



MAESTRÍA EN SISTEMAS EMBEBIDOS

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

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

Autor:
Daniel Marquez

Director:
Alejandra Aguirre

Jurados:
Edgardo Torrelli
Sergio Burgos (UTN)
Mariano Mondani

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

Resumen

El trabajo realizado corresponde a la continuación de desarrollos tecnológicos por parte de la empresa Isolse srl. La finalidad del sistema 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

Resumen	I
1. Introducción general	1
1.1. Sistemas de alarma de incendio	1
1.1.1. Sistemas de detección	2
1.1.2. Sistemas de notificación	2
1.1.3. Sistemas avanzados	2
1.1.4. Sistemas de monitoreo remoto	2
1.2. Sistemas embebidos distribuidos.	2
1.2.1. Servicios de procesamiento en la nube	2
1.2.2. Servicios de almacenamiento en la nube	2
1.3. Estado del arte	2
1.4. Motivación	2
2. Introducción específica	3
2.1. Estilo y convenciones	3
2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los título de secciones	3
2.1.2. Este es el título de una subsección	3
2.1.3. Figuras	4
2.1.4. Tablas	5
2.1.5. Ecuaciones	6
3. Diseño e implementación	9
3.1. Análisis del software	9
4. Ensayos y resultados	11
4.1. Pruebas funcionales del hardware	11
5. Conclusiones	13
5.1. Resultados obtenidos	13
5.2. Trabajo futuro	14
Bibliografía	17

Índice de figuras

2.1. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.	4
2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador ¹	5
2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura?	5
2.4. Tres gráficos simples	5

Índice de tablas

2.1. 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 [ref.pendiente (innovacion)], es un elemento de vital importancia para la evacuación exitosa ante situaciones de emergencia. En diferentes ciudades del mundo son considerados requisitos para establecimientos de cualquier ámbito para poder categorizar a la instalación como habitable.

En el caso de la Ciudad de Buenos Aires a partir del código de edificación dispuesto desde el año 2019 [ref.pendiente] se establece que los sistemas de detección de alarma de incendio (SDAI) son requisitos a cumplir. A su vez contar con un SDAI no es indicativo por sí mismo de que el recinto se encuentre debidamente protegido, esto se evidencia en la Ley 5920 [ref.pendiente], que exige a los establecimientos a presentar un sistema de autoprotección [ref.pendiente (innovacion)], el cual incluye entre sus elementos obligatorios un plan de evacuación, y la designación de personas con un rol específico durante procedimientos en caso 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 reducen en tres: 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, esto reduce el tiempo de retardo y por ende disminuye el tiempo total de evacuación[ref.pendiente(utn)][ref.pendiente(mitigacion)]. En la figura [] se observa un esquema con el funcionamiento básico de un sistema de detección de incendios.

1.1.1. Sistemas de detección

1.1.2. Sistemas de notificación

1.1.3. Sistemas avanzados

1.1.4. Sistemas de monitoreo remoto

1.2. Sistemas embebidos distribuidos.

1.2.1. Servicios de procesamiento en la nube

1.2.2. Servicios de almacenamiento en la nube

1.3. Estado del arte

1.4. Motivación

Capítulo 2

Introducción específica

Todos los capítulos deben comenzar con un breve párrafo introductorio que indique cuál es el contenido que se encontrará al leerlo. La redacción sobre el contenido de la memoria debe hacerse en presente y todo lo referido al proyecto en pasado, siempre de modo impersonal.

2.1. Estilo y convenciones

2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los título de secciones

Si en el texto se hace alusión a diferentes partes del trabajo referirse a ellas como capítulo, sección o subsección según corresponda. Por ejemplo: “En el capítulo **1** se explica tal cosa”, o “En la sección **2.1** se presenta lo que sea”, o “En la subsección **2.1.2** se discute otra cosa”.

Cuando se quiere poner una lista tabulada, se hace así:

- Este es el primer elemento de la lista.
- Este es el segundo elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

Si se desea poner una lista numerada el formato es este:

1. Este es el primer elemento de la lista.
2. Este es el segundo elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

2.1.2. Este es el título de una subsección

Se recomienda no utilizar **texto en negritas** en ningún párrafo, ni tampoco texto subrayado. En cambio sí se debe utilizar *texto en itálicas* para palabras en un idioma extranjero, al menos la primera vez que aparecen en el texto. En el caso de palabras que estamos inventando se deben utilizar “comillas”, así como también para citas textuales. Por ejemplo, un *digital filter* es una especie de “selector” que permite separar ciertos componentes armónicos en particular.

La escritura debe ser impersonal. Por ejemplo, no utilizar “el diseño del firmware lo hice de acuerdo con tal principio”, sino “el firmware fue diseñado utilizando tal principio”.

El trabajo es algo que al momento de escribir la memoria se supone que ya está concluido, entonces todo lo que se refiera a hacer el trabajo se narra en tiempo pasado, porque es algo que ya ocurrió. Por ejemplo, "se diseñó el firmware empleando la técnica de test driven development".

En cambio, la memoria es algo que está vivo cada vez que el lector la lee. Por eso transcurre siempre en tiempo presente, como por ejemplo:

"En el presente capítulo se da una visión global sobre las distintas pruebas realizadas y los resultados obtenidos. Se explica el modo en que fueron llevados a cabo los test unitarios y las pruebas del sistema".

Se recomienda no utilizar una sección de glosario sino colocar la descripción de las abreviaturas como parte del mismo cuerpo del texto. Por ejemplo, RTOS (*Real Time Operating System*, Sistema Operativo de Tiempo Real) o en caso de considerarlo apropiado mediante notas a pie de página.

Si se desea indicar alguna página web utilizar el siguiente formato de referencias bibliográficas, dónde las referencias se detallan en la sección de bibliografía de la memoria, utilizado el formato establecido por IEEE en [5]. Por ejemplo, "el presente trabajo se basa en la plataforma EDU-CIAA-NXP [6], la cual...".

2.1.3. Figuras

Al insertar figuras en la memoria se deben considerar determinadas pautas. Para empezar, usar siempre tipografía claramente legible. Luego, tener claro que **es incorrecto** escribir por ejemplo esto: "El diseño elegido es un cuadrado, como se ve en la siguiente figura:"



La forma correcta de utilizar una figura es con referencias cruzadas, por ejemplo: "Se eligió utilizar un cuadrado azul para el logo, como puede observarse en la figura 2.1".



FIGURA 2.1. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.

El texto de las figuras debe estar siempre en español, excepto que se decida reproducir una figura original tomada de alguna referencia. En ese caso la referencia de la cual se tomó la figura debe ser indicada en el epígrafe de la figura e incluida como una nota al pie, como se ilustra en la figura 2.2.

FIGURA 2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador¹.

La figura y el epígrafe deben conformar una unidad cuyo significado principal pueda ser comprendido por el lector sin necesidad de leer el cuerpo central de la memoria. Para eso es necesario que el epígrafe sea todo lo detallado que corresponda y si en la figura se utilizan abreviaturas entonces aclarar su significado en el epígrafe o en la misma figura.



FIGURA 2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura?

Nunca colocar una figura en el documento antes de hacer la primera referencia a ella, como se ilustra con la figura 2.3, porque sino el lector no comprenderá por qué de pronto aparece la figura en el documento, lo que distraerá su atención.

Otra posibilidad es utilizar el entorno *subfigure* para incluir más de una figura, como se puede ver en la figura 2.4. Notar que se pueden referenciar también las figuras internas individualmente de esta manera: 2.4a, 2.4b y 2.4c.



(A) Un caption.



(B) Otro.



(C) Y otro más.

FIGURA 2.4. Tres gráficos simples

El código para generar las imágenes se encuentra disponible para su reutilización en el archivo **Chapter2.tex**.

2.1.4. Tablas

Para las tablas utilizar el mismo formato que para las figuras, sólo que el epígrafe se debe colocar arriba de la tabla, como se ilustra en la tabla 2.1. Observar que sólo algunas filas van con líneas visibles y notar el uso de las negritas para los encabezados. La referencia se logra utilizando el comando `\ref{<label>}` donde label debe estar definida dentro del entorno de la tabla.

¹Imagen tomada de <https://goo.gl/images/i7C70w>

```

\begin{table}[h]
\centering
\caption[caption corto]{caption largo más descriptivo}
\begin{tabular}{l c c}
\toprule
\textbf{Especie} & \textbf{Tamaño} & \textbf{Valor}\\
\midrule
Amphiprion Ocellaris & 10 cm & \$ 6.000 \\
Hepatus Blue Tang & 15 cm & \$ 7.000 \\
Zebrasoma Xanthurus & 12 cm & \$ 6.800 \\
\bottomrule
\hline
\end{tabular}
\label{tab:peces}
\end{table}

```

TABLA 2.1. caption largo más descriptivo

Especie	Tamaño	Valor
Amphiprion Ocellaris	10 cm	\$ 6.000
Hepatus Blue Tang	15 cm	\$ 7.000
Zebrasoma Xanthurus	12 cm	\$ 6.800

En cada capítulo se debe reiniciar el número de conteo de las figuras y las tablas, por ejemplo, figura 2.1 o tabla 2.1, pero no se debe reiniciar el conteo en cada sección. Por suerte la plantilla se encarga de esto por nosotros.

2.1.5. Ecuaciones

Al insertar ecuaciones en la memoria dentro de un entorno *equation*, éstas se numeran en forma automática y se pueden referir al igual que como se hace con las figuras y tablas, por ejemplo ver la ecuación 2.1.

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left(\frac{d\sigma^2}{1 - k\sigma^2} + \sigma^2 [d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2] \right) \quad (2.1)$$

Es importante tener presente que si bien las ecuaciones pueden ser referidas por su número, también es correcto utilizar los dos puntos, como por ejemplo “la expresión matemática que describe este comportamiento es la siguiente:”

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(\mathbf{r})\Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (2.2)$$

Para generar la ecuación 2.1 se utilizó el siguiente código:

```

\begin{equation}
\label{eq:metric}
ds^2 = c^2 dt^2 \left( \frac{d\sigma^2}{1-k\sigma^2} + \right.
\sigma^2 \left[ d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2 \right] \left. \right)
\end{equation}

```

Y para la ecuación 2.2:

```
\begin{equation}
\label{eq:schrodinger}
\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V(\mathbf{r})\Psi =
-i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}
\end{equation}
```


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 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.

- Compatibilidad con principales software de gestión de edificios.

Bibliografía

- [1] John Doe. «Title». En: *Journal* (2017).
- [2] John Doe. *The Book without Title*. Dummy Publisher, 2100.
- [3] John Doe. «The Book without Title». En: Dummy Publisher, 2100, págs. 100-200.
- [4] Intel. *Example Website*. <http://example.com>. Dic. de 1988. (Visitado 26-11-2012).
- [5] IEEE. *IEEE Citation Reference*. 1.^a ed. IEEE Publications, 2016. URL: <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf> (visitado 26-09-2016).
- [6] Proyecto CIAA. *Computadora Industrial Abierta Argentina*. Visitado el 2016-06-25. 2014. URL: <http://proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=start>.