sistema. Se debe seleccionar la entidad correspondiente al *switch* definido en el archivo configuration.yaml.
4. Al seleccionar la entidad, se generará un botón interactivo que será visible en la vista principal. (como se muestra en la Figura 3-16)
5. Finalmente, se configura la funcionalidad de **encendido y apagado (ON/OFF)** asociada a dicho botón, permitiendo el control directo del pin GPIO correspondiente desde la interfaz de usuario.

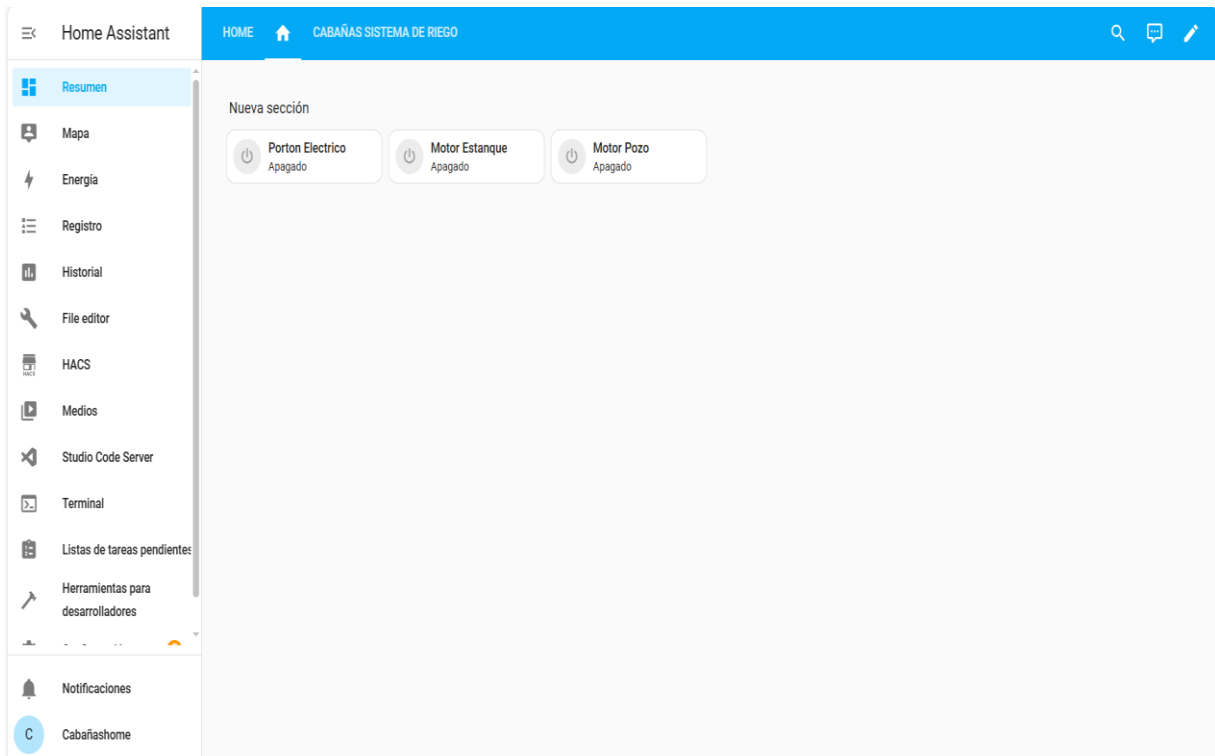
Esta configuración proporciona una forma intuitiva y visual de gestionar dispositivos físicos conectados a la Raspberry Pi mediante la plataforma Home Assistant.



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-15 Vista vasa principal



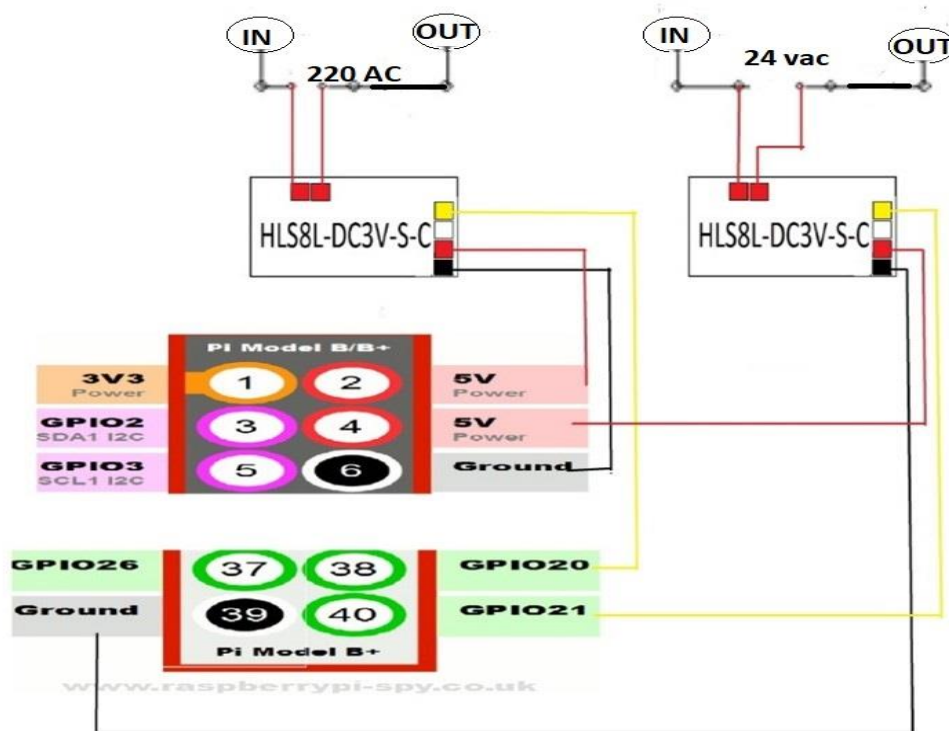
Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-16 Disposición de interruptores de accionamiento para motores y portón

3.3.4 Conexión del módulo relé al GPIO de la Raspberry PI para control de dispositivos de hasta 250 V AC

Para controlar dispositivos eléctricos de 24 Vac y 220 Vac mediante módulos relés conectados a la Raspberry Pi 4, como se muestra en la Figura 3-17, se deben seguir las siguientes indicaciones:

1. Conectar la alimentación del módulo relé al pin de **5 V** de la Raspberry Pi 4, asegurando la correcta alimentación del relé.
2. Conectar el pin de control de la Raspberry Pi (GPIO, que opera a 3.3 V) al pin de control del módulo relé, habitualmente identificado como **IN** o **OUT** en el módulo, según el tipo de relé utilizado.
3. Conectar el pin **GND** de la Raspberry Pi al pin **GND** del módulo relé, estableciendo una referencia común de tierra.
4. En el circuito de alta tensión, conectar uno de los cables de la fase del dispositivo de 220V AC al terminal común (COM) del relé. El otro terminal del relé (normalmente abierto, NO) se conecta al dispositivo que se desea controlar, permitiendo el paso o corte de corriente cuando el relé es activado o desactivado.



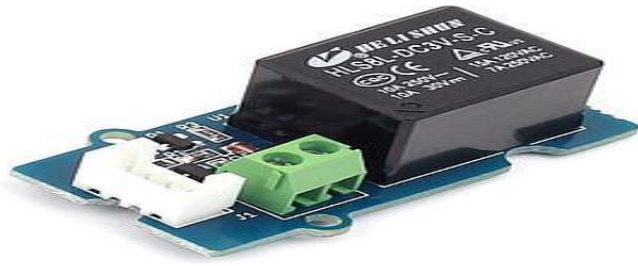
Fuente: Ilustración propia

Figura 3-17 Diagrama conexión sistema automatizado de electroválvulas.

3.3.5 Modulo Grove relay HLS8L-DC3V-S-C

Es una herramienta esencial en proyectos de automatización y electrónica, especialmente diseñada para su uso con plataformas como Arduino o Raspberry Pi. Este dispositivo permite controlar circuitos de alto voltaje o corriente (como luces, electrodomésticos y otros dispositivos eléctricos) mediante señales de bajo voltaje, típicas de microcontroladores. Gracias a su integración con el sistema Grove, la conexión y utilización del módulo se facilita enormemente. Este módulo permite encender o apagar dispositivos eléctricos como televisores, equipos de audio, luces y más, con una capacidad de hasta 10A/250VAC. Es ideal para automatizar el control de equipos en el hogar, oficina o cualquier otro entorno, a través de la activación de una salida digital de 5V proveniente de una tarjeta programable (como Arduino UNO, Picaro, entre otras). El módulo cuenta con dos pines de salida conectados a su relé: el Terminal Común (COM) y el Normalmente Abierto (NO). Cuando la bobina interna del relé se activa, los terminales COM y NO permiten el paso de corriente. La activación de la bobina interna se logra con una señal de 3.3VDC y se indica mediante un LED de estado en la placa Grove, que se enciende cuando el relé está en funcionamiento.

En resumen, la tarjeta Grove Relay HLS8L-DC3V-S-C mostrada en la Figura 3-18 es una solución práctica y eficiente para controlar dispositivos eléctricos a través de plataformas programables, facilitando la automatización del encendido y apagado de equipos electrónicos.



Fuente: mcielectronics.cl

Figura 3-18 Relé de HLS8L-DC3V-S-C

3.4 CONFIGURACION DE ACCESO REMOTO DESDE CUALQUIER PARTE DEL MUNDO

Para habilitar el acceso a una instancia de *Home Assistant* desde ubicaciones externas a la red local, es necesaria la implementación de una configuración de acceso remoto seguro. Una de las soluciones más utilizadas consiste en emplear un servicio de DNS dinámico (DDNS), el cual vincula una dirección IP pública, que puede ser variable, con un nombre de dominio estático y fácil de recordar.

Este mecanismo permite que el usuario acceda a *Home Assistant* mediante un dominio fijo, a pesar de que la dirección IP pública asignada por el proveedor de servicios de internet (ISP) pueda cambiar periódicamente. Además, se recomienda complementar esta configuración con métodos de seguridad, tales como certificados SSL/TLS para cifrado, y autenticación adecuada, para proteger el acceso remoto al sistema.

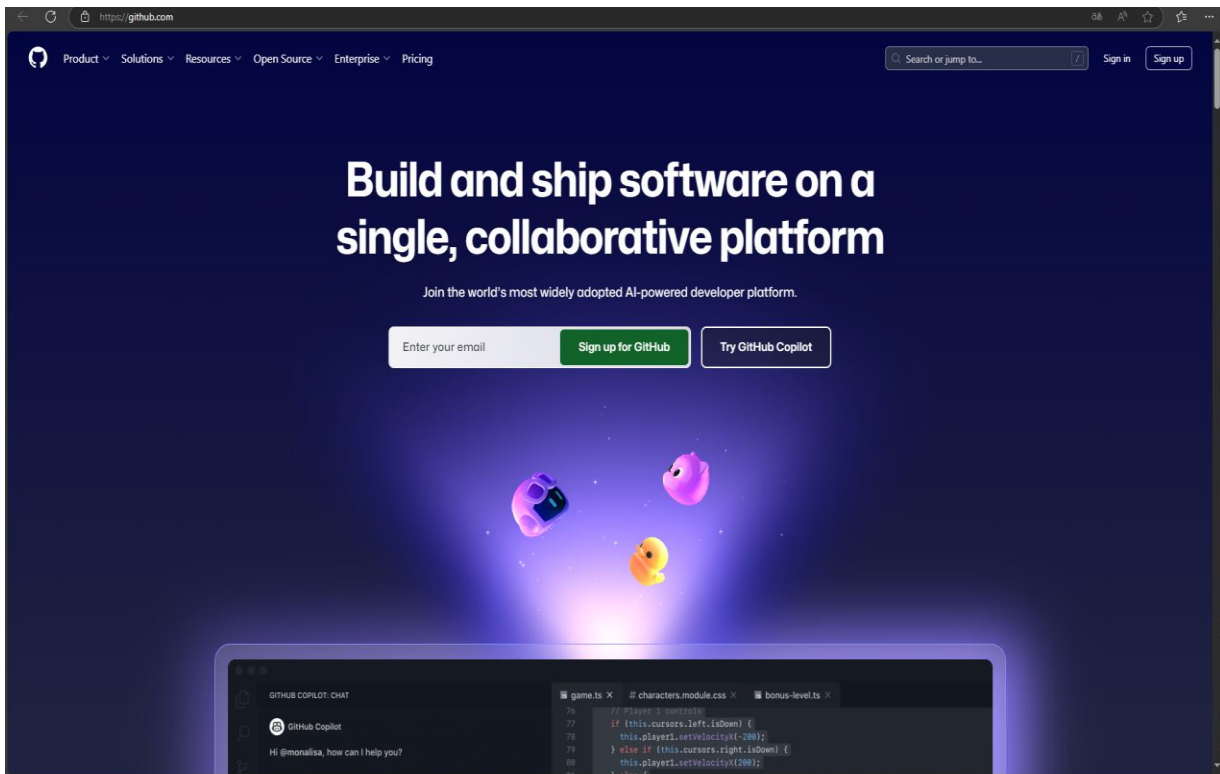
3.4.1 Requisitos previos

- Instancia de Home Assistant en funcionamiento.
- Registro en GitHub
- Cuenta activa en un servicio de DDNS (como DuckDNS, NO-IP o DynDNS).
- Activación de NGINX, en Home Assistant.
- Habilitación de módulos de autenticación multifactor
- Acceso a la interfaz de administración del router/modem para la configuración de Puertos.

3.4.2 Registro GitHub

GitHub es una plataforma web para el desarrollo colaborativo que permite almacenar, gestionar y compartir proyectos de software mediante el sistema de control de versiones Git. Es utilizada ampliamente por desarrolladores, empresas y comunidades de código abierto para alojar repositorios, facilitar la colaboración en proyectos y realizar el seguimiento de los cambios en el código fuente.

Adicionalmente, GitHub proporciona herramientas para la automatización de flujos de trabajo a través de GitHub Actions y permite el despliegue continuo de aplicaciones.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de inicio de Pagina GitHub.com”

Figura 3-19 Inicio de GitHub para registrarse

Para crear una cuenta en GitHub, se debe seleccionar la opción **“Sign up for GitHub”** (Figura 3-19) y completar el formulario de registro.

A continuación, se procederá a realizar una verificación de seguridad, que consiste en completar un desafío tipo CAPTCHA (Figura 3-20) o procedimiento similar para confirmar que el registro es realizado por un usuario humano.

Verify your account

Utiliza las flechas para girar el objeto para que mire en la dirección de la mano. (1 de 1)

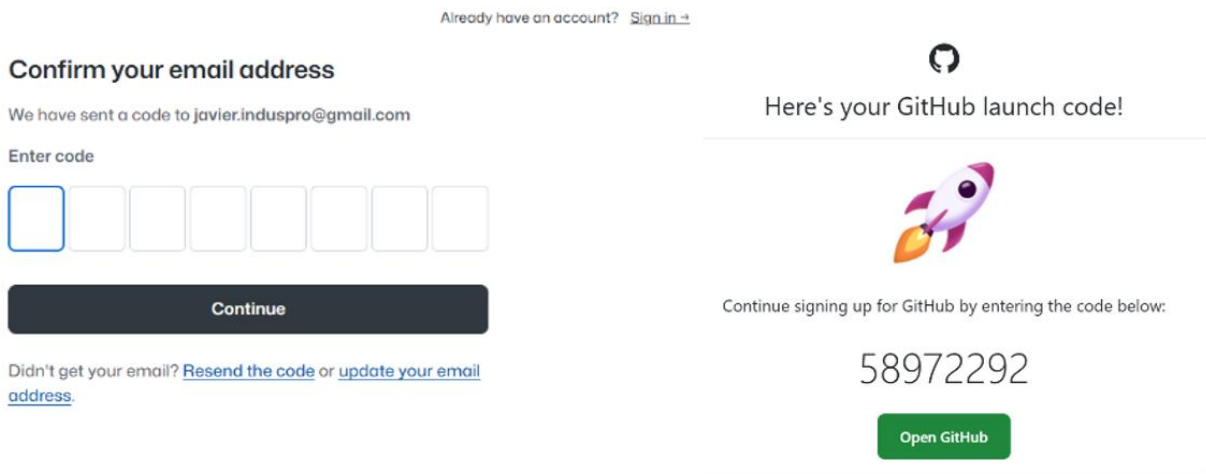


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Verificación de GitHub”

Figura 3-20 Verificación para activación del registro

Finalmente, se debe confirmar la dirección de correo electrónico proporcionada durante el registro. Para ello, es necesario acceder al correo recibido, hacer clic en el enlace de verificación o ingresar el código de confirmación incluido en el mensaje Figura 3-21. Este paso es obligatorio para completar el proceso de creación de la cuenta en GitHub.

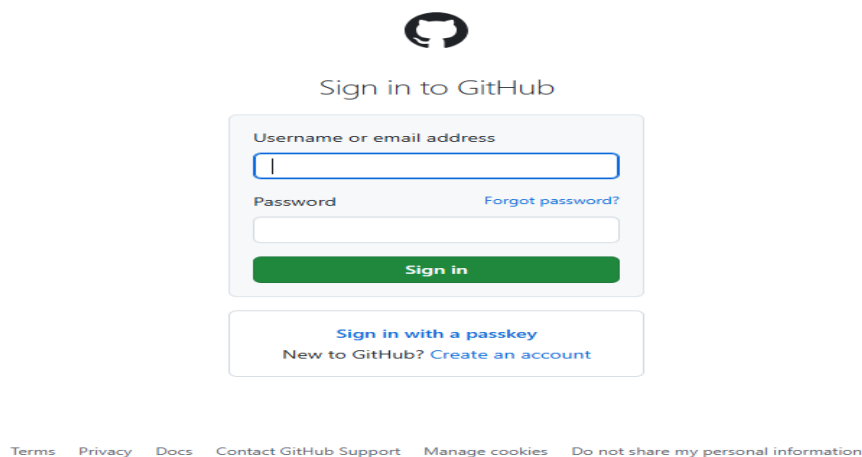


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla para Confirmación de Email para GitHub”

Figura 3-21 Pantallas de verificación de email

Una vez completada la verificación del correo electrónico, se mostrará la pantalla de inicio de sesión, donde se debe ingresar el nombre de usuario o correo electrónico registrado, junto con la contraseña correspondiente Figura 3-22. Con estos pasos, la cuenta en GitHub queda creada y habilitada para su uso.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Inicio GitHub”

Figura 3-22 Inicio sesión GitHub

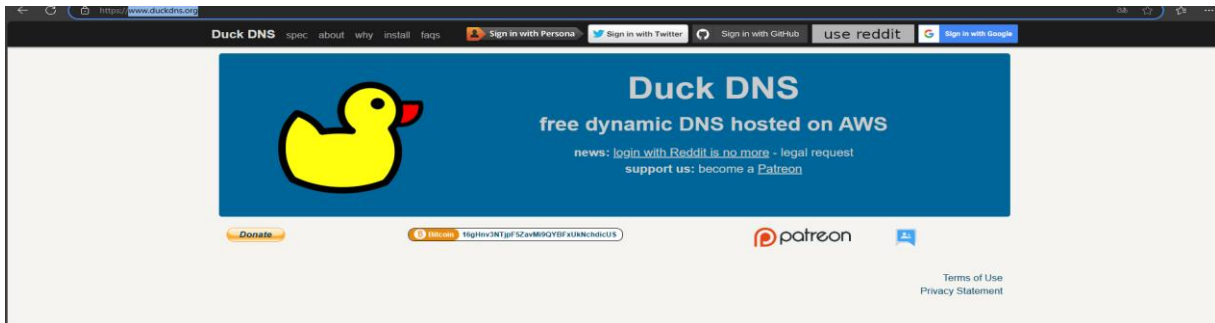
3.4.3 Registro en DuckDNS

DuckDNS es un servicio gratuito de DNS dinámico (DDNS) que permite asignar un nombre de dominio personalizado a una dirección IP pública, incluso cuando esta cambia con frecuencia. Este servicio resulta especialmente útil para acceder a dispositivos o servicios alojados en redes domésticas o pequeñas oficinas, tales como servidores web, cámaras IP o plataformas de automatización como *Home Assistant*.

A diferencia de un DNS tradicional que requiere una dirección IP fija, DuckDNS actualiza automáticamente la IP asociada a un subdominio cada vez que esta cambia, garantizando la accesibilidad continua desde internet.

Adicionalmente, DuckDNS ofrece una solución DDNS gratuita y de fácil integración con plataformas como *Home Assistant*, Raspberry Pi y routers.

Para utilizar el servicio, se debe acceder al sitio oficial **www.duckdns.org** y seleccionar una opción de inicio de sesión disponible Figura 3-23 (GitHub, Google, Twitter o Reddit). No se requiere contraseña adicional, ya que la autenticación se vincula directamente con la cuenta seleccionada.

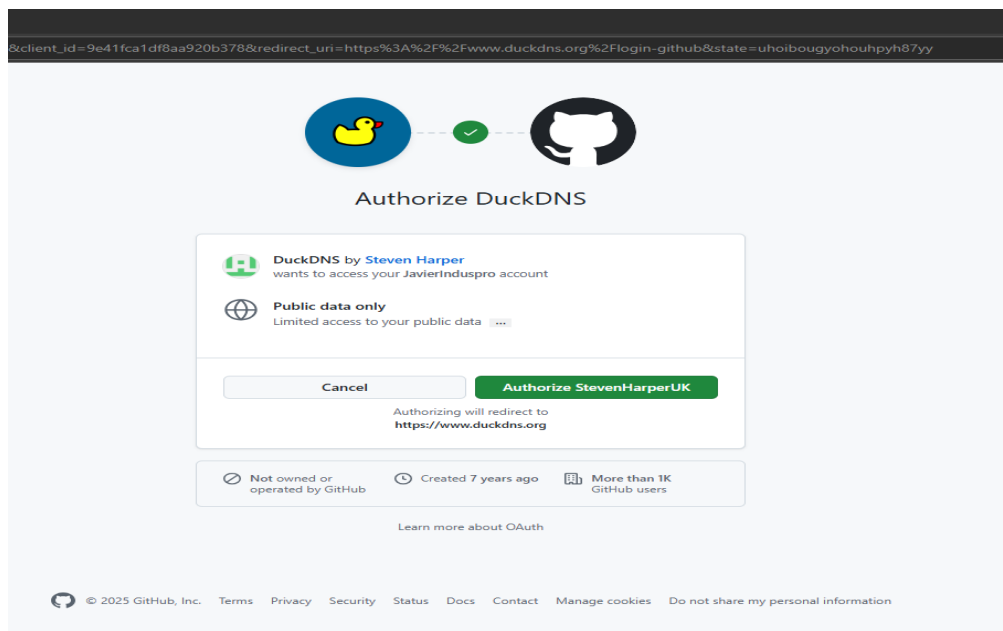


Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Inicio DuckDNS"

Figura 3-23 Pantalla para Inicio de sesión DuckDNS

Se selecciona la opción de inicio de sesión mediante **GitHub**, recomendada para su integración con *Home Assistant*. Al hacerlo, el usuario es redirigido a una página de GitHub que indica que es posible acceder a DuckDNS, desarrollado por Steven Harper, utilizando la cuenta de GitHub recién creada.

El sistema reconoce automáticamente el nombre de usuario asociado a la cuenta y se procede a autorizar la aplicación haciendo clic en el botón **"Authorize StevenHarperUK"** (Figura 3-24) para otorgar los permisos necesarios para la integración.

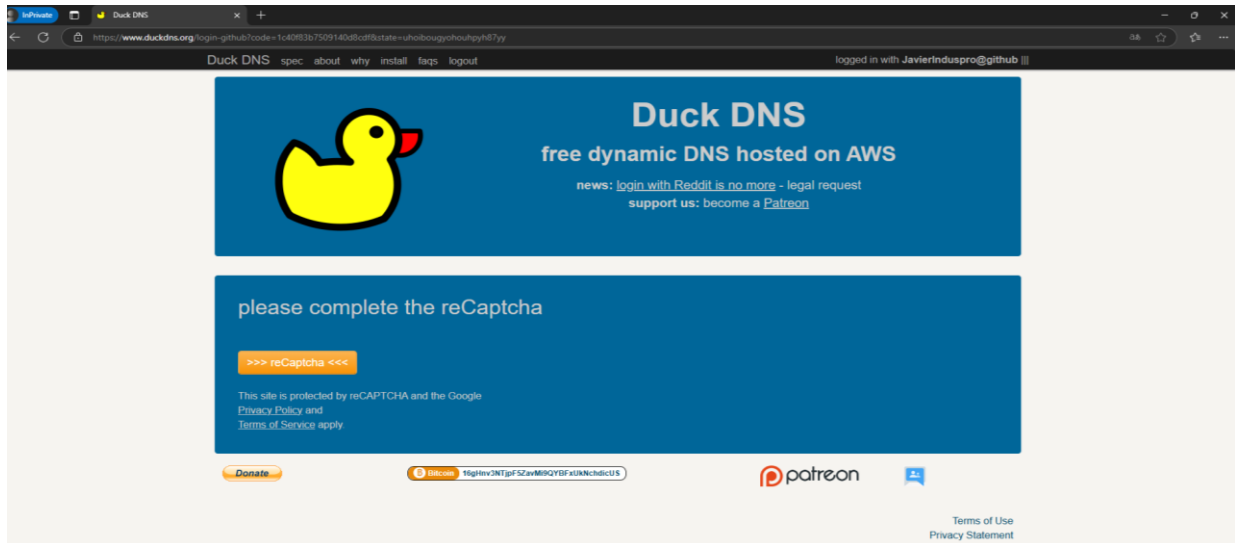


Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Autorización de DuckDNS"

Figura 3-24 Autorización para inicio con GitHub

Al otorgar la autorización, se redirige automáticamente al sitio <https://www.duckdns.org>. En la página de DuckDNS, se mostrará un mensaje indicando que se ha iniciado sesión correctamente,

visualizándose la leyenda “Logged in with” seguida del nombre de usuario asociado a la cuenta de GitHub utilizada para el acceso como se aprecia en la Figura 3-25.

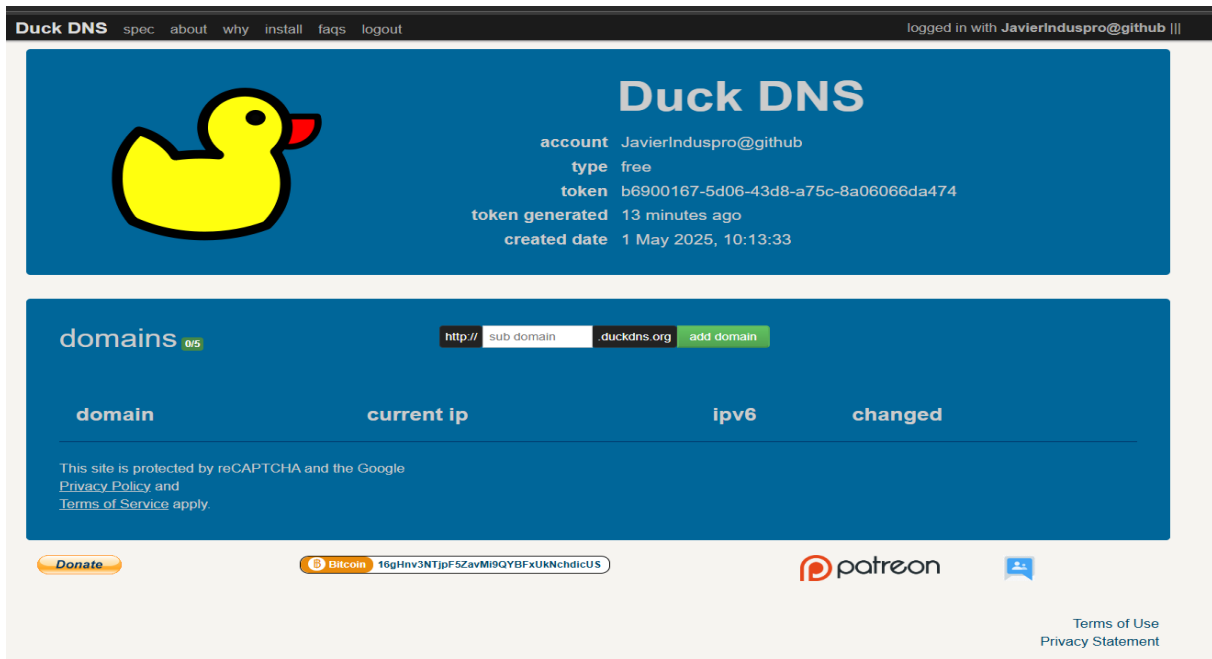


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Duck DNS”

Figura 3-25 Inicio de DuckDNS con GitHub

A continuación, se procede a completar el sistema de verificación **reCAPTCHA**, haciendo clic sobre el recuadro correspondiente, con el fin de confirmar que el acceso está siendo realizado por un usuario humano y no por un sistema automatizado.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de DuckDNS”

Figura 3-26 Incorporación de Domain.

Se redirige a la página donde se visualizan los datos asociados a la cuenta, incluyendo el tipo de cuenta, el token de autenticación, la fecha de generación del token y la fecha de creación de la cuenta.

El sistema genera automáticamente un token de autenticación, el cual es necesario para permitir las actualizaciones automáticas de la dirección IP. Posteriormente, se debe ingresar el nombre deseado para el subdominio y hacer clic en **“Add Domain”** para registrar el dominio personalizado mostrado en la Figura 3-26



Fuente: Ilustración Propia

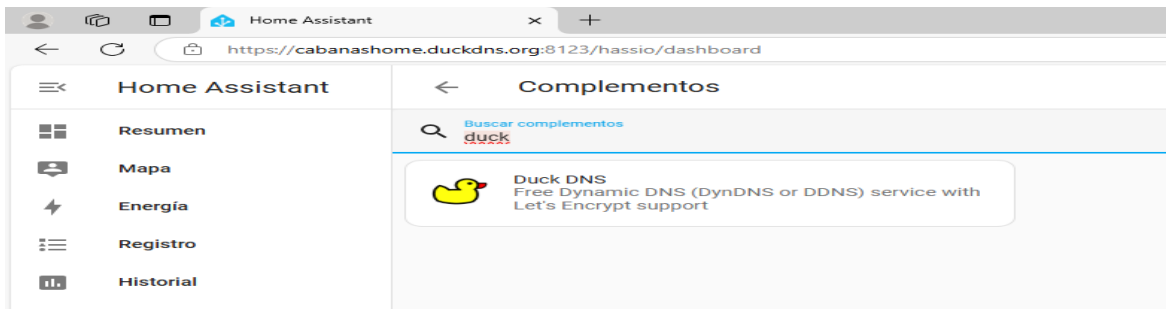
"DuckDNS Creación de Domain"

Figura 3-27 Creación de Domain con DuckDNS

Si el subdominio ingresado es válido y el proceso se completa con éxito, este quedará añadido a la cuenta del usuario en DuckDNS. A partir de ese momento, será posible actualizar la dirección IP asociada al subdominio, así como incorporar una dirección IPv6 si se requiere. También se habilita la opción de eliminar el dominio registrado en cualquier momento. Se muestra en Figura 3-27

Los datos esenciales para la integración con *Home Assistant* son:

- El token de autenticación, generado por DuckDNS.
- El enlace del subdominio asignado (por ejemplo: mi-subdominio.duckdns.org).



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

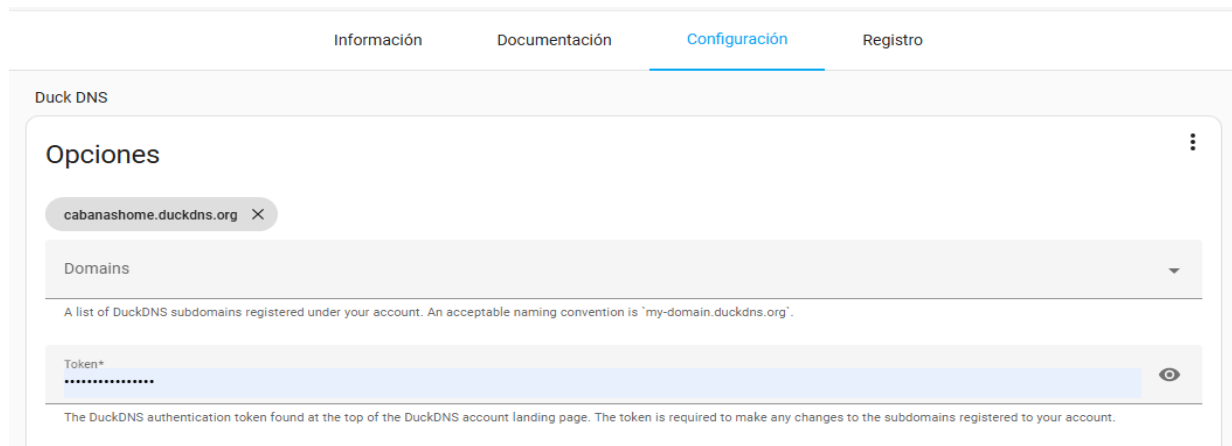
Figura 3-28 Complemento Duck DNS

Instalación del complemento DuckDNS en Home Assistant

Para integrar el servicio en *Home Assistant*, se debe proceder con la instalación del complemento DuckDNS como se muestra en la Figura 3-28 siguiendo estos pasos:

1. Acceder al menú Configuración desde el panel lateral.
2. Ingresar a la sección Complementos.
3. Buscar el complemento Duck DNS mediante el campo de búsqueda.
4. Seleccionar el complemento en los resultados y hacer clic en Instalar.

Una vez instalado, se configurará el complemento utilizando el token de autenticación y el nombre del subdominio previamente registrado en DuckDNS (Figura 3-29), permitiendo así la actualización automática de la IP pública y el acceso remoto seguro a la instancia de *Home Assistant*.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-29 Configuración de Duck DNS en Home Assistant

Let’s Encrypt es una autoridad certificadora (Certificate Authority, CA) gratuita, automatizada y de código abierto, que proporciona certificados SSL/TLS válidos para habilitar conexiones seguras a través del protocolo HTTPS en sitios web y servicios en línea.

En el contexto de *Home Assistant*, Let’s Encrypt permite cifrar la comunicación entre el navegador del usuario y la interfaz web del sistema, garantizando la confidencialidad de los datos transmitidos y protegiendo la conexión contra posibles interceptaciones, especialmente en accesos remotos.

Para habilitar la generación automática del certificado SSL mediante Let’s Encrypt, es necesario configurar correctamente el complemento Duck DNS. Dentro del archivo de configuración del complemento, se debe establecer el parámetro correspondiente a **accept_terms** en **true**, tal como se muestra en la Figura 3-30. Esta acción indica la aceptación de los términos del servicio de Let’s Encrypt y permite la generación automática del certificado.

Una vez realizada la modificación, se debe guardar la configuración para aplicar los cambios



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

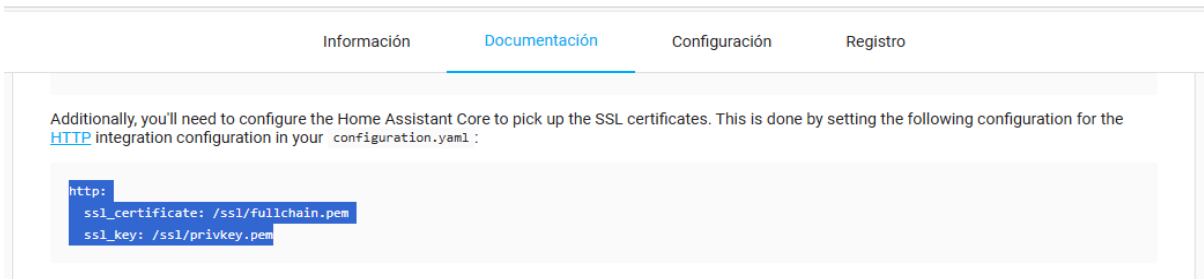
Figura 3-30 Confirmación de certificados

Modificación del archivo configuration.yaml para habilitar certificados SSL de Let’s Encrypt

Para completar la configuración del acceso remoto seguro en *Home Assistant* utilizando certificados SSL proporcionados por Let's Encrypt, es necesario modificar el archivo principal de configuración del sistema: `configuration.yaml`.

1. Acceder a la sección Documentación del complemento Duck DNS dentro de *Home Assistant*.
2. Copiar el bloque de configuración correspondiente al uso de certificados y cifrado SSL/TLS proporcionado por Let's Encrypt.
3. Abrir el archivo `configuration.yaml` utilizando el editor Studio Code Server o cualquier otro método habilitado en el sistema.
4. Pegar la configuración copiada dentro del archivo, respetando la sintaxis YAML y la jerarquía de sangrías.

El bloque que se debe añadir que se muestra en la Figura 3-31.

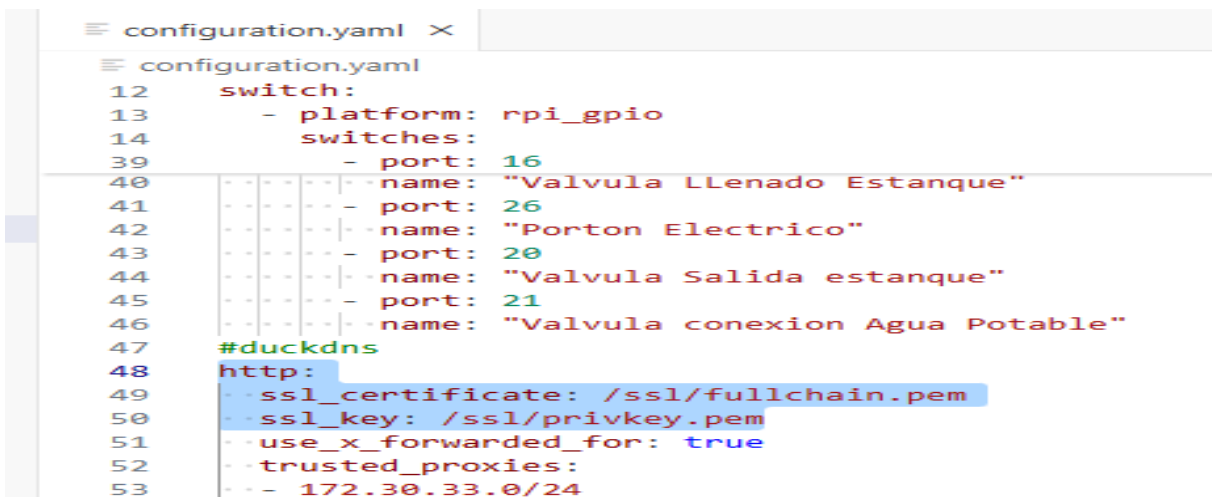


Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-31 Copia de los certificados SSL para Home Assistant

5. Guardar los cambios realizados en `configuration.yaml`. (Figura 3-32)
6. Verificar la configuración desde el panel de *Home Assistant* utilizando la función **"Verificar configuración"**.
7. Reiniciar el sistema para que los cambios surtan efecto.



Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-32 Copia de certificados en configuration.yaml

Inicio del complemento Duck DNS, activación de vigilancia y verificación de certificados

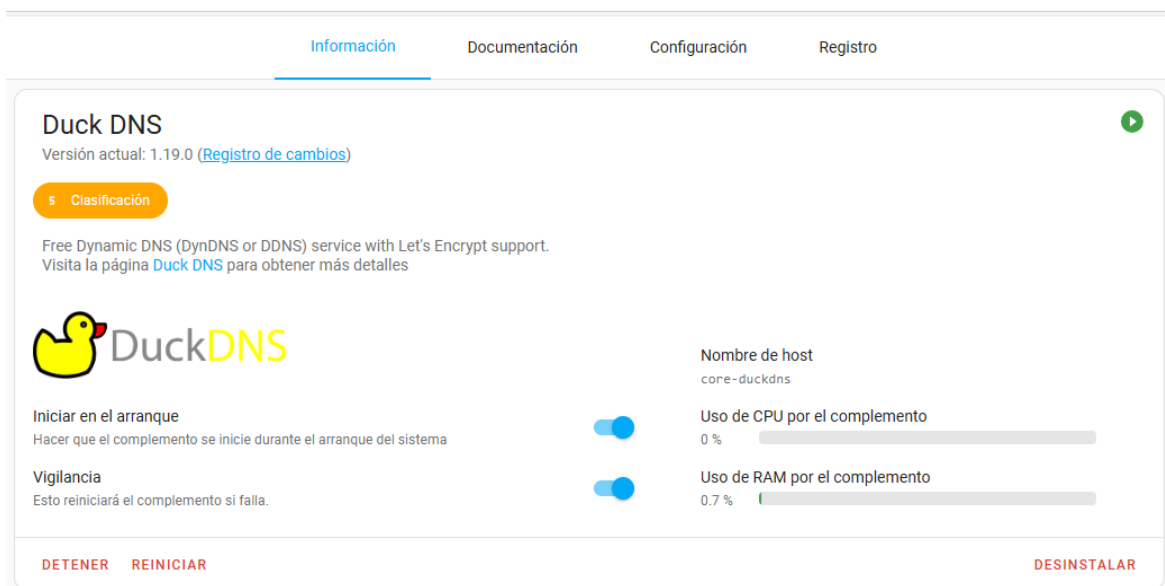
Una vez completada la configuración del complemento **Duck DNS** en *Home Assistant*, se deben realizar los siguientes pasos para asegurar su correcto funcionamiento y la generación de certificados SSL:

1. Iniciar el complemento Duck DNS

Acceder al panel Supervisor o Complementos, seleccionar Duck DNS y hacer clic en Iniciar para activar el servicio.

2. Activar la vigilancia

Habilitar la opción “Vigilancia” para que *Home Assistant* supervise el estado del complemento y lo reinicie automáticamente en caso de fallo. (como se muestra en la Figura 3-33)



Fuente: Ilustración Propia
“Pantalla de Home Assistant”

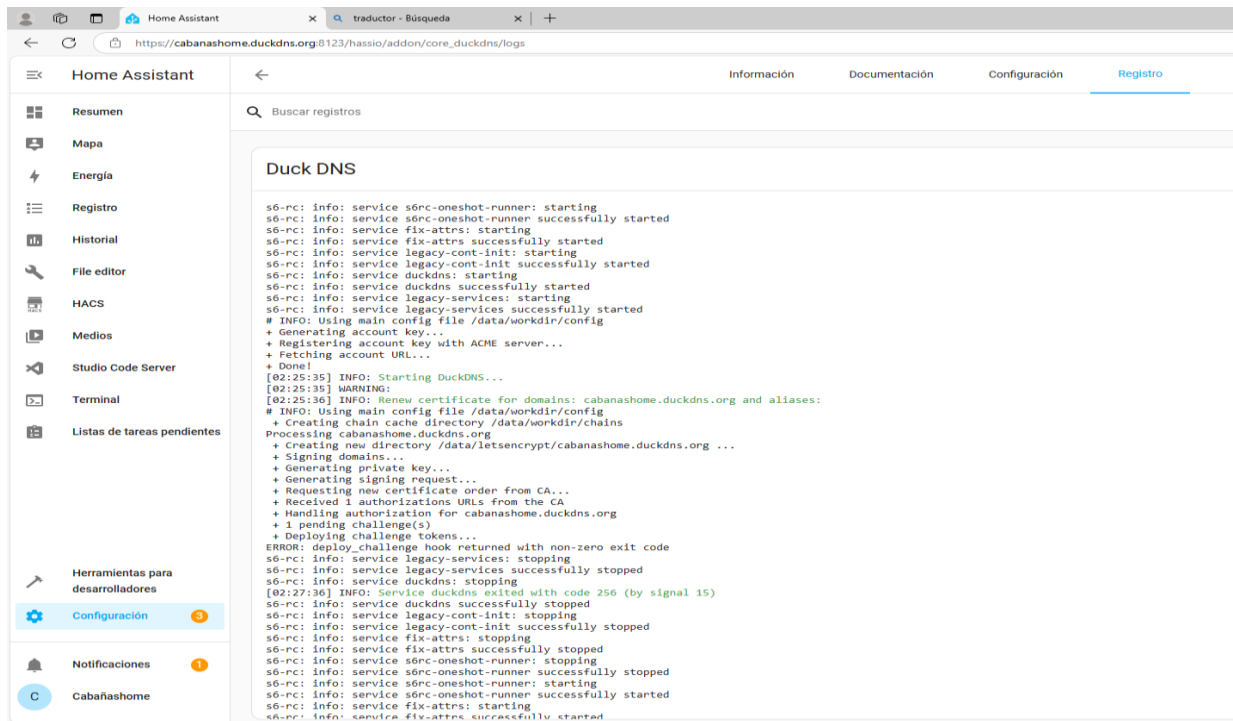
Figura 3-33 Activación de Duck DNS en Home Assistant

3. Verificar los registros del complemento

Una vez iniciado el complemento, se debe acceder a la pestaña Registros (Logs) (Figura 3-34) para comprobar que el proceso se ejecutó correctamente. En los registros debe aparecer:

- El nombre del dominio configurado (por ejemplo: tudominio.duckdns.org)
- Un mensaje que indique que el registro está activo
- Confirmación que los certificados han sido generados con éxito, normalmente con referencias a los archivos fullchain.pem y privkey.pem ubicados en el directorio /ssl/

Si esta información está presente, se confirma que el servicio Duck DNS está activo y que los certificados SSL de Let’s Encrypt fueron generados correctamente, permitiendo así el acceso remoto seguro a través de HTTPS.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-34 Registro de Duck DNS para verificar inicio

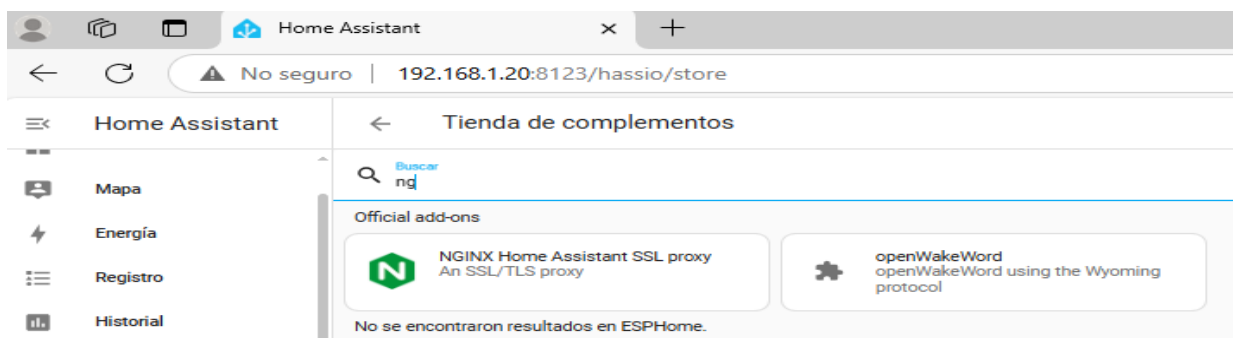
3.4.4 Integración de NGINX en Home Assistant

NGINX es un software de código abierto que cumple funciones de servidor web, proxy inverso, balanceador de carga, caché HTTP y proxy de correo electrónico. Es ampliamente utilizado para mejorar el rendimiento y la fiabilidad de sitios web y aplicaciones, así como para gestionar el tráfico de red de forma eficiente. En el contexto de *Home Assistant*, NGINX se implementa principalmente como proxy inverso, permitiendo cifrado SSL/TLS y proporcionando una capa adicional de seguridad y rendimiento mediante almacenamiento en caché.

Proceso de instalación y configuración en Home Assistant:

1. Acceder a la sección Tienda de Complementos desde el panel lateral de *Home Assistant*. (Figura 3-35)

Buscar e instalar el complemento NGINX Home Assistant SSL proxy.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-35 Complemento NGINX

2. Configuración del complemento

- Una vez finalizada la instalación, abrir la pestaña Configuración del complemento.
- En el campo Domain, ingresar el dominio previamente configurado con Duck DNS (por ejemplo: tudominio.duckdns.org). (Figura 3-36)
- El complemento utilizará por defecto los certificados SSL generados por Let's Encrypt, ubicados en el directorio /ssl/.
- Incluir la clave privada correspondiente (privkey.pem) para reforzar la seguridad.

Información Documentación **Configuración** Registro

NGINX Home Assistant SSL proxy

Opciones

Domain*
cabanashome.duckdns.org
The domain name to use for the proxy.

HSTS*
max-age=31536000; includeSubDomains
Value for the HSTS HTTP header to send. If empty, the header is not sent.

Certificate File*
fullchain.pem
The certificate file to use in the '/ssl' directory.

Private Key File*
privkey.pem
Private Private Key File to use in the '/ssl' directory.

Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-36 Configuración de NGINX

3. Parámetro de personalización (Customize) (Figura 3-37)

- En el apartado customize, establecer el valor del parámetro active en true, habilitando la aplicación de la configuración sobre el servidor.

```

1 active: true
2 default: nginx_proxy_default*.conf
3 servers: nginx_proxy/*.conf
4

```

Fuente: Ilustración Propia

"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-37 Activación de NGINX para los certificados.

Abrir el archivo configuration.yaml utilizando el editor Studio Code Server u otro método habilitado.

El siguiente bloque de código (Figura 3-38), que suele ser el recomendado por la documentación del complemento:

3.4.5 Código para bloquear direcciones IP por intentos fallidos en Home Assistant

Con el objetivo de incrementar la seguridad del sistema frente a posibles accesos no autorizados o ataques de fuerza bruta, es posible configurar *Home Assistant* para que bloquee automáticamente las direcciones IP que realicen múltiples intentos fallidos de autenticación.

Procedimiento:

1. Reiniciar *Home Assistant* para asegurarse de que no haya configuraciones pendientes.
2. Abrir el archivo `configuration.yaml` mediante el editor Studio Code Server u otro editor habilitado.
3. Agregar el siguiente bloque de código: (Figura 3-40)

```
54 ip_ban_enabled: true
55 login_attempts_threshold: 5
56
```

Fuente: Ilustración Propia

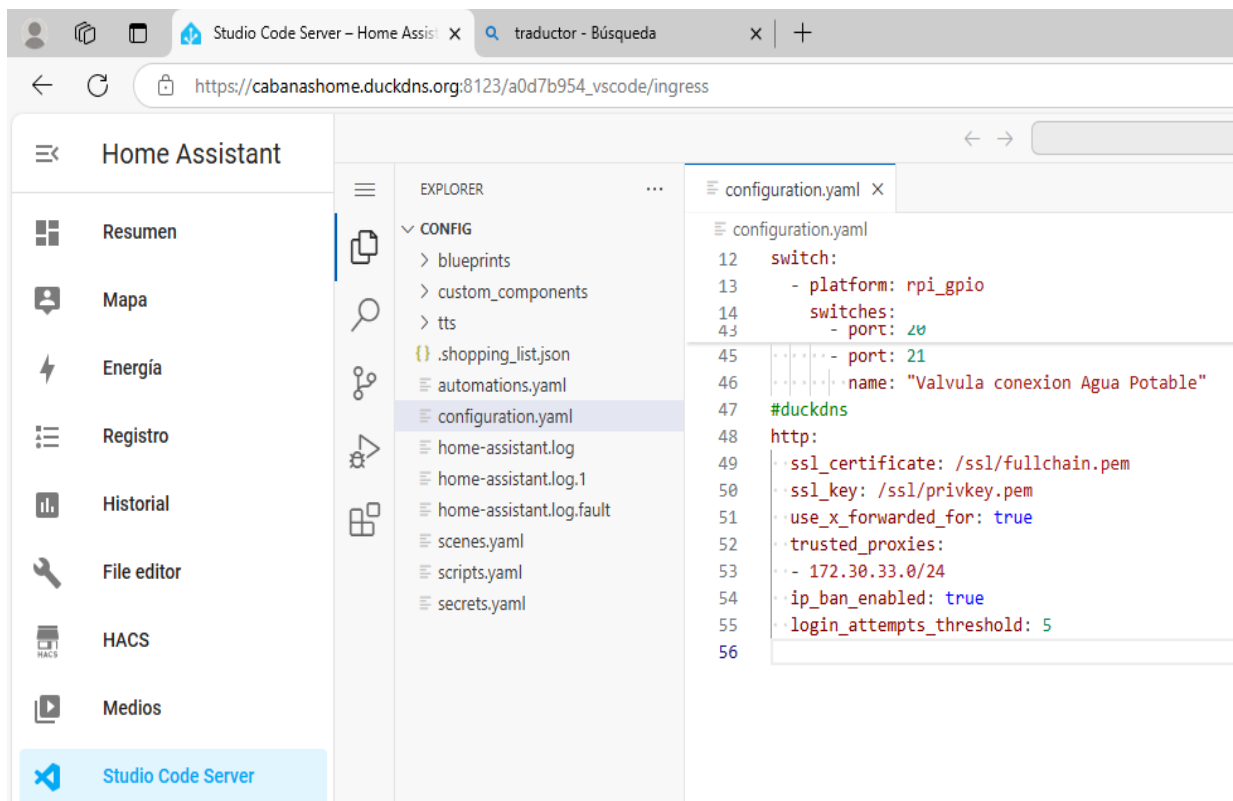
"Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-40 Código para restringir IP

Descripción de los parámetros:

- `ip_ban_enabled: true`, habilita la función de bloqueo de direcciones IP.
 - `login_attempts_threshold: 5`, define el número de intentos fallidos de inicio de sesión antes de que se bloquee una IP. Puede modificarse según los criterios de seguridad deseados.
4. Guardar los cambios realizados en el archivo (Figura 3-41).
 5. Utilizar la opción "Verificar configuración" para validar la sintaxis.
 6. Reiniciar *Home Assistant* para aplicar la nueva configuración.

Una vez habilitada esta función, si una IP excede el número de intentos fallidos definidos, será automáticamente bloqueada y registrada en el archivo `ip_bans.yaml`, ubicado en el directorio principal de configuración de *Home Assistant*.



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-41 Configuration.yaml con códigos incorporados

Una vez habilitada esta función, si una IP excede el número de intentos fallidos definidos, será automáticamente bloqueada y registrada en el archivo `ip_bans.yaml`, ubicado en el directorio principal de configuración de *Home Assistant*.

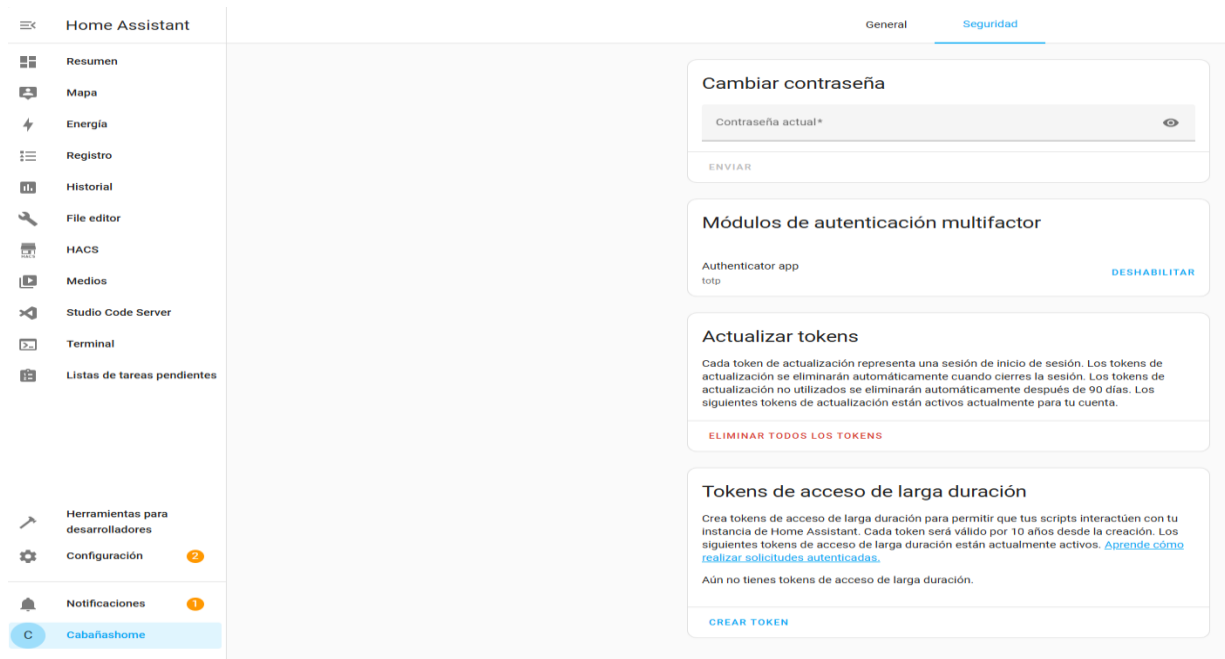
3.4.6 Programar Home Assistant con aplicación móvil Authenticator

Para reforzar la seguridad de acceso a *Home Assistant*, es recomendable implementar un Sistema de Autenticación Multifactor (MFA), además del uso de nombre de usuario y contraseña. Esta medida añade una segunda capa de protección mediante códigos temporales generados en una aplicación móvil de autenticación, como Google Authenticator, Microsoft Authenticator u otra compatible con TOTP (Time-based One-Time Password).

Procedimiento para habilitar MFA:

1. Acceder a la interfaz web de *Home Assistant* mediante el dominio configurado.
2. Hacer clic en el nombre de usuario (ubicado en la esquina inferior izquierda del panel lateral).
3. Seleccionar la opción Seguridad dentro del perfil del usuario.
4. En la sección Módulos de autenticación multifactor (Figura 3-42), elegir la opción Time-based One-Time Password (TOTP).
5. Escanear el código QR generado, utilizando una aplicación de autenticación instalada previamente en el dispositivo móvil.

- Introducir el código de verificación temporal generado por la aplicación para finalizar el proceso de activación.



Fuente: Ilustración Propia
 "Pantalla de Home Assistant"

Figura 3-42 Activación para módulos de autenticación multifactor

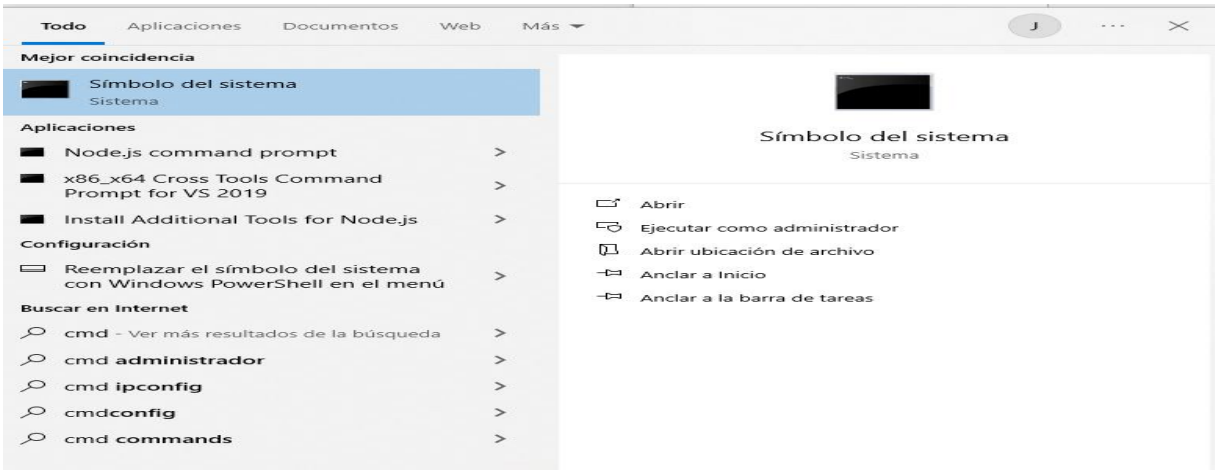
Una vez completado, *Home Assistant* solicitará un código de autenticación adicional cada vez que se intente iniciar sesión desde un nuevo dispositivo o ubicación. Esto mejora significativamente la protección del sistema frente a accesos no autorizados.

3.4.7 Apertura de puertos en el router para acceso remoto a Home Assistant

Para habilitar el acceso remoto a *Home Assistant* a través del dominio configurado con Duck DNS, es necesario realizar la apertura del puerto utilizado por el servicio en el router de red local. Esta operación permite que las solicitudes externas desde Internet sean redirigidas al servidor *Home Assistant* en la red LAN.

Procedimiento:

- Obtención de la puerta de enlace predeterminada:
 - Acceder a la consola de comandos del sistema operativo (símbolo del sistema) (Figura 3-43).

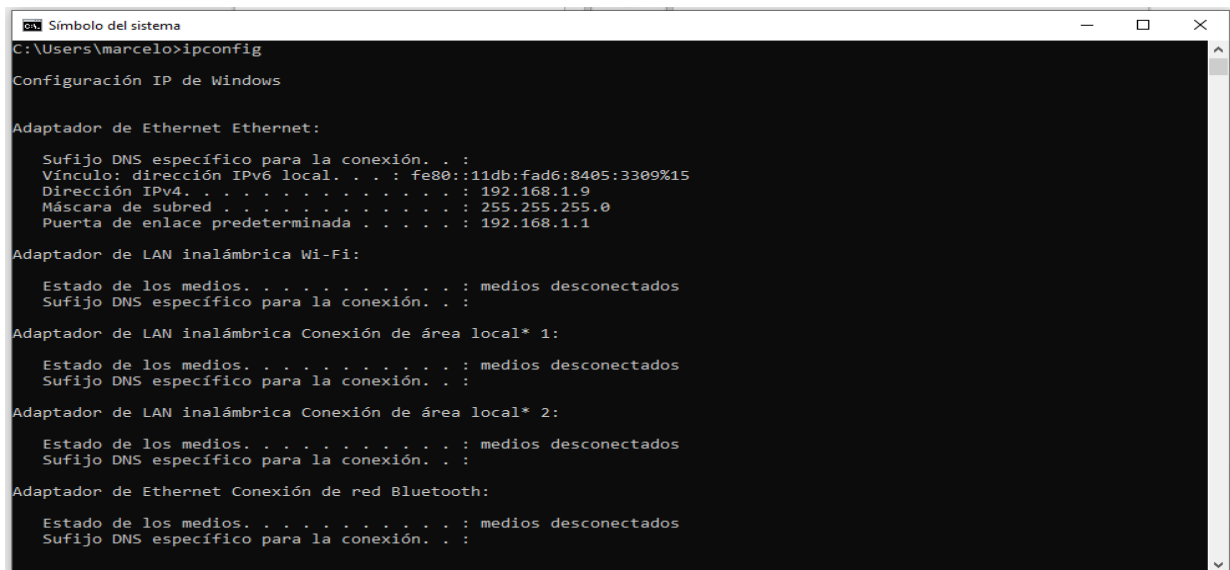


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de PC”

Figura 3-43 Apertura símbolo del sistema

- Ejecutar el comando: “ipconfig”
- Localizar la información correspondiente al adaptador Ethernet (cuando el PC esté conectado por cable).
- Identificar: (Se aprecia en la Figura 3-44)
 - Dirección IPv4 del equipo.
 - Máscara de subred.
 - Puerta de enlace predeterminada (por ejemplo: 192.168.1.1), que corresponde a la IP del router.

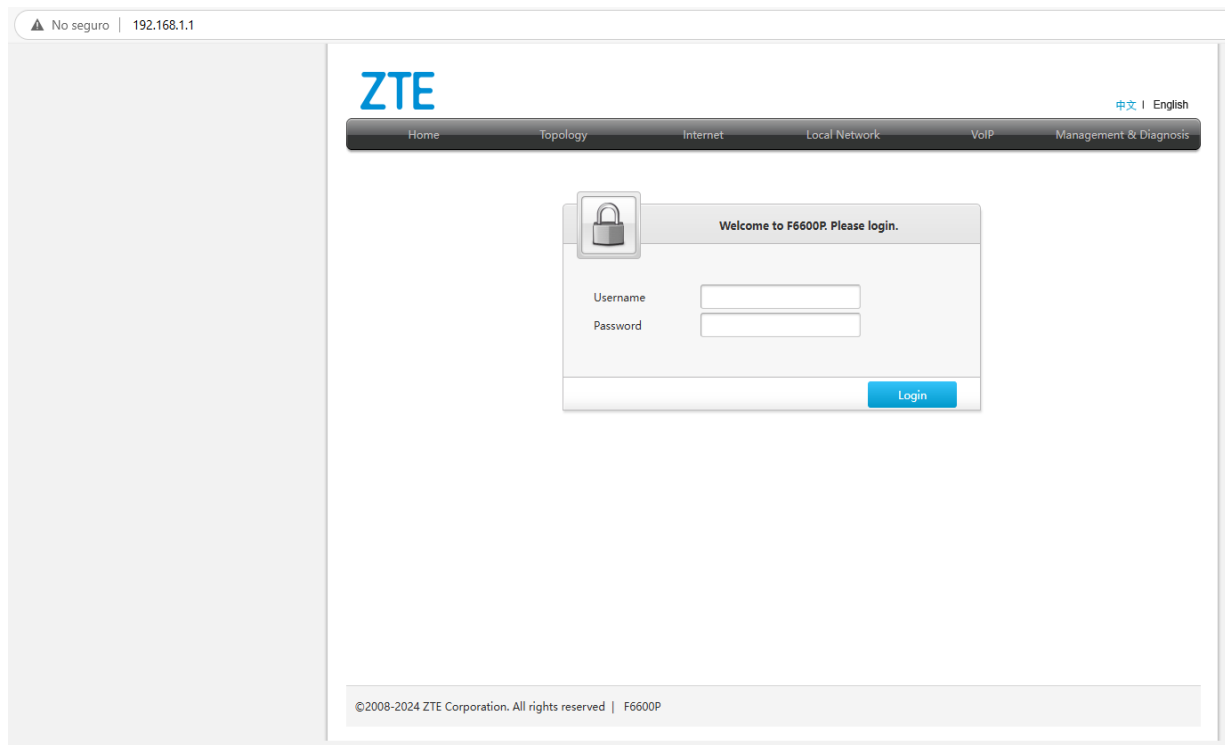


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de CMD Símbolo de Sistema”

Figura 3-44 Solicitud de ipconfig en CMD

2. Acceso al router:
 - Ingresar la puerta de enlace en un navegador web (ej.: <http://192.168.1.1>). (Figura 3-45)
 - Se abrirá la interfaz de inicio de sesión del router.

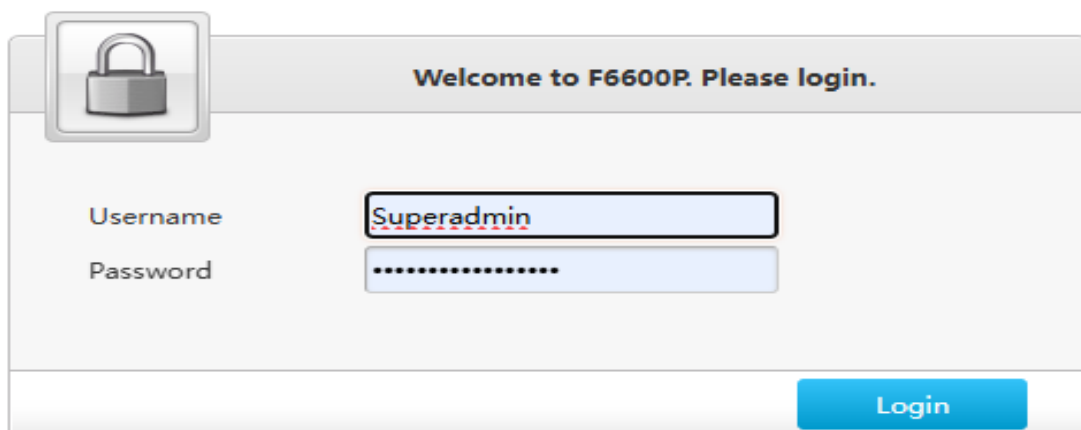


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Router”

Figura 3-45 Ingreso a router por dirección IP

- Ingresar con las credenciales proporcionadas por el proveedor de servicios de Internet (ISP). En el caso del modelo ZTE F6600P de la compañía VTR, dichas credenciales suelen ser entregadas por el ISP. (Figura 3-46)



Fuente: Ilustración Propia

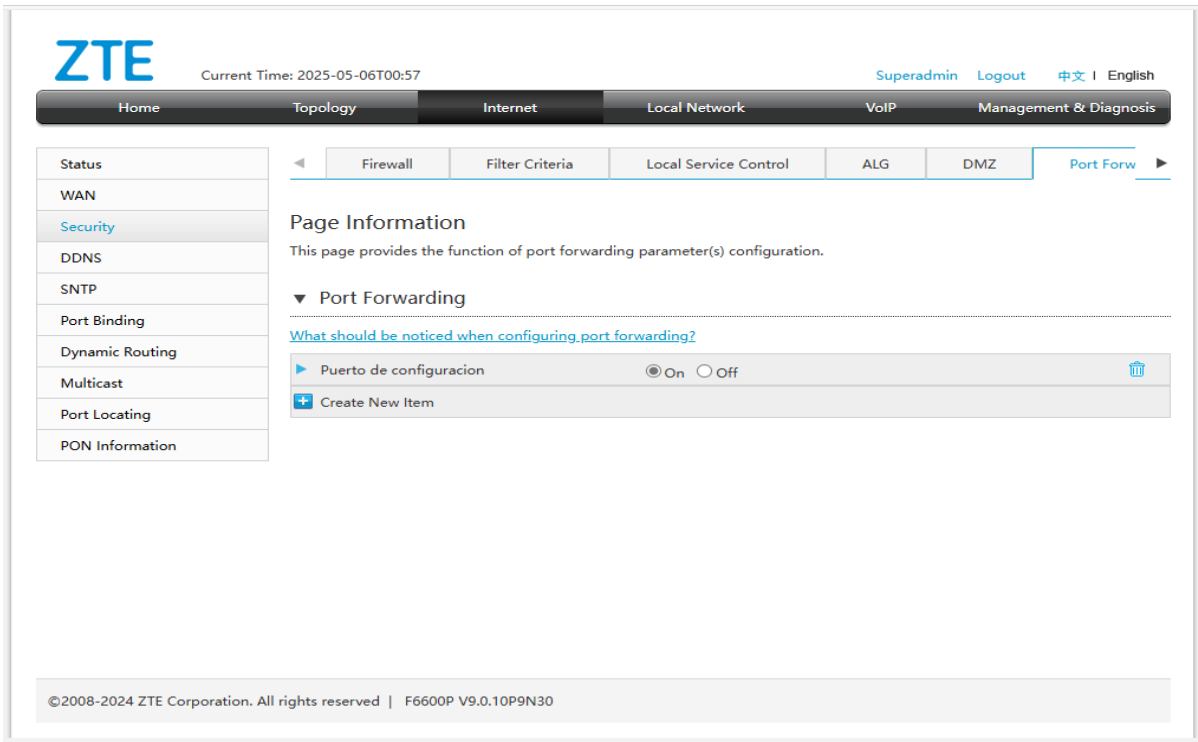
“Pantalla de Router”

Figura 3-46 Usuario y clave del router

3. Apertura del puerto 8123:

- Navegar por el menú de configuración del router hacia:

Internet → Security → Port Forwarding como se muestra en la Figura 3-47



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Router”

Figura 3-47 Acceso para configurar puertos

- Crear un nuevo ítem de redirección de puertos. (Figura 3-48)
- Completar los siguientes campos:
 1. Nombre del servicio: Identificación libre (ej.: HomeAssistant).
 2. Protocolo: Seleccionar TCP y UDP.
 3. WAN Connection: Indicar la interfaz WAN utilizada (asociada a la IP pública).
 4. LAN Host: Dirección IP local del servidor *Home Assistant* (por ejemplo: 192.168.1.20).
 5. WAN Port: 8123
 6. LAN Port: 8123

Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Router”

Figura 3-48 Apertura de puertos 8123

4. Aplicación de los cambios:
 - Hacer clic en Apply para guardar la configuración.
 - Reiniciar el router si es requerido para aplicar las reglas.

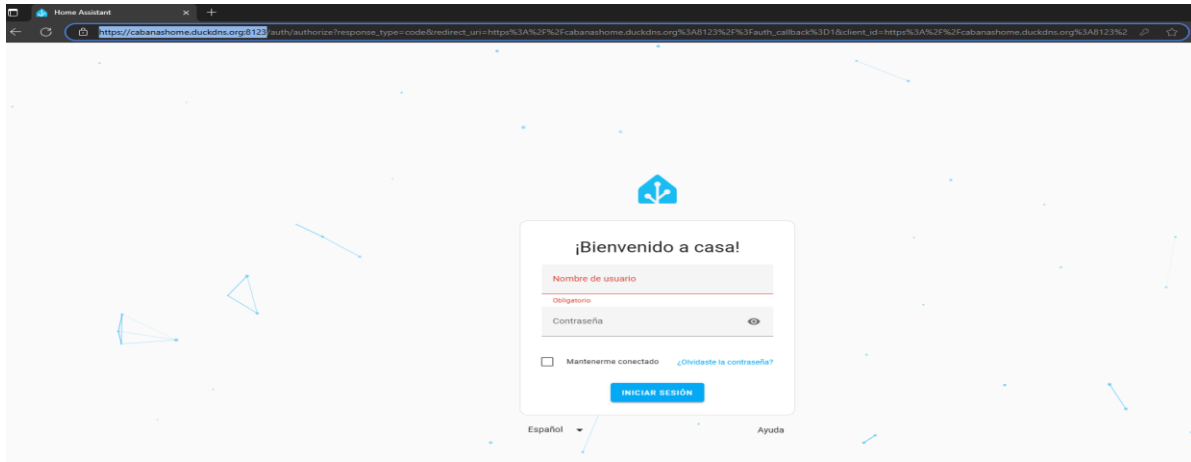
3.5 VERIFICACIÓN DE APERTURA DE PUERTOS, DOMINIO Y AUTENTICADOR

Verificación del acceso externo:

Una vez abierta la redirección del puerto, se puede verificar la conexión desde una red externa (por ejemplo, la red móvil del teléfono) ingresando en el navegador:

`https://tudominio.duckdns.org:8123`

Esto confirmará que la instancia de *Home Assistant* es accesible de forma remota mediante el dominio configurado, utilizando el puerto seguro especificado (8123). Figura 3-49

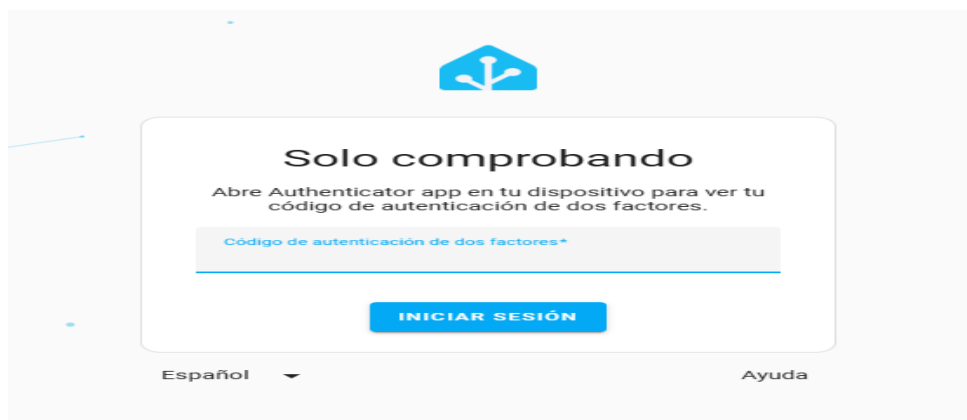


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-49 Inicio de sesión

Al acceder a la dirección indicada, se solicitarán las credenciales de inicio de sesión del sistema Home Assistant (FIG. 3-49). Una vez autenticado el usuario, se requerirá la verificación de segundo factor (autenticación multifactor) (Figura 3-50), que debe completarse mediante un dispositivo móvil previamente configurado. Este mecanismo de seguridad garantiza que el acceso al sistema se encuentra debidamente protegido.

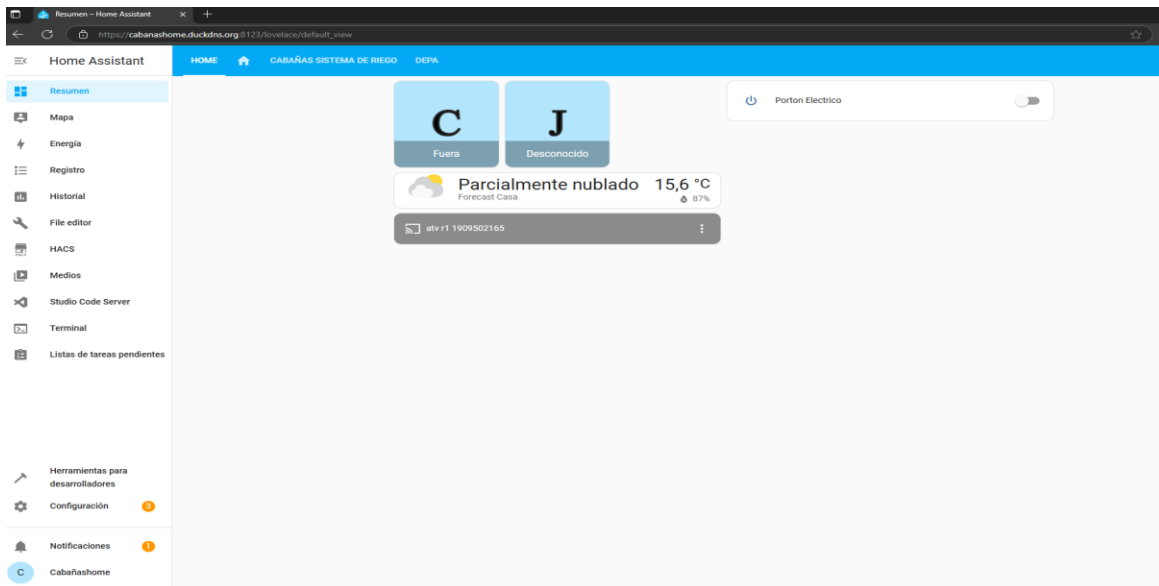


Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-50 Comprobación con código de multifactor

Una vez finalizado el proceso de autenticación, se presentará la interfaz de usuario de Home Assistant, desde la cual se podrá interactuar con el sistema de forma remota, segura y estable. (Figura 3-51)



Fuente: Ilustración Propia

“Pantalla de Home Assistant”

Figura 3-51 Home de inicio

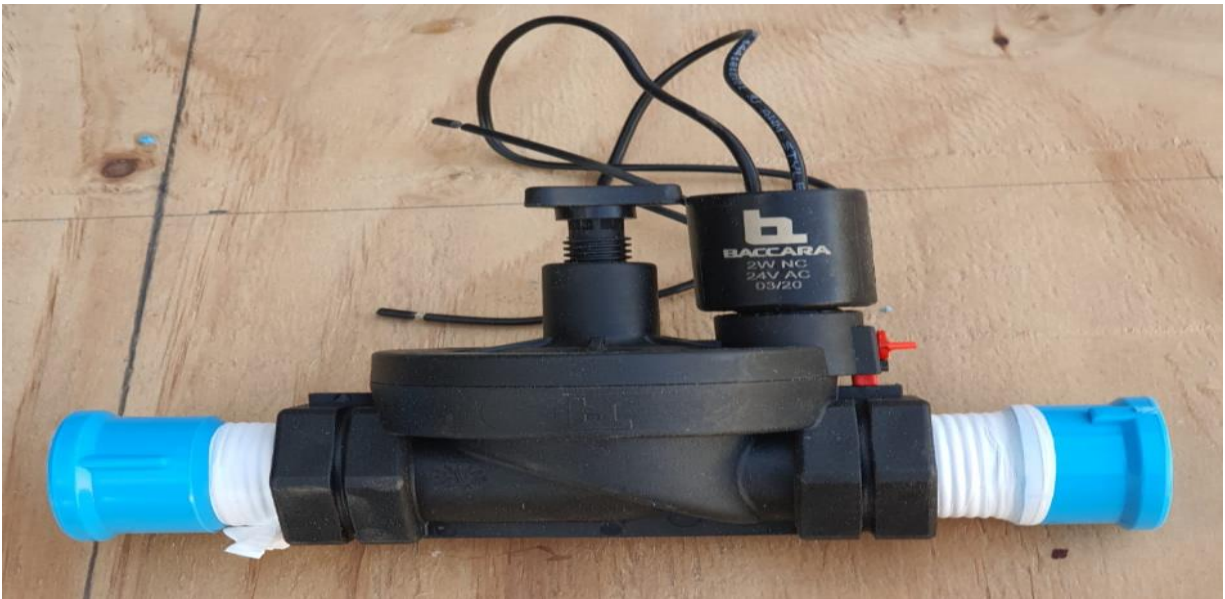
3.6 ARMADO DE MAQUETA ELECTROVÁLVULAS PARA SISTEMA DE REGADÍO

El presente diseño e implementación de una maqueta funcional que simula un sistema de riego automatizado mediante el uso de electroválvulas controladas eléctricamente. El sistema replica el comportamiento de un circuito de riego por sectores, donde cada electroválvula regula el flujo de agua hacia diferentes zonas, en respuesta a señales de control. El montaje incluye la integración de componentes eléctricos, hidráulicos y electrónicos, permitiendo su aplicación como herramienta didáctica para la enseñanza de automatización en sistemas agroindustriales. Se contemplan aspectos de eficiencia energética, optimización del recurso hídrico y control programado.

3.6.1 Montaje Hidráulico

La presente maqueta ha sido desarrollada con el objetivo de automatizar el control eléctrico de ocho electroválvulas y un motor de pozo, incorporando tecnologías actuales que permitan su gestión remota mediante dispositivos móviles (smartphones). Para tal fin, se seleccionaron componentes hidráulicos y eléctricos que garantizan la compatibilidad, eficiencia y funcionalidad del sistema.

En una primera etapa, se llevó a cabo la selección de la electroválvula como se muestra la Figura 3-52 que cumpliera con los requisitos técnicos del proyecto. La opción elegida fue una electroválvula de la marca Baccara, de 32 mm (1 ½”), con configuración normalmente cerrada (NC). Para facilitar las tareas de instalación, mantenimiento y eventual sustitución, se incorporaron terminales HE de PVC de 1 ½” a 32 mm en ambos extremos (entrada y salida). Esta disposición contribuye a mejorar la operatividad general del sistema.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-52 Electroválvula baccara con terminales HI

Posteriormente, se procedió al ensamblaje de las electroválvulas al sistema de riego. Una vez instalados los terminales HE en la entrada y salida de cada unidad, se incorporaron uniones americanas en ambos extremos como se muestra en la Figura 3-53. La implementación de estas uniones permite realizar tareas de mantenimiento o sustitución de forma ágil, ya que su desacople no requiere intervenir el resto del sistema hidráulico. Esta característica optimiza la eficiencia operativa y minimiza los tiempos de intervención técnica.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-53 Electroválvula con unión americana

Una vez completado el ensamblaje destinado a optimizar las labores de mantenimiento, se procedió a la conexión hidráulica de las electroválvulas. Las entradas de cada unidad fueron integradas a una cañería principal común, fabricada en PVC, con el objetivo de unificar el suministro de agua hacia todas las electroválvulas como se muestra en la Figura 3-54. Esta configuración permite una distribución eficiente del caudal, garantizando una alimentación homogénea a cada componente del sistema de riego.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-54 Ensamblado en paralelo de las electroválvulas

Las electroválvulas fueron organizadas en dos grupos de cuatro unidades cada uno, con el propósito de establecer una separación física que permitiera la instalación de un tablero de control y encendido entre ambos conjuntos, según lo ilustrado en la Figura 3-55. Esta disposición facilita el acceso al sistema de control, mejora la distribución del espacio disponible y permite una gestión más ordenada del cableado y las conexiones hidráulicas. En consecuencia, se optimizan tanto la operación como las tareas de mantenimiento del sistema.



Fuente: Ilustración propia

Figura 3-55 Imagen de ensamblaje

Una vez agrupadas las electroválvulas en dos conjuntos de cuatro unidades y establecida la separación correspondiente, se procedió a incorporar la entrada de fluido en el espacio central dispuesto entre ambos grupos. Esta entrada principal permite la alimentación del sistema de automatización de riego, garantizando el suministro de agua hacia la cañería común encargada de distribuir el flujo hacia cada electroválvula. La ubicación estratégica de esta conexión contribuye a una distribución equilibrada y eficiente dentro del sistema hidráulico, tal como se muestra en la Figura 3-56.



FUENTE: Ilustración propia

Figura 3-56 Electroválvulas conectadas

El sistema fue ensamblado sobre una superficie de madera como se muestra en la Figura 3-57, con el objetivo de asegurar una fijación estable y segura de los componentes. Dicha base proporciona el soporte estructural necesario para preservar la integridad del conjunto durante su funcionamiento, además de facilitar la organización del cableado y el acceso a los distintos elementos del sistema.



Fuente: Ilustración propia

Figura 3-57 Fijación de las electroválvulas

3.6.2 Montaje eléctrico para control de electroválvulas

Para el sistema de control de electroválvulas, se seleccionó un módulo de 8 relés (Figura 3-58) con el fin de organizar de manera precisa y eficiente las conexiones eléctricas. Este módulo cuenta con una línea común de tierra (GND), una alimentación positiva (VDC) y ocho entradas de señal de control dispuestas en el lateral izquierdo del conjunto.

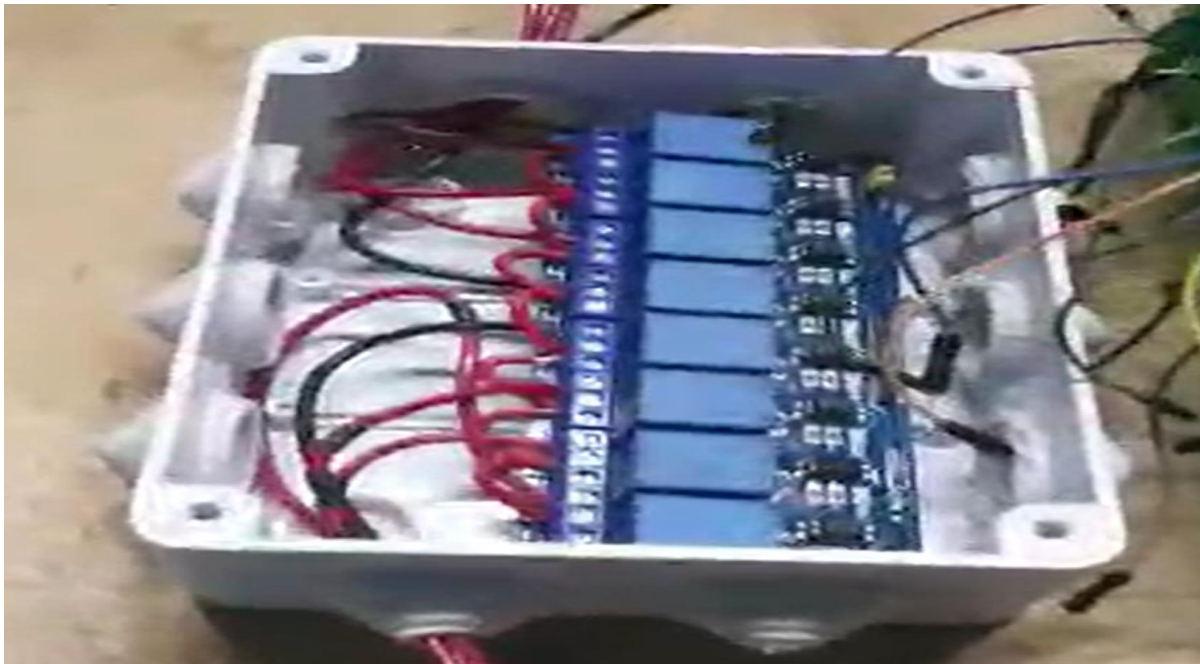
En la parte posterior derecha del módulo se encuentran los terminales de salida de cada relé, compuestos por tres pines: el pin central corresponde al contacto común, a través del cual circula la señal de alimentación hacia las electroválvulas (en este caso, 24 VAC suministrados por el transformador). Los pines laterales corresponden a los contactos normalmente cerrado (NC), ubicado a la derecha, y normalmente abierto (NA), ubicado a la izquierda. La selección entre estos contactos depende del comportamiento de operación requerido para cada electroválvula.

En este proyecto se emplean electroválvulas con configuración de operación normalmente cerrada (NC), por lo que se ha utilizado este contacto en cada relé. Cada electroválvula se conecta de forma individual al pin correspondiente de salida, asegurando así una distribución ordenada y funcional del sistema de control.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-58 Display de 8 relay

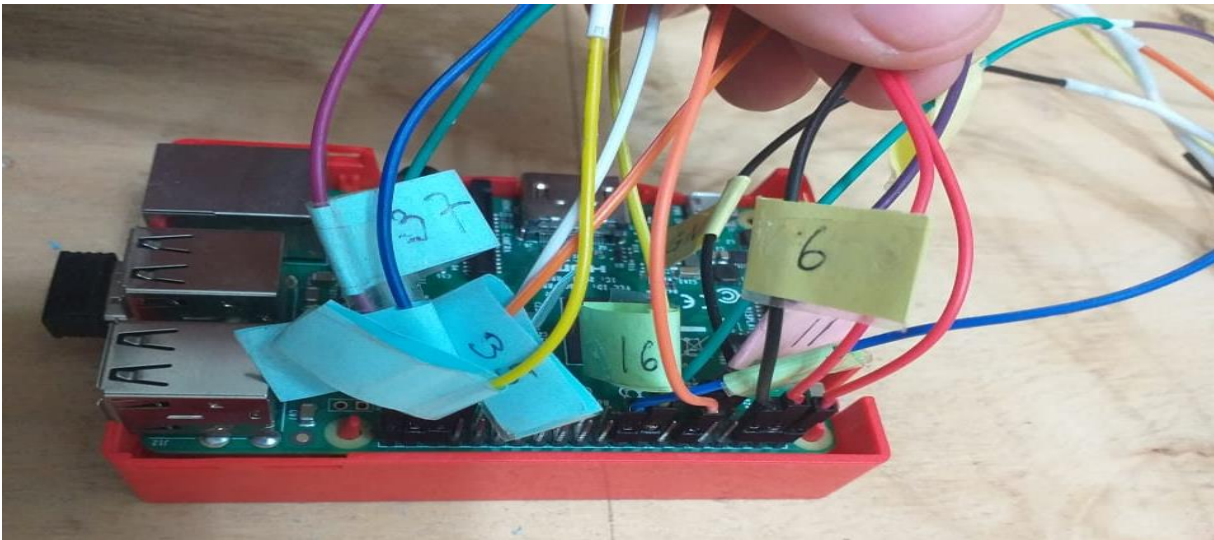


Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-59 Caja estanca del sistema de control de las electroválvulas

Se seleccionó una caja estanca con certificación según la norma E-011-01-88531 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), con grado de protección IP55, marca Mec (ver Figura 3-59). Esta caja está destinada a alojar y proteger los componentes eléctricos del sistema de automatización de riego.

En su interior se dispondrán las conexiones correspondientes a los pines de control provenientes de la Raspberry Pi, junto con las líneas de alimentación VDC y GND. Asimismo, se integrará la entrada de 24 VAC proveniente del transformador, además de las conexiones hacia las electroválvulas. Esta disposición garantiza una distribución segura, ordenada y eficiente de las señales y alimentaciones eléctricas dentro del sistema.



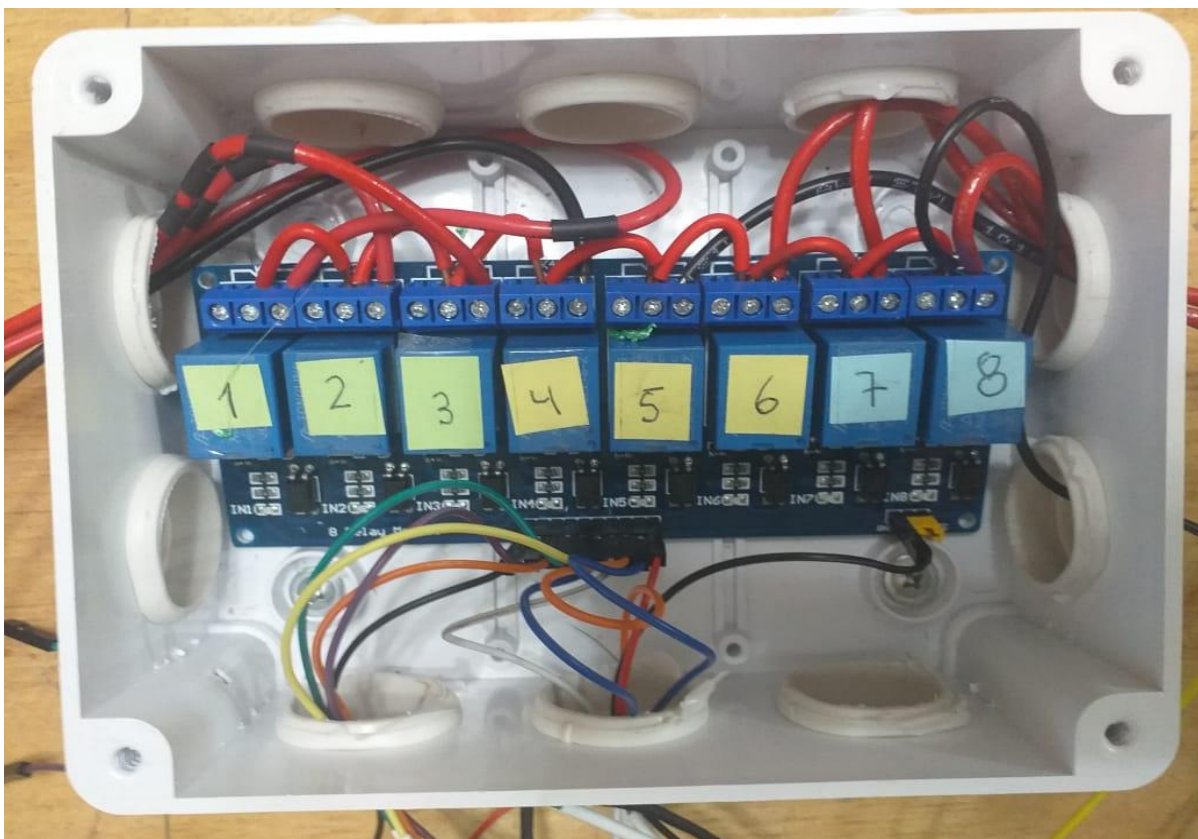
Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-60 Raspberry con cables Jumper

Una vez finalizado el ensamblaje y la disposición de los componentes, se procedió a la conexión de los cables correspondientes a cada electroválvula. Con el objetivo de mantener un orden adecuado y asegurar la trazabilidad durante la instalación y en eventuales labores de mantenimiento, los cables fueron enumerados y etiquetados de acuerdo con su función y punto de conexión. (Figura 3-60)

Cada cable fue identificado mediante un número o código asociado al pin de control correspondiente en la Raspberry Pi o al terminal asignado en el programador de riego. Adicionalmente, se incluyeron las conexiones de alimentación VCC (5 V) y GND, necesarias para el correcto funcionamiento de los componentes electrónicos.

Esta práctica permite una identificación clara de cada conexión, reduce el riesgo de errores durante el cableado y facilita las tareas de diagnóstico y reparación en caso de fallas del sistema.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-61 Display de relay conectado

Se procedió a la enumeración de los relés en función de las electroválvulas que controlan, tal como se muestra en la Figura 3-61. A cada relé se le asignó una electroválvula específica, estableciendo una correspondencia clara que facilita tanto la identificación como el control del sistema.

Las conexiones de accionamiento de los relés se realizaron en la parte inferior del módulo, donde se ubican los pines de señal. Estos pines fueron conectados a los pines de control de la Raspberry Pi o al programador de riego, de acuerdo con la configuración adoptada.

Además de las señales de control, se conectaron los pines de alimentación VCC (5 V) y GND al módulo de relés. El pin VCC se enlazó con la salida de 5 V de la Raspberry Pi o del programador de riego, proporcionando la energía necesaria para su funcionamiento. El pin GND se conectó a la tierra común del sistema, estableciendo el retorno de corriente y completando el circuito eléctrico.

Esta disposición garantiza una conexión estructurada y funcional entre los relés y las electroválvulas, permitiendo un control preciso y confiable del sistema de automatización de riego.

3.6.3 Tablero para Raspberry pi 4



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-62 Tablero para Raspberry PI y transformador

En el tablero de control marca Schneider Electric, con clasificación IP40, se alojan la unidad Raspberry Pi 4 y el transformador de potencia destinados a la operación del sistema de automatización de riego. Este tablero proporciona un nivel de protección adecuado contra la

entrada de polvo y salpicaduras de agua, asegurando la integridad de los componentes electrónicos en entornos industriales o al aire libre.

La Raspberry Pi 4 actúa como unidad de control central del sistema, gestionando las señales de activación hacia las electroválvulas mediante el módulo de relés, lo que permite la automatización del proceso de riego. El transformador de potencia suministra los 24 VAC requeridos para el funcionamiento de las electroválvulas, mientras que la Raspberry Pi opera con una tensión de 5 V, proporcionada por una fuente de alimentación específica.

La integración de estos componentes en un único tablero permite una organización eficiente del cableado, optimiza el espacio disponible para la instalación y mejora la accesibilidad para tareas de mantenimiento o futuras ampliaciones del sistema.

3.7 TABLERO DE CONTROL DE MOTOR



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-63 Tablero de control para bomba centrífuga

El tablero de control ilustrado en la Figura 3-63 se encuentra en proceso de finalización y ha sido diseñado conforme a las normativas vigentes, garantizando su seguridad y funcionalidad. Este tablero incorpora un LED indicador de presencia de tensión, el cual permite verificar la existencia de voltaje en la línea de alimentación.

Además, el tablero está equipado con dos luces piloto de color verde:

- La luz piloto verde izquierda se enciende cuando el motor debe operarse en modo manual, es decir, sin conexión a la red de automatización.
- La luz piloto verde derecha se ilumina cuando el motor está en modo automático, indicando que su funcionamiento es controlado por el sistema de automatización, en este caso, mediante la plataforma Home Assistant.

En caso de que el motor presente una falla, se activará una luz piloto amarilla, señalando la anomalía. Esta luz se apagará automáticamente una vez que se haya solucionado la falla.

El tablero también cuenta con un selector de modo, que permite al operador elegir entre las modalidades de control: directo, apagado o automático. La secuencia técnica para la activación de estos modos es 101, según lo establecido en el diseño del sistema.

3.7.1 Montaje de componentes

En el montaje del tablero de control ilustrado en la Figura 3-22, se ha implementado una canalización mediante canaletas ranuradas, utilizadas para organizar y proteger el cableado interno. Estas canaletas permiten una distribución ordenada de los cables, facilitando futuras labores de mantenimiento y ampliaciones del sistema.

Para una identificación clara y segura, se ha adoptado una codificación cromática diferenciada en los cables, siguiendo las normativas internacionales y locales. Esta práctica permite distinguir fácilmente las distintas alimentaciones y señales dentro del sistema.

El tablero de control está equipado con un interruptor termomagnético de clase C de 16 A, que protege la línea de alimentación principal, y un interruptor diferencial de 25 A, encargado de la protección contra fallas a tierra. Estos dispositivos aseguran la integridad del sistema y la seguridad de los usuarios.

Una barra repartidora monofásica de 7 polos es un componente esencial en la distribución eléctrica de tableros, paneles de control y sistemas de automatización. Su función principal es organizar y distribuir la corriente eléctrica desde la fuente de alimentación hacia los distintos circuitos del sistema, garantizando una conexión segura y eficiente.

Además, se incorpora un interruptor termomagnético de clase C de 6 A, destinado al control de los contactores.

En el tablero también se encuentran portafusibles con fusibles de 2 A de clase 10 G38, conectados a las luces piloto del sistema. Estos fusibles protegen las luces piloto contra sobre corrientes, asegurando su funcionamiento adecuado y prolongando su vida útil.

Este diseño y montaje cumplen con las normativas eléctricas vigentes, garantizando un sistema seguro, eficiente y de fácil mantenimiento.

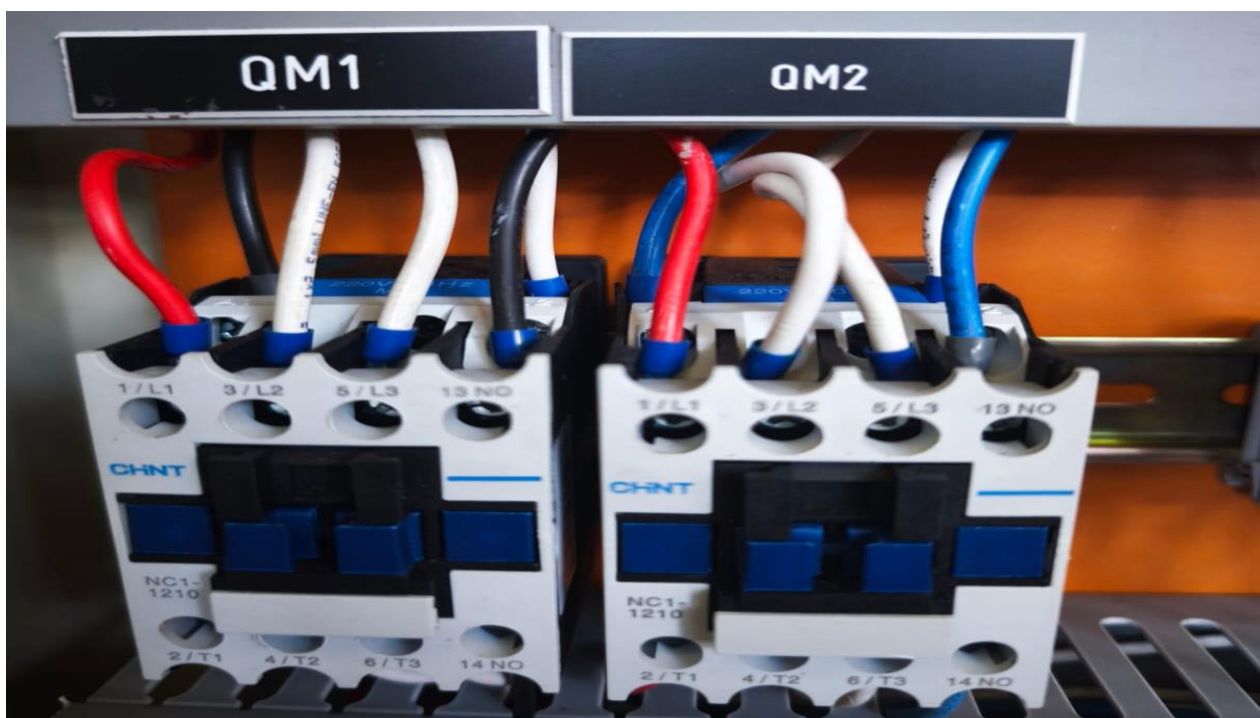


Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-64 Distribución de componentes eléctrico de protección

3.7.2 Control de activación de motor

El sistema de control se implementa mediante contactores conectados a un relé térmico, el cual a su vez se vincula a la fase y el neutro del motor. Dado que se trabaja con un motor monofásico fase-neutro, es necesario realizar la conexión a través del contactor de la siguiente manera: el conductor neutro debe ingresar por la línea 2 del contactor, y desde esta, conectarse internamente hacia la línea 3. La fase debe conectarse a través de la línea 1. Esta configuración permite que ambas bobinas del contactor se energicen correctamente. En caso de que una de las líneas no reciba alimentación, el contactor no funcionará de forma adecuada, generando fallas en la operación del sistema.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-65 Contactores para la activación manual y activación automática

3.7.3 Relé Térmico

Se incorpora un relé térmico al sistema con el propósito de brindar protección ante sobre corrientes que puedan generarse, por ejemplo, en situaciones de desconexión de la red eléctrica, donde el sistema de automatización (Home Assistant) pierda el control sobre la activación del contactor.

Al relé térmico se conectan las líneas 1 y 2 provenientes de ambos contactores. La línea 2, correspondiente al conductor neutro, ingresa inicialmente por la terminal L3 del relé térmico, luego sale por la terminal T3 y reingresa al dispositivo por la terminal L2. Finalmente, la señal de salida se realiza desde la terminal T2 hacia el motor, completando así el trayecto del neutro.

Esta configuración asegura que el relé térmico esté en capacidad de detectar cualquier aumento anómalo en la corriente de operación, actuando en consecuencia para interrumpir el suministro eléctrico al motor, previniendo daños en el sistema o riesgos de seguridad.



Fuente: Ilustración Propia

Figura 3-66 Relé Térmico

3.8 ESTUDIO ECONÓMICO

En el estudio económico se describen los costos vinculados al desarrollo del proyecto, considerando como objetivo principal la implementación de la infraestructura base para el sistema de control, el cual será gestionado mediante una Raspberry Pi 4 y la plataforma Home Assistant.

Se incluyen los costos relacionados con hardware, materiales, componentes de obra civil y demás insumos necesarios para garantizar la funcionalidad y operatividad del sistema propuesto. Asimismo, se contemplan los gastos asociados a la mano de obra y a la evaluación de viabilidad técnica y económica del proyecto.

3.8.1 Listado de materiales de Obra Civil

El Listado de Materiales de Obra Civil corresponde a un inventario técnico que detalla todos los insumos, materiales y elementos constructivos necesarios para la ejecución de un proyecto de infraestructura u obra física.

Este listado contempla materiales de carácter básico, estructural, de acabado y complementario, incluyendo también los componentes requeridos para el sistema hidráulico, el montaje de tableros eléctricos, entre otros. Cada ítem se presenta con su respectiva cantidad estimada y, cuando corresponde, un enlace de compra o referencia comercial.

El proyecto se evaluó económicamente con un valor de 1 UF = \$ 39.292,12 CLP del día 23 del mes agosto del año 2025

Tabla 3-1 Materiales civiles

Materiales Civiles						
ITEM	Materiales	C/U	Precio	Total	UF	Enlace
1	Planza 20 mm	50	\$ 9.000	\$ 450.000	UF 11,45	Tubería Lisa Polietileno 20mm por Metro
2	Terciado Estructural 15 mm	1	\$ 21.290	\$ 21.290	UF 0,54	Terciado estructural 15mm 1,22x2,44 Sodimac Chile
3	Codo 90o PVC-P Cementar 32mm 1u	20	\$ 4.990	\$ 99.800	UF 2,54	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 32 mmx6 m Sodimac Chile
4	Codo 90 ° 32 mm	10	\$ 260	\$ 2.600	UF 0,07	Codo 90o PVC-P Cementar 32mm 1u Sodimac Chile
5	Unión Americana 32 mm	15	\$ 4.390	\$ 65.850	UF 1,68	Union Americana PVC-P Cementar 32mm 1u Sodimac Chile
6	Copla PVC-P Cementar 32mm 1u	5	\$ 990	\$ 4.950	UF 0,13	Copla PVC-P Cementar 32mm 1u Sodimac Chile
7	Tee PVC-P Cementar 32MM	5	\$ 1.200	\$ 6.000	UF 0,15	Tee PVC-P Cementar 32MM 1u Sodimac Chile
8	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 32 mmx6 m	5	\$ 4.990	\$ 24.950	UF 0,63	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 32 mmx6 m Sodimac Chile
9	Cañería 50 mm	5	\$ 13.190	\$ 65.950	UF 1,68	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 50 mmx6 m Sodimac Chile
10	Codo 90o PVC-P Cementar 50mm 1u	8	\$ 700	\$ 5.600	UF 0,14	Codo 90o PVC-P Cementar 50mm 1u Sodimac Chile
11	Unión Americana PVC-P Cementar 50mm	10	\$ 5.890	\$ 58.900	UF 1,50	Union Americana PVC-P Cementar 50mm 1u Sodimac Chile
12	Copla PVC-P Cementar 50mm	10	\$ 1.390	\$ 13.900	UF 0,35	Copla PVC-P Cementar 50mm 1u Sodimac Chile
13	Tee PVC-P Cementar 50MM 1u	5	\$ 1.790	\$ 8.950	UF 0,23	Tee PVC-P Cementar 50MM 1u Sodimac Chile
14	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 50 mmx6 m	4	\$ 13.190	\$ 52.760	UF 1,34	Tubo PN-10 Cementar PVC Agua 50 mmx6 m Sodimac Chile
15	Terminal PVC-P CEM/HE 50mm x 1 1/2" 1u	3	\$ 1.290	\$ 3.870	UF 0,10	Terminal PVC-P CEM/HE 50mm x 1 1/2" 1u Sodimac Chile
16	Terminal PVC-P CEM/HI 50mm x 1 1/2" 1u	3	\$ 1.890	\$ 5.670	UF 0,14	Terminal PVC-P CEM/HI 50mm x 1 1/2" 1u Sodimac Chile
17	Llave de Bola 32 mm	10	\$ 4.090	\$ 40.900	UF 1,04	Válvula bola 32 mm PVC Sodimac Chile

18	Llave de Bola 50 mm	5	\$ 6.090	\$ 30.450	UF 0,77	Válvula bola 50 mm PVC Sodimac Chile
19	Lijas para fierro y metales n°100	10	\$ 440	\$ 4.400	UF 0,11	Lija para Fierros y Metales N°100 Sodimac Chile
20	Marco Arco De Sierra Para Metales 300mm	1	\$ 5.500	\$ 5.500	UF 0,14	Marco Arco De Sierra Para Metales 300mm Sodimac Chile
21	Vinilyt	4	\$ 4.420	\$ 4.420	UF 0,11	Adhesivo Tradicional para PVC 240cc Sodimac Chile
22	TORNILLO DRYWALL VOLCANITA-MADERA NEGRO 1	1	\$ 3.900	\$ 3.900	UF 0,10	TORNILLO DRYWALL VOLCANITA-MADERA NEGRO 1 Sodimac Chile
23	Set de abrazaderas 32 mm metal 5 unidades	3	\$ 1.590	\$ 4.770	UF 0,12	https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/articulo/110223143/Set-de-abrazaderas-32-mm-metal-5-unidades/110223148?exp=so.com
24	Soldadura 50% estaños carrete 500 gr	1	\$ 16.990	\$ 16.990	UF 0,43	Soldadura 50% estaños carrete 500 gr Sodimac Chile
25	Disco de corte metal 4,5" x 1mm	5	\$ 1.490	\$ 7.450	UF 0,19	Disco de corte metal 4,5" x 1mm Sodimac Chile
26	Disco desbaste 4,5" grano abrasivo	2	\$ 2.090	\$ 4.180	UF 0,11	Disco desbaste 4,5" grano abrasivo Sodimac Chile
27	Tornillo Autoperforante Hexagonal 1-1/4 " 12 mm 100 Unidades	1	\$ 8.540	\$ 8.540	UF 0,22	Tornillo Autoperforante Cabeza Hexagonal Metal 1-1/4 " 12 mm 100 Unidades Sodimac Chile
28	Riel Tipo RUC 42x42mm Galvanizado 1 Metro	2	\$ 17.375	\$ 34.750	UF 0,88	Riel Tipo RUC 42x42mm Galvanizado 1 Metro Sodimac Chile
29	Tuerca con Resorte 12 pulgadas para Riel 42x42mm	4	\$ 1.575	\$ 6.300	UF 0,16	Tuerca con Resorte 12 pulgadas para Riel 42x42mm Sodimac Chile
30	Perno Hexagonal G2 3/8" x 1" zincado bronce 2 unidades	2	\$ 590	\$ 1.180	UF 0,03	Perno Hexagonal G2 3/8" x 1" zincado bronce 2 unidades Sodimac Chile
31	Golilla Plana calibrada 3/8" Zincada brillante 2 unidades	2	\$ 390	\$ 780	UF 0,02	Golilla Plana calibrada 3/8" Zincada brillante 2 unidades Sodimac Chile
Valor Total				\$ 1.065.550	UF 27,12	

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

3.8.2 Listado de materiales Eléctricos

El listado de materiales eléctricos constituye un documento técnico que detalla en forma organizada todos los elementos, dispositivos y suministros requeridos para la ejecución, montaje y correcto funcionamiento de un sistema o instalación eléctrica.

Su propósito principal es garantizar una adecuada planificación, adquisición, control y ejecución de las actividades del proyecto, asegurando la disponibilidad de los recursos necesarios en cada etapa del proceso.

Tabla 3-2 Materiales eléctricos

Materiales Eléctricos						
ITEM	Materiales	C/U	Precio	Total	UF	Enlace
1	Cordón Flexible 3x2,5m/M H05vv-F Ngo.300/500v.(A)	30	\$ 1.994	\$ 59.820	UF 1,52	Cordón eléctrico flexible H05VV-F 3x2,5m/m - Vitelenergía
2	CORDON HO7 RN-F 3x 4.0mm GOMA	20	\$ 3.847	\$ 76.940	UF 1,96	CORDON HO7 RN-F 3x 4.0mm GOMA
3	Cable rojo THHN #12 AWG x Metro	10	\$ 516	\$ 5.160	UF 0,13	Cable THHN #12 AWG x Metro
4	Cable blanco THHN #12 AWG x Metro	10	\$ 516	\$ 5.160	UF 0,13	Cable THHN #12 AWG x Metro
5	Cable verde THHN #12 AWG x Metro	10	\$ 516	\$ 5.160	UF 0,13	Cable THHN #12 AWG x Metro
6	Cable negro THHN #12 AWG x Metro	10	\$ 516	\$ 5.160	UF 0,13	https://vitelenergia.com/es/cable-thhn-12-awg-lineal-2+color-Negro
7	Tubo Conduit C3 25 mm x 6 m	5	\$ 3.401	\$ 17.005	UF 0,43	Tubo conduit C3 25 mm x 6 m Sodimac Chile
8	Curva PVC Conduit C-III 25 mm	8	\$ 290	\$ 2.320	UF 0,06	Curva PVC conduit C-III 25 mm Sodimac Chile
9	Pack 10 Copla PVC Conduit 25 mm	1	\$ 1.120	\$ 1.120	UF 0,03	Pack 10 Copla PVC conduit 25 mm Sodimac Chile
10	Salida caja PVC Conduit 25 mm	4	\$ 390	\$ 1.560	UF 0,04	Salida caja PVC conduit 25 mm Sodimac Chile
11	CAJA ESTANCA 100x100x 70mm 7SAL IP55	2	\$ 1.877	\$ 3.754	UF 0,10	https://www.dartel.cl/caja-estanca-100x100x-70mm-7sal-ip55-11230634-fnx/p
12	Gabinete Metálico 1 Puerta 800x600x250 7035 IP66	1	\$ 130.000	\$ 130.000	UF 3,31	Gabinete Metálico 1 Puerta 800x600x250 7035 IP66
13	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 16A BIPOLAR	1	\$ 43.242	\$ 43.242	UF 1,10	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 16A BIPOLAR
14	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 6A UNIPOLAR	1	\$ 7.570	\$ 7.570	UF 0,19	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 6A UNIPOLAR
15	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 10A BIPOLAR	1	\$ 43.242	\$ 43.242	UF 1,10	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO TX3 6000 CURVA C 10A BIPOLAR

16	DIFERENCIAL 2X25AX30MA 5022502 Bticino	2	\$ 21.453	\$ 42.906	UF 1,09	DIFERENCIAL 2X25AX30MA
17	Guarda Motor 10 A	1	\$ 26.690	\$ 26.690	UF 0,68	Guardamotor 10 Amperes Sodimac Chile
18	Contactador NC1, 9A, 3P más 1NA, 4KW (AC3/380V), control 220 Vac	2	\$ 13.585	\$ 27.170	UF 0,69	Contactador NC1, 9A, 3P más 1NA, 4KW (AC3/380V), control 220 Vac
19	Relé térmico NR2-25, p/contactador NC1-9A, 2,5-4,0A	1	\$ 11.105	\$ 11.105	UF 0,28	Relé térmico NR2-25, p/contactador NC1-9A, 2,5-4,0A
20	REPARTIDOR MODULAR BIPOLAR 100A 7P 683234 FNX	1	\$ 4.317	\$ 4.317	UF 0,11	REPARTIDOR MODULAR BIPOLAR 100A 7P
21	Seccionador Porta fusible 400V 3P 32A Ø10x38mm c/ led	1	\$ 7.537	\$ 7.537	UF 0,19	Seccionador Porta fusible 400V 3P 32A Ø10x38mm c/ led
22	Seccionador fusible 1P Ø10x38mm 500V	2	\$ 2.276	\$ 4.552	UF 0,12	Seccionador fusible 1P Ø10x38mm 500V
23	Fusible Ø 10x38mm curva gG/gL 2A 500V AC 50kA	5	\$ 637	\$ 3.185	UF 0,08	Fusible Ø 10x38mm curva gG/gL 2A 500V AC 50kA
24	Voltímetro / frecuencímetro LED Rojo ø22mm, 100A 50-500VAC	1	\$ 5.531	\$ 5.531	UF 0,14	Voltímetro / frecuencímetro LED Rojo ø22mm, 100A 50-500VAC
25	Piloto LED compacto IP65 Ø22mm 24Vac/dc Verde	2	\$ 1.614	\$ 3.228	UF 0,08	Piloto LED compacto IP65 Ø22mm 24Vac/dc Verde
26	Piloto LED compacto IP65 Ø22mm 24Vac/dc Amarillo	1	\$ 1.614	\$ 1.614	UF 0,04	Piloto LED compacto IP65 Ø22mm 24Vac/dc Amarillo
27	Selector manilla larga plástico 3 pos c/retorno (1-0-2),2NA	1	\$ 4.349	\$ 4.349	UF 0,11	Selector manilla larga plástico 3 pos c/retorno (1-0-2),2NA
28	Enchufe caja sigma 10/16A IP55 gris Kalop	1	\$ 13.490	\$ 13.490	UF 0,34	Enchufe caja sigma 10/16A IP55 gris Kalop Easy.cl
29	Cable de Red CAT5E	20	\$ 417	\$ 8.340	UF 0,21	CABLE COMPUTACION 4Px24AWG CAT/5E UTP UNIF GRIS FNX
30	Riel DIN Bicromatado 35x7,5mm Tira 1 Metro	3	\$ 3.326	\$ 9.978	UF 0,25	Riel DIN Bicromatado 35x7,5mm Tira 1 Metro Sodimac Chile
31	Kit 40 Cables Jumper – Macho Hembra – 10 cm – Arduino	2	\$ 3.290	\$ 6.580	UF 0,17	Kit 40 Cables Jumper – Macho Hembra – 10 cm – Arduino – MCI Electronics
Valor Total				\$ 587.785	UF 14,96	

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

3.8.3 Listado de componentes eléctricos y electrónicos

En este listado se detallan los elementos utilizados para el desarrollo del presente proyecto. Se incluyen tanto los componentes destinados a la conducción, interrupción y protección del paso de la energía eléctrica, como aquellos dispositivos encargados de gestionar señales eléctricas para el control de funciones más complejas dentro del sistema.

La finalidad de este inventario es asegurar una correcta planificación, adquisición, control y ejecución de todas las actividades relacionadas con la instalación eléctrica, contribuyendo a la eficiencia y seguridad del proyecto.

Tabla 3-3 Componentes eléctricos y electrónicos

Componente Eléctricos						
ITEM	Materiales	C/U	Precio	Total	UF	Enlace
1	Raspberry Pi 4 Modelo B / 8GB RAM	1	\$ 116.990	\$ 116.990	UF 2,98	Raspberry Pi 4 Modelo B / 8GB RAM – MCI Electronics
2	Tarjeta de relé grove	15	\$ 5.990	\$ 89.850	UF 2,29	Tarjeta de relé grove – MCI Electronics
3	Motor Veloti 600	1	\$ 140.000	\$ 140.000	UF 3,56	Motor de portón residencial Veloti 600 Kg color bordó Cuotas sin interés
4	Bomba PENTAX MB 200 2 HP 220 Volts 11/2" X 11/4"	1	\$ 285.990	\$ 285.990	UF 7,28	BOMBA PENTAX MB 200 2 HP 220 Volts 11/2" X 11/4" - Homevan
5	Bomba Sumergible pozo profundo SUMO 5-7-1.0/G 1HP 220V	1	\$ 236.571	\$ 236.571	UF 6,02	GS Bombas de Agua: Venta, Mantenición, Reparación y Servicio Técnico en Chile
6	Válvula Eléctrica con Regulador de Caudal Baccara 1"	8	\$ 29.990	\$ 239.920	UF 6,11	Válvula Eléctrica con Regulador de Caudal Baccara 1" Riego Bueno
7	Válvula Eléctrica con Regulador de Caudal Baccara 2"	2	\$ 69.990	\$ 139.980	UF 3,56	Válvula Eléctrica con Regulador de Caudal Baccara 2" Riego Bueno
8	Caja para Raspberry Pi 4 B con ventilador y disipadores	1	\$ 6.590	\$ 6.590	UF 0,17	Caja para Raspberry Pi 4 B con ventilador y disipadores – MCI Electronics
9	Transformador USB Tipo C 15W 5V 3A (Raspberry Pi 4)	1	\$ 14.990	\$ 14.990	UF 0,38	Transformador USB Tipo C 15W 5V 3A (Original para Raspberry Pi 4) – MCI Electronics
10	Par Imanes Para Motor 600 Y 800 Kg Final de Carrera	1	\$ 15.000	\$ 15.000	UF 0,38	Par Imanes Para Motor 600 Y 800 Kg Final de Carrera Sodimac Chile
Valor Total				\$ 1.285.881	UF 32,73	

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

3.8.4 Detalle de Horas Hombres para la implementación

La cantidad de Horas Hombre (HH) corresponde a una estimación detallada del tiempo de trabajo requerido por el personal para la ejecución de cada una de las actividades del proyecto. Este recurso se utiliza para la planificación de la mano de obra, el cálculo de los costos laborales y la asignación eficiente de los recursos humanos conforme al cronograma establecido.

Además del tiempo neto de ejecución, esta estimación incluye consideraciones adicionales como pausas para alimentación, tiempos de traslado y el desgaste de herramientas, con el fin de reflejar de manera más precisa el esfuerzo total involucrado en la realización del proyecto.

Tabla 3-4 Horas Hombres para la implementación

Horas Hombres					
Item	Materiales	Unidad	Precio	Total	UF
1	HH Electrónico	20	\$ 50.000	\$ 1.000.000	UF 25,45
2	HH Eléctrico	10	\$ 45.000	\$ 450.000	UF 11,45
3	HH obra civil	15	\$ 45.000	\$ 675.000	UF 17,18
4	Almuerzo	45	\$ 6.000	\$ 270.000	UF 6,87
5	Traslados	10	\$ 25.000	\$ 250.000	UF 6,36
6	Desgaste de Herramientas	1	\$ 50.000	\$ 50.000	UF 1,27
Valor Total				\$ 2.695.000	UF 68,59

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

3.8.5 Proyección de costos y escalabilidad del proyecto

Como se detalla en la Tabla 3-5 , el total de los gastos asociados a la implementación del proyecto incluyendo instalación, configuración, montaje, verificación y puesta en marcha ha sido debidamente cuantificado.

Tabla 3-5 Total de gastos

Total, de Gastos		
ITEM	TOTAL	UF
Materiales Civiles	\$ 1.065.550	UF 27,12
Materiales Eléctricos	\$ 587.785	UF 14,96
Componentes Eléctricos y Electrónicos	\$ 1.285.881	UF 32,73
Horas Hombre para Implementación	\$ 2.695.000	UF 68,59
Total	\$ 5.634.216	UF 143,39

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

Tabla 3-6 Venta del Proyecto

Total, Proyecto en Venta			
Total de gasto	Venta	Precio final	UF
\$ 5.634.216	1,3	\$ 7.324.481	\$ 186

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores locales (2025).

Sobre la base de este costo total, se ha aplicado un margen de beneficio estimado del 30% (factor 1.3) como se muestra en la Tabla 3-6, lo que permite proyectar un precio de venta del sistema de \$7.324.481 CLP o 186 UF. Este valor contempla no solo el equipamiento y la ejecución técnica, sino también una etapa final de capacitación al usuario, con el fin de garantizar un uso adecuado, seguro y autónomo del sistema implementado.

Cabe destacar que el proyecto ha sido concebido con una arquitectura modular y escalable, lo cual permite su expansión futura mediante la incorporación de nuevas funcionalidades, tales como:

- Sensores adicionales (movimiento, temperatura, humo, entre otros).
- Cámaras de vigilancia IP.
- Sistemas automatizados de protección y seguridad.
- Integraciones con inteligencia artificial y plataformas de automatización avanzada.

Esta capacidad de expansión abre la posibilidad de desarrollar ofertas complementarias, aumentando el valor agregado del sistema y fortaleciendo su posicionamiento dentro del mercado de soluciones domóticas y de seguridad inteligente.

3.9 VIABILIDAD DEL PROYECTO

El presente sistema representa una solución inicial para la activación y programación del sistema On/Off, basado en la plataforma **Home Assistant**. Su diseño modular y escalable permite incorporar múltiples funciones mediante la integración de dispositivos tecnológicos adicionales, tales como sensores, cámaras y otros elementos de domótica.

Desde el punto de vista económico y técnico, se puede considerar viable, ya que:

- Cumple con los objetivos esperados en cuanto a automatización, control y conectividad del entorno.
- Ofrece posibilidades de expansión mediante la inversión en nuevos dispositivos (sensores de movimiento, cámaras IP, enchufes inteligentes, etc.).
- Es compatible con sistemas de inteligencia artificial (IA), lo cual añade un valor estratégico al permitir el desarrollo de funciones avanzadas como reconocimiento facial, análisis predictivo o rutinas personalizadas.
- Se encuentra dentro del rango de precios de mercado en su categoría, siendo incluso más económico y flexible que otras soluciones comerciales cerradas.
- Posee una de las interfaces más amigables y personalizables disponibles actualmente, lo que facilita su adopción y mantenimiento.

En conjunto, estos factores demuestran que el proyecto no solo es viable en su fase actual, sino que ofrece un alto potencial de crecimiento y escalabilidad, justificando así la inversión inicial y proyectando beneficios a mediano y largo plazo.

CONCLUSIONES

El proyecto ha demostrado ser una solución eficiente y escalable para la automatización del control de equipos eléctricos, utilizando la plataforma Home Assistant en conjunto con una arquitectura modular. Su diseño permite no solo la implementación inicial de funciones básicas de control On/Off, sino también la expansión mediante la integración de dispositivos adicionales como sensores, cámaras y otros componentes de domótica.

Desde el punto de vista técnico, el sistema cumple con los objetivos establecidos de automatización, control y conectividad, garantizando la flexibilidad necesaria para adaptarse a futuras ampliaciones y tecnologías emergentes. Además, la compatibilidad con sistemas de inteligencia artificial abre la puerta al desarrollo de funcionalidades avanzadas, lo que representa un valor agregado estratégico.

Económicamente, el proyecto se posiciona dentro de un rango competitivo, siendo una alternativa más económica y flexible que otras soluciones comerciales cerradas. La interfaz intuitiva y personalizable facilita la adopción y mantenimiento del sistema, lo cual contribuye a su viabilidad a largo plazo.

En conclusión, este proyecto no solo es viable en su fase inicial, sino que presenta un alto potencial de crecimiento y expansión. La inversión realizada se justifica no solo por los beneficios inmediatos, sino por el valor estratégico que puede generar a medida que el sistema evoluciona, lo que lo convierte en una propuesta sólida tanto desde el punto de vista técnico como económico.

BIBLIOGRAFIA

- Marin, L. (2021). Automatización y control [Apuntes de clases no publicados]. Universidad Santa María – Sede Viña del Mar.
- Marin, T. (2021). *Redes computacionales e industriales* [Apunte de clase no publicado]. Universidad Santa María – Sede Viña del Mar.
- Montenegro, G. (2020). *Control de máquinas eléctricas* [Apunte de clase no publicado]. Universidad Santa María – Sede Viña del Mar.
- Home Assistant. (2025). *Home Assistant documentation*. <https://www.home-assistant.io>
- Raspberry Pi Foundation. (2025). *Getting started with Raspberry Pi*. <https://www.raspberrypi.org>
- Raspberry Pi Foundation. (2023). *Raspberry Pi documentation*. <https://www.raspberrypi.org>
- Home Assistant. (2024). *Official Home Assistant documentation*. <https://www.home-assistant.io/>
- DuckDNS. (2023). *Free dynamic DNS service*. <https://www.duckdns.org/>
- Let's Encrypt. (2024). *Free SSL/TLS certificates*. <https://letsencrypt.org/>
- Monografías. (2009). *Sistema eléctrico*. Monografías.com. <https://www.monografias.com>
- Pgc. (2018). *Bombas sumergibles*. https://www.pgc.cl/content/uploads/woocommerce_uploads/2018/07/SUMO.pdf
- Hidrotécnica. (1947). *Sistemas hidráulicos*. <https://www.hidrotecnica.cl/>
- Koslan. (1979). *Soluciones integrales*. <https://www.koslan.c>