

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“APLICACIÓN DE LA ARQUITECTURA ORIENTADA A  
SERVICIOS EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DOMÓTICO,  
PARA LA EMPRESA DINELEC AUTOMATIZACIÓN &  
CONTROL”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL**

**Autora:**

Johanna María Ayala Mejía

GUAYAQUIL – ECUADOR  
2020

## AGRADECIMIENTO

A mis queridos padres Nancy y Juan, quienes me han aconsejado y comprendido en cada paso de mi vida, que gracias a su amor y fe en Dios he llegado a cumplir otra meta personal, así como a mi hermana Cecilia con hijos Dereck, Pablo e Issac quienes han estado pendiente de mí en todo momento y ahora les dedico la culminación de mi maestría. A mi esposo Luis quien me ha brindado su tiempo, comprensión y amor durante mi formación como maestrante. A mi tutor Eduardo Mendoza por su transferencia de conocimientos y confianza depositada.



**Ing. Johanna María Ayala Mejía**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi querido esposo Luis, quien me han apoyado de forma incondicional durante esta etapa de mi vida. A mi amada familia quienes han desean mi felicidad y que culmine con éxitos esta etapa más de mi carrera profesional, ya que siempre me aconsejan y están pendiente de mí.

**Ing. Johanna María Ayala Mejía**

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Mgs. Lenin Eduardo Freire Cobo

DIRECTOR MSIG



PhD. Luis Eduardo Mendoza Morales

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Mgs. Ronald Solís

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación se implementó un sistema domótico cuyo diseño está basado en las principales características de la arquitectura orientada a servicios SOA el cuál a corto plazo pretenderá ser parte del portafolio de servicios de la empresa DINELEC-Automatización y Control. Así mismo se creó una aplicación web la cual permite el monitoreo y control del sistema domótico por parte del usuario final que en este caso es un representante de la empresa mencionada.

El sistema domótico que se implementó está compuesto principalmente por dos controladores lógicos programables de la serie LOGO 8 de siemens, diferentes sensores y actuadores, módulo de comunicación GSM, pantalla táctil, y demás accesorios eléctricos. Para la construcción del prototipo se utilizó una arquitectura distribuida ya que se utilizaron dos controladores comunicados vía Ethernet y se adapta de mejor manera a la arquitectura orientada a servicios. La configuración y programación de los equipos se realizaron en el software respectivo teniendo en consideración los requerimientos del usuario.

Una vez implementado, configurado y verificado tanto la parte de hardware como de software del sistema domótico y de la aplicación web, el usuario procedió a realizar las pruebas correspondientes con la finalidad confirmar el correcto funcionamiento y obtener los resultados esperados.

En conclusión, se ha podido verificar que el diseño basado en la arquitectura orientada a servicios aportó al sistema características importantes como: interoperabilidad, estandarización, escalabilidad, entre otras; con la finalidad de cumplir los requisitos de usuario y brindarle un mejor confort, seguridad y bienestar en su hogar o instalación.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO 1.....	1
1 GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Descripción del Problema.....	5
1.3 Objetivo General.....	7
1.4 Objetivos Específicos .....	7
1.5 Solución Propuesta .....	7
CAPÍTULO 2.....	10
2 MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 Arquitectura Orientada a Servicios .....	11
2.1.1 Objetivos de SOA.....	12
2.1.2 Elementos de SOA.....	13
2.1.3 Servicio .....	15

2.2	Sistemas Domóticos .....	16
2.2.1	Arquitectura del Sistema Domótico .....	18
2.2.2	Sistemas de Domótica Comerciales.....	20
2.2.3	Controladores Lógicos Programables .....	21
2.2.3.1	LOGO V8 .....	23
2.2.4	Aplicaciones del Sistema Domótico .....	25
2.3	Aplicaciones Web .....	26
2.3.1	Estructura de una Aplicación Web .....	27
2.3.2	LOGO Web Editor .....	29
CAPÍTULO 3.....		31
3	ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....	31
3.1	Requerimientos del sistema.....	32
3.2	Diseño e implementación del sistema domótico .....	35
3.2.1	Aplicación de la arquitectura SOA para la construcción del prototipo domótico .....	35
3.2.2	Diseño del sistema domótico .....	36
3.2.3	Elementos del prototipo de sistema domótico y sus funciones.....	40
3.2.3.1	Controlador Programable LOGO 8.....	41
3.2.3.2	Pantalla táctil.....	42
3.2.3.3	Módulo CMR2020 .....	42
3.2.3.4	Sensores.....	43
3.2.3.5	Actuadores.....	44
3.2.3.6	Otros dispositivos.....	44
3.2.4	Diseño eléctrico electrónico del prototipo domótico.....	45



3.2.5	Programación del Controlador Lógico Programable LOGO V8.....	48
3.2.6	Programación pantalla táctil .....	51
3.2.7	Configuración módulo de comunicación GSM LOGO CMR2020.....	56
3.2.1	Creación de la Aplicación web .....	60
CAPÍTULO 4.....		64
4	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
4.1	Pruebas de funcionamiento y acceso. ....	65
4.1.1	Validación del funcionamiento eléctrico electrónico del prototipo .....	65
4.1.2	Verificación del acceso a la aplicación web.....	68
4.2	Resultados de la implementación .....	72
4.2.1	Habilitación de los servicios del sistema domótico .....	72
4.2.2	Validación de los servicios del sistema domótico .....	74
4.2.3	Notificaciones vía mensaje de texto al usuario. ....	78
4.2.4	Validación del almacenamiento de datos .....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		84
CONCLUSIONES .....		84
RECOMENDACIONES .....		85
BIBLIOGRAFÍA.....		87

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

**CSV:** Comma-separated values  
(Valores serparados por comas).

**ESB:** Entreprise Service  
Bus (Bus de Servicios  
Empresariales).

**FTP:** File Transfer Protocol  
(Protocolo de transferencia de  
archivos)

**GSM:** Global System for  
Mobile communications (Sistema  
global para comunicaciones  
móviles).

**HTTP:** Hypertext Transfer  
Protocol (Protocolo de transferencia  
de hipertexto)

**LAN:** Local Area Network (Red de  
área local).

**PLC:** Programable logic  
controller (Controlador Lógico  
Programable).

**SMTP:** Simple Mail Transfer  
Protocol (Protocolo para  
transferencia simple de correo).

**SOA:** Service Oriented  
Architecture (Arquitectura orientada  
a servicios).

**TIA:** Totally Integrated  
Automation (Automatización total  
integrada).

**VDC:** Voltage of Continuos  
Current (Voltaje de corriente  
directa).

**WAN:** Wide Area Network  
(Red de área amplia).

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura de funcionamiento de SOA .....	12
Figura 2.2 Integración de Aplicaciones en el ESB.....	14
Figura 2.3 Arquitectura Domótica Centralizada.....	19
Figura 2.4 Arquitectura Domótica Descentralizada .....	19
Figura 2.5 Arquitectura Domótica Distribuida .....	20
Figura 2.6 Estructura básica de un PLC .....	23
Figura 2.7 LOGO V8 .....	24
Figura 2.8 Logo Web Editor .....	30
Figura 3.1 Arquitectura distribuida del prototipo domótico.....	38
Figura 3.2 SOA aplicada al sistema domótico.....	40
Figura 3.3 Controladores LOGO 8 .....	41
Figura 3.4 Pantalla táctil .....	42
Figura 3.5 CMR 2020 .....	43
Figura 3.6 Sensores .....	43
Figura 3.7 Actuadores .....	44
Figura 3.8 Alimentación y protección del sistema .....	45
Figura 3.9 Esquema eléctrico electrónico del prototipo .....	46
Figura 3.10 Prototipo sistema domótico.....	47
Figura 3.11 Creación del proyecto en LOGOSOFT COMFOR.....	48
Figura 3.12 Definición de los servicios independientes (sensores) .....	49
Figura 3.13 Definición de los servicios independientes (sensores) .....	50

Figura 3.14 Interfaz de servicios basados en SOA (pantalla táctil) .....	52
Figura 3.15 Interfaz estado sensores (pantalla táctil) .....	53
Figura 3.16 Interfaz estado actuadores y activación manual (pantalla táctil) .....	54
Figura 3.17 Creación de variables y conexión entre la pantalla y logo (TIA PORTAL) .....	55
Figura 3.18 Creación de variables y conexión entre la pantalla y logo (LOGOSOFT COMFORT) .....	55
Figura 3.19 Instalación tarjeta SIM .....	56
Figura 3.20 Ingreso al servidor web integrado para la configuración del CMR2020	57
Figura 3.21 Dirección IP módulo CMR2020 .....	58
Figura 3.22 Potencia de recepción antena GSM.....	59
Figura 3.23 Ingreso de usuarios .....	59
Figura 3.24 Selección de controlador LOGO V8 con el cual se va a interactúa .....	59
Figura 3.25 Mensajes de texto a ser enviados para alertar al usuario.....	60
Figura 3.26 Pantalla de Servicios (Aplicación Web).....	61
Figura 3.27 Pantalla estado de sensores (Aplicación Web) .....	61
Figura 3.28 Pantalla estado de actuadores y control manual (Aplicación Web) .....	62
Figura 3.29 Enlace de variables LOGO WEB EDITOR y LOGOSOFT .....	63
Figura 4.1 Encendido del prototipo para su verificación eléctrica.....	65
Figura 4.2 Monitoreo señales de sensores desde pantalla táctil .....	66
Figura 4.3 Monitoreo señales de sensores desde el controlador LOGO .....	67
Figura 4.4 Monitoreo señales de sensores desde el controlador LOGO .....	68
Figura 4.5 Acceso a la aplicación web (usuario y contraseña).....	69
Figura 4.6 Acceso a la aplicación web desde un computador .....	70

Figura 4.7 Acceso a la aplicación web desde un teléfono celular.....	70
Figura 4.8 Habilitación de servicios del sistema domótico .....	73
Figura 4.9 Validación servicio monitoreo puertas, ventanas y movimiento.....	75
Figura 4.10 Validación servicio detección de lluvia .....	75
Figura 4.11 Validación servicio control de riego.....	76
Figura 4.12 Validación servicio iluminación automática .....	76
Figura 4.13 Validación servicio control de temperatura.....	77
Figura 4.14 Validación servicio control de nivel .....	77
Figura 4.15 Alertas SMS recibidas por el usuario .....	79
Figura 4.16 Consultas al sistema domótico vía SMS .....	81
Figura 4.17 Configuración bloque “Registro de datos” en LOGOSOFT.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y Desventajas de Sistemas de Domótica Comerciales.....	20
Tabla 2 Aplicaciones Domóticas.....	25
Tabla 3 Ventajas y desventajas de una Aplicación Web.....	28
Tabla 4 Características SOA aplicadas al sistema domótico.....	39
Tabla 5 Descripción de entradas y salidas de los controladores LOGO V8.....	46
Tabla 6 Configuraciones de hardware, SO y navegadores desde las cuales se probó el acceso a la aplicación web.....	71
Tabla 7 Mensajes de texto enviados por el usuario y su respectiva respuesta.....	80
Tabla 8 Archivo generado para el registro de eventos o variables del sistema.....	83

## INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas necesitan ser más competitivas, y para eso deben expandir su portafolio de servicios aplicando nuevas arquitecturas que le permitan mejorar la calidad hacia al cliente e incrementar la rentabilidad de su negocio. En este caso la empresa DINELEC Automatización & Control tiene pensado incluir los sistemas domóticos residenciales y comerciales en su gama de productos y servicios. Por tal motivo se ha propuesto realizar el diseño e implementación de un prototipo domótico aplicando la arquitectura orientada a servicios SOA ya que como se verá, ésta le brinda importantes características al sistema para cumplir los requerimientos del usuario.

Hoy en día, hogares u otras instalaciones conllevan un problema como es el de no disponer de la seguridad y confort que sus usuarios demandan; por ejemplo, un alto consumo energético, delincuencia y carencias de comodidad en los ambientes, entre otras. Por estas razones, se acude a la domótica la cual, a través de la utilización de dispositivos eléctricos y electrónicos, logra comunicar al usuario ante cualquier eventualidad aun así no se encuentre presente en su hogar.

En este tipo de sistemas, es necesario aplicar arquitecturas que adquieran datos en tiempo real con otros sistemas capaces de combinar los procesos de negocio; de esa manera contribuyen a brindar al usuario la confiabilidad, flexibilidad, interoperabilidad, escalabilidad y respuestas rápidas. Además, para lograr una mejor interacción con estos sistemas es necesario contar con una aplicación web que permita gestionar cada una de las variables involucradas, por lo que en esta propuesta también se incluye la creación de la misma.

El presente trabajo de tiene como objetivo usar la arquitectura orientada a servicios para diseñar e implementar un sistema que pueda cumplir con los requerimientos del usuario en lo concerniente a confort, seguridad y bienestar en su hogar o instalación. Para lograr esto se aplica las principales características de una arquitectura SOA, entre las que se puede citar interoperabilidad, estandarización, confiabilidad y escalabilidad.



# **CAPÍTULO 1**

## **1 GENERALIDADES**

En este capítulo permite informar aspectos relevantes para el desarrollo del presente trabajo de titulación, donde se contextualiza, mediante los antecedentes, una breve descripción desde el inicio de la empresa DINELEC Automatización & Control hasta su funcionamiento en la actualidad, además se describe la problemática que tiene la mencionada empresa al no ofertar entre sus servicios un sistema domótico, el cual es solicitado constantemente por sus clientes. Luego, se abordan los objetivos propuesto para llevar a cabo el trabajo de titulación. Se finaliza con la formulación de la solución propuesta que se irá demostrando a lo largo de la elaboración de este documento.

## **1.1 Antecedentes**

En julio de 2016, un grupo de jóvenes emprendedores crearon DINELEC Automatización & Control. Actualmente, la empresa ha crecido en la aceptación del sector industrial y educativo, ya que brinda servicios de mantenimiento, automatización, control y asesoría de proyectos. Además, distribuye y vende productos a importantes empresas como: La Universal, Moderna Alimentos S.A., Tubasec C.A., Junta de Riego de Chambo, Industrial Cuerdas Andinas Inducuerdas Cía. Ltda., Agua Potable EMAPR, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), IST Carlos Cisneros, entre otras. Todas estas empresas se encuentran ubicadas en la zona centro del Ecuador y ayudan al desarrollo económico del país.

La misión de DINELEC Automatización & Control es [1]: asistir las necesidades de los clientes mediante el apoyo de profesionales con una amplia experiencia, proporcionando insumos tecnológicos (neumáticos, eléctricos y electrónicos), el asesoramiento y servicios de calidad, necesarios para dar soluciones integrales de ingeniería, control de procesos y automatización a las empresas del sector industrial y educativo con un alto grado de responsabilidad, compromiso y honestidad. Su visión es brindar un excelente servicio y

productos a sus clientes para lograr posicionarse en el sector industrial y educativo de la zona centro del país [1].

Con respecto a sus objetivos empresariales, se puede mencionar los siguientes [1]:

- Instituir estrategias que aseguren la calidad, permanencia y el crecimiento continuo que permitan lograr la satisfacción del cliente.
- Distribuir insumos neumáticos, eléctricos y electrónicos para usos residenciales, comerciales, educativos e industriales.
- Incursionar en áreas del mercado industrial y educación superior.
- Identificar las necesidades de la industria en las áreas de Automatización y Control, satisfaciendo las necesidades del cliente.
- Desarrollar proyectos y capacitaciones innovadoras de alto impacto tecnológico.

La empresa DINELEC Automatización & Control ofrece diversos productos referentes a las áreas de: automatización, control industrial, neumática, accesorios, instalaciones eléctricas e iluminación, electrónica y herramientas; de la misma manera brinda servicios de asesoría, capacitación y ejecución de proyectos en las mismas áreas antes indicadas. DINELEC Automatización &

Control está ubicada en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo; además, recientemente amplió sus instalaciones, con la finalidad de ofrecer una mejor atención a sus clientes, tanto de la provincia como de otras partes del país. En la actualidad se ha incrementado el número de clientes y se han visto en la necesidad de aumentar el servicio de un sistema domótico, debido al constante pedido de sus distinguidos clientes para lograr el bienestar y uso eficiente de sus dispositivos dentro de sus viviendas.

DINELEC Automatización & Control desea aplicar un diseño de sistema domótico, integrando una aplicación web, donde aplique los conceptos de arquitectura orientada a servicios (SOA, por sus siglas en inglés de Service Oriented Architecture); es decir, automatizar las instalaciones en cuanto a confort y facilidad en las actividades diarias del cliente, buscando siempre la optimización de recursos y el estudio de la factibilidad de su aplicación; ya que es necesario siempre innovar sistemas de esta índole porque con el avance de la tecnología, estos se van quedando obsoletos en comparación con otros.

## 1.2 Descripción del Problema

En la actualidad, las empresas necesitan implementar en sus servicios nuevas arquitecturas que le permitan mejorar la calidad de servicio al cliente e incrementar la rentabilidad de las inversiones tecnológicas. En este caso en particular, la empresa DINELEC Automatización & Control tiene pensado incluir los sistemas domóticos en su gama de productos y servicios. Por tal motivo, considera que la incorporación del enfoque SOA a sus soluciones domóticas es una buena alternativa para ello.

La problemática que enfrentan hoy en día nuestros hogares es no disponer de la detección y alertas ante situaciones de siniestros, delitos o de riesgos; por ejemplo, un alto consumo energético, delincuencia y carencias de comodidad en los ambientes. Por estas razones, se acude a la domótica la cual, a través de la utilización de dispositivos electrónicos y herramientas de software, logra comunicar al usuario ante cualquier eventualidad aun así no se encuentre presente en su hogar, así mismo lograr cubrir las necesidades de comodidad requerida.

En la implementación de los sistemas domóticos es necesario aplicar arquitecturas que adquieran datos en tiempo real con otros sistemas capaces

de combinar los procesos de negocio; de esa manera contribuyen a brindar al usuario la confiabilidad, flexibilidad, interoperabilidad, escalabilidad y respuestas rápidas. Así mismo, para complementar a un sistema domótico y facilitar el manejo al usuario, se ve indispensable la implementación de aplicaciones web con interfaces amigables en donde se permita monitorear y controlar, en tiempo real, cada una de las variables que intervienen en el sistema.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo usar SOA para diseñar la interoperabilidad entre sistemas y la comunicación requerida entre todos los dispositivos implicados en la automatización de viviendas; de esta forma, lograr implementar servicios estandarizados para los sistemas domóticos que satisfaga las necesidades y requisitos del usuario.

### **1.3 Objetivo General**

Diseñar un sistema domótico, integrado a una aplicación web, que facilite el manejo de variables, aplicando los conceptos de arquitectura orientada a servicios.

### **1.4 Objetivos Específicos**

- 1) Comparar los servicios que abarcan los sistemas domóticos con las arquitecturas orientadas a servicios.
- 2) Definir los elementos que conforman la arquitectura orientada a servicios del sistema domótico.
- 3) Diseñar e implementar el sistema domótico compuesto principalmente por un controlador, sensores y actuadores.
- 4) Diseñar e implementar la aplicación web que permitirá el monitoreo y control de variables del sistema domótico.
- 5) Realizar las pruebas correspondientes del sistema domótico y de la aplicación web.

### **1.5 Solución Propuesta**

La solución que se propone aplica las principales prestaciones que ofrece SOA

sobre un sistema domótico. Se incluye en el desarrollo, además, el diseño de una interfaz web para facilitar al usuario el monitoreo y control de las variables del sistema.

Se analizaron los conceptos y alcances de SOA, para lograr el diseño y la implementación de cada uno de los procesos que intervienen en el sistema domótico. En cuanto a la aplicación web, se la implementó con el software LOGO Web Editor, el cual facilita al usuario un monitoreo en tiempo real de cada una de las variables físicas del entorno y también le permite realizar acciones de control, tales como el encendido y apagado de los diferentes actuadores.

Entre las principales características de la aplicación web se tienen:

- Indicadores digitales y analógicos donde se muestre el estado o valor de las variables del entorno como son: temperatura, presencia, consumo energético, fugas e iluminación entre otros.
- Controles que permitan el encendido y apagado de los actuadores tales como lámparas, ventilación, calefacción, motores, válvulas, etc.
- Consignas, donde se permite elegir niveles deseados de temperatura o alguna otra variable analógica.



- Tiene una interfaz amigable e intuitiva para el usuario.
- Presenta escalabilidad al momento que el usuario desea implementar nuevos requerimientos.
- Cuenta con acceso restringido por contraseña.

El protocolo de comunicación que utilizan los dispositivos es Ethernet, ya que ofrece una mayor flexibilidad al momento de integrar nuevos equipos. Otro de los principales beneficios de la propuesta es el almacenamiento de los datos adquiridos por el controlador, los cuales se guardan automáticamente y sirven para que el usuario tenga la posibilidad de tomar decisiones en su sistema. Éstas pueden ser, mejorar la seguridad de su instalación, aumentar su confort, tener más alertas inmediatas de manera remota, u obtener un ahorro respecto a consumo energético.

## **CAPÍTULO 2**

### **2 MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se presentan los conceptos de todos los componentes que se usaron en la implementación del trabajo de titulación cuya finalidad es lograr la comprensión del lector sobre su uso. Para ello, se inicia con la descripción de todos los temas que intervienen en la arquitectura orientada a servicios. Posteriormente, se detallan todos los aspectos que influyen en los sistemas domóticos. Finalmente, se enfatiza en todo lo que concierne a aplicaciones web.

## 2.1 Arquitectura Orientada a Servicios

La arquitectura orientada a servicios (SOA, por las siglas en inglés de Service Oriented Architecture), es una arquitectura en la cual componentes de software o hardware débilmente acoplados pueden interactuar, independientes de los protocolos y tecnologías utilizadas, permitiendo flexibilidad para la integración de estos [2]. SOA permite crear sistemas altamente escalables, que ayudan a las organizaciones a impulsar el rendimiento y al mismo tiempo, reducir costos en las implementaciones que se requieran en cuestión tecnológica y mejora la ejecución de procesos.

SOA no es un producto o una tecnología, sino una forma o modelo diferente de gestionar la empresa, siendo una solución idónea para obtener una buena interoperabilidad de sistemas. [2]. Esta arquitectura, basada en servicios, necesita de una infraestructura de comunicaciones escalable y segura entre los componentes, que sea la columna vertebral de todos los sistemas implementados en la empresa; conocido como un Bus de Servicios Empresariales (ESB, por las siglas en inglés de Enterprise Service Bus) [2].

En la Figura 2.1 se muestra como está estructurado SOA, la cual permite mantener datos actualizados con gran rapidez, ya que conecta diferentes

fuentes de información simultáneamente, lo que hace que el sistema tenga una gran capacidad.

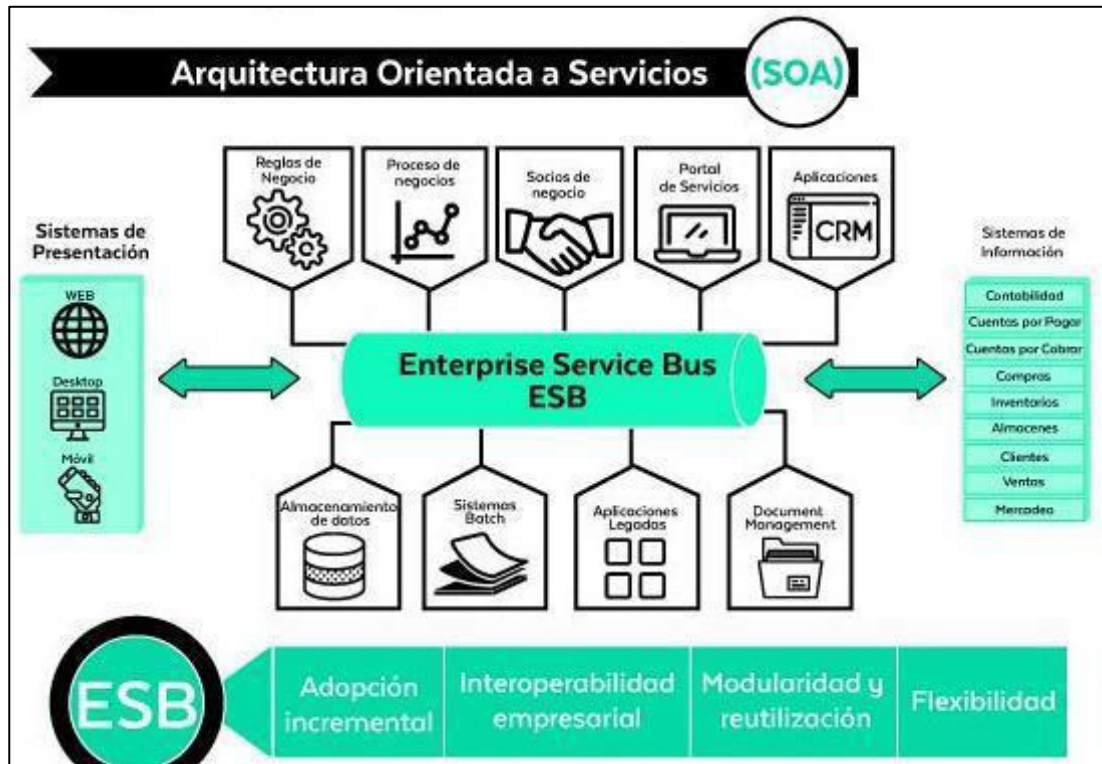


Figura 2.1 Estructura de funcionamiento de SOA [3]

### 2.1.1 Objetivos de SOA

- **Interoperabilidad:** Habilidad para que aplicaciones o sistemas puedan interactuar entre ellos de manera eficiente.
- **Estandarización:** Buscar que los componentes de un sistema hablen el mismo idioma para compartir información de forma efectiva.

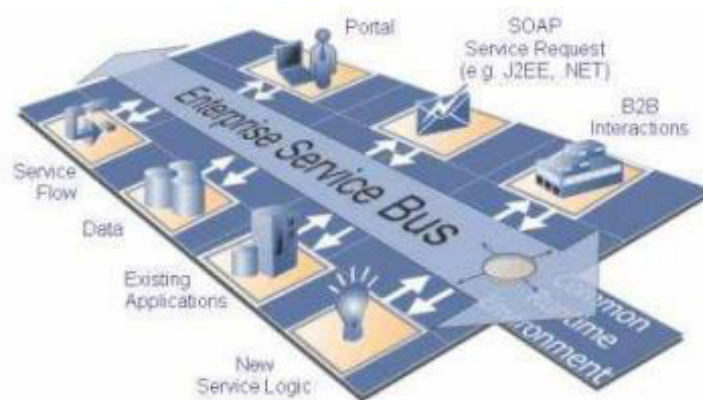
- **Diversidad de marcas y tecnologías:** Capacidad de que sus elementos puedan interactuar entre sí, sin necesidad de que sean de un único proveedor.
- **Respuesta al cambio (escalabilidad):** El mercado actual requiere cosas nuevas y las organizaciones o industrias deben tener respuesta a estos cambios caso contrario corren el riesgo de perder terreno frente a la competencia.
- **Reducción de costos y retorno de la inversión:** Al tener interoperabilidad y estandarización se puede reducir costos operativos y de mantenimiento.

### 2.1.2 Elementos de SOA

Los elementos de SOA son [2]:

- **Servicios:** componente reusable de software, funcional y completo. Los tipos de servicios pueden ser: básicos, intermediarios, de proceso y públicos.
- **Repositorio de servicios:** proporciona la información necesaria para el uso de un servicio; aspectos como: localización, personas de contacto, restricciones técnicas y acuerdos de nivel de servicio.
- **Bus de servicios:** elemento de software que constituye el middleware, una infraestructura basada en estándares que es una capa intermedia

que conecta los servicios con sus consumidores para brindar conectividad, soporte de heterogeneidad de tecnologías y comunicación. El ESB en la Figura 2.2 muestra la intersección de SOA con la integración de aplicaciones y el modelado de procesos, constituida por aplicaciones proveedoras de servicio.



**Figura 2.2** Integración de Aplicaciones en el ESB [4]

El ESB accede al flujo de mensajes mediante los diferentes protocolos de transporte (HTTP, FTP, SMTP). La transformación del formato de mensajes, como parte de la entrada de información, va desde el Cliente del Servicio hasta el Proveedor del Servicio, el ruteo o direccionamiento de la solicitud realizada por el Cliente de Servicio hasta el Proveedor del Servicio, y la conversión entre los protocolos de transporte de cada una de las aplicaciones participantes [4].

- **Consumidores:** elementos de una arquitectura SOA que descubren servicios a través de un repositorio o también realizan llamadas a la interfaz de acuerdo a lo establecido en el contrato.

A continuación, y para complementar lo que es una arquitectura orientada a servicios, obligatoriamente se tiene que mencionar lo que es un servicio y sus principales características.

### 2.1.3 Servicio

Un servicio es una funcionalidad con un fin específico que es expuesta por una aplicación para ser consumida por un tercero. Un servicio se crea y no queda consumido por una única vez y después se desecha. Es consumido por uno o más canales que lo necesitan.

Las principales características de un servicio son:

- **Reusabilidad:** Sucede cuando la arquitectura puede ser usada por uno o varios canales.
- **Composición:** Ocurre cuando un servicio puede estar conformado por uno o más servicios.
- **Atomicidad:** Se refiere cuando un servicio no se puede dividir en más servicios, porque si un servicio brinda funcionalidades presentes en

otros servicios ya no es atómico o granular y siempre de debe precautelar que un servicio sea atómico.

- **Bajo acoplamiento:** Hace referencia al nivel de independencia de un servicio con otro servicio, ya que no debe depender de otro servicio para poder ejecutar su resultado.
- **Escalabilidad:** Está presente cuando un servicio puede evolucionar conforme a las necesidades del cliente teniendo en cuenta que la esencia del servicio debe ser la misma.

Siguiendo con el desarrollo de la investigación y teniendo en cuenta que en este trabajo se van a aplicar los conceptos vistos de SOA a la construcción de un sistema domótico, a continuación, se revisará qué abarca este tipo de sistema.

## **2.2 Sistemas Domóticos**

La Domótica es un término interdisciplinario, por estar conformada por la integración de informática, electrónica, automatización, electricidad y las telecomunicaciones, para mejorar la calidad de vida de los seres humanos dentro de una vivienda [6].



La palabra domótica proviene del latín domus, que significa casa, y automática [7]. Es un conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda; por lo tanto, la vivienda domótica facilita la vida de los ciudadanos, ya que permite tener comodidad, seguridad, comunicación y ahorro energético, entre otros beneficios [5].

Las características de un Sistema Domótico son las siguientes [6]: Integración, Interrelación, Facilidad de uso, Control remoto, Fiabilidad y Actualización. Todas las características señaladas permiten que en un sistema domótico se disponga de una red de comunicación y diálogo para la interconexión de una serie de elementos, con el fin de obtener información sobre el entorno doméstico y así realizar determinadas acciones en aquel entorno [6].

Los elementos de un Sistema Domótico están conformados por [5]:

- Sensores;
- Señales de entrada;
- Señales de salida;
- Actuadores;
- Unidades de interfaz con el usuario;
- Dispositivos de seguridad del sistema;

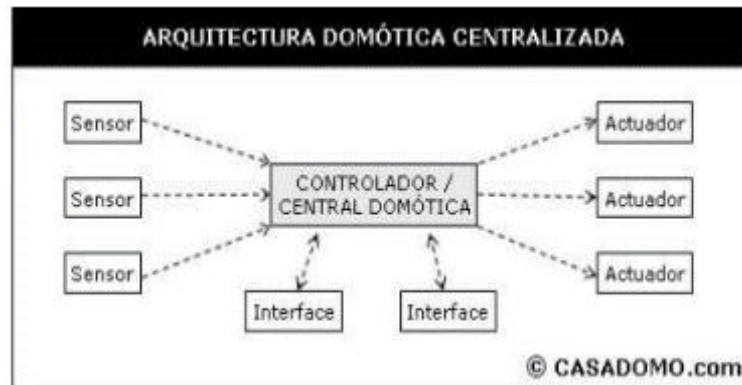
- Avisos y alarmas; y
- Funciones de control acorde con las especificaciones de instalación.

Se debe tener en cuenta que, al momento de la instalación de un sistema domótico, los elementos mencionados anteriormente cumplan con los requisitos de las normas del producto [5].

### **2.2.1 Arquitectura del Sistema Domótico**

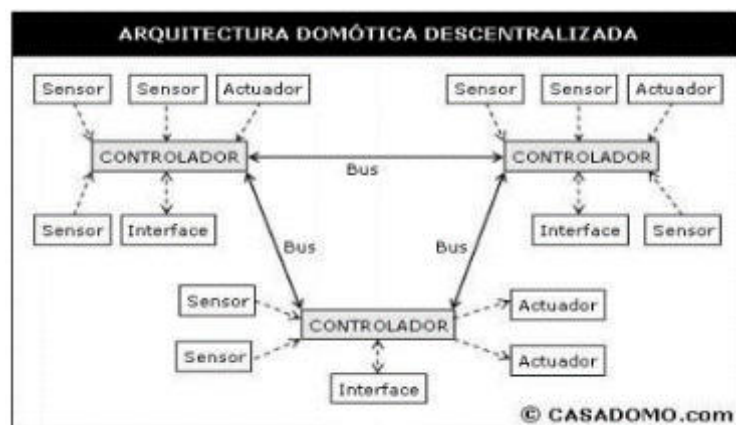
La arquitectura de un sistema domótico puede ser de dos tipos [6]: centralizada o distribuida. Desde un punto de vista físico (distribución de cableado o medio físico entre los dispositivos) y lógico (distribución de comunicaciones entre dispositivos). A continuación, se detalla los tipos de arquitectura [6]:

- **Arquitectura Centralizada:** Es cuando la topología de la red es en estrella; el sistema de control central sería el centro de ésta, de la que están colgando los distintos sensores y actuadores. En la Figura 2.3 se presenta la topología que permite la comunicación directa entre los dispositivos, ya que debe pasar por el sistema de control centralizado.



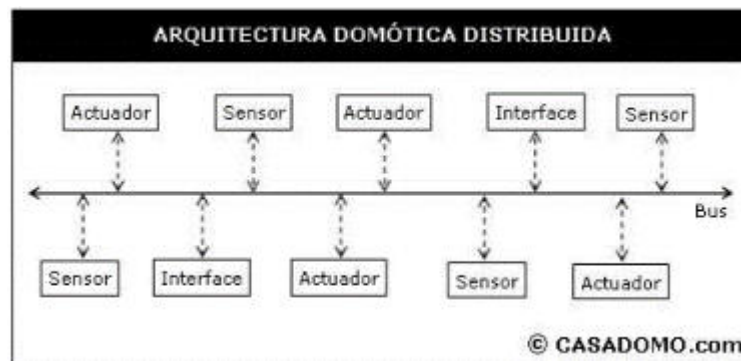
**Figura 2.3** Arquitectura Domótica Centralizada [9]

- **Arquitectura Descentralizada:** En un sistema de domótica de arquitectura descentralizada (ver Figura 2.4) existen varios controladores interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.



**Figura 2.4** Arquitectura Domótica Descentralizada [9]

- **Arquitectura Distribuida:** En un sistema de domótica de arquitectura distribuida (ver Figura 2.5) la arquitectura se encuentra descentralizada y particionada en cada uno de los componentes que la conforma. Las instalaciones son más flexibles e independientes.



**Figura 2.5** Arquitectura Domótica Distribuida [9]

## 2.2.2 Sistemas de Domótica Comerciales

A continuación, en la Tabla 1, se describen las ventajas y desventajas que tienen los sistemas de domótica comerciales más utilizados.

**Tabla 1** Ventajas y Desventajas de Sistemas de Domótica Comerciales. Adaptado de [6]

SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
KNX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adscritos los principales fabricantes europeos de material eléctrico y electrodomésticos.</li> <li>• Mayor fiabilidad y velocidad de transmisión de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo.</li> <li>• Difícil adquisición en Latinoamérica.</li> </ul>
X10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes más</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señal poco fiable por que</li> </ul>

	económicos. • Usan la línea eléctrica existente.	viaja sobre la línea eléctrica. • Incumple la normativa de seguridad de datos.
<b>Microcontroladores</b>	• Bajo costo. • Fácil de conseguir existiendo una gran variedad de herramientas de Hardware.	• Direcciona poca memoria. • Demasiado sensible a la electroestática.
<b>PLC</b>	• Analiza los requerimientos de usuario y se los especifica el programador. • Fácil instalación y adaptación al entorno. • Los datos viajan más rápido.	• Alto costo. • Tecnología orientada a ambientes industriales. • Sistemas cerrados.

Se han detallado las ventajas y desventajas de los sistemas comerciales de domótica por que se desea destacar el último sistema, el PLC, ya que, además de sus ventajas, se puede implementar usando cualquiera de las arquitecturas detalladas anteriormente. El autómata o controlador lógico programable (PLC, de sus siglas en inglés de Programmable Logic Controller). Algunos ejemplos de las soluciones comerciales basadas en relés es el LOGO [11] de Siemens, que, además de utilizarse en la industria, también puede ser aplicado en el sector doméstico.

### 2.2.3 Controladores Lógicos Programables

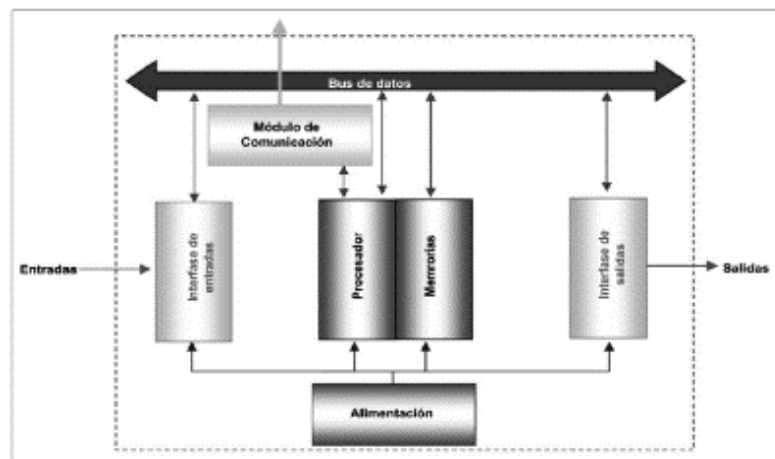
Un PLC es un dispositivo electrónico que contiene una memoria programable en donde se pueden almacenar varias instrucciones para realizar procesos lógicos, secuenciales, aritméticos, de conteo, temporizados, entre otras

funciones específicas, con la finalidad de controlar una máquina dentro de un proceso. Son ampliamente utilizados en la automatización de procesos y en ambientes industriales donde decisiones y acciones deberán ser tomadas de manera rápida, para responder en tiempo real [10].

Entre las principales prestaciones que ofrece un controlador lógico programable están [10]:

- Reducción de espacio en los tableros de control ya que se reemplazan a los antiguos sistemas cableados.
- Escalabilidad del proceso.
- Robustez y confiabilidad.
- Flexibilidad y adaptabilidad, ya que algún cambio en las operaciones de mando simplemente basta con la reprogramación del controlador.
- Fácil mantenimiento.
- Herramientas para diagnóstico.
- Tiempos cortos de puesta en marcha.
- Modificaciones de su programación sin necesidad de parar el proceso, gracias a su modo online.

En la Figura 2.6 se puede observar la estructura básica de un PLC. Internamente está constituido por una interfaz de entradas que es donde van a llegar las señales de los sensores conectados al controlador. Así mismo, cuenta con una interfaz de salidas que se encargarán del accionamiento de los actuadores conectados en el autómatas. Gracias a su característica de escalabilidad, puede expandir su número de entradas y salidas si el proceso lo necesita, simplemente conectando módulos de expansión.



**Figura 2.6** Estructura básica de un PLC [11]

### 2.2.3.1 LOGO V8

Es un micro PLC utilizado ampliamente en el campo de la automatización y control de procesos, ya que brinda gran eficiencia en las aplicaciones domésticas e industriales entre otros campos de la ingeniería, gracias a su extensa funcionabilidad, fácil manejo y precio asequible [11]. En la Figura 2.7 se muestra que su diseño pequeño permite reducir y optimizar el espacio de trabajo en el tablero de control.



**Figura 2.7** LOGO V8 [11]

Entre las principales características del LOGO V8 se puede indicar que: cuenta con un puerto RJ45 para la comunicación Ethernet con otros dispositivos que manejen este estándar. Tiene integrado un display para la visualización de las variables que procesa. Así mismo, se puede conectar mediante la interfaz Ethernet con el nuevo visualizador de textos LOGO TDE, ya que éste puede ser instalado en la parte exterior del tablero de control para que el operador tenga una mejor interacción con el proceso. Tiene 8 entradas y 4 salidas. Cuenta con módulos de expansión Entradas y Salidas. El controlador mediante módulos de expansión soporta hasta 24 entradas digitales y 8 analógicas; igualmente soporta 20 salidas digitales y 8 salidas analógicas. Posee un servidor web integrado, el cual permite monitorear al controlador a través de un navegador web de forma local (red LAN) o remota (Internet). Esta conexión puede ser realizada desde un computador, teléfono celular o tablet. Cuenta con una herramienta para poder almacenar datos de las variables del proceso en archivos con extensión .csv compatibles con Microsoft Excel, los cuales



pueden ser utilizados para la generación de reportes, análisis o históricos del proceso. Posee una ranura para el ingreso de tarjetas micro SD, donde es posible almacenar y proteger el programa del controlador, así como también el almacenamiento de datos del proceso [11].

#### 2.2.4 Aplicaciones del Sistema Domótico

Los sistemas domóticos dotan a los habitantes de las viviendas del poder de controlar y gestionar de manera más eficiente los sistemas y elementos existentes a través de un sistema de gestión inteligente [5]. Actualmente, la tecnología digital ha revolucionado los servicios para la vivienda, en base a conexiones de banda ancha, de manera que conecta todos los dispositivos de la vivienda inteligentemente, mediante servicios interactivos. En la Tabla 2 se listan algunas de las aplicaciones domóticas de las cuales se puede disponer en una vivienda digital.

**Tabla 2** Aplicaciones Domóticas [5]

<b>Climatización y consumo energético</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encendido y apagado de todos los dispositivos según condiciones ambientales.</li> <li>• Contadores electrónicos que informan el consumo energético.</li> <li>• Planes de tarifas reducidas.</li> </ul>
<b>Entretenimiento y confort</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de los dispositivos eléctricos/ electrónicos de la vivienda, desde un PC, por Internet, o desde un teléfono móvil.</li> <li>• Conexión a Internet desde cualquier punto.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visión de canales de TV (televisión) en cualquier habitación.</li> </ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de procedimientos de avisos en casos de intrusión o avería.</li> <li>• Control de acceso a la vivienda.</li> <li>• Instalación de cámaras y micrófonos para monitoreo.</li> </ul>
<b>Servicios Comunitarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de iluminación de las zonas comunes.</li> <li>• Manejo de alarmas de seguridad y técnicas.</li> <li>• Servicios web para la comunidad de propietarios.</li> </ul>
<b>Comunicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de equipos e instalaciones a distancias, usando sistemas de control remoto a través de la red telefónica o medios de dispositivos inalámbricos.</li> <li>• Comunicación automática con un supervisor previniendo riesgos detectados.</li> <li>• Petición de ayuda, aun estando ausente, programando sistemas domóticos para ser avisado de cualquier anomalía.</li> <li>• Uso de teleservicios proporcionados por operadores de telecomunicaciones y basados en internet.</li> </ul>

Teniendo en cuenta que para que el usuario pueda gestionar el sistema domótico hará uso de una aplicación web, a continuación, se detalla los conceptos de la misma.

### **2.3 Aplicaciones Web**

Se denominan aplicaciones web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar mediante un servidor web a través de un navegador accediendo a Internet o una intranet [4]. En otras palabras, es una aplicación de software

que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web, y en la que se confía la ejecución de la aplicación al navegador [4].

### 2.3.1 Estructura de una Aplicación Web

Aunque existen muchas maneras de estructurar una aplicación web. Se puede resumir en tres capas que se detallan a continuación [4]:

- **Interfaz gráfica:** Usada directamente por los usuarios. En las aplicaciones web esta capa es ejecutada por un navegador, tomando en cuenta el lenguaje de programación (HTML, XML, CSS, JavaScript, entre otros) para implementar esta capa.
- **Controlador o servidor:** Recibe todas las solicitudes realizadas por los usuarios en la interfaz gráfica para interpretar y devolver la información a la primera capa. Además, establece la conexión con la base de datos para introducir, actualizar o consultar la información que requiera el usuario. Existen algunas tecnologías como: PHP, Java, JavaScript, Perl, Ruby, ASP, js, entre otros; que son usados en esta segunda capa.
- **Base de datos:** Almacena toda la información de la aplicación y realiza algunas tareas que, en vez de ser ejecutadas por el controlador, se hacen desde la base de datos para aumentar la velocidad de respuesta. Las tareas son implementadas por procedimientos o funciones de base

de datos. Algunas bases de datos usadas son: MySQL, Oracle, PostgreSQL, Microsoft Access, entre otros.

Las aplicaciones web han ganado seguidores rápidamente gracias a la independencia que tiene con el dispositivo utilizado y las grandes ventajas que posee. En la Tabla 3 se detallan las ventajas y desventajas de las aplicaciones web.

**Tabla 3** Ventajas y desventajas de una Aplicación Web Adaptado de [7]

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Menor tiempo de implementación.	Conexión a Internet.
Ahorro de espacio.	Restricción en el acceso a ciertas características del hardware del dispositivo.
Poco consumo de recursos.	Invertir para que la Web App sea responsive.
Compatibilidad.	Problemas en la reproducción de diferentes sistemas operativos.
Disponibilidad.	Rastreo de actividades del usuario.

Se puede destacar que, dentro de las ventajas que tienen las Aplicaciones Web, está contar con disponibilidad para acceder en cualquier momento a la aplicación desarrollada, siendo una característica requerida al implementar sistemas de domótica. De esa manera se puede monitorear el sistema y controlarlo ante cualquier anomalía o advertencia.

Las aplicaciones web son independientes de la plataforma y del lenguaje de programación en el que estén implementados. Nos permiten integrar servicios (Interoperabilidad).

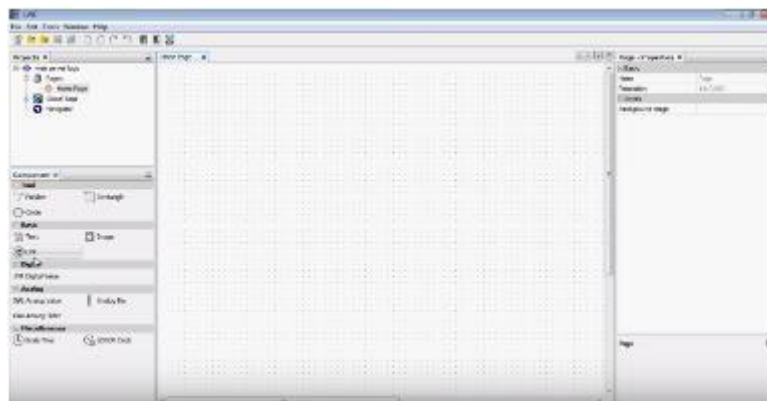
Teniendo en cuenta los conceptos analizados anteriormente de una aplicación web, a continuación, se detallan las principales características del software donde está se desarrollará.

### **2.3.2 LOGO Web Editor**

La herramienta que se usó para el desarrollo de la aplicación web es Logo Web Editor, ya que permite visualizar y controlar el LOGO 8, equipo empleado para la automatización en las instalaciones de edificios, armarios de control, máquinas y aparatos de forma individual, así como el sistema domótico para ofertar como un servicio en DINELEC Automatización & Control. También permite definir y diseñar páginas web para Smartphones, tabletas y PCs, ya que es un editor web. Logo Web Editor (ver Figura 2.8) cuenta con una interfaz donde se pueden crear páginas Web adaptadas a las necesidades del usuario. Cuenta con las siguientes características [12]:

- Protección a través de una contraseña.

- Adecuado para todos los navegadores convencionales.
- Unidades básicas de control y mando con LOGO mediante WLAN e Internet.
- Los usuarios pueden seleccionar libremente las opciones de visualización por medio de una pantalla TDE.
- Los datos de las páginas web se pueden almacenar en una tarjeta micro-SD estándar.



**Figura 2.8** Logo Web Editor [12]

## **CAPÍTULO 3**

### **3 ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN**

En este capítulo, en primera instancia, se definen los requerimientos del sistema domótico que se pondrá a disposición de los usuarios. Posteriormente, se realiza el diseño e implementación del prototipo domótico basado en las características de SOA. Finalmente, se diseña y crea la aplicación web que sirve de interfaz para que el usuario pueda gestionar los servicios.

### 3.1 Requerimientos del sistema

Como se nombró en los objetivos del presente trabajo, el requerimiento del sistema es poner a disposición de los usuarios un sistema domótico monitoreado y controlado desde una aplicación web; esto basado en la arquitectura orientada a servicios (SOA).

Para que el usuario pueda definir los requerimientos del sistema, primero se determinaron las principales prestaciones de un sistema domótico:

- Ahorro energético. La domótica permite gestionar de manera más eficientes los diferentes aparatos eléctricos de nuestro hogar mediante la programación y zonificación, desconexión de equipos de uso no prioritario, derivando equipos a horarios de tarifa reducida.
- Confort. La domótica permite mejorar la comodidad de los miembros de una vivienda, aspectos como: iluminación, fácil manejo de los sistemas, monitoreo y control desde diferentes plataformas.
- Seguridad. Brinda una red de seguridad para proteger tanto la integridad familiar como bienes patrimoniales, dotando de sistemas de detección de intrusos, simulación de presencia, fugas de gas y agua, incendios, etc.



- Comunicaciones. Permite al usuario estar pendiente de su hogar en todo momento mediante mandos inalámbricos, internet, mensajería de texto, etc.

Vale mencionar que el presente desarrollo está enfocado para a futuro formar parte de los servicios prestados por la empresa DINELEC Automatización & Control, se considera de manera conveniente que el usuario quién definió los requerimientos y validó el prototipo construido, fuese un representante de la misma.

A continuación, se detallan los requerimientos definidos por el usuario que deberá cumplir el sistema:

- Seguridad para puertas y ventanas mediante la utilización de sensores.
- Detección de movimiento en el interior de la instalación.
- Alarma sonora en el caso de la activación de los sensores ubicados en puertas y ventanas o el sensor de movimiento.
- Detección de lluvia para cierre de persianas.
- Control de riego automático.
- Control de iluminación mediante fotocelda o mediante una hora definida.
- Control de temperatura.

- Control de nivel de un tanque reservorio mediante la apertura y cierre de una válvula eléctrica.
- Notificación de intrusos a través de mensajes de texto.
- Consulta de variables del sistema a través de mensaje de texto.
- Se dispondrá de dos controladores conectados en red con la finalidad de demostrar la escalabilidad del sistema para una instalación de mayores dimensiones.
- El monitoreo y control del sistema domótico se lo podrá hacer mediante una pantalla táctil o una aplicación web; ambas deberán ser amigables con el usuario.
- Se podrá almacenar datos del sistema para mantener un registro de eventos o variables.
- El sistema deberá tener las seguridades respectivas para que solo las personas autorizadas puedan utilizarlo.
- Los equipos utilizados deberán ser confiables y robustos.

Es importante ratificar que una de las principales características del sistema es la escalabilidad; es decir que se pueden añadir un mayor número de servicios o requerimientos en función de las necesidades de los usuarios.

Con lo mencionado anteriormente se procedió a realizar el diseño e implementación del sistema domótico, detallado a continuación.

## **3.2 Diseño e implementación del sistema domótico**

Para ver el funcionamiento del sistema domótico propuesto en el presente trabajo de titulación se tuvo la necesidad de construir un prototipo que demuestre todas las prestaciones descritas en los párrafos anteriores.

Antes de explicar el diseño e implementación del prototipo se destaca a continuación cómo los conceptos mencionados acerca de SOA en el Capítulo 2, se aplicaron en la implementación del prototipo del sistema domótico.

### **3.2.1 Aplicación de la arquitectura SOA para la construcción del prototipo domótico**

SOA es una arquitectura en la cual los componentes de un sistema pueden interactuar, independientes de los protocolos y tecnologías utilizadas, permitiendo flexibilidad para la integración de estos.

Así como este concepto, existen varios de acuerdo al entorno a donde vaya a ser aplicado. Como este es el caso de una implementación basado en sistemas eléctricos, electrónicos e informáticos se utilizará la definición

presentada en la publicación [13] SOA es un conjunto de principios para construir sistemas autónomos y a la vez interoperables.

Un servicio es considerado autónomo ya que es creado y opera independientemente de su entorno. Además, es interoperable a través de una interfaz que expone su funcionalidad a dicho entorno, aislando los detalles de su implementación.

En conclusión, y para la aplicación al sistema domótico, SOA es una arquitectura de servicios independientes, acoplados para dar más opciones al usuario final.

Con lo detallado anteriormente y aplicando las características de SOA se establecieron e implementaron los servicios que se ponen a disposición de los usuarios del sistema.

### **3.2.2 Diseño del sistema domótico**

En el Capítulo 2 se explicaron las principales arquitecturas que pueden ser aplicadas en un sistema domótico; en este caso como elemento principal de

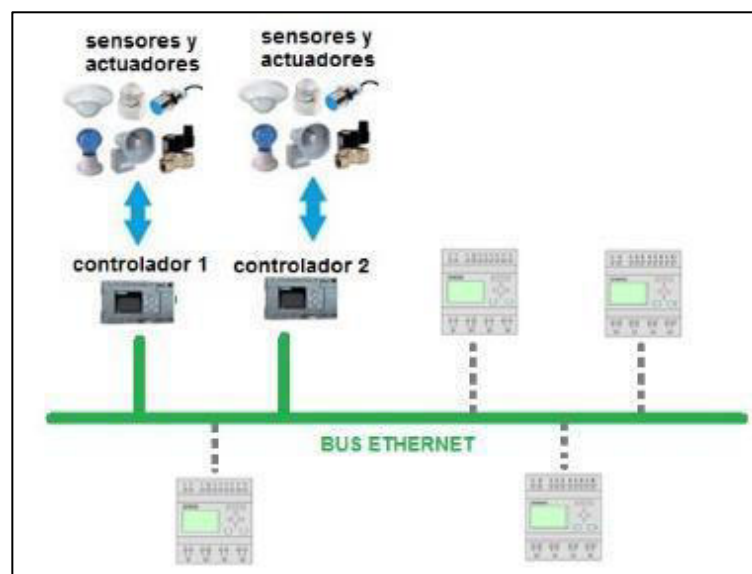
control se ha optado por utilizar un controlador lógico programable LOGO V8 el cual permite que el sistema domótico pueda ser implementado con una arquitectura centralizada, descentralizada o distribuida.

La utilización de las arquitecturas depende la extensión de la instalación es decir para una instalación de uso familiar se puede elegir un sistema centralizado ya que bastará con la utilización de un solo controlador; pero en el caso de un edificio o una instalación grande se elige una arquitectura descentralizada o distribuida ya que se pueden instalar diferentes controladores los cuales se comunican a través de un bus (en el caso de LOGO V8 el bus será Ethernet).

Para la construcción del prototipo se ha utilizado la arquitectura distribuida (ver Figura 2.5 del Capítulo 2) ya que se va a utilizar dos controladores comunicados vía Ethernet y se adapta de mejor manera a la arquitectura orientada a servicios SOA.

A continuación, se presenta el desarrollo del diseño del prototipo del sistema domótico basado en la arquitectura distribuida; el cual permite satisfacer los requerimientos demandados, como son ahorro energético, confort, seguridad e interacción con el usuario.

En la Figura 3.1 se puede apreciar la arquitectura que se implementó en el prototipo. Existen dos controladores donde cada uno de estos recibe señales de los diferentes sensores además de encargarse de encender los actuadores del sistema.



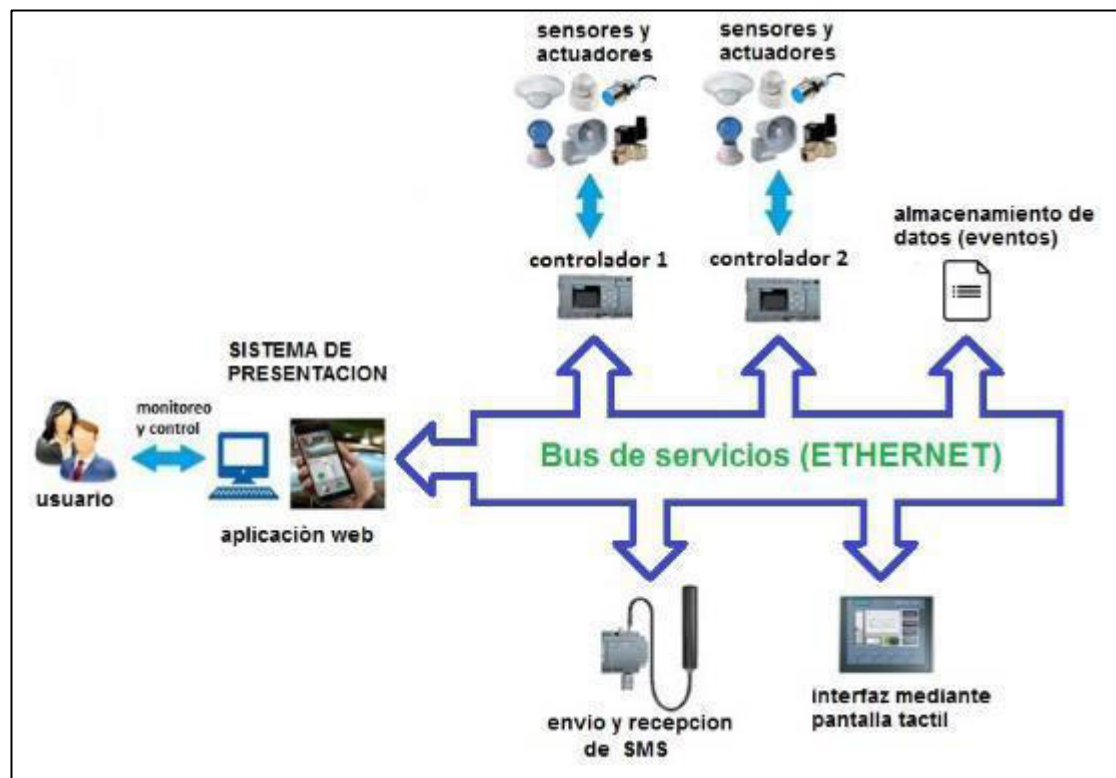
**Figura 3.1** Arquitectura distribuida del prototipo doméstico

Una vez expuesta la estructura aplicada en el sistema doméstico, el siguiente paso es complementarlo con las características de la arquitectura orientada a servicios. Para esto se ha realizado la Tabla 4 en la cual se asocia cada una de las características de SOA detalladas en el Capítulo dos y cómo estas se aplican en el sistema doméstico implementado.

**Tabla 4** Características SOA aplicadas al sistema domótico

<b>CARACTERÍSTICA SOA</b>	<b>SISTEMA DOMÓTICO</b>
<b><i>Interoperabilidad</i></b>	Los diferentes dispositivos (controladores LOGO V8, CMR2020, pantalla táctil, aplicación web) pueden interactuar entre sí, gracias a que tienen compatibilidad con el bus de servicio que en este caso es ETHERNET.
<b><i>Estandarización</i></b>	La información de los diferentes sensores y actuadores podrá compartirse de forma segura ya que todos los dispositivos pueden configurarse para que puedan trabajar vía Ethernet; es decir, todos hablan el mismo idioma.
<b><i>Diversidad de marcas y tecnologías</i></b>	Como se puede evidenciar en el diseño eléctrico y electrónico, el sistema cuenta con dispositivos de diversos fabricantes; con esto se logra ofertar al usuario una posibilidad de opciones acorde a sus necesidades
<b><i>Respuesta al cambio (escalabilidad)</i></b>	Todos los dispositivos con los que cuenta el sistema son escalables ya que, si el usuario desea añadir un servicio adicional, basta con reconfigurar los dispositivos vía software.
<b><i>Reducción de costos</i></b>	Los equipos seleccionados cuentan con un grado de robustez idóneo para este tipo de sistemas, con lo que se logra a futuro su operatividad, evitando fallos ante alguna anomalía y por ende gastos en solución de problemas.

Finalmente, con lo descrito anteriormente, en la Figura 3.2 se muestra el diseño completo del sistema domótico aplicado la arquitectura SOA. En el bus de servicio se enlazan todos los servicios que va a estar a disposición del usuario entre los que se puede citar: monitoreo de sensores, control de actuadores, almacenamiento de datos, alertas y control mediante mensajería de texto, interfaz de usuario mediante pantalla táctil y aplicación web para el monitoreo y control por parte del usuario.



**Figura 3.2** SOA aplicada al sistema domótico

Realizado el diseño y la arquitectura del sistema, en el siguiente punto se procede a dar información más detallada de cada uno de los elementos principales y complementarios que conforman el prototipo del sistema domótico.

### 3.2.3 Elementos del prototipo de sistema domótico y sus funciones

A continuación, se describe cada uno de los dispositivos que intervienen en el prototipo del sistema domótico, así como el papel que desempeña cada uno



de estos.

### 3.2.3.1 Controlador Programable LOGO 8

Es el elemento principal del sistema domótico el cual se encarga de recibir y procesar señales de los sensores, órdenes provenientes de la pantalla táctil, así como de la aplicación web desarrollada. Una vez procesadas estas señales u órdenes, el controlador se encarga de encender cada una de los actuadores del sistema a través de sus salidas (ver Figura 3.3(a)).

Como se mencionó el prototipo tiene una arquitectura descentralizada por lo que ha sido implementado con dos controladores de este tipo para el procesamiento de sensores y actuadores. (ver Figura 3.3(b))



(a) Controlador 1

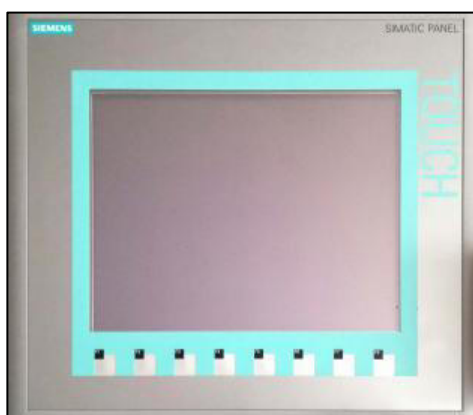


(b) Controlador 2

**Figura 3.3** Controladores LOGO 8

### 3.2.3.2 Pantalla táctil

La instalación de este elemento puede ser opcional ya que permite de manera local al usuario monitorear y controlar los diferentes servicios del sistema domótico. La comunicación entre la pantalla y el controlador LOGO se lo hace por el protocolo Ethernet que tienen ambos dispositivos incorporados (ver Figura 3.4).



**Figura 3.4** Pantalla táctil

### 3.2.3.3 Módulo CMR2020

Este módulo, al igual que la pantalla táctil, se comunica vía Ethernet con el controlador LOGO, y sirve para enviar o recibir mensajes de texto a través de la red de telefonía móvil GSM con el objetivo de alertar a los usuarios ante alguna situación anómala en su domicilio (ver Figura 3.5).



**Figura 3.5** CMR 2020

#### **3.2.3.4 Sensores**

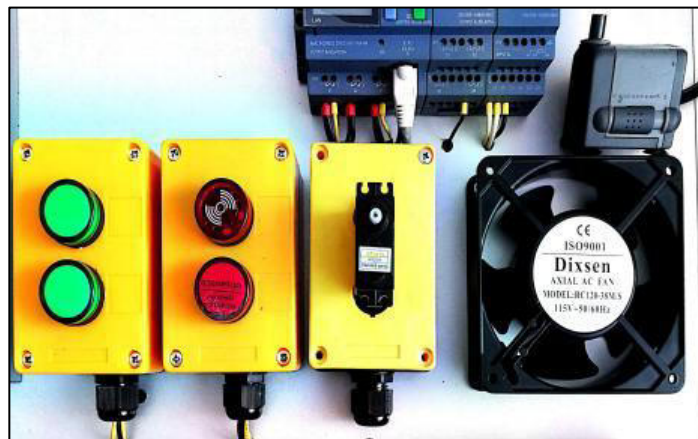
Estos elementos se encargan de convertir la señal física (temperatura, humedad, presencia, nivel, etc.) en una señal de tipo eléctrica para que así el controlador programable pueda procesar y ejecutar las acciones respectivas en el sistema. Como se puede ver Figura 3.6, se utilizaron diversos sensores en el sistema domótico implementado como de: movimiento, humedad, temperatura, magnéticos, distancia, fotoceldas, flujo, inductivos y capacitivos.



**Figura 3.6** Sensores

### 3.2.3.5 Actuadores

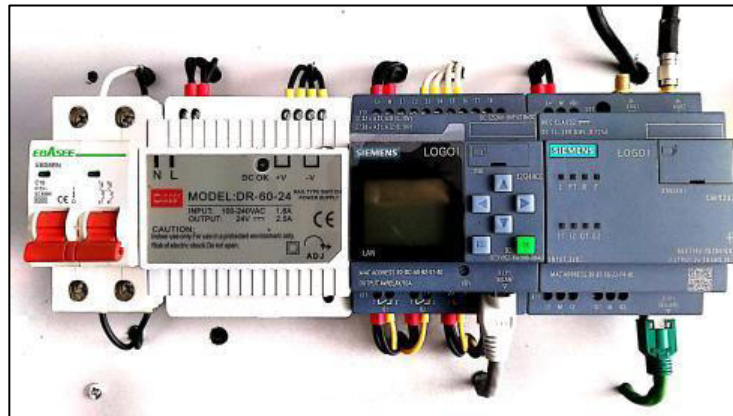
Los actuadores en el sistema domótico se encargan de transformar la energía eléctrica en un accionamiento. Por ejemplo, transformar energía eléctrica en: lumínica, movimiento, apertura o cierre, sonido, entre otras. El controlador LOGO es quien se encarga de enviar la señal para la activación de los diferentes actuadores (ver Figura 3.7).



**Figura 3.7** Actuadores

### 3.2.3.6 Otros dispositivos

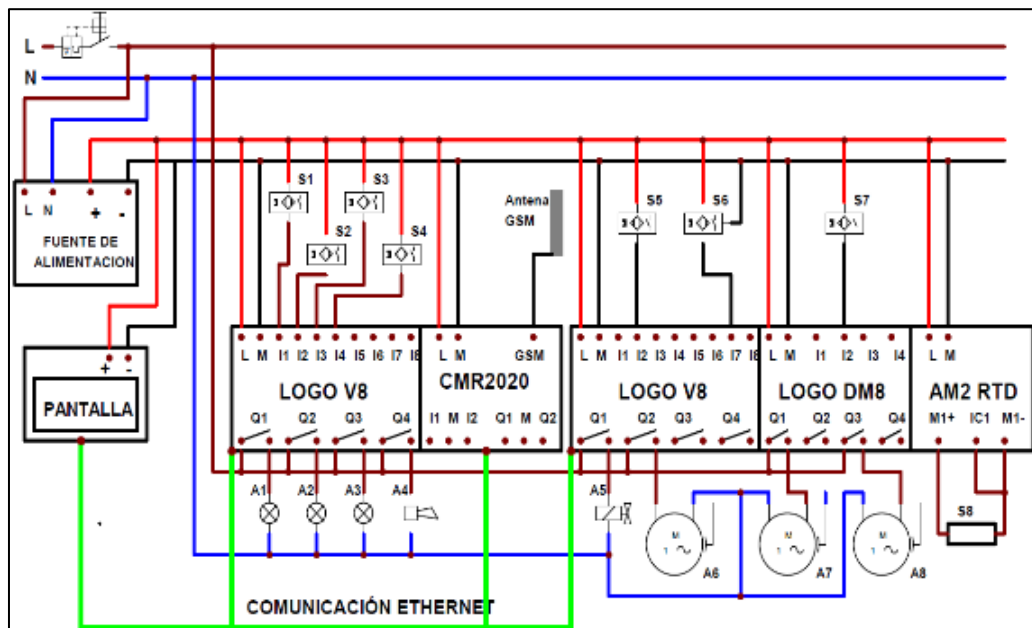
Para complementar el funcionamiento de los principales elementos del sistema domótico es necesario la utilización de dispositivos para la alimentación de los mismos, tal como su protección. Para cumplir con estos requerimientos se ha instalado una fuente de alimentación de 24VDC, además de breakers para protección ante alguna sobrecarga o cortocircuito (ver Figura 3.8).



**Figura 3.8** Alimentación y protección del sistema

### 3.2.4 Diseño eléctrico electrónico del prototipo domótico

Una vez mencionadas las principales características de cada uno de los componentes del prototipo del sistema domótico y para complementar la arquitectura del mismo, se procedió a realizar el diseño del diagrama eléctrico electrónico (Figura 3.9); el cual debe cumplir con los requerimientos demandados por el usuario.



**Figura 3.9** Esquema eléctrico electrónico del prototipo

El esquema eléctrico del sistema muestra cómo se encuentran conectados cada uno de los sensores, actuadores y demás dispositivos eléctricos y electrónicos que sirven para cumplir con las prestaciones del prototipo.

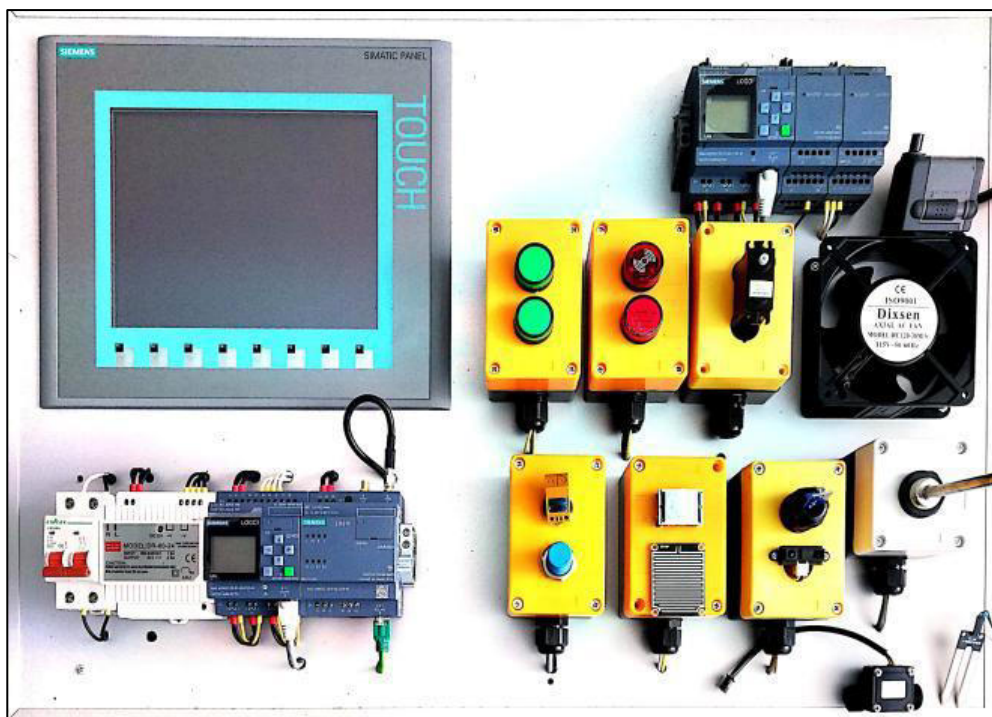
Para complementar la información mostrada en la Figura 3.9 se desarrolló la Tabla 5 donde se describe cada uno de las entradas (sensores) y salidas (actuadores) con los que cuenta el sistema.

**Tabla 5** Descripción de entradas y salidas de los controladores LOGO V8

ENTRADAS (SENSORES)		SALIDAS (ACTUADORES)	
S1	Sensor Ventana	A1	Lámpara 1
S2	Sensor Puerta	A2	Lámpara 2

S3	Sensor de Movimiento	A3	Lámpara 3
S4	Sensor de Lluvia	A4	Sirena
S5	Sensor de Humedad	A5	Electroválvula
S6	Sensor de Nivel	A6	Motor Persiana
S7	Fotocelda	A7	Ventilador
S8	Sensor de Temperatura	A8	Bomba

A continuación, en la Figura 3.10, se muestra el prototipo construido en su totalidad, con los dispositivos mencionados anteriormente para cumplir los requerimientos de monitoreo y control.



**Figura 3.10** Prototipo sistema doméstico

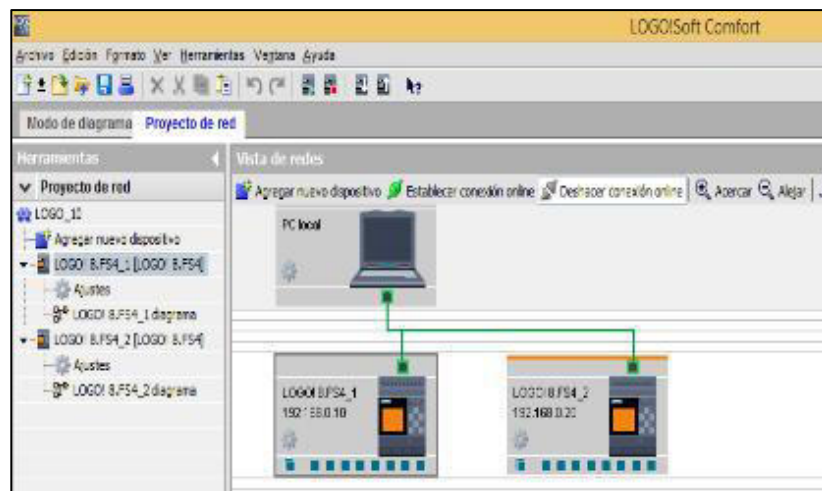
Es importante mencionar que cada uno de los elementos del sistema ha sido seleccionado con la finalidad de que brinden la confiabilidad respectiva para cumplir con los requerimientos. Es decir, son equipos que entre sus principales

características están la robustez, escalabilidad, confiabilidad, y fácil configuración, entre otros.

Una vez implementado y verificada la parte eléctrica y electrónica del sistema domótico el siguiente paso es la programación de los controladores para que puedan procesar las señales y ejecutar las acciones de control respectivas.

### 3.2.5 Programación del Controlador Lógico Programable LOGO V8

Para la programación del controlador LOGO 8 se utiliza el software LOGOSOFT COMFORT 8.2, el cual brinda funciones para la programación, configuración, diagnóstico y puesta en servicio del controlador (Figura 3.11).



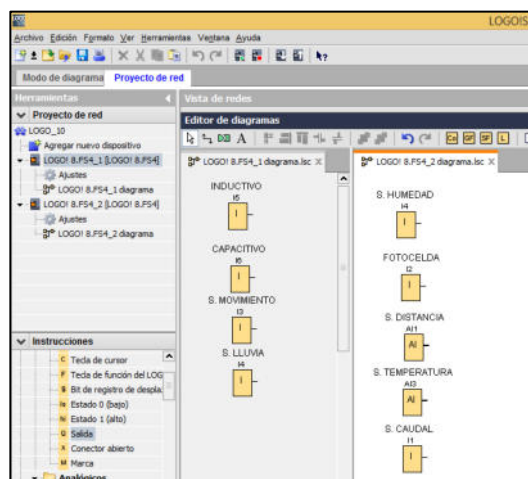
**Figura 3.11** Creación del proyecto en LOGOSOFT COMFOR

El software permite realizar una programación en el conocido lenguaje de escalera utilizado para la mayoría de controladores lógico PLCs además de



una programación a través de bloques de funciones. Para este controlador en particular, se optó por utilizar la programación por bloques de funciones ya que permite una mayor agilidad en la programación del controlador.

Como se puede evidenciar en la Figura 3.12, el software provee de bloques funcionales que facilitan la programación de las instrucciones para la ejecución de acciones de control dependiendo de las señales que llegan a los controladores. Se pueden encontrar bloques de entradas, salidas, memorias, funciones de red, temporizadores, funciones aritméticas, relés memorizados, comparadores, funciones booleanas, almacenamiento de datos, entre otras. Para definir algunos de los servicios del sistema, se introducen las entradas de los dos controladores en las que se encuentran físicamente conectados los diferentes sensores.

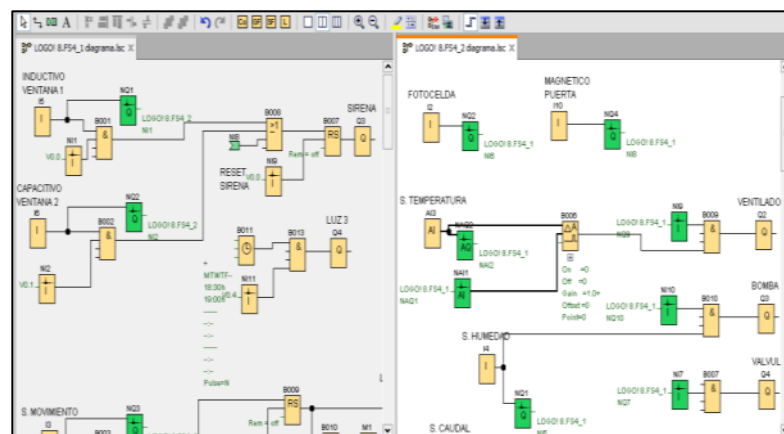


**Figura 3.12** Definición de los servicios independientes (sensores)

En primera instancia se definieron en el programa del controlador los servicios independientes del sistema domótico, que en este caso vienen a ser los sensores que van a traducir las variables físicas (movimiento, luz, temperatura, humedad, etc.) en eléctricas (voltaje, corriente, resistencia, etc.).

Una vez ingresados cada uno de los servicios que ofrece el sistema al usuario, se procede a programar las secuencias de activación de las salidas del controlador que, a su vez, encenderán los diferentes actuadores que se tienen a disposición.

En la Figura 3.13 se muestra la programación completa del controlador LOGO 8, el cual permite cumplir con las acciones de monitoreo y control que el sistema domótico ofrece al usuario.



**Figura 3.13** Definición de los servicios independientes (sensores)

### **3.2.6 Programación pantalla táctil**

Como se mencionó anteriormente, este es un dispositivo que se lo puede instalar en el sistema de modo opcional, debido a que ya se cuenta con una interfaz que nos ofrece la aplicación web. Pero si el usuario lo solicita, se lo puede implementar para tener una interfaz física local.

Para la programación de la pantalla táctil se usa el software de TIA PORTAL, el cual permite crear las diferentes pantallas que serán necesarias para ofrecer monitoreo y control de los servicios del sistema domótico.

A continuación, en las Figuras 3.13 a 3.15, se muestran las 3 pantallas de usuario que se implementaron en el software en las cuales se tomó en cuenta que su interfaz sea lo más amigable con los usuarios para que puedan ser de fácil manipulación.

En la Figura 3.14 se presenta la pantalla que permite al usuario seleccionar los diferentes servicios que, como se explicó anteriormente, cuenta con características de SOA.



**Figura 3.14** Interfaz de servicios basados en SOA (pantalla táctil)

En la pantalla de servicios también se pueden apreciar dos enlaces que direccionan a las otras dos pantallas correspondientes al estado de los sensores y actuadores.

En la Figura 3.15 se muestra la interfaz del estado de los sensores, como se puede observar, se indica la información del estado de activación de un sensor; esto en el caso de que se trate un sensor de tipo digital. Además, el sistema cuenta con dos sensores de tipo analógico, temperatura y nivel, mostrando sus parámetros numéricos, y permitiendo al usuario ingresar los valores deseados para la temperatura ambiente y el nivel de tanques reservorios.



**Figura 3.15** Interfaz estado sensores (pantalla táctil)

La última pantalla configurada es la del estado de los actuadores (ver Figura 3.16); es decir, nos muestra si se encuentran encendidos o apagados. De igual manera, en esta interfaz, como en otros sistemas de este tipo, es necesario dotar al usuario de opciones que le permitan activar a los actuadores de manera manual, ya sea para modos de prueba o en el caso de que exista alguna anomalía con la automática (sensores), o simplemente si el usuario quiere encender los actuadores cuando lo desee.

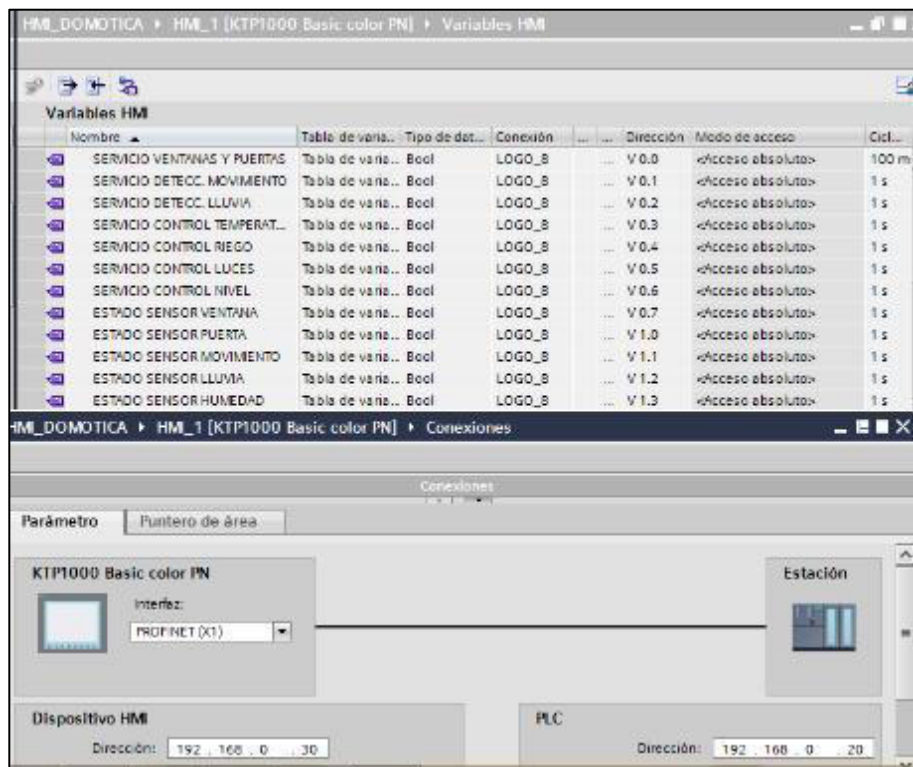


**Figura 3.16** Interfaz estado actuadores y activación manual (pantalla táctil)

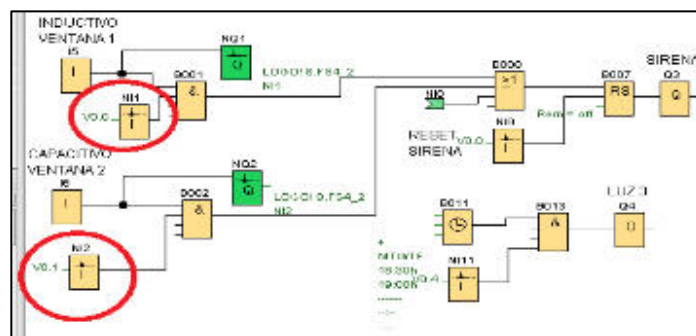
También se puede mencionar que, tanto en la ventana de sensores como de actuadores, se cuenta con un botón que permite regresar a la ventana principal que es la de los servicios.

Una vez diseñadas las ventanas que se presentan al usuario con sus respectivos indicadores y controles, se realizó la conexión de estos con las variables que son compartidas entre la pantalla táctil y el controlador LOGO mediante la conexión Ethernet establecida entre estos.

Para este fin se debe crear la conexión y las variables en ambos softwares: TIA PORTAL y LOGOSOFT COMFORT, como se puede ver en las Figuras 3.17 y 3.18.



**Figura 3.17** Creación de variables y conexión entre la pantalla y logo (TIA PORTAL)



**Figura 3.18** Creación de variables y conexión entre la pantalla y logo (LOGOSOFT COMFORT)

### 3.2.7 Configuración módulo de comunicación GSM LOGO CMR2020

Para la configuración del módulo de comunicación CMR2020, el cual permite establecer enlace con la red de telefonía móvil GSM, se utiliza el servidor web que viene integrado en la memoria del dispositivo; es decir no se necesita de un software adicional.

Antes de empezar con la configuración, primero se debe introducir la tarjeta SIM en el módulo para que pueda comunicarse con la red de telefonía móvil como se puede apreciar en la Figura 3.19.

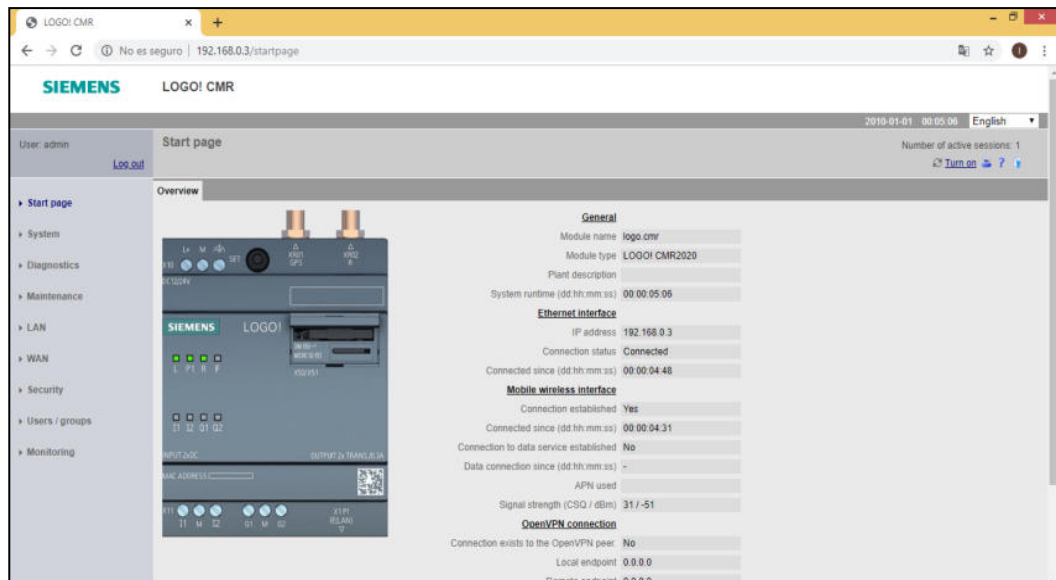


**Figura 3.19** Instalación tarjeta SIM

Para el ingresar al servidor web integrado se utiliza cualquier navegador disponible (Chrome, Mozilla, Explorer, etc.) e ingresando en el URL la dirección IP que viene cargada en el dispositivo. La comunicación se establecerá



siempre y cuando haya conexión ya sea por Wireless o mediante cable con el equipo (ver Figura 3.20).



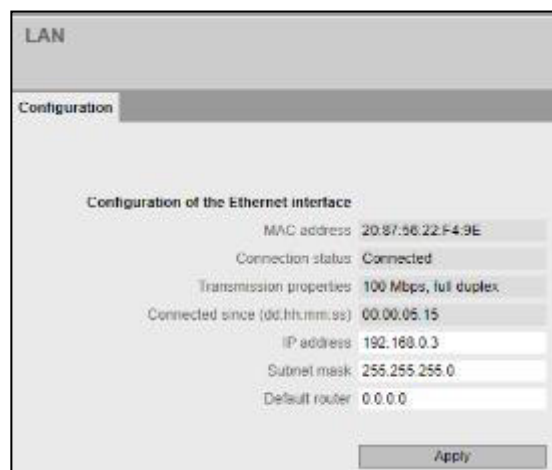
**Figura 3.20** Ingreso al servidor web integrado para la configuración del CMR2020

El servidor web integrado consta de diferentes herramientas de software que brindan al usuario las siguientes opciones:

- Información del dispositivo (hardware y firmware).
- Buffer de diagnóstico.
- Herramientas de mantenimiento (respaldo de configuración).
- Configuración para red LAN y WAN.
- Seguridades.
- Monitoreo de la potencia de recepción de la antena GSM.
- Ingreso de usuarios (únicos que podrán interactuar con el dispositivo).

- Selección del controlador LOGO V8 con el cual se va a compartir variables.
- Monitoreo de variables compartidas.
- Generación de alertas y control mediante SMS.
- Configuración de señales, eventos y acciones a ejecutar.

A continuación, en las Figuras 3.21 a 3.25, se muestran las principales ventanas de configuración del dispositivo.



**Figura 3.21** Dirección IP módulo CMR2020

WAN

Overview Mobile wireless settings **Wireless cell** SMS SMS alias E-mail DynDNS

**Status of the wireless cell**

Wireless cell identifier (CI) :20687

Signal strength (CSQ / dBm) **31 / 51 dBm**

Signal quality **[Bar]**

Location Area Code :11011

Mobile wireless standard of the wireless cell :GSM/GPRS

Network type :Home network

Network name :Movistar

PLMN :74000

**Figura 3.22** Potencia de recepción antena GSM

Users / groups

User Recipient groups

NOTE:  
Maximum number of users: 20

	Name	Description	User name	Phone number
1	JOHANNA		JOHANNA	+593987719118
2	Administrator		admin	
3	LUIS		LUIS	+593984861630

**Figura 3.23** Ingreso de usuarios

Monitoring

Overview **LOGO! BM** Constants Message texts Signals Events

Active

IP address of LOGO! BM :192.168.0.10

Update interval for process image :1 second

Apply

**Figura 3.24** Selección de controlador LOGO V8 con el cual se va a interactúa

Monitoring							
Overview	LOGO! BM	Constants	Message texts	Signals	Events	Actions	Assignments
NOTE: Maximum number of message texts: 20							
	Name	Content					
1	UNO	VENTANA ABIERTA					
2	DOS	PUERTA ABIERTA					
3	TRES	MOVIMIENTO DETECTADO					

**Figura 3.25** Mensajes de texto a ser enviados para alertar al usuario

### 3.2.1 Creación de la Aplicación web

Para la creación de la aplicación web se utiliza el software LOGO WEB EDITOR, cuyas características se detallaron en el Capítulo 2.

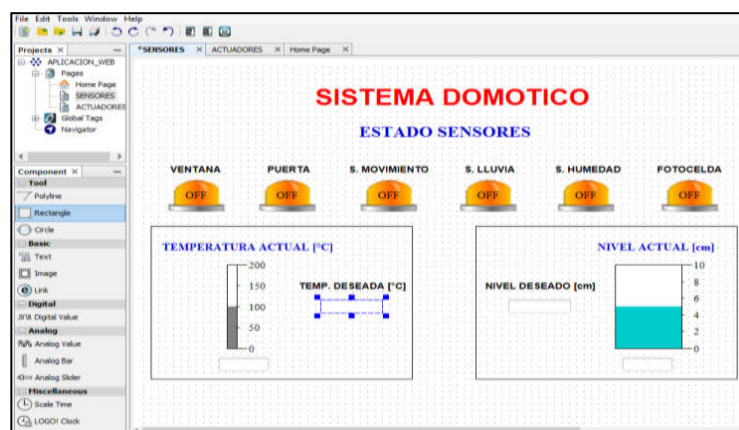
La aplicación web debe ser independiente de la plataforma, pudiendo acceder a sus servicios a través de computadores, Tablets, celulares, etc., y del lenguaje de programación en el que está implementado; en este caso, Logo Web Editor.

En la Figura 3.26, se muestra la primera pantalla de la aplicación web, la cual permite seleccionar los servicios al usuario.



**Figura 3.26** Pantalla de Servicios (Aplicación Web)

De manera similar a las interfaces de la pantalla táctil, la aplicación web tendrá información acerca de los sensores, actuadores y control manual del sistema domótico tal como se muestra en las Figuras 3.27 y 3.28.

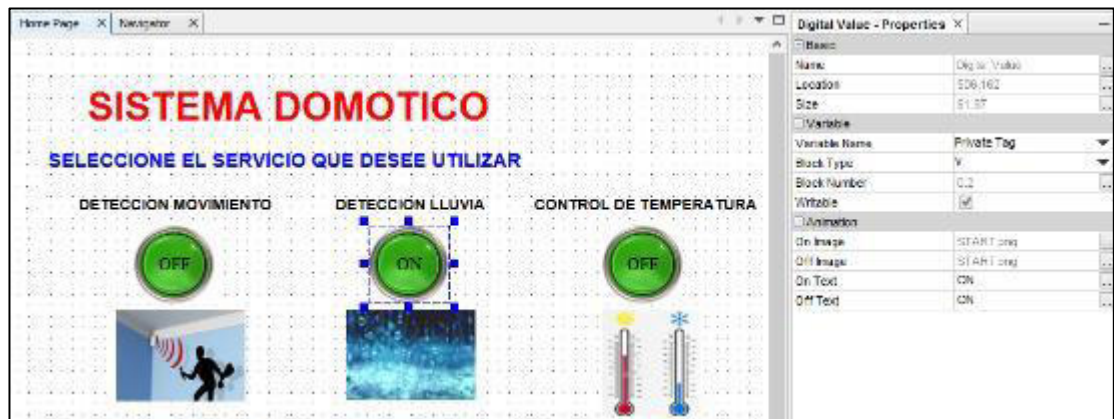


**Figura 3.27** Pantalla estado de sensores (Aplicación Web)



**Figura 3.28** Pantalla estado de actuadores y control manual (Aplicación Web)

Finalmente, y una vez implementadas las interfaces de la aplicación web que serán presentadas al usuario en LOGO WEB EDITOR, para establecer comunicación de la aplicación web con el controlador LOGO V8, es necesario enlazar cada uno de los indicadores y controles con las variables correspondientes que se han definido previamente en el software LOGOSOFT, tal como se muestra en la Figura 3.29.



**Figura 3.29** Enlace de variables LOGO WEB EDITOR y LOGOSOFT

En la Figura 3.29 se aprecia cómo se realiza el enlace de las variables del software LOGO WEB EDITOR con las variables del LOGOSOFT. El proceso consiste en seleccionar el indicador o control a direccionar y en la parte derecha aparecen sus propiedades, y en el campo “tipo” y “número” se ingresa la misma dirección que ha sido puesta en LOGOSOFT.

En el siguiente capítulo se comprobará cada una de las configuraciones y programas realizados en los diferentes softwares para cumplir con las demandas del sistema domótico.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se realiza la validación del prototipo del sistema domótico basado en la arquitectura SOA por parte del usuario que, como se indicó anteriormente, es un representante de la empresa DINELEC Automatización & Control. En primera instancia, se verifica el correcto funcionamiento de la parte eléctrica y electrónica del prototipo; es decir, que todas las señales de los sensores lleguen a los controladores para que se cumplan las acciones programadas previamente. Seguidamente, la verificación del correcto acceso a la aplicación web desde diferentes plataformas. Finalmente, se verifica que se los servicios definidos se ejecuten correctamente para satisfacer los requerimientos de los usuarios.



## 4.1 Pruebas de funcionamiento y acceso

### 4.1.1 Validación del funcionamiento eléctrico electrónico del prototipo

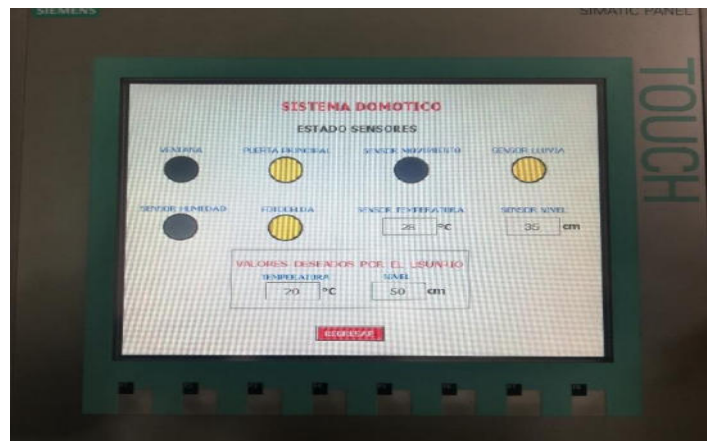
Una vez realizado el montaje y cableado de cada uno de los elementos del prototipo ayudados del diagrama eléctrico electrónico mostrado en la Figura 3.8), se procedió a conectarlo para verificar que los controladores, pantalla, sensores, actuadores, etc. se enciendan correctamente. En la Figura 4.1 se aprecia el encendido del prototipo.



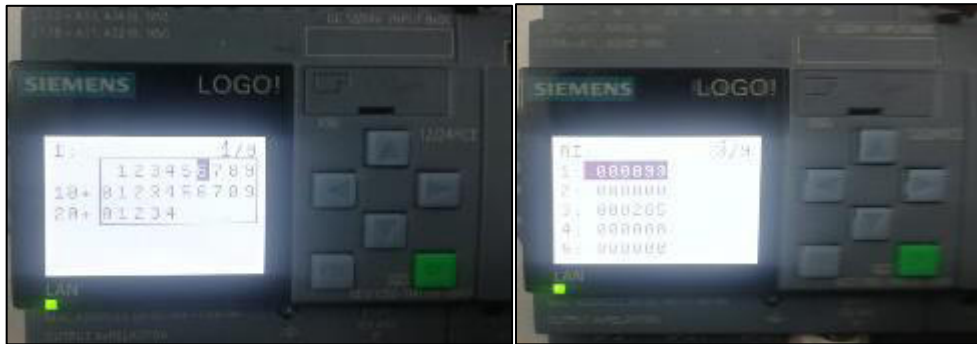
**Figura 4.1** Encendido del prototipo para su verificación eléctrica

Una vez verificado el encendido de los dispositivos del prototipo se procedió a monitorear que las señales de los sensores lleguen a los controladores para que éstos puedan procesarlas y ejecutar las rutinas de control programadas previamente, con la finalidad de ejecutar las notificaciones o alarmas del sistema hacia el usuario.

Para la verificación de estas señales se utilizó la ventana de sensores implementada en la pantalla táctil o del visualizador que viene incorporado en el cuerpo del controlador LOGO (ver Figuras 4.2 y 4.3)



**Figura 4.2** Monitoreo señales de sensores desde pantalla táctil



**Figura 4.3** Monitoreo señales de sensores desde el controlador LOGO

Como se puede evidenciar en las Figuras 4.2 y 4.3, el usuario tiene la facilidad de monitorear en tiempo real el estado de los sensores, ya sean estos de tipo digital o analógico.

Se verificó también el correcto funcionamiento de los actuadores utilizando la pantalla del estado de los actuadores de la pantalla táctil. Como se puede apreciar en la Figura 4.4, se tiene una opción de control manual para los actuadores. Esto sirve para encenderlo sin necesidad que suceda algún evento dado por uno de los sensores.



**Figura 4.4** Monitoreo señales de sensores desde el controlador LOGO

Con el correcto funcionamiento de la parte eléctrica y electrónica del prototipo, se procedió a realizar el ingreso a la aplicación web desde diferentes navegadores.

#### **4.1.2 Verificación del acceso a la aplicación web**

En esta prueba se verifica el correcto funcionamiento de la aplicación web implementada en el software logo web editor; es decir que mencionada aplicación debe estar definida de forma neutral e independiente del navegador

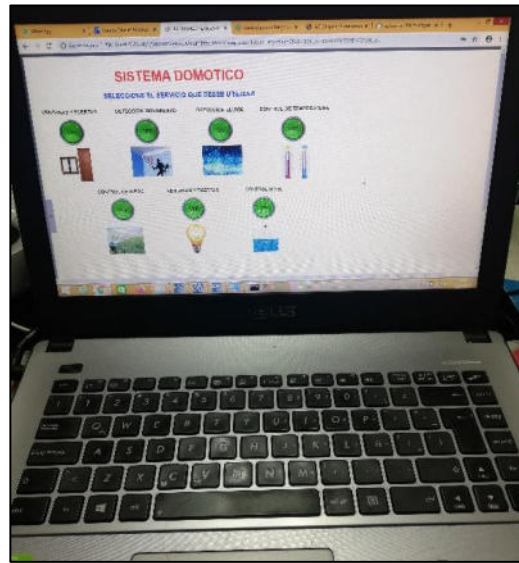
y de la plataforma hardware, del sistema operativo y del lenguaje de programación utilizado.

Para el acceso a la aplicación web (ver Figura 4.5) se escribe la dirección IP del controlador LOGO V8 en el URL del navegador web del dispositivo, se ingresa el usuario y contraseña correspondiente con la finalidad de evitar accesos indeseados.



**Figura 4.5** Acceso a la aplicación web (usuario y contraseña)

A continuación, en las Figuras 4.6 y 4.7, se muestra el acceso a la aplicación web ya sea desde un teléfono celular, computador de escritorio, portátil y tablet, entre otros. Es suficiente que el dispositivo cuente con un navegador web y se encuentre conectado a la misma red del sistema domótico.



**Figura 4.6** Acceso a la aplicación web desde un computador



**Figura 4.7** Acceso a la aplicación web desde un teléfono celular

En la Tabla 6 se muestran las diferentes plataformas en las cuales se realizaron las pruebas del acceso a la aplicación web demostrando así la independencia de la aplicación con respecto a la plataforma.

**Tabla 6** Configuraciones de hardware, SO y navegadores desde las cuales se probó el acceso a la aplicación web

PRUEBA	PLATAFORMA DE HARDWARE	SISTEMA OPERATIVO	NAVEGADOR
1	Computador de escritorio	Windows 8.1	Chrome
			Firefox
			Explorer
2	Laptop	Windows 10	Chrome
			Firefox
3	Tablet	Android	Firefox
4	Celular	Android	Chrome
			Firefox

Una vez verificado el correcto funcionamiento del sistema electrónico del prototipo domótico, así como el acceso a la aplicación web desde diferentes dispositivos el siguiente paso es poner en funcionamiento los diferentes servicios previamente programados para obtener los resultados esperados.

## **4.2 Resultados de la implementación**

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento y acceso del sistema domótico se procede a ver los respectivos resultados por parte del usuario (jefe técnico de DINELEC Automatización & Control).

A continuación, se muestran los resultados de la implementación del prototipo domótico en el cual se aplicó la arquitectura orientada a servicios, la cual le ha permitido obtener características como flexibilidad (fácil configuración), integración de servicios (diversidad de sensores y actuadores) y escalabilidad (conexión de 2 o más controladores), entre otras.

### **4.2.1 Habilitación de los servicios del sistema domótico**

Para la habilitación de los servicios programados en los controladores el usuario ingresó a la interfaz de habilitación de los mismos; esto se puede configurar ya sea desde la pantalla táctil o desde la aplicación web.

Como se puede observar en la Figura 4.8, para habilitar los servicios programados basta con activar el botón que se encuentra sobre la imagen



correspondiente a la función que el usuario desea utilizar del sistema domótico.

Los servicios que se han programado son:

- Protección de puertas y ventanas.
- Detección de movimiento.
- Detección de lluvia.
- Control de temperatura.
- Control de riego.
- Iluminación automática.
- Control de nivel.



**Figura 4.8** Habilitación de servicios del sistema domótico

Vale mencionar y gracias a la característica de escalabilidad; si el usuario desea implementar servicios adicionales, se los puede añadir sin problema; simplemente habría que programar el nuevo servicio para que quede a disposición del sistema.

#### **4.2.2 Validación de los servicios del sistema domótico**

Una vez activados los servicios, el usuario procedió a realizar las pruebas correspondientes para ver si las rutinas de programación implementadas en software cumplen con los requerimientos definidos en la Sección 3.1 del Capítulo 3.

Para el servicio de seguridad en puertas, ventanas y detección de movimiento, se activaron sus sensores correspondientes obteniendo como resultado la activación de la alarma tal como se visualiza en la Figura 4.9.



**Figura 4.9** Validación servicio monitoreo puertas, ventanas y movimiento

De manera similar actúan los servicios de detección de lluvia que, en este caso, al detectar la lluvia, el sistema procederá a cerrar las persianas para evitar el ingreso de agua a la instalación Figura 4.10.



**Figura 4.10** Validación servicio detección de lluvia

Para el servicio de control de riego interviene el sensor de humedad de suelo el cual se instala en el lugar donde se requiere regar para con esto activar la bomba (ver Figura 4.11).



**Figura 4.11** Validación servicio control de riego

Otro de los servicios que se validó es el del control automático de iluminación. Esto se puede hacer de dos modos: por fotocelda o por activación mediante un reloj semanal programado en el controlador LOGO en el cual se configura día y hora de encendido (ver Figura 4.12).



**Figura 4.12** Validación servicio iluminación automática

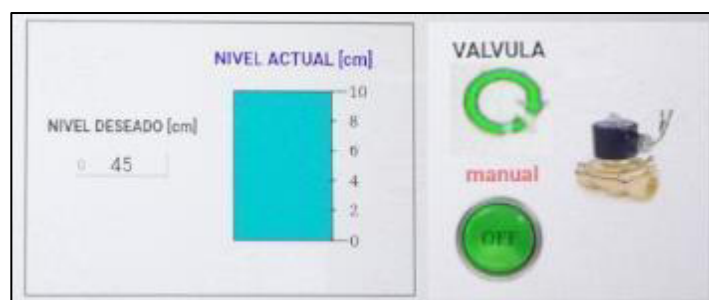
Dos de los servicios que ofrece el sistema domótico al manejar señales de sensores de tipo analógico, son los controles de temperatura y nivel. Para estos dos casos, el usuario deberá de ingresar el valor que desee y el sistema,

en el caso de desear la temperatura más alta de la temperatura ambiente, encenderá el sistema de calefacción; si es un valor por debajo de la temperatura ambiente, se encenderá el ventilador (ver Figura 4.13).



**Figura 4.13** Validación servicio control de temperatura

De manera muy similar al de temperatura funciona el control de nivel del tanque reservorio; es decir, el usuario ingresa la altura de agua que desea y se abrirá la válvula que permite el ingreso de agua hasta que llegue al valor ingresado (ver Figura 4.14).

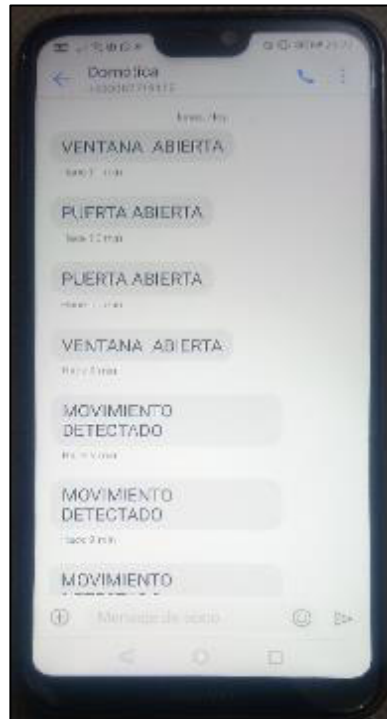


**Figura 4.14** Validación servicio control de nivel

### **4.2.3 Notificaciones vía mensaje de texto al usuario.**

Otro resultado obtenido del sistema domótico son las notificaciones al usuario ante un evento en su instalación. Esto puede generarse debido a la activación de los sensores de puertas y ventanas o al detectarse movimiento. Como se puede ver en la Figura 4.15 el módulo CMR2020 conectado al controlador LOGO V8 enviará mensajes de texto al teléfono celular del usuario para alertar ante una de estas anomalías.

Como se mencionó en el capítulo tres (Figura 3.22), en el módulo de comunicación CMR2020 se puede configurar una cantidad mayor de usuarios a los que se desee enviar estas notificaciones o alertas vía mensaje de texto.



**Figura 4.15** Alertas SMS recibidas por el usuario

Así como el sistema permite enviar notificaciones al usuario de acuerdo con sus requerimientos detallados en el Capítulo 3, también es posible que reciba mensajes de texto; es decir, por si el usuario desea consultar el estado de una de las variables del sistema o si desea encender algún actuador vía SMS.

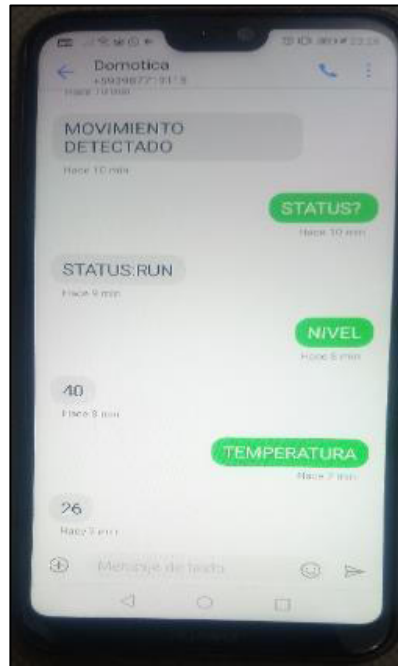
En la Tabla 7 se muestran los diferentes mensajes de texto que puede enviar el usuario desde su teléfono celular al módulo de comunicación CMR2020, así como su correspondiente mensaje de respuesta.

**Tabla 7** Mensajes de texto enviados por el usuario y su respectiva respuesta

<b>Mensaje enviado por el usuario</b>	<b>Descripción mensaje de respuesta</b>
NIVEL	Recibirá el nivel real del reservorio en centímetros
TEMPERATURA	Recibirá la temperatura de en °C
LAMPARA_ON	Se encenderán las luces interiores
LAMPARA_OFF	Se apagarán las luces interiores
SIRENA_ON	Se encenderá la sirena para alertar ante anomalías
SIRENA_OFF	Se apagará la sirena
VENTILADOR_ON	Se encenderá el sistema de ventilación
VENTILADOR_OFF	Se apagará el sistema de ventilación
STATUS?	Indica el estado del controlador LOGO V8

En la Figura 4.16 se muestran consultas realizadas por el usuario al sistema vía mensaje. Se puede apreciar cómo el usuario consulta sobre el valor de la temperatura ambiente o del nivel del tanque del reservorio. Estos servicios de SMS pueden ampliarse, es decir si se desea tener más alertas o realizar un mayor número de consultas o controles lo único que se debe realizar es un ajuste en la configuración del equipo LOGO CMR2020.



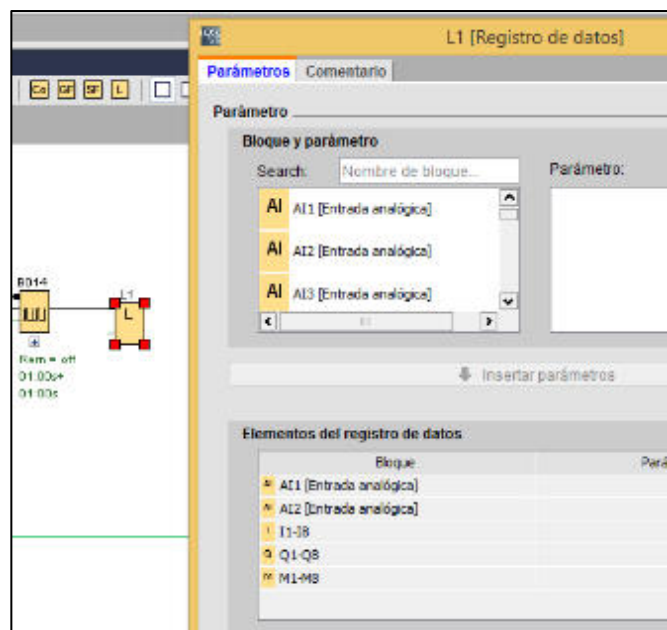


**Figura 4.16** Consultas al sistema domótico vía SMS

#### 4.2.4 Validación del almacenamiento de datos

El controlador LOGO V8 permite el almacenamiento de datos en su memoria interna o en una memoria microSD esto ayuda al sistema domótico a mantener un registro de eventos para un futuro análisis de datos según lo requerido. Por ejemplo, el tiempo de encendido de cualquier actuador del sistema, el momento exacto en el cual se activado un sensor, y monitoreo de variables analógicas (temperatura, nivel, caudal, etc.), entre otras.

Para el almacenamiento de datos el controlador LOGO V8 crea un archivo con extensión .csv para evitar ocupar un mayor espacio en su memoria. Este archivo albergará todas las variables que se hayan configurado en el bloque “Registro de datos” de LOGOSOFT como se puede apreciar (ver Figura 4.17).



**Figura 4.17** Configuración bloque “Registro de datos” en LOGOSOFT

Este archivo puede ser descargado conectándose al controlador LOGO mediante el software LOGOSOFT. Una vez almacenado en nuestro computador puede ser abierto desde Microsoft Excel (Tabla 8). Como se puede apreciar las mismas variables que se han configurado en el bloque Registro de datos se han almacenado en el archivo .csv. La captura de los

datos se los puede realizar cada cierto tiempo o al momento que un sensor detecta un evento fuera de lo normal.

**Tabla 8** Archivo generado para el registro de eventos o variables del sistema

Time	AM1	AM2	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
12/14/2017 10:00:01	253	400	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12/14/2017 10:38:27	261	440	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
12/14/2017 11:13:34	280	600	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
12/14/2017 11:51:38	214	650	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
12/14/2017 12:26:43	355	800	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
12/14/2017 13:02:44	410	820	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
12/17/2017 10:00:01	276	750	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
12/17/2017 10:34:21	252	668	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Como se ha podido ver, el usuario ha realizado las respectivas pruebas de funcionamiento del prototipo del sistema domótico para comprobar que se cumplen los requerimientos demandados en la Sección 3.1, obteniendo resultados satisfactorios.

Se evidencia como la arquitectura orientada a servicios SOA han permitido a este tipo de sistemas tanto a la parte electrónica como a la aplicación web, una mayor flexibilidad, escalabilidad, integración, accesibilidad, etc. permitiendo de esta manera ofrecer a los usuarios un sistema eficiente para la seguridad, confort y bienestar.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- 1) Se ha diseñado un sistema domótico aplicando la arquitectura orientada a servicios SOA probado por un representante de la empresa DINELEC Automatización & Control, la cual, a corto plazo, formará parte de su portafolio de servicios.
- 2) La aplicación de SOA en un sistema domótico le ha permitido a la empresa DINELEC Automatización & Control ofrecer servicios independientes e interoperables para ofrecer a los usuarios la seguridad, confort y bienestar que demanda.
- 3) Se ha implementado un sistema electrónico compuesto principalmente por controladores, sensores y actuadores los cuales presentan entre sus principales características: robustez, escalabilidad, fácil configuración, flexibilidad, entre otros.

- 4) La implementación de una aplicación web basado en la arquitectura orientada a servicios SOA permitió al usuario una manera amigable para interactuar con el sistema; es decir, para monitorear y controlar las variables de interés.
- 5) Los elementos de control con los cuales ha sido implementado el sistema son escalables, permitiendo aumentar los servicios en el caso de que el usuario lo vea necesario.
- 6) Al realizar la validación y pruebas de funcionamiento del sistema domótico por parte del usuario, se han tenido los resultados esperados en base a los requerimientos definidos.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Configurar todas las notificaciones necesarias para que el usuario pueda estar pendiente en cada momento de su instalación, pudiendo actuar ante alguna anomalía.
- 2) Se recomienda que, al momento de la implementar el sistema se tenga en cuenta que los dispositivos eléctricos y electrónicos deberán ser instalados en un lugar libre de humedad y polvo, con la finalidad de salvaguardar su vida útil.

- 3) Realizar mantenimiento preventivo de cada uno de los elementos del sistema domótico a fin de preservar su vida útil y no exista ningún problema en la instalación.
- 4) Realizar un plan de marketing para que la empresa DINELEC Automatización & Control pueda difundir esta nueva opción para la implementación de sistemas domóticos.
- 5) Implementar nuevas tecnologías en el sistema para complementar su trabajo como puede ser el caso de un mayor número de sensores y actuadores, un bus de comunicación KNX, ya que el controlador LOGO V8 puede conectarse a dicho bus por medio del controlador cmk2000.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Silva, A., comunicación personal de Historia de DINELEC Automatización & Control, 27 de mayo de 2019
- [2] Enríquez, E., Sistema de Gestión de Historias Clínicas para el Departamento de Bienestar Universitario de la Universidad Técnica del Norte (UTN), <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/587>, fecha de consulta julio 2019
- [3] Sommerville, Ian, Ingeniería de Software, Pearson Education 9na Ed, 2011
- [4] Keen, M., Acharya, A., Bishop, S., Hopkins, A., Milinski, S., Nott, C., Robinson, R., Adams, J., & Verschueren, P. Patterns: Implementing an SOA Using an Enterprise Service Bus. Estados Unidos: IBM Corporation, 2004.
- [5] Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, La Domótica como solución del futuro <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>, fecha de consulta julio 2019

- [6] Herrera, A., Diseño de una metodología para la normatividad de sistemas domóticos para viviendas y edificaciones <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7287/621382H565.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, fecha de consulta julio 2019
- [7] Andrés, M., Estructura de una aplicación web <https://www.intercoud.com/blog/estructura-de-una-aplicacion-web/#respond>, fecha de consulta julio 2019
- [8] Real Academia Española Diccionario, <http://www.rae.es/>, fecha de consulta julio 2019
- [9] Casadomo, El portal de la domótica y el hogar digital. Casadomo soluciones S.L., <http://www.casadomo.com>, fecha de consulta julio 2019
- [10] Moreno, M., Controlador Lógico Programable PLC, Automación Micromecánica, 2014
- [11] Simens, LOGO! Manual del producto, Nürnberg, Siemens AG, 2014
- [12] Simens, LOGO! Web Editor Manual del producto, Nürnberg, Siemens AG, 2017
- [13] Jammes, F., Mensch, A., H.: Rendimiento de Servicios Web en tiempo real usando EXI. Procedente de: IEEE IECON (2011)