



CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN INTERNET DE LAS COSAS

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

Sistema de monitoreo y control de ambientes a distancia

Autor:

César Javier Fanelli

Director:

Ing. Fernando Lichtschein (FIUBA)

Codirector:

Ing. María Celeste Corominas (FIUBA)

Jurados:

Esp. Ing. Pedro Rosito (FIUBA)

Ing. Marcelo Edgardo Romeo (UNSAM)

Nombre del jurado 3 (pertenencia)

*Este trabajo fue realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires,
entre febrero de 2023 y diciembre de 2023.*

Resumen

En la presente memoria se describe el diseño de un prototipo de sistema integral de domótica de índole académica. El trabajo realizado abarca el diseño de una página web, el código de un servidor, código y hardware de los nodos, que permite controlar la intensidad de iluminación y la temperatura de la calefacción de las habitaciones de una casa. El servidor se encuentra instalado de forma local y conectado a la red, montado sobre una Raspberry Pi, el cual aloja el frontend de la página web desde donde se pueden visualizar y cambiar los parámetros, el backend que recibe la información del frontend y la base de datos donde se alojan las mediciones, dispositivos y usuarios para iniciar sesión en el sistema. El otro componente del sistema es un nodo que recibe los parámetros enviados desde el servidor y cambia el estado de las salidas, y envía los parámetros sensados a la base de datos. En este caso se implementa un solo nodo, pero la idea es que sea escalable y se implementen los que sean necesarios. El nodo tiene también un selector de estado para cambiar las salidas y un display donde mostrará los parámetros sensados y seteados. Esto es para que funcione en modo independiente sin necesidad de comunicarse con el servidor o en caso de ser necesario cambiar los estados desde la habitación.

Agradecimientos

Agradezco a docentes, alumnos y no docentes que conforman el posgrado y a los directores que me acompañaron en el desarrollo de este trabajo. En especial agradezco a mi esposa e hija, quienes fueron mi apoyo en todo momento y sin quienes no habría podido lograr la hazaña de emprender este viaje arduo y satisfactorio.

Índice general

Resumen	I
1. Introducción general	1
1.1. Introducción a la domótica	1
1.1.1. Aplicaciones	1
1.2. Motivación	2
1.3. Estado del arte	2
1.4. Objetivos y alcance	3
2. Introducción específica	5
2.1. Protocolos de comunicación	5
2.1.1. Modelo OSI	5
2.1.2. Enlace Wi-Fi y ethernet	6
2.1.3. Protocolo HTTP	6
2.1.4. Protocolo MQTT	6
3. Diseño e implementación	7
4. Ensayos y resultados	9
5. Conclusiones	11
Bibliografía	13

Índice de figuras

1.1. Ejemplo de sistema de domótica	2
1.2. Matter y Home Assistant	3
1.3. Esquema básico	4
2.1. Modelo OSI	5

Índice de tablas

1.1. Mercado nacional	3
---------------------------------	---

Dedicado a mi hija Sofía.

Capítulo 1

Introducción general

1.1. Introducción a la domótica

La domótica es la aplicación de la tecnología a la automatización del hogar que utiliza para controlar y gestionar diferentes sistemas y dispositivos, con el fin de aportar seguridad, bienestar y confort. Estos sistemas pueden incluir iluminación, calefacción, aire acondicionado, sistemas de seguridad y cámaras de vigilancia, sistemas de entretenimiento y otros dispositivos domésticos. [1]

Este sector, como muchos otros que utilizan tecnología ha estado creciendo, al punto que algunas de las viviendas modernas son concebidas como hogares inteligentes desde su edificación, llegando a tener edificios completos con este tipo de soluciones instaladas.

1.1.1. Aplicaciones

Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cinco aspectos o ámbitos principales [2]:

- Programación y ahorro energético: el ahorro energético no es algo tangible, sino legible con un concepto al que se puede llegar de muchas maneras. En muchos casos no es necesario sustituir los aparatos o sistemas del hogar por otros que consuman menos energía sino una gestión eficiente de los mismos.
- Confort: conlleva todas las actuaciones que se puedan llevar a cabo que mejoren la comodidad en una vivienda. Dichas actuaciones pueden ser de carácter tanto pasivo, como activo o mixtas.
- Seguridad: consiste en una red encargada de proteger tanto los bienes patrimoniales, como la seguridad personal y la vida.
- Comunicaciones: son los sistemas o infraestructuras de comunicaciones que posee el hogar.
- Accesibilidad: bajo este mecanismo se incluyen las aplicaciones o instalaciones de control remoto del entorno que favorecen la autonomía personal de personas con limitaciones funcionales, o discapacidad.

El presente trabajo puede encuadrarse dentro de la programación y ahorro energético, confort y accesibilidad. En la figura 1.1 puede verse una imagen con los distintos tipos de dispositivos que pueden estar conectados a un sistema de domótica.



FIGURA 1.1. Ejemplo de sistema de domótica. ¹

1.2. Motivación

El uso de la tecnología para facilitar y mejorar la vida de las personas se está implementando en todo el mundo en diversos ámbitos, creando soluciones complejas e innovadoras. Los electrodomésticos e instalaciones se fabrican con posibilidades de conexión y capacidades cada vez más amplias, abarcando funcionalidades complejas que aportan al bienestar y confort de las personas.

Este proyecto nace como mejora y actualización de la tesis de grado de ingeniería en la cual se creó un sistema similar que carecía de conectividad a internet y utilizando tecnología que al día de hoy es obsoleta. Es por este motivo que se ha decidido hacer un proyecto académico con esta temática, pudiendo crear un sistema integral con una página web, base de datos que almacene mediciones y utilizando hardware actualizado.

1.3. Estado del arte

En el mercado actual existe una gran cantidad de sistemas de domótica, algunos privados o bajo licencias propietarias y otros con licencias de código abierto, nacionales e internacionales. Aquellas soluciones de código abierto tienen los repositorios públicos en *Github* al alcance de todos para ser descargados, implementados y hasta modificados.

Del mercado internacional, podemos nombrar 2 importantes variantes:

- Matter: es un estándar de conectividad de código abierto creado por la *Connectivity standards alliance*. Es de los más importantes a nivel global y participan empresas como Amazon, Apple, Google, Huawei entre muchas otras. Ha crecido y tomado mucha fuerza durante este corto tiempo de vida que tiene el proyecto. [3]
- Home assistant: software de automatización de hogares de código abierto que prioriza el control local y la privacidad. Desarrollado por una comunidad mundial de entusiastas de autodidactas y profesionales con un sentido propio. [4]

¹Imagen tomada de: <https://intelligy.com/blog/2018/03/12/conoces-la-domotica/>

FIGURA 1.2. Matter y Home Assistant.²

A nivel nacional existen empresas que se dedican al desarrollo de sistemas de domótica de forma provada:

- Domotic. [5]
- Commax. [6]
- Reactor. [7]

Todos estos sistemas utilizan distintos tipos de conexión (Zigbee o Wi-Fi), mensajes entre dispositivos (HTTP, MQTT y otros) y tipos de alojamiento de las plataformas (servidor local o en la nube).

Pocos de estos sistemas tienen la posibilidad de funcionar con mandos desde el lugar o sin conexión con el servidor, es decir que sean independientes y controlables de forma local. Este proyecto tiene tal posibilidad ya que la página web, es una forma más de cambiar los parámetros de los nodos y está diseñado para decidir si cada terminal posee comandos o no.

En la tabla 1.1 pueden verse las principales características de las empresas nacionales con soluciones similares.

TABLA 1.1. Comparativa entre las distintas opciones

Empresa	Productos	Compatibilidad
Domotic	Catálogo amplio	No especifica
Commax	Catálogo amplio	<i>Smart things</i> y <i>Apple Home Kit</i>
Reactor	2 alternativas	<i>Google Assistant</i> e <i>IFTTT</i>

1.4. Objetivos y alcance

El objetivo de este trabajo es aplicar todos los conocimientos adquiridos en el transcurso del posgrado, en un tema de interés particular como es la domótica. En especial, el principal propósito es hacer un prototipo que de inicio a un sistema más grande y con mayores características, con el foco de que en un futuro cercano se pueda llegar a analizar la opción de integrarlo con sistemas como *Matter* o *Home Assistant*.

En este desarrollo se incluyó:

²Imágenes tomadas de: <https://csa-iot.org/> y <https://www.home-assistant.io/>

- El esquema de conexiones de la placa de ESP32 con los módulos de display, encoder y salida de relé.
- El diseño en una placa de desarrollo del circuito del driver de la iluminación LED.
- La programación de un firmware de la placa ESP32 para la comunicación y manejo de conexiones.
- La creación del software forntend, backend y la base de datos que almacena toda la información dentro del servidor.
- Las conexiones, instalación y configuración del servidor montado en una Raspberry Pi.

En la imagen 1.3 se puede ver un esquema básico del sistema desarrollado.

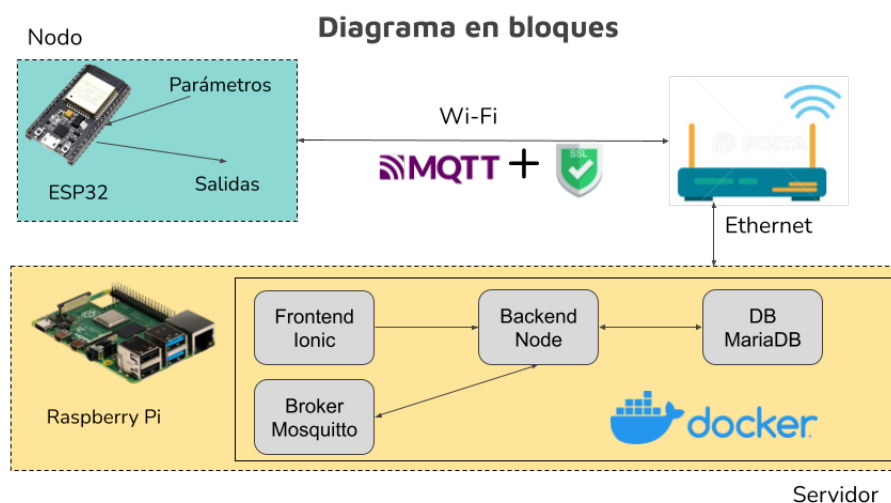


FIGURA 1.3. Esquema básico del sistema desarrollado.

Capítulo 2

Introducción específica

En el presente capítulo se introducen las tecnologías y herramientas de hardware y software en todos los niveles utilizados en el desarrollo del trabajo.

2.1. Protocolos de comunicación

2.1.1. Modelo OSI

El modelo de interconexión de sistemas abiertos, conocido como modelo OSI, (en inglés, *Open Systems Interconnection*) es un modelo de referencia para los protocolos de la red. Define un estándar que tiene por objetivo interconectar sistemas de procedencia distinta para que estos puedan intercambiar información sin ningún tipo de impedimentos. Está conformado por 7 capas o niveles de abstracción. Cada uno de estos niveles tiene sus propias funciones para que en conjunto sean capaces de poder alcanzar su objetivo final. Precisamente esta separación en niveles hace posible la intercomunicación de protocolos distintos al concentrar funciones específicas en cada nivel de operación. [8]

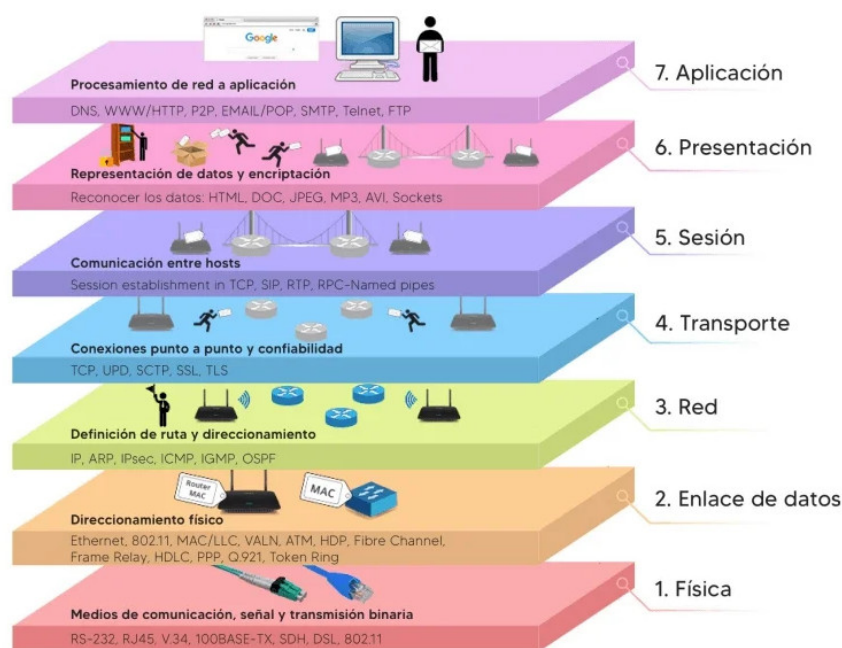


FIGURA 2.1. Modelo OSI. ¹

¹Imagen tomada de: <https://platzi.com/clases/2225-redes/35587-modelo-osi/>

2.1.2. Enlace Wi-Fi y ethernet

2.1.3. Protocolo HTTP

2.1.4. Protocolo MQTT

Capítulo 3

Diseño e implementación

Capítulo 4

Ensayos y resultados

Capítulo 5

Conclusiones

Bibliografía

- [1] *Domótica ¿Qué es la domótica? ¿Cómo funciona?* 2023. URL: <https://e-ficiencia.com/domotica-que-es-y-como-funciona/>.
- [2] *Domótica - Wikipedia*. 2023. URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/Domotica>.
- [3] *Matter*. 2023. URL: <https://csa-iot.org/all-solutions/matter/>.
- [4] *Home assistant*. 2023. URL: <https://www.home-assistant.io/>.
- [5] *Domotic*. 2018. URL: <https://www.sistemasdomotic.com.ar/>.
- [6] *Commax*. 2023. URL: <http://domotica.com.ar/>.
- [7] *Reactor*. 2023. URL: <https://www.reactor.com.ar/>.
- [8] *Modelo OSI, Wikipedia*. 2023. URL: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI.