



## MAESTRÍA EN SISTEMAS EMBEBIDOS

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

### **Sistema de monitoreo remoto de centrales de alarma de incendio de la marca Simplex**

**Autor:**

**Esp. Ing. Daniel Marquez**

Director:

Dra. Alejandra Aguirre (IBCN UBA-CONICET)

Jurados:

Mg. Ing. Edgardo Torrelli (FIUBA)

Mg. Ing. Sergio Burgos (UTN-FRP)

Mg. Ing. Mariano Mondani (FIUBA)

*Este trabajo fue realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
entre junio de 2021 y diciembre de 2022.*



## *Resumen*

Esta memoria describe el desarrollo de un sistema embebido distribuido para el monitoreo de sistemas de detección de incendio. El trabajo corresponde a la continuación de desarrollos tecnológicos por parte de la empresa Isolse srl. La finalidad de la organización es ofrecer a sus clientes un sistema de monitoreo de centrales de alarma de incendio, con la capacidad de notificar a los usuarios de forma remota ante la presencia de un evento de alarma o falla en sus instalaciones.

El equipo se diseña mediante los conocimientos de certificación de sistemas electrónicos, estudio de sistemas críticos y sistemas embebidos distribuidos. De esta manera se provee una plataforma funcional con el potencial de convertirse en un producto comercial certificable.



## *Agradecimientos*

Esta sección es para agradecimientos personales y es totalmente **OPCIONAL**.



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>I</b>
<b>1. Introducción general</b>	<b>1</b>
1.1. Sistemas de alarma de incendio. . . . .	1
1.1.1. Sistemas de detección de alarma de incendio convencionales	1
1.1.2. Sistemas de detección de alarma de incendio propuesto . . .	2
1.2. Estado del arte . . . . .	5
1.3. Motivación . . . . .	6
<b>2. Introducción específica</b>	<b>7</b>
2.1. Centrales de alarma de incendio Simplex . . . . .	7
2.2. Sistema de monitoreo propuesto . . . . .	8
2.3. Plataformas de desarrollo utilizadas . . . . .	9
2.3.1. Plataforma de desarrollo web: Firebase . . . . .	9
2.3.2. Hardware de desarrollo . . . . .	10
2.3.3. Herramienta de desarrollo de interfaz gráfica: Node-RED .	10
2.3.4. Servicio de mensajería instantánea: Telegram . . . . .	10
<b>3. Diseño e implementación</b>	<b>13</b>
3.1. Análisis del software . . . . .	13
<b>4. Ensayos y resultados</b>	<b>15</b>
4.1. Pruebas funcionales del hardware . . . . .	15
<b>5. Conclusiones</b>	<b>17</b>
5.1. Resultados obtenidos . . . . .	17
5.2. Trabajo futuro . . . . .	18
<b>Bibliografía</b>	<b>21</b>





# Índice de figuras

1.1. Esquema de un SDAI básico. . . . .	2
1.2. Flujo en caso de un evento de alarma. . . . .	3
1.3. Flujo recomendado para el usuario en caso de eventos. . . . .	3
1.4. Flujo en caso de un evento de alarma, para el sistema propuesto. . . . .	4
2.1. Diagrama de notificaciones mediante puerto de servicio. . . . .	8
2.2. Esquema resumido del sistema de monitoreo. . . . .	9
2.3. Esquema de servicios de Firebase. . . . .	10



# Índice de tablas

1.1. caption corto . . . . .	5
1.2. caption corto . . . . .	6



*Dedicado a... [OPCIONAL]*



# Capítulo 1

## Introducción general

En el presente capítulo se describe el funcionamiento de un sistema de detección de incendio convencional, la lógica que suelen tener los protocolos de notificación de eventos, y las tecnologías actuales de monitoreo remoto que existen. Finalmente se detallan los motivos del proyecto enfocado a las necesidades del mercado argentino.

### 1.1. Sistemas de alarma de incendio.

La detección de incendios es una herramienta preventiva clave para la seguridad humana [1], a su vez corresponde a un elemento de vital importancia para la evacuación exitosa ante situaciones de emergencia. En diferentes ciudades del mundo son considerados requisitos indispensables para poder categorizar a un establecimiento como habitable.

A partir del código de edificación dispuesto desde el año 2019 en la Ciudad de Buenos Aires [2], se establece que los sistemas de detección de alarma de incendio (SDAI) son requisitos obligatorios para diferentes tipos de recintos. A su vez, se debe considerar que contar con un SDAI no significa que el recinto se encuentre debidamente protegido, esto se evidencia en la Ley 5920 [3]. En la que se exige a los establecimientos presentar un sistema de autoprotección [4], en el cual se incluye entre sus elementos obligatorios un plan de evacuación y la designación de personas con un rol específico, en el caso de requerir ejecutar procedimientos de emergencia. En otras palabras, a pesar de que efectivamente un SDAI es un elemento invaluable para una edificación, desde un punto de vista legal por sí mismo no es suficiente como única medida de protección.

Los protocolos de evacuación usualmente se apoyan en sistemas automatizados y especifican la serie de acciones, modos, pautas y tiempos estimados de evacuación. Los beneficios más significativos de contar con un SDAI se pueden reducir en tres principales: evitar la inhalación de humo, detección temprana y monitoreo ininterrumpido. El beneficio primordial es la detección temprana, ya que minimiza el tiempo de reacción de los ocupantes y en conjunto con un sistema de notificación eficiente, pueden dar inicio a la toma de acciones por parte del personal especializado, lo que disminuye el tiempo total de evacuación. [5][6].

#### 1.1.1. Sistemas de detección de alarma de incendio convencionales

En la figura 1.1 podemos observar la distribución de un SDAI básico, es evidente que los sistemas de detección de incendio cuentan con dos componentes clave, con un objetivo específico:

- Circuito de detección: circuito eléctrico que comprende aquellos dispositivos cuya finalidad es detectar (mediante el monitoreo de fenómenos físicos) los focos de incendio. Por ejemplo: detectores de humo, iónicos, llama, avisadores manuales, etc.
- Circuito de notificación: a diferencia del circuito de detección, estos dispositivos reaccionan una vez detectado el foco de incendio. La función de estos dispositivos es dar aviso a los ocupantes del recinto en caso de una alarma de incendio. Por ejemplo: sirenas, luces estroboscópicas, sistemas de audio, accionamiento de contactos eléctricos, etc.

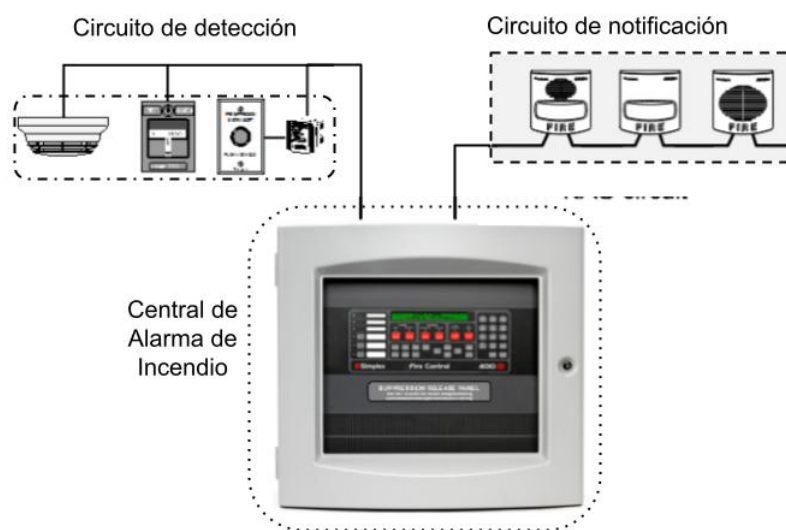


FIGURA 1.1. Esquema de un SDAI básico.

Por lo general una central de alarma de incendio (CAI) realiza las tareas de monitorear, registrar, notificar y finalmente reaccionar a eventos de falla y/o alarma en la instalación. Todos los eventos cuentan con notificación visual y sonora en la CAI, sin embargo el accionamiento del circuito de notificación depende del protocolo de evacuación implementado. La figura 1.2 aclara el flujo de procesamiento usual de un evento de alarma, primero la etapa de detección, luego reporte en la CAI con los datos del dispositivo y finalmente una etapa de notificación a los usuario según el protocolo de evacuación.

### 1.1.2. Sistemas de detección de alarma de incendio propuesto

La estructura descrita en la figura 1.1 comprende un SDAI básico, cuenta con lo mínimo requerido para establecer un esquema de protección. Generalmente para instalaciones pequeñas estos servicios suelen ser suficientes, pero existen factores que incrementan las exigencias de protección como por ejemplo: grandes superficies a proteger, múltiples zonas de riesgo en una misma instalación, zonas con diferentes niveles de propagación de incendio, etc. Estos factores hacen necesario que los fabricantes diseñen equipos con la posibilidad de expandir su rango de trabajo e incluso incluir nuevas funcionalidades.

Uno de los factores clave en el diseño de una CAI es la usabilidad, el sistema debe indicar de forma simple y eficiente la aparición de un evento. Esta interfaz debe ser clara con respecto a la información proveniente de un dispositivo de



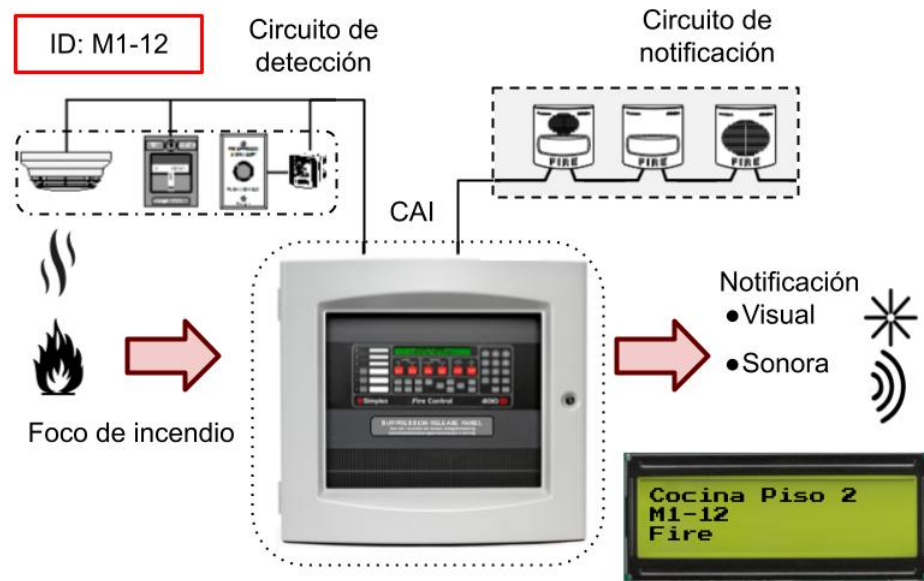


FIGURA 1.2. Flujo en caso de un evento de alarma.

detección, pero también debe permitir al usuario ejecutar comandos de manera rápida según el procedimiento de evacuación. No obstante, los SDAI se rigen por un marco normativo [7], que a pesar de tener diferentes beneficios (como la estandarización de los procesos), a la vez requiere que el usuario conozca la terminología y procedimientos utilizados por la NFPA (National Fire Protection Association) [8].

Las normas y leyes vigentes exigen capacitaciones regulares con respecto al uso de los SDAI, sin embargo existen algunos factores como: el idioma, error humano, horarios de trabajo, rotación de personal, entre otras. Que hacen muy improbable que una persona correctamente capacitada se encuentre presente en el la instalación al momento de que ocurra un evento. En la figura 1.3 se puede observar el flujo de acciones que debería realizar una persona correctamente capacitada.

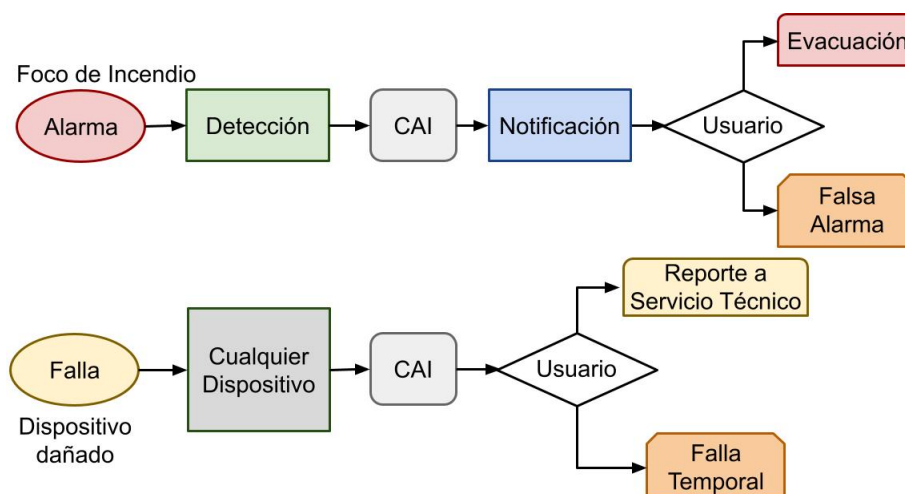


FIGURA 1.3. Flujo recomendado para el usuario en caso de eventos.

Como se puede apreciar en la figura 1.3, el individuo es un elemento indispensable dentro del protocolo de evacuación. El SDAI puede de forma automática detectar y avisar ante focos de incendio, sin embargo las decisiones que se toman en esos primeros minutos afectan directamente el tiempo de reacción, cualquier error, confusión o inclusive inacción por parte del operario puede obstaculizar el éxito de la evacuación [6].

La figura 1.4 representa al sistema propuesto, la diferencia radica en que se incluye un módulo de comunicación adicional, que establece conectividad con un servicio alojado en la nube. De esta forma es posible reportar de manera remota cualquier evento presente en el SDAI, no solo a las personas dentro de la instalación que puedan atender a las notificaciones de la central, sino también aquellas personas que interpretan un rol clave al momento de emergencias que puedan no estar al tanto de la situación. Por otro lado, en caso de producirse fallas en cualquiera de los circuitos antes mencionados, la notificación remota puede incluir al personal de mantenimiento.

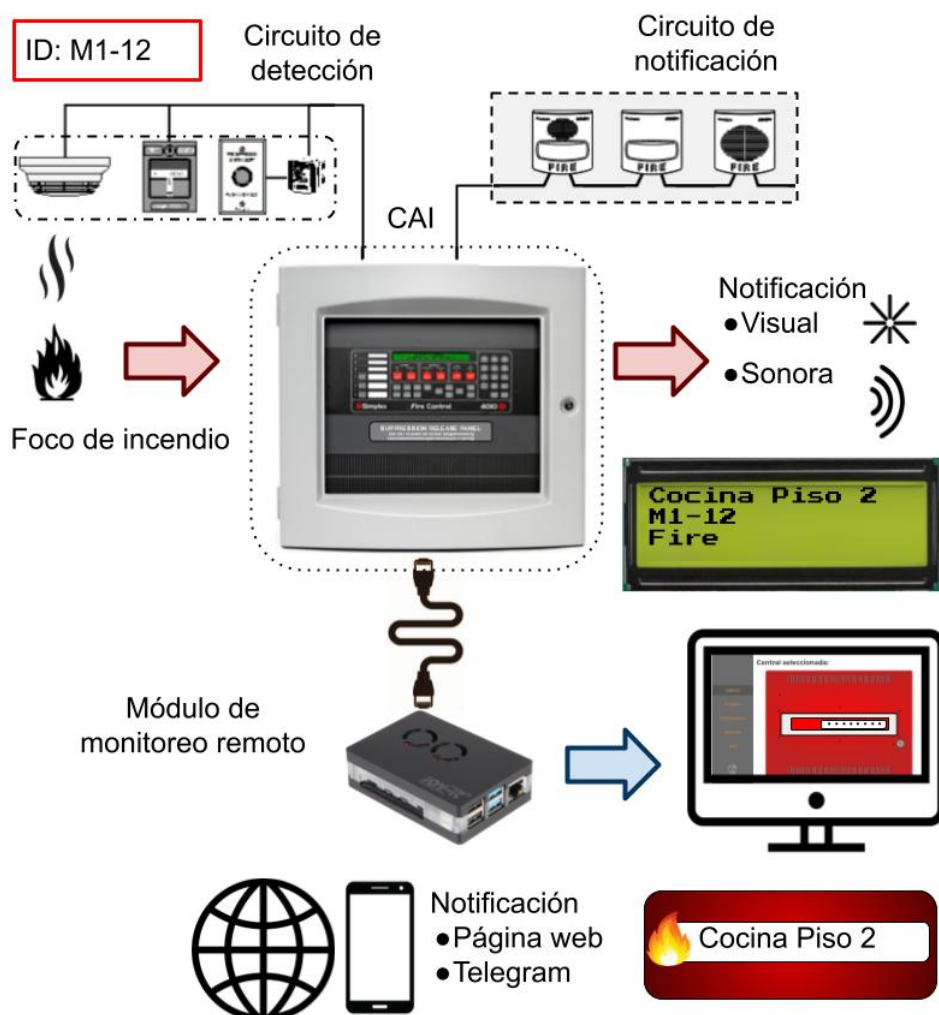


FIGURA 1.4. Flujo en caso de un evento de alarma, para el sistema propuesto.

## 1.2. Estado del arte

En la tabla 1.1 se comparan algunas de las alternativas comerciales. Todas las opciones se enfocan en incrementar el alcance de las notificaciones, sin embargo difieren según la marca del fabricante.

Por lo general cada fabricante cuenta con un protocolo de comunicación que permite a la CAI interactuar con el mundo exterior. Este protocolo suele ser RS232 o en algunos casos Telnet, sin embargo el formato de la información varía entre fabricantes. Es por esto que los sistemas de monitoreo remoto multi-plataforma suelen sacrificar la cantidad de información disponible de los eventos, de lo contrario se verían en la obligación de generar un esquema de decodificación por cada fabricante o incluso en algunos casos por cada modelo (como en el ítem 4 de la tabla 1.1). Desde otro punto de vista, si se incluye menor detalle por cada evento, es posible desarrollar un esquema multiplataforma que recolecte la información y la plasme sin necesidad de segmentarla (similar al ítem 1 de la tabla 1.1).

En un trabajo de investigación previo se desarrolló un sistema de monitoreo de CAI generales, este sistema permite conocer a un nivel básico el estado del SDAI (estado de alarma, falla o normal). El trabajo actual se enfoca en ampliar la cantidad de información que se presenta actualmente en la plataforma de monitoreo, un nivel completo de notificación incluye específicamente los siguientes detalles por dispositivo en caso de presentarse una anomalía o alarma: código, etiqueta, tipo y estado.

TABLA 1.1. Comparación entre equipos comerciales actuales.

Nombre	Compatibilidad	Nivel de detalle	Ref
SNAI (CESE)	Múltiple	Básico	[9]
Safelinc	Simplex	Completo	[10]
HT-7001	Múltiple	Básico	[11]
ONYXWORKS	Notifier	Completo	[12]
Control Room Monitor	Múltiple	Completo	[13]
Security Server	Bosch	Completo	[14]
Fire Alarm Monitoring	Múltiple	Básico	[15]
Discador telefónico DT-14	Múltiple	Básico	[16]

El sistema comercial que mejor cumple con los objetivos de este trabajo es el sistema de la marca Nimbus [13]. Está orientado al monitoreo multiplataforma, es capaz de indicar con gran nivel de detalle los eventos y cuenta con notificación remota. Las notificaciones remotas se realizan mediante la App de la empresa Nimbus, la cual además cuenta con notificaciones configurables según lo requiera el usuario.

La tabla 1.2 compara el proyecto Nimbus con el trabajo actual, ambos sistemas cumplen con un nivel de detalle completo, sin embargo el equipo Nimbus cuenta con un desarrollo más completo al ser multiplataforma e incluir el servicio de identificación de eventos en planos. Sin embargo, la interfaz desarrollada cuenta con bidireccionalidad y la posibilidad de incluir comandos automáticos para un protocolo de pruebas y diagnóstico de la instalación. Además al subir la información a la nube, el sistema tiene el potencial de expandir sus funcionalidades,

por lo que herramientas como: diagnóstico preventivo, servicios de notificación en planos, análisis de fallas y recomendaciones de stock preventivo son posibles. Estas funcionalidades requieren el desarrollo de la interfaz gráfica únicamente ya que no requieren de ningún hardware adicional.

TABLA 1.2. Comparación entre sistema Nimbus y el trabajo actual.

Nombre	Compatibilidad	Planos	Bidireccional
Trabajo actual	Simplex	Posible	No
Control Room Monitor	Múltiple	Sí	No

### 1.3. Motivación

La firma Isolse srl se dedica a la venta e instalación de sistemas de seguridad electrónica, principalmente en el área de detección y supresión de incendios; cuenta además con una amplia gama de clientes repartidos en a lo largo el territorio nacional, esto hace necesario mantener una movilización constante de su personal técnico.

Este proyecto forma parte del compromiso de desarrollo tecnológico e innovación de la empresa. El propósito de esta investigación es atender una necesidad del mercado argentino: “conocer el estado de los establecimientos protegidos, sin necesidad de trasladarse al sitio”. Es por ello que se desea ampliar los servicios que brinda la empresa, al brindar a sus clientes notificaciones ante cambios en el estado del sistema de detección de incendios de las infraestructuras contratadas. Adicionalmente, conocer el detalle de la instalación previo a una visita de mantenimiento, permite mayor eficiencia en el servicio al cliente, registros históricos de los eventos, análisis de fallas e incluso propuestas comerciales orientadas en base a los eventos presentes al momento de contactar con el cliente.

Isolse srl recientemente logró ser reconocido como representante oficial de la marca Simplex en Argentina, por lo que los nuevos proyectos e instalaciones se orientan a las prestaciones de la marca. Cada fabricante cuenta con procedimientos de configuración e instalación diferentes, por lo que incluir un nuevo fabricante en el portafolio de trabajo requiere de un programa de capacitaciones. Se debe establecer un procedimiento que permita familiarizar al personal técnico con el conjunto de instrucciones necesarias para la ejecución de tareas de resolución de fallas, simulacros e instalación de nuevos dispositivos.

## Capítulo 2

# Introducción específica

En este capítulo se detallan las tecnologías utilizadas para el desarrollo del firmware, software y las plataformas necesarias para el funcionamiento del sistema.

### 2.1. Centrales de alarma de incendio Simplex

En los SDAI es común que los fabricantes incluyan un puerto para comunicación con dispositivos externos de registro de eventos, como por ejemplo impresoras. Estos puertos usualmente utilizan el protocolo RS232 [17], lo que hace posible registrar la información en un protocolo estándar en el ámbito industrial y de sistemas embebidos. En el caso de la marca Simplex, adicional a este puerto se incluye una terminal de comandos Telnet [18] que obedece a un set de comandos. Esta interfaz sirve como herramienta de depuración durante la instalación de la CAI. Los comandos permiten confirmar elementos de programación tales como el accionamiento de los dispositivos de notificación, la ejecución del protocolo de evacuación, la información de todos los dispositivos instalados, y diversas funcionalidades avanzadas.

El uso de los comandos y su correcta interpretación requiere horas de capacitación y práctica, por lo que se podría considerar que existe una curva de aprendizaje considerable para el manejo de esta terminal. Esto se debe principalmente a que se requiere contar con conocimientos en diferentes aspectos del equipo como: el lenguaje de programación que utiliza, la nomenclatura del fabricante, el set de comandos de la marca, la estructura del programa en texto estructurado y la nomenclatura regulada de la NFPA, entre otros. El acceso a este puerto suele recomendarse posterior a la segunda capacitación técnica oficial de la marca Simplex debido a su complejidad. En la figura 2.1 se puede observar un esquema que explica el funcionamiento del puerto.

Considerando las características detalladas, el sistema actual se enfoca en el uso del puerto de comunicación Telnet para expandir los servicios a brindar por el SMAI. Al utilizar el puerto Telnet, se puede disponer de una plataforma que extraiga el detalle de los eventos de la central, y los facilite al usuario mediante Firebase. El objetivo principal es desarrollar un sistema de monitoreo de la CAI con el mayor detalle posible, pero a la vez es de especial interés facilitar el uso de esta plataforma para acelerar las tareas de instalación y mantenimiento de los SDAI Simplex.

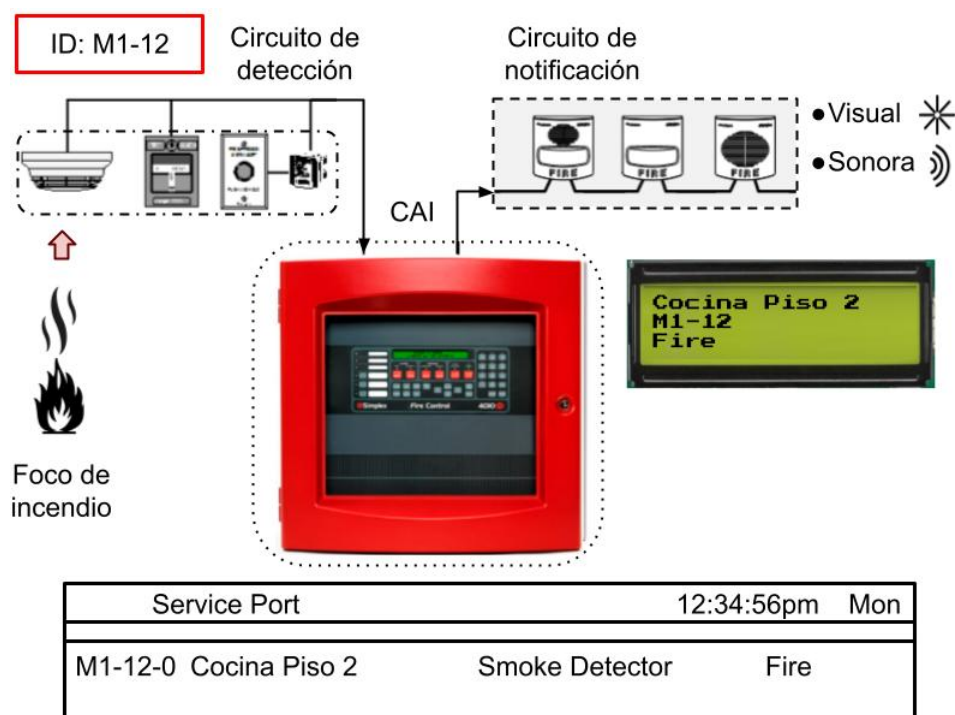


FIGURA 2.1. Diagrama de notificaciones mediante puerto de servicio.

## 2.2. Sistema de monitoreo propuesto

El sistema de monitoreo de alarma de incendio que se propone se compone de diferentes módulos. Como se puede observar en la figura 2.2, cada módulo hace uso de una herramienta particular con los siguientes objetivos:

- *Single Board Computer*: plataforma de desarrollo de hardware abierto con soporte para Linux embebido. Las plataformas utilizadas cuentan con soporte de sus comunidades, gran cantidad de tutoriales y documentación. [19].
- *Node-RED*: herramienta de programación por bloques que permite la rápida integración de tecnologías y dispositivos. La herramienta permite integrar funcionalidades y servicios de forma sencilla, robusta y escalable. [20].
- *SQLite*: biblioteca de funcionalidades que permite generar un motor de búsqueda SQL. El uso de bases de datos permite registrar la información de los eventos y generar un respaldo local de los eventos en caso de fallas de conexión a internet. [21].
- *Firebase*: plataforma enfocada en el desarrollo rápido de aplicaciones y servicios web que brinda un set completo de servicios. Permite incluir nuevas funcionalidades en pocos pasos y asegura la compatibilidad con todos los servicios suministrados por un mismo proveedor. [22].
- *Telegram*: aplicación de mensajería que se utiliza como alternativa de notificación remota. Provee una estructura respaldada de mensajería instantánea que permite la notificación rápida al usuario. [23].

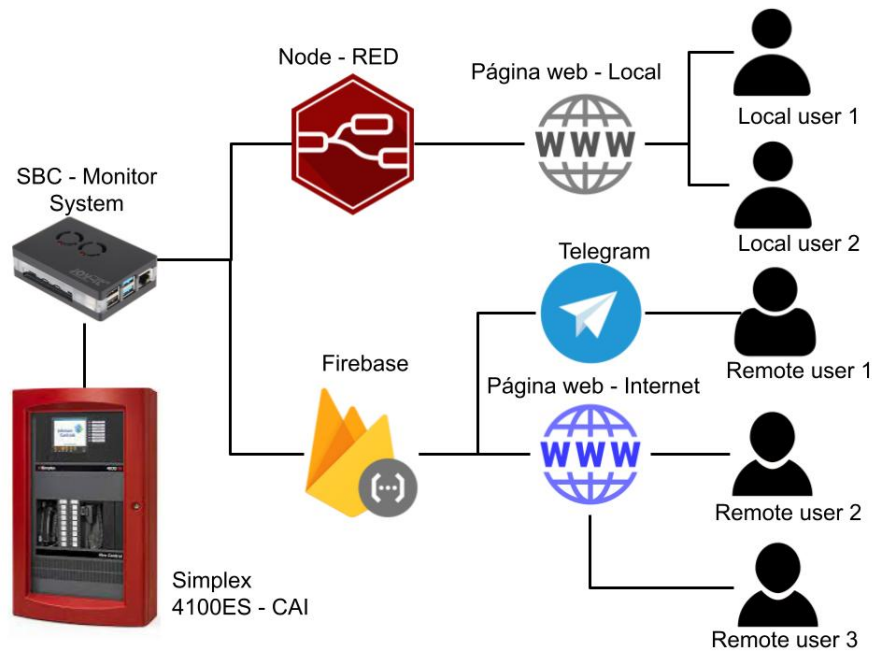


FIGURA 2.2. Esquema resumido del sistema de monitoreo.

## 2.3. Plataformas de desarrollo utilizadas

### 2.3.1. Plataforma de desarrollo web: Firebase

Firebase es una plataforma alojada en la nube, que facilita el desarrollo de aplicaciones web y además integra diferentes servicios como:

- Autenticación: solución al control de acceso de usuarios, set de herramientas que gestionan el acceso de los usuarios de forma segura e incluso la recuperación de credenciales.
- Base de datos en tiempo real: sistema de gestión de datos que facilita la sincronización de la información en todos los dispositivos con el acceso correspondiente.
- Almacenamiento: servicio de almacenamiento de todo tipo de archivos. De gran utilidad para el intercambio de archivos como manuales, diagramas e ilustraciones por parte del bot.
- *Hosting*: servicio que implementa y mantiene disponible las páginas web requeridas para el reporte de información mediante la web.
- Funciones: servicio de ejecución de programas y automatizaciones configurables. Se utiliza para realizar el procesamiento de la información y la coordinación del reporte de eventos al resto de servicios.

La figura 2.3 muestra un esquema de los servicios de Firebase utilizados en el proyecto y su contribución. Los servicios más importantes a resaltar son el de funciones y la base de datos en tiempo real. Entre ambos servicios permiten incluir al sistema diferentes funcionalidades y coordinan los reportes de notificación.



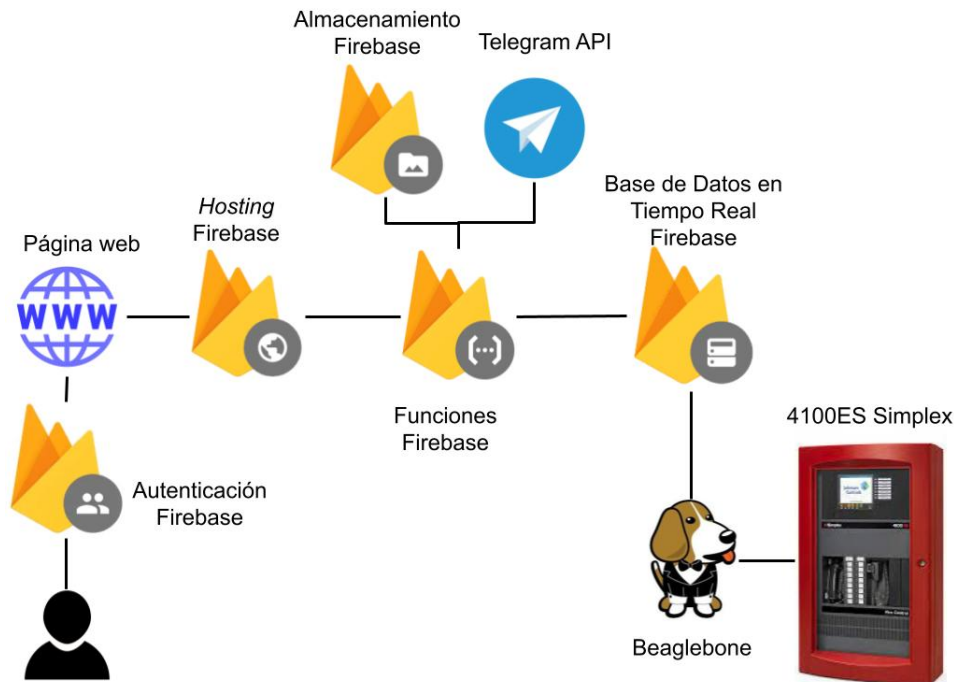


FIGURA 2.3. Esquema de servicios de Firebase.

### 2.3.2. Hardware de desarrollo

En primera instancia, el sistema se continua en una Raspberry Pi 3 B + para el desarrollo de los programas, la interfaz de usuario, la validación de la estructura y el flujo de trabajo. Sin embargo, debido al feedback de expertos al finalizar el trabajo de investigación [9].

Basados en la experiencia durante el cursado de la maestría se decide implementar el sistema en una placa Beaglebone Black [19], con el objetivo de incrementar la robustez del sistema y enfocar el desarrollo a un producto final. Adicional a las mejoras de hardware, también tenemos la posibilidad de compilar de forma cruzada nuestra propia versión de Linux con las características requeridas para el sistema.

### 2.3.3. Herramienta de desarrollo de interfaz gráfica: Node-RED

Herramienta de programación en bloque compatible con diferentes sistemas de bajo recursos. Simplifica la integración de dispositivos de hardware a través de módulos listos, que implementan los protocolos de comunicación más comunes en el ámbito industrial y de desarrollo. Además incluye módulos de generación de interfaces de usuario, que en pocos minutos establecen un servicio de hosting local con el objetivo de proveer un método de visualización y comando a partir de dispositivos con navegadores web.

### 2.3.4. Servicio de mensajería instantánea: Telegram

Telegram corresponde al servicio de mensajería seleccionado para notificar a los usuarios de la presencia de un evento en su recinto. Telegram permite desarrollar de forma gratuita bots basados en su API, lo que brinda una atención más personalizada a los usuario y, adicionalmente, permite segmentar los servicios



que proveen de forma clara. Si en dado caso se requiriera implementar nuevas funcionalidades, el esquema de trabajo de bots permite incorporar nuevas funcionalidades de forma sencilla, con la opción de habilitarlas sólo cuando estén funcionales y hayan sido testeadas correctamente.



## Capítulo 3

# Diseño e implementación

### 3.1. Análisis del software

La idea de esta sección es resaltar los problemas encontrados, los criterios utilizados y la justificación de las decisiones que se hayan tomado.

Se puede agregar código o pseudocódigo dentro de un entorno `lstlisting` con el siguiente código:

```
\begin{lstlisting}[caption= "un epígrafe descriptivo"]
las líneas de código irían aquí...
\end{lstlisting}
```

A modo de ejemplo:

```
1 #define MAX_SENSOR_NUMBER 3
2 #define MAX_ALARM_NUMBER 6
3 #define MAX_ACTUATOR_NUMBER 6
4
5 uint32_t sensorValue[MAX_SENSOR_NUMBER];
6 FunctionalState alarmControl[MAX_ALARM_NUMBER]; //ENABLE or DISABLE
7 state_t alarmState[MAX_ALARM_NUMBER]; //ON or OFF
8 state_t actuatorState[MAX_ACTUATOR_NUMBER]; //ON or OFF
9
10 void vControl() {
11
12     initGlobalVariables();
13
14     period = 500 ms;
15
16     while(1) {
17
18         ticks = xTaskGetTickCount();
19
20         updateSensors();
21
22         updateAlarms();
23
24         controlActuators();
25
26         vTaskDelayUntil(&ticks, period);
27     }
28 }
```

CÓDIGO 3.1. Pseudocódigo del lazo principal de control.



## Capítulo 4

# Ensayos y resultados

### 4.1. Pruebas funcionales del hardware

La idea de esta sección es explicar cómo se hicieron los ensayos, qué resultados se obtuvieron y analizarlos.



## Capítulo 5

# Conclusiones

En esta sección se detalla el nivel de cumplimiento de los requerimientos como así también los principales aportes del trabajo realizado. Se describen adicionalmente aspectos en los que el sistema puede evolucionar.

### 5.1. Resultados obtenidos

Basados en la primera versión del sistema de monitoreo de centrales de alarma de incendio (SMCAI) desarrollado como trabajo final de la CESE, se logró implementar de forma exitosa un sistema de monitoreo remoto, que describe en detalle el estado de una central de alarma de incendio de la marca Simplex (SMCAI-S).

El nivel de detalle que proporciona el SMCAI-S, es debido a que utiliza la interfaz de comandos Telnet de la marca Simplex. De esta manera se establece una interfaz que provee las siguientes funcionalidades:

- Monitoreo detallado del estado del sistema de detección de incendios.
- Interfaz web con acceso desde cualquier parte del mundo.
- Servicio de mensajería instantánea a través de un bot de Telegram.
- Plataforma funcional y escalable sin restricciones asociadas al número de centrales.

Actualmente el SMCAI-S se ejecuta en un hardware orientado a prototipado y uso general, lo que brindó la flexibilidad necesaria para disminuir los tiempos de desarrollo. Elemento clave para definir un producto mínimo viable junto con los colaboradores de la empresa Isolse srl. Sin embargo, se considera que para efectos comerciales, es recomendable contar con un sistema de hardware propio basado en los requerimientos.

A partir del análisis de la normativa de incendio NFPA 72, se diseñó un esquema de conectividad que resguarda la integridad de la CAI. Asimismo, el esquema considera que además de la interconectividad, un punto crítico del sistema es la conexión a la red, es por ello que el análisis de riesgos del sistema impulsó la incorporación de una conexión redundante a la red.

La combinación de este trabajo (SMCAI-S) en conjunto con el sistema realizado previamente (SMCAI), proporcionan una plataforma de monitoreo sumamente completa con las siguientes características:

- CAI de marca diferente a Simplex: se indica la condición de la central mediante los estados de alarma, falla o normal.

- CAI de marca Simplex: se brinda un detalle completo de todos los eventos que se presenten, a través de la siguiente nomenclatura por cada dispositivo:
  - ID: corresponde a un código único por dispositivo.
  - Etiqueta: texto de 40 caracteres nombrados en base a la ubicación física del dispositivo en la instalación.
  - Tipo: tecnología de detección utilizada por el dispositivo.
  - Estado: texto descriptivo de la condición presente en el dispositivo.

Finalmente, debido a complicaciones con la importación de equipos y la apremiante necesidad de una alternativa de monitoreo, el foco del trabajo fue el monitoreo remoto. Por consecuencia objetivos asociados a funcionalidades de mantenimiento y soporte durante el proceso de instalación fueron desestimados por el momento.

## 5.2. Trabajo futuro

Los trabajos de investigación tecnológica de la empresa Isolse SRL tienen como objetivo innovar dentro del mercado de detección de incendios. En estos momentos los trabajos se orientan al diseño de sistemas y plataformas de validación, es decir prototipos que permitan validar los planteamientos creativos con la finalidad de concretar una propuesta comercial.

A continuación se listan los próximos pasos a seguir para lograr una propuesta comercial sólida con el sistema actual:

- Diseño de hardware específico, con foco en la certificación del producto.
- Mejoras al esquema de servicio multi-cliente para el bot de Telegram.
- Incorporación de documentación y guías de ayuda adicionales para el menú de ayuda del bot en Telegram.
- Implementación de tareas de mantenimiento, prueba y validación de la instalación de las CAI de marca Simplex.
- Incluir la decodificación de los protocolos de comunicación de otras marcas comerciales de CAI.

Una vez obtenida una propuesta comercial viable, se abre una nueva línea de investigación y desarrollo tecnológico. El objetivo de esta investigación es aprovechar la información registrada por la plataforma actual, y brindar nuevos servicios como:

- Sistema de análisis de fallas predictivo.
- Sistema de mantenimiento preventivo.
- Herramienta de análisis de calidad de instalación.
- Sistema de monitoreo basado en los planos de la instalación.
- Integración de servicios de monitoreo de terceros.
- Aplicación para dispositivos móviles.



- Integración con softwares comerciales de gestión de edificios, por ejemplo marcas como: Siemens, Honeywell, Johnson Controls, entre otras.



# Bibliografía

- [1] Emilio Romano. *La historia de la no detección de incendio en Argentina*. Disponible: 2021-07-25. URL: [https://revistainnovacion.com/nota/11417/la\\_historia\\_de\\_la\\_no\\_deteccion\\_de\\_incendio\\_en\\_argentina/](https://revistainnovacion.com/nota/11417/la_historia_de_la_no_deteccion_de_incendio_en_argentina/).
- [2] Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Código de edificación*. Texto ordenado según Ley 6.100 y modificatoria Ley 6.438, 2019.
- [3] Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Ley N.º 5920*. Boletín Oficial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2018.
- [4] Director ejecutivo de VLX Electrónica Juan Fanjul. «Carga de fuego y normativa». En: *Revista Innovación* (2019).
- [5] Ing. Carlos Tolcachir y Esp. Ing. MARÍA G HEGUILÉN. *PLANES DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN*. UTN Facultad Regional Bahía Blanca., 2015.
- [6] Ing. Néstor Adolfo Botta. *Confeción de Planes de Evacuación*. Red Proteger, 2011.
- [7] NFPA. «National Fire Alarm and Signaling Code». En: National Fire Protection Association, 2016, págs. 72-73.
- [8] NFPA. «National Fire Alarm and Signaling Code». En: National Fire Protection Association, 2016, págs. 72-76.
- [9] Wilmer Sanz Daniel Marquez. *Sistema de notificación de alarma de incendio*. 2020. URL: <https://lse-posgrados-files.fi.uba.ar/tesis/LSE-FIUBA-Trabajo-Final-CESE-Daniel-Alexander-Marquez-Farias-2020.pdf>.
- [10] Simplex. *SafeLINC Connected Products*. Visitado el 11-10-22. 2022. URL: [https://www.simplexfire.com/services/safelinc-connected-services-suite/lins\\_fd/safelinc-connected-products](https://www.simplexfire.com/services/safelinc-connected-services-suite/lins_fd/safelinc-connected-products).
- [11] HAL Tel. *SafeLINC Connected Products*. Visitado el 11-10-22. 2022. URL: <http://www.haltel.com.ar/ht-7001.html>.
- [12] ONYXWorks® *Fire Systems Command Interface*. ONYXWorks. Version 4.x. Notifier. 2019.
- [13] nimbus fireMate. *Control Room Monitor*. Visitado el 11-10-22. 2022. URL: <https://www.lancontrolsystems.com/nimbus-control-room-monitor>.
- [14] Bosch. *Remote Monitoring of Fire Alarm Systems*. Visitado el 10-10-22. 2022. URL: <https://www.boschsecurity.com/x/en/solutions/fire-alarm-systems/remote-monitoring-fire-alarm-systems/>.
- [15] Churches Fire. *Fire alarm monitoring Systems*. Visitado el 10-10-22. 2022. URL: <https://www.churchesfire.com/fire-safety/fire-alarm-monitoring/>.
- [16] Getterson. *Discador telefónico Dumont DT-14*. Visitado el 11-10-22. 2022. URL: <http://www.getterson.com.ar/Product/201>.
- [17] Tamanna Sharma. *RS232 Serial Communication Protocol: Basics, Working Specifications*. publicado el 05-01-20. 2022. URL: <https://circuitdigest.com/article/rs232-serial-communication-protocol-basics-specifications>.
- [18] IBM. *Protocolo Telnet*. Actualización: 2021-03-03. URL: <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.1?topic=protocols-telnet-protocol>.

- [19] BeagleBone Black. *BeagleBone Black*. publicado el 14-06-22. 2022. URL: <https://beagleboard.org/black>.
- [20] OpenJS Foundation. *Node-RED*. publicado el 14-07-22. 2022. URL: <https://nodered.org/>.
- [21] SQLite Consortium. *What Is SQLite?* publicado el 29-09-22. 2022. URL: <https://www.sqlite.org/index.html>.
- [22] Google Developers. *Comprender los proyectos de Firebase*. publicado el 10-11-22. 2022. URL: <https://firebase.google.com/docs/projects/learn-more?hl=es>.
- [23] Telegram. *Mobile Protocol: Detailed Description*. publicado el 29-09-22. 2022. URL: <https://core.telegram.org/mtproto/description>.