



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

ESCOM

*Trabajo Terminal*

“Aplicación móvil SOS para colisiones automovilísticas  
(In-Help)”

*2018-A057*

*Presentan*

Adrian Flores Torres

Alejandro Aldhair Jimenez de Jesús

*Directores*

M. en C. Chadwick Carreto Arellano





---

## Índice general

---

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema . . . . .	1
1.2. Solución propuesta . . . . .	2
1.3. Justificación . . . . .	2
1.4. Alcance . . . . .	2
1.5. Objetivos . . . . .	2
1.5.1. Objetivo general . . . . .	3
1.5.2. Objetivos específicos . . . . .	3
1.6. Estado del arte . . . . .	3
1.6.1. SOSmart . . . . .	3
1.6.2. GAT . . . . .	4
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>7</b>
2.1. General . . . . .	7
2.2. Sensores de Smartphone . . . . .	7
2.2.1. Acelerómetro . . . . .	7
2.2.2. GPS . . . . .	8
2.2.3. A-GPS (GPS Asistido) . . . . .	11
2.3. Sensores Internos . . . . .	11
2.3.1. CAN - BUS (Controller Area network) . . . . .	12
2.3.2. SISTEMA AIRBAG SRS . . . . .	12
2.3.3. Sensor de accidente . . . . .	13
2.3.4. Sensores de Presión . . . . .	14
2.3.5. Sensor de seguridad safing . . . . .	14



<b>3. Análisis</b>	<b>15</b>
3.1. Requerimientos del sistema . . . . .	15
3.2. Análisis de componentes del sistema . . . . .	16
3.2.1. Sensor de temperatura . . . . .	16
 <b>I Diseño de la Estructura del Sistema</b>	 <b>17</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>19</b>
<b>5. Análisis de Factibilidad</b>	<b>21</b>
5.1. Análisis de Factibilidad . . . . .	21
5.1.1. Factibilidad Técnica . . . . .	21
5.1.2. Factibilidad Económica . . . . .	21
<b>6. Arquitectura del Sistema</b>	<b>23</b>
6.1. Arquitectura física del sistema . . . . .	23
6.2. Arquitectura lógica del sistema . . . . .	23
<b>7. Modelo de Negocio</b>	<b>25</b>
7.1. Reglas de negocio . . . . .	25
7.2. Actores del sistema . . . . .	25
7.2.1. Paciente . . . . .	26
<b>8. Modelo de Comportamiento</b>	<b>27</b>
8.1. Módulos del sistema . . . . .	27
8.2. Modelo de comportamiento del módulo Aplicación Móvil . . . . .	28
8.3. Modelo de comportamiento del módulo Sistema Externo . . . . .	29
8.4. Modelo de comportamiento del módulo Sistema Interno . . . . .	30
8.5. Casos de uso del módulo Aplicación Móvil . . . . .	31
8.6. CU1 Consultar pacientes . . . . .	32
8.6.1. Resumen . . . . .	32
8.6.2. Descripción . . . . .	32
8.6.3. Trayectorias del caso de uso . . . . .	33
8.6.4. Puntos de extensión . . . . .	33
<b>9. Modelo de Interacción con el Usuario</b>	<b>35</b>
9.1. Entorno de trabajo . . . . .	35
9.2. Interfaces de usuario . . . . .	36
9.2.1. IU1 Consultar pacientes . . . . .	36



9.3. Diseño de mensajes . . . . .	38
9.3.1. Parámetros comunes . . . . .	38
9.3.2. Mensajes a través de la pantalla . . . . .	39
<b>II Implementación</b>	<b>41</b>
<b>10. Avances y pruebas</b>	<b>43</b>
10.1. Sensores de pulso . . . . .	43
<b>Referencias</b>	<b>45</b>



---

## Índice de figuras

---

2.1. Acelerómetro . . . . .	8
2.2. Posición GPS . . . . .	9
2.3. Multipath . . . . .	10
2.4. Posición A-GPS . . . . .	12
7.1. Perfiles identificados. . . . .	26
8.1. Módulos del sistema. . . . .	27
8.2. Diagrama de casos de uso del módulo Aplicación Móvil. . . . .	28
8.3. Diagrama de casos de uso del módulo Sistema Embebido. . . . .	29
8.4. Diagrama de casos de uso del módulo Sistema Embebido. . . . .	30
9.1. IU1 Consultar pacientes . . . . .	37





---

## Índice de tablas

---



# CAPÍTULO 1

---

## Introducción

---

### 1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), tan solo en México en el 2017 se registraron 241,285 colisiones con vehículos automotores y 34,910 colisiones con motocicletas, de las cuales 258,168 fueron causadas por el conductor.

De acuerdo con cifras de 2017 de la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año mueren en el mundo cerca de 1,3 millones de personas en accidentes de tránsito, y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales causantes de discapacidad. Los accidentes viales, además, constituyen una de las principales causas de mortalidad en todos los grupos etarios, principalmente entre personas de entre 15 y 19 años.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), nuestro país ocupa el séptimo lugar a nivel mundial y el tercero en la región de Latinoamérica en muertes por siniestros viales, con 22 decesos de jóvenes de entre 15 y 29 años al día, y 24 mil decesos en promedio al año. Los siniestros viales constituyen la primera causa de muerte en jóvenes entre 5 y 29 años de edad y la quinta entre la población general.

En México opera un número único de emergencias 911; en él se homologan todos los números de atención de emergencias médicas, de seguridad y de protección civil a nivel federal, estatal y municipal. En consecuencia, existe una necesidad de utilizar la tecnología para la comunicación directa con servicios de emergencia específicos, así

como con contactos de confianza y/o aseguradoras de la persona afectada, esto sin la necesidad de que el afectado lo solicite. Asimismo cuando una persona no esta en sus facultades para poder dar información sobre el suceso, entorpece la logística para poder ser auxiliado, causando así la falta de conocimiento de las autoridades sobre lo sucedido.

## **1.2. Solución propuesta**

Por lo anterior, hemos decidido crear un sistema que facilite el monitoreo del posible estado de un automóvil haciendo uso de los sensores con los que cuenta y los de un dispositivo móvil (smartphone) para que con los datos medidos e interpretados se pueda informar en caso de un posible percance automovilístico a las personas interesadas, como familiares, aseguradoras o cuerpos de emergencia, y en el caso de que el usuario afectado necesite auxilio, tratar la emergencia lo más pronto posible.

## **1.3. Justificación**

Hoy la tecnología se ha visto integrada en casi todas las actividades cotidianas, con la implemetación de la Internet de las cosas, donde el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) ha permitido la integración de los dispositivos para la medición y manipulación de los dispositivos de forma remota.

Lo que se busca con este Trabajo Terminal es crear un sistema que permita almacenar e interpretar la información del posible estado de un automóvil para poder notificar de forma automática y manual un posible percance automovilístico, esto en el caso de que los tripulantes no tengan la capacidad físicas para hacerlo.

La propuesta comprenderá un dispositivo electrónico comunicado con uno o varios sensores para el monitoreo del posible estado de un automóvil que con ayuda de los sensores integrados en el dispositivo móvil (smartphone) permitir la recopilación y procesamiento de la información obtenida, la cual será almacenada y en caso de que la interpretación de dichos datos aparente ser un un percance automovilístico, notificar a los contactos como cuerpos de emergencia, familiares, aseguradoras etc.

## **1.4. Alcance**

## **1.5. Objetivos**

### 1.5.1. Objetivo general

Analizar y desarrollar una aplicación móvil que alerte de manera automática y/o manual, durante un percance automovilístico a servicios de emergencia , familiares directos y/o contactos registrados por el usuario.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Disminuir el tiempo de notificación a hospitales y/o autoridades por percances automovilísticos
- Temporizador de alerta SOS para percances automovilísticos de bajo grado
- Gestionar contactos de emergencia que recibirán el llamado SOS
- Ubicar el servicio de emergencia mas cercano a la colisión automovilística
- Confirmar la lectura correspondiente a la alerta SOS enviada a los familiares y/o servicios de emergencia.
- Notificar en tiempo real la ubicación donde ocurrió la colisión automovilística.

## 1.6. Estado del arte

### 1.6.1. SOSmart

SOSmart es una aplicación móvil que ofrece a sus usuarios notificaciones automáticas, así como una plataforma web para el monitoreo, que permite monitorear en tiempo real emergencias activadas.

Notificación automática de accidentes.

SOSmart detecta el accidente automáticamente utilizando los sensores internos del smartphone, y de manera inmediata envía notificación de emergencia con la ubicación a contactos de emergencia, seleccionados previamente.

Encendido manual o automático.

El servicio de detección de accidentes puede ser activado manualmente o configurado en su modo automático.

- Modo automático: Cada vez que se detecte que estas en un vehículo en movimiento el algoritmo se encenderá automáticamente. Recomendado para quienes se desplazan en vehículo frecuentemente.

- Modo manual: Enciende el monitoreo de accidentes con un switch dentro de la app. Recomendado para quienes ocasionalmente viajan en vehículo.

Alarma efectiva a contactos.

Siempre y cuando los contactos cuenten con SOSmart instalado, al momento de notificar el accidente una alarma ruidosa se activará en su celular. De esta manera sin importar lo que estén haciendo serán notificados y podrán asistirte lo antes posible.

Botón de panico.

Para cualquier tipo de emergencia, basta con apretar nuestro botón de pánico y se informara de la emergencia, y ubicación a sus contactos previamente elegidos.

Algoritmo basado en datos reales.

El algoritmo de detección ha sido desarrollado usando datos de choques reales entregados por la National Highway Safety Asociacion de Estados Unidos para detectar accidentes severos. De esta manera nuestra aplicación es capaz de diferenciar cuando el Smartphone se ha caído, frenadas bruscas o choques menores, sin alertar de manera innecesaria.

Localización de hospitales cercanos.

En emergencia recibir atención médica lo más rapido posible puede hacer la diferencia. Es por ello que SOSmart, sin importar en el lugar del mundo que se encuentre el coche, te muestra una lista de hospitales cercanos y como llegar.

Sistema web de monitoreo para instituciones.

SOSmart ofrece una plataforma web de monitoreo, que permite a todo tipo de instituciones monitorear en tiempo real emergencias activadas por sus empleados y/o afiliados. Este servicio es ampliamente usado por empresas de transporte, seguridad y hospitales.

## 1.6.2. GAT

GAT es una aplicación para móviles detecta accidentes y avisa a los servicios de emergencia.

GAT (Gestión de Accidentes de Tráfico) es el nombre de una aplicación desarrollada en el marco del Club Universitario de Innovación 2012, organizado por la Universidad Pontificia de Salamanca (UPSA), que pretende favorecer y acelerar la actuación de los servicios de emergencia en caso de accidente proporcionando la localización exacta del siniestro, así como los datos personales y médicos del propietario del teléfono.

La aplicación realiza un registro de los datos aportados por estos dos sensores dentro del uso normal del teléfono, y después provocaron accidentes a pequeña escala mediante un prototipo instalado en un coche teledirigido, obteniendo un patrón común a todos los accidentes.

De este modo, la aplicación puede discriminar entre una situación de accidente y una normal, aunque los autores han destacado que en esta fase de desarrollo es posible que la caída del teléfono pueda activar la aplicación, ya que la energía de un accidente con el coche radiocontrol es muy inferior a la que se produce en un choque con un vehículo real.

Detectado el accidente, la aplicación lanza una cuenta atrás de 20 segundos durante la cual se puede anular el envío del aviso. Si no se anula, se envían a los servicios de emergencia los datos personales y sanitarios del usuario y la localización GPS del dispositivo. Los datos que se introducen al configurar el programa son nombre, apellidos, DNI, grupo sanguíneo y alergias.

#### Problemas técnicos y legales:

Durante el desarrollo de la aplicación se han encontrado con varios problemas, tanto técnicos como legales. El principal problema técnico es que la plataforma Windows Phone (Plataforma en la que se encuentra desarrollada la aplicación) solicita siempre la confirmación del usuario para realizar cualquier envío de datos. Suponiendo que si el propietario del móvil ha sufrido un accidente éste puede estar incapacitado para activar la confirmación del envío, García Bellido y Honorato Morán han configurado un sistema para saltarse este paso. Un problema legal que aún deben solventar es que los datos personales y médicos no deben estar accesibles a terceros, por lo que deben enviarse encriptados.





## CAPÍTULO 2

---

Marco Teórico

---

### **2.1. General**

## 2.2. Sensores de Smartphone

### 2.2.1. Acelerómetro

Un acelerómetro es un dispositivo que mide la vibración o la aceleración del movimiento de una estructura. La fuerza generada por la vibración o el cambio en el movimiento (aceleración) hace que la masa "comprima" el material piezoeléctrico, generando una carga eléctrica que es proporcional a la fuerza ejercida sobre él.

El hecho de que la carga sea proporcional a la fuerza y que la masa sea constante hace que la carga también sea proporcional a la aceleración.

El acelerómetro es un componente mecánico muy parecido a un chip, de un tamaño reducido gracias a su nanotecnología, y fabricado en silicio. El acelerómetro sirve para que el móvil sepa en qué orientación está colocado, de manera que el dispositivo pueda saber cuándo lo estás mirando en horizontal, o en vertical, e incluso cuándo lo has colocado boca abajo.

El acelerómetro del móvil consta de una parte móvil que se mueve dependiendo de la aceleración que le apliques, y de otra fija que interpreta el voltaje resultante de este movimiento para determinar la velocidad a la que lo hace y su orientación. En los móviles suelen estar compuestos de tres ejes para medir el movimiento en un espacio tridimensional.

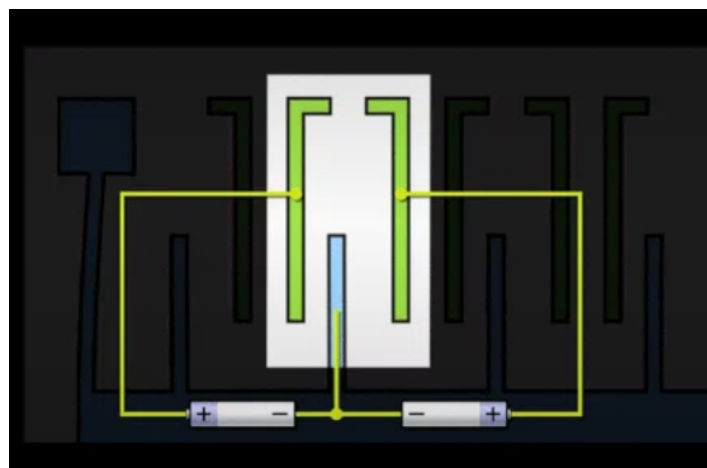


Figura 2.1: Acelerómetro

## 2.2.2. GPS

¿Qué es GPS?

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un servicio propiedad de los EE.UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario.

¿Qué tan preciso es el GPS?

Depende. Los satélites GPS emiten sus señales en el espacio con cierta precisión, pero lo que recibe depende de factores adicionales, como la geometría del satélite, el bloqueo de la señal, las condiciones atmosféricas y las características / calidad del diseño del receptor.

Los teléfonos inteligentes (smartphone) habilitados para GPS suelen tener una precisión dentro de un radio de 4.9 m (16 pies) bajo cielo abierto. Sin embargo, su precisión empeora cerca de edificios, puentes y árboles.

Los usuarios de alta gama mejoran la precisión del GPS con receptores de doble frecuencia y/o sistemas de aumento. Estos pueden permitir el posicionamiento en tiempo real dentro de unos pocos centímetros y mediciones a largo plazo en el nivel milimétrico.

Para calcular su posición, un dispositivo GPS mide su distancia (rango) de múltiples satélites GPS. URE es una medida de precisión de rango. La precisión del usuario se refiere a qué tan cerca está la posición calculada del dispositivo de la verdad, expresada como un radio.

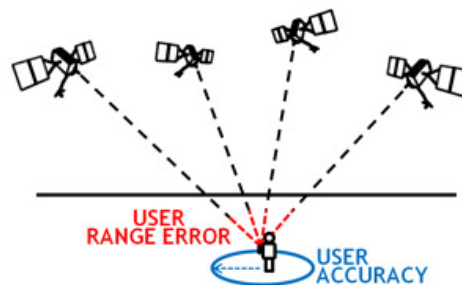


Figura 2.2: Posición GPS

Los datos recientes de la FAA muestran que sus receptores GPS de alta frecuencia y de una sola frecuencia alcanzan una precisión horizontal de  $\leq 1,891$  m (6,2 pies), el

95 % del tiempo.

¿Qué tan preciso es el GPS para medir la velocidad?

Al igual que con el posicionamiento, la precisión de la velocidad del GPS depende de muchos factores.

El gobierno proporciona la señal GPS en el espacio con un error de tasa de rango de usuario promedio global (URRE) de  $\leq 0.006$  m / seg en cualquier intervalo de 3 segundos, con un 95 % de probabilidad.

Esta medida debe combinarse con otros factores fuera del control del gobierno, incluida la geometría del satélite, el bloqueo de la señal, las condiciones atmosféricas y las características / calidad del diseño del receptor, para calcular la precisión de la velocidad de un receptor en particular.

¿Por qué el GPS a veces me muestra en el lugar equivocado?

Muchas cosas pueden degradar la precisión del posicionamiento GPS. Las causas comunes incluyen:

- Bloqueo de señal satelital por edificios, puentes, árboles, etc.
- Uso interior o subterráneo
- Señales reflejadas en edificios o paredes ("multipath")
- Caricatura de señales GPS siendo bloqueadas y reflejadas por edificios.

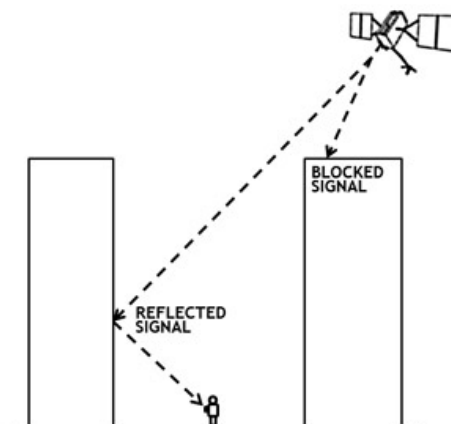


Figura 2.3: Multipath

Las causas mucho menos comunes pueden incluir:

- Interferencia de radio o interferencia
- Grandes tormentas solares
- Mantenimiento / maniobras satelitales que crean brechas temporales en la cobertura
- Dispositivos mal diseñados que no cumplen con las especificaciones de la interfaz GPS

En muchos casos, el hardware GPS de un dispositivo funciona bien, pero su software de mapeo es defectuoso. Por ejemplo, los usuarios a menudo son engañados por:

- Mapas mal dibujados
- Negocios mal etiquetados y otros puntos de interés
- Faltan caminos, edificios, comunidades, etc.
- Direcciones incorrectamente estimadas

### 2.2.3. A-GPS (GPS Asistido)

¿Qué es AGPS?

GPS asistido describe un sistema en el que las fuentes externas, como un servidor de asistencia y una red de referencia, ayudan a un receptor GPS a realizar las tareas necesarias para realizar mediciones de rango y posicionar soluciones.

El servidor de asistencia tiene la capacidad de acceder a la información de la red de referencia y también tiene una potencia de computación muy superior a la del receptor GPS. El servidor de asistencia se comunica con el receptor GPS a través de un enlace inalámbrico. Con la asistencia de la red, el receptor puede operar más rápida y eficientemente de lo que lo haría sin ayuda, ya que un conjunto de tareas que normalmente manejaría se comparte con el servidor de asistencia. El sistema AGPS resultante, compuesto por el receptor GPS integrado y los componentes de red, aumenta el rendimiento más allá del mismo receptor en un modo independiente.

¿Por qué AGPS?

Las arquitecturas AGPS aumentan la capacidad de un receptor independiente para conservar la energía de la batería, adquirir y rastrear más satélites, lo que mejora la geometría de observación y aumenta la sensibilidad sobre una arquitectura GPS convencional. Estas capacidades mejoradas provienen del conocimiento de la posición y velocidad del satélite,

la posición inicial del receptor y el tiempo proporcionado por el servidor de asistencia.

Las señales GPS recibidas se desplazan en la frecuencia debido al movimiento relativo del receptor-satélite. Este es el llamado cambio de frecuencia Doppler. El receptor debe encontrar la frecuencia de la señal antes de poder bloquearla. El conocimiento de la posición del satélite y los datos de velocidad y la posición inicial del receptor reducen el número de intervalos de frecuencia que se deben buscar porque el receptor calcula directamente el cambio de frecuencia Doppler en lugar de buscar en todo el rango de frecuencias posible. Los datos de posición y velocidad del satélite se calculan a partir de los datos de órbita y reloj proporcionados por el servidor de asistencia. La posición inicial del receptor puede provenir de las técnicas de identificación celular o de cualquier otra fuente de información disponible. La reducción del número de intervalos de frecuencia que deben buscarse para adquirir la señal reduce el tiempo hasta la primera corrección (TTFF).

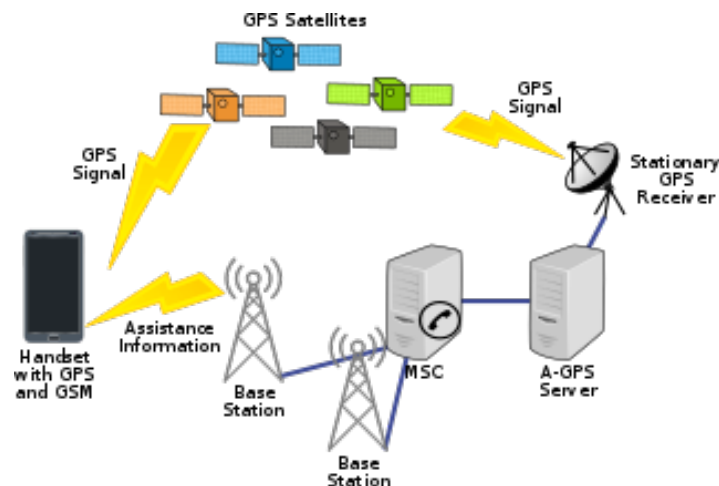


Figura 2.4: Posición A-GPS

## 2.3. Sensores Internos

### 2.3.1. CAN - BUS (Controller Area network)

Es definido como protocolo de comunicaciones que esta basado en una topología BUS para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Beneficios del protocolo CAN:

- Alta inmunidad a las interferencias , habilidad para el autodiagnóstico y reparación de errores
- Protocolo de comunicaciones normalizado que simplifica la comunicación entre subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red o BUS.
- Es multiplexado por lo tanto disminuye el cableado eliminando conexiones punto a punto. Este protocolo fue inicialmente diseñado para aplicaciones en los automóviles y por lo tanto la plataforma del protocolo satisface las necesidades en el área de automoción. Para ello la ISO define dos tipos de redes CAN
- Red de alta velocidad hasta (1 Mbit/s): Destinada a controlar el motor e interconectar las unidades de control electrónico
- Red de baja velocidad tolerante a fallos menor o igual a (125 Kbit/s) : Destinada a la comunicación de los dispositivos electrónicos internos de un automóvil.

### 2.3.2. SISTEMA AIRBAG SRS

Funcionamiento del sistema “Airbag” La unidad de control es el núcleo del sistema airbag y se ubica en el centro del vehículo. Normalmente se encuentra en la zona del tablero de instrumentos, en la zona llamada túnel central. Dentro de las funciones que mas destacan al “túnel central” son:

- Detección de accidentes
- Union de las unidades codependientes por medio de CAN-BUS

En los sistemas mas sofisticados de automóviles se han realizado test los cuales han contribuido a clasificar la gravedad de los accidentes como se muestra en la siguiente relación:

- Gravedad 0 = accidente leve; no se ha accionado ningún airbag.
- Gravedad 1 = accidente de gravedad media; es posible que se hayan activado los airbags en una primera fase.

- Gravedad 2 = accidente grave; se han accionado los airbags en la primera fase.
- Gravedad 3 = accidente muy grave; se han accionado los airbags en la primera y en la segunda fase.

Cabe destacar que la unidad de control mencionada anteriormente se ve afectada también por otros factores que pueden activar o privar la activación de el sistema airbag, los factores son los siguientes:

- Sentido de la marcha (Impacto de la potencia)
- Tipo de accidente (Gravedad)
- Cinturón de seguridad

### 2.3.3. Sensor de accidente

Los sensores frontales siempre se montan de dos en dos. Por regla general se trata de sensores que trabajan según el sistema masa-resorte. Dentro del sensor se encuentra una polea que se ha llenado con un peso enorme. Esta polea de peso está rodeada por una abrazadera de bronce, cuyo extremo va fijado a la polea de peso y a la carcasa del sensor. Esta circunstancia permite a la polea de peso un único movimiento cuando la fuerza aplicada procede de una dirección determinada. Si se aplica la fuerza, la polea de peso gira contra la abrazadera de bronce y cierra por medio de un contacto el circuito de corriente hacia la unidad de control. Para la autodiagnos, el sensor lleva una resistencia con una impedancia muy elevada.

Otro tipo de sensor de movimiento es aquel en el que se ha empleado masa de silicio. Si se aplica la fuerza, se moverá la masa de silicio del sensor. Dependiendo de la suspensión de la masa del sensor se produce una modificación en su capacidad eléctrica, que sirve de información a la unidad de control.

Debido a su rápida posibilidad de registro se emplean los sensores para poder transmitir información a la unidad de control lo más rápidamente posible en caso de accidentes laterales.

### 2.3.4. Sensores de Presión

Estos sensores se montan en las puertas y reaccionan, en caso de accidente, ante un cambio de presión dentro de las puertas. En vehículos que lleven este tipo de sensores de presión es muy importante que las láminas de aislamiento de las puertas vuelvan a montarse correctamente si ha habido que desmontarlas. Si las láminas de aislamiento de las puertas no se montan correctamente y se produce una pérdida de presión en un accidente, podría verse afectado el funcionamiento de los sensores de presión.



### 2.3.5. Sensor de seguridad safing

El sensor Safing tiene la función de evitar que el airbag se active involuntariamente.

Está conectado en línea con los sensores frontales. El sensor Safing va integrado en la unidad de control del airbag. Está compuesto por un contacto Reed, dentro de un tubo lleno de resina, y de un imán con forma de anillo. El contacto Reed abierto se encuentra dentro de un tubo lleno de resina sobre el que se encuentra el imán con forma de anillo. El imán va sujeto al extremo de la carcasa por medio de un muelle. Si se aplica fuerza, el imán se desliza contra la potencia del muelle a través del tubo lleno de resina y cierra el contacto Reed. Con ello, el contacto para activar el airbag está cerrado.



### 3.1. Requerimientos del sistema

Las definiciones de los requerimientos especifican las funciones y propiedades esenciales y deseables que el sistema debe cumplir.

A continuación se muestran los requerimientos que deberá cubrir el sistema al finalizar el proyecto para garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados.

Requerimientos del Sistema			
Id	Descripción	Prioridad	Tipo
RS-R1	El sistema sensorá la información del coche	Alta	Funcional
RS-R2	El sistema se comunicará con el dispositivo móvil	Alta	Funcional
RS-R3	El sistema enviará notificaciones con la información relevante del sensado	Alta	Funcional
RS-R4	El sistema implementará una aplicación móvil para la gestión de usuarios	Alta	Funcional
RS-R5	El sistema implementará una aplicación móvil para la gestión de notificaciones	Alta	Funcional
RS-R6	El sistema almacenará la información y se tendrá acceso en todo momento	Alta	Funcional

Requerimientos del Sistema			
RS-R7	El sistema utilizará información del dispositivo para el envío de notificaciones	Alta	Funcional

## 3.2. Análisis de componentes del sistema

### 3.2.1. Sensor de temperatura

## **Parte I**

# **Diseño de la Estructura del Sistema**



## CAPÍTULO 4

---

### Metodología

---





## CAPÍTULO 5

---

### Análisis de Factibilidad

---

#### **5.1. Análisis de Factibilidad**

##### **5.1.1. Factibilidad Técnica**

Software

**2. Sistema Operativo**

**3. Lenguaje de Programación**

Hardware

##### **5.1.2. Factibilidad Económica**

**1. Gastos tecnológicos**

**2. Gastos por servicios**



---

## Gastos totales

## CAPÍTULO 6

---

### Arquitectura del Sistema

---

- 6.1. Arquitectura física del sistema**
- 6.2. Arquitectura lógica del sistema**



## 7.1. Reglas de negocio

### RN1 Campos obligatorios



**Tipo:** Restricción

**Nivel:** Controla la operación

**Versión:** 1.0

**Estatus:** Revisión

**Descripción:** La información que se proporcione en los campos marcados como obligatorios debe ser ingresada para poder continuar con la operación requerida.

**Referenciado por:** CU2 Registrar paciente, CU4 Editar información del paciente

## 7.2. Actores del sistema

Los actores son los perfiles asociados a las diversas áreas que intervienen en el proceso. Se han identificado los actores de acuerdo a las actividades y responsabilidades dentro del sistema, los cuales se muestran en la figura 7.1 y se describen a continuación.

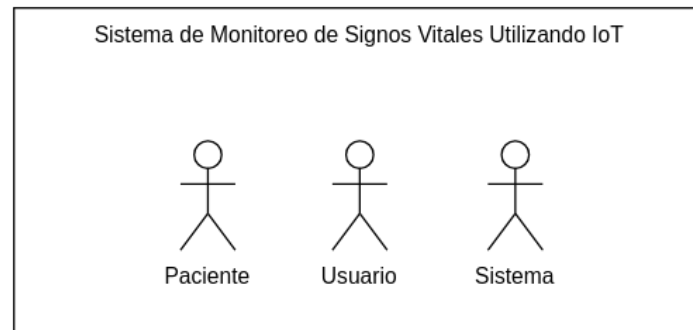


Figura 7.1: Perfiles identificados.

### 7.2.1. Paciente



**Nombre:** Paciente

**Descripción:** Representa a cualquier persona de la que se requiere el monitoreo continuo de su frecuencia cardíaca y temperatura corporal.

**Cantidad:** Uno por sistema embebido.

#### 8.1. Módulos del sistema

El sistema se encuentra organizado en módulos, con la finalidad de agrupar y administrar de mejor manera los requerimientos funcionales del sistema. Dividir el sistema en módulos permite visualizar e identificar rápidamente aquellos aspectos funcionales que pueden tratarse conjuntamente. La figura 8.1 muestra los módulos propuestos para el sistema.

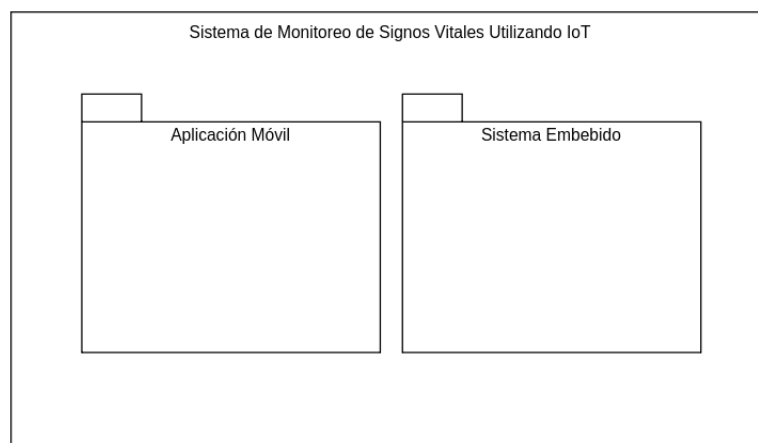


Figura 8.1: Módulos del sistema.

## 8.2. Modelo de comportamiento del módulo Aplicación Móvil

La figura 8.2 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo Aplicación Móvil en donde se visualiza el historias de lecturas de los signos vitales medidos por el sistema embebido así como las funciones agregar, consultar, editar y eliminar información del paciente que utilice el sistema.

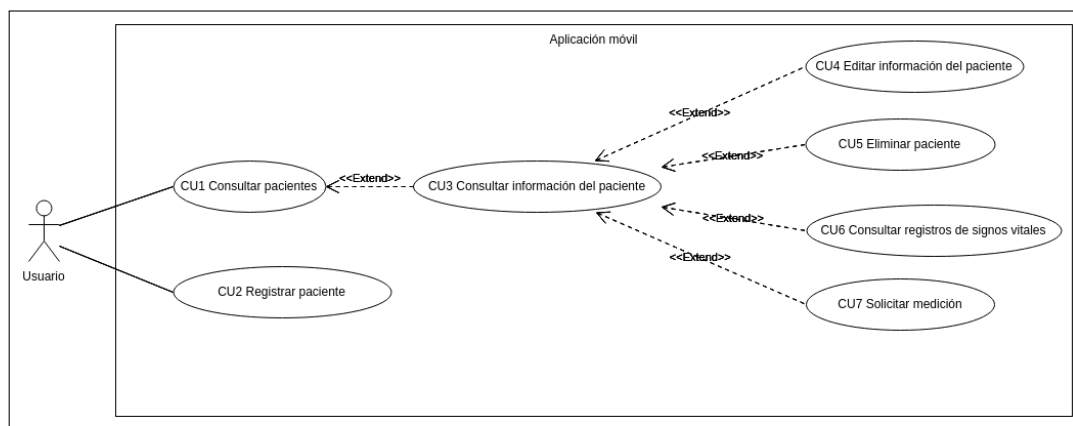


Figura 8.2: Diagrama de casos de uso del módulo Aplicación Móvil.



### 8.3. Modelo de comportamiento del módulo Sistema Externo

La figura 8.4 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo Sistema Embebido en el cual se realiza la medición, procesamiento y envío de los valores de los signos vitales en el paciente.

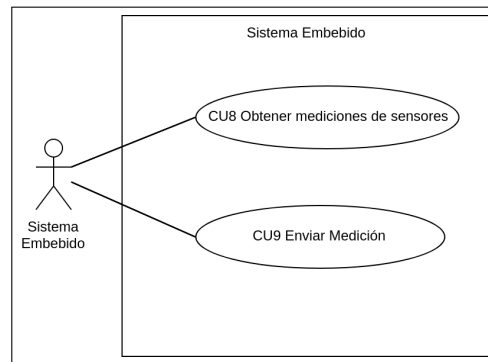


Figura 8.3: Diagrama de casos de uso del módulo Sistema Embebido.

## 8.4. Modelo de comportamiento del módulo Sistema Interno

La figura 8.4 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo Sistema Embebido en el cual se realiza la medición, procesamiento y envío de los valores de los signos vitales en el paciente.

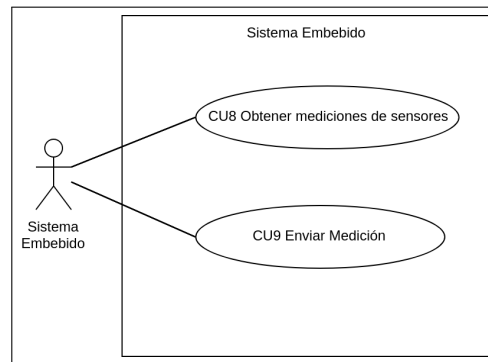


Figura 8.4: Diagrama de casos de uso del módulo Sistema Embebido.

## 8.5. Casos de uso del módulo Aplicación Móvil

En esta sección se describen los casos de uso referentes a el funcionamiento del sistema embebido.

### Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.

## 8.6. CU1 Consultar pacientes



### 8.6.1. Resumen

Permite al [Usuario](#) visualizar el nombre de todos los pacientes que ha registrado, con el fin de acceder a la funcionalidades específicas de cada uno de ellos.





### 8.6.2. Descripción

<b>Caso de Uso:</b>	CU1 Consultar pacientes
<b>Versión:</b>	0.1
<b>Administración de Requerimientos</b>	
<b>Autor:</b>	María Elsi Bernabé Aparicio
<b>Operación:</b>	Consultar
<b>Prioridad:</b>	Alta
<b>Complejidad:</b>	Media
<b>Volatilidad:</b>	Alta
<b>Madurez:</b>	Alta
<b>Estatus:</b>	Edición
<b>Fecha del último estatus:</b>	18 de octubre de 2018
<b>Atributos</b>	
<b>Actor(es):</b>	<a href="#">Usuario</a> .
<b>Propósito:</b>	Proporcionar un mecanismo que le permita al <a href="#">Usuario</a> visualizar a todos los pacientes registrados en la aplicación móvil con el fin de controlar las distintas acciones que se puedan aplicar a un paciente.
<b>Entradas:</b>	● Ninguna.
<b>Salidas:</b>	● Nombre da cada uno de los pacientes registrados.
<b>Precondiciones:</b>	● Ninguna.
<b>Postcondiciones:</b>	● Ninguna.
<b>Reglas de negocio:</b>	● Ninguna.
<b>Errores:</b>	● Ninguno.

<b>Caso de Uso:</b>	CU1 Consultar pacientes
<b>Tipo:</b>	Primario




### 8.6.3. Trayectorias del caso de uso

#### Trayectoria principal

- 1  Ingresa a la aplicación desde su dispositivo móvil.
  - 2  Obtiene el nombre de los pacientes registrados.
  - 3  Muestra la pantalla IU1 Consultar pacientes con una lista de todos los pacientes registrados.
  - 4  Visualiza la lista de pacientes y controla las acciones posibles de realizar.  
[Trayectoria A]
- - - Fin del caso de uso.

#### Trayectoria alternativa A:

**Condición:** El actor requiere buscar un paciente de la lista.

- A-1  Ingresa el nombre del paciente.
  - A-2  Obtiene las coincidencias de la información ingresada con el nombre de los pacientes registrados.
  - A-3  Muestra el nombre de todos los pacientes que coinciden con la búsqueda.
- - - Fin del caso de uso.

### 8.6.4. Puntos de extensión

**Causa de la extensión:** El actor consultar la información de un paciente en específico..

**Región de la trayectoria:** Paso 4 de la trayectoria principal.

**Extiende a:** CU3 Consultar información del paciente.



---

### Modelo de Interacción con el Usuario

---

#### 9.1. Entorno de trabajo

El entorno de trabajo es el medio por el cual el usuario interactúa con el sistema para poder acceder a la información registrada referente a los pacientes, así como a las mediciones de interés de temperatura y frecuencia. En este capítulo se describe el comportamiento y los elementos que conforman el entorno de trabajo de la aplicación, como son: la disposición de los elementos principales y comunes de las pantallas, la iconografía, componentes, etc.

**El presente capítulo tiene los siguientes objetivos:**

- Describir las áreas principales del entorno de trabajo.
- Describir la iconografía utilizada en las pantallas.
- Describir el mapa de navegación del sistema.
- Describir los componentes principales de las pantallas, tales como: controles de entrada, datos obligatorios, separadores, tablas de resultados, entre otros.

## 9.2. Interfaces de usuario

### 9.2.1. IU1 Consultar pacientes


#### Objetivo

Esta pantalla permite al [Usuario](#) visualizar a todos los pacientes registrados en la aplicación móvil con el fin de controlar las distintas acciones que se puedan aplicar a un paciente.


#### Diseño

En la figura [9.1](#) se muestra la pantalla "Consultar pacientes", por medio de la cual el usuario podrá ingresar a las distintas funcionalidades del sistema. En la parte superior se muestra el componente que le permite buscar a los pacientes registrados, con el cual se filtrarán y se mostrarán las coincidencias de búsqueda dependiendo de la entrada que ingrese el usuario.

En la pantalla se muestra también la lista de todos los pacientes registrados, dicha lista se ordena alfabéticamente por nombre y al seleccionar uno de ellos, el actor podrá ingresar a las funciones específicas de un paciente.

Por medio de esta pantalla el actor podrá también registrar un nuevo paciente mediante el icono .

#### Comandos

-  [Registrar paciente]: Permite al actor registrar los datos de un nuevo paciente. Dirige a la pantalla [IU2 Registrar paciente](#).



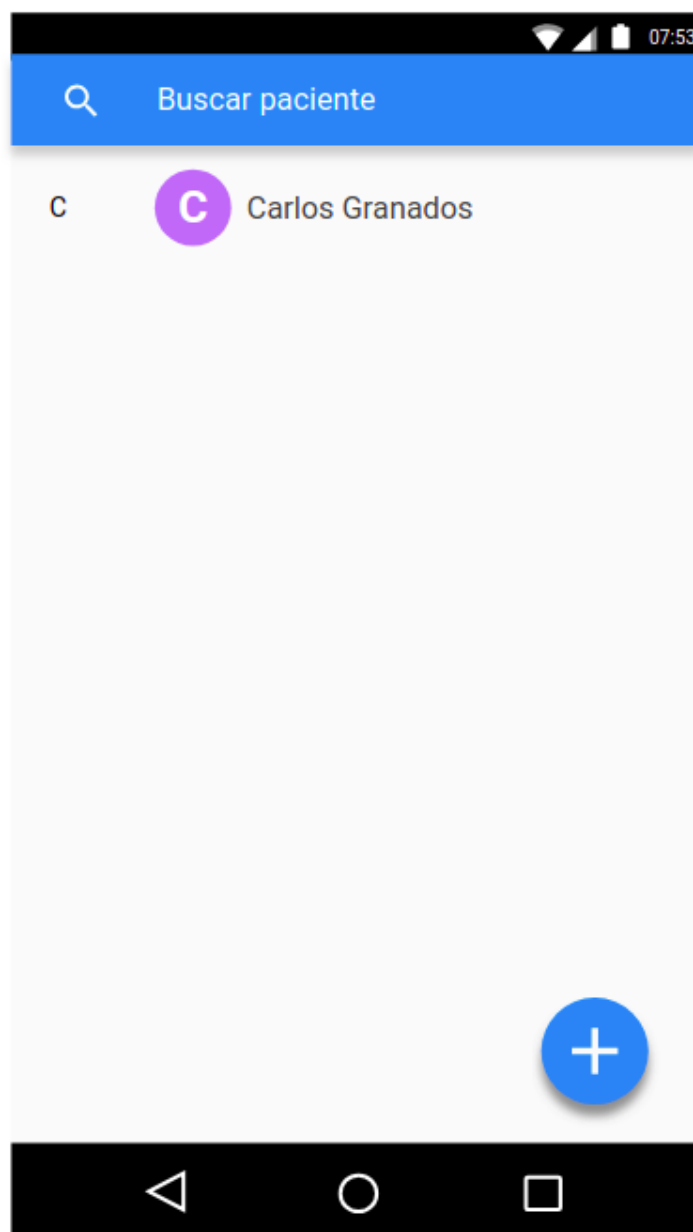


Figura 9.1: IU1 Consultar pacientes

## 9.3. Diseño de mensajes

En esta sección se describen los mensajes utilizados en el prototipo actual del sistema. Los mensajes se refieren a todos aquellos avisos que el sistema muestra al actor a través de la pantalla debido a diversas razones, por ejemplo: informar acerca de algún fallo en el sistema o para notificar acerca de alguna operación importante sobre la información.

### 9.3.1. Parámetros comunes

Cuando un mensaje es recurrente se parametrizan sus elementos, por ejemplo los mensajes: “Aún no existen registros de *escuelas* en el sistema.”, “Aún no existen registros de *responsables del programa* en el sistema.”, “Aún no existen registros de *integrantes de líneas de acción* en el sistema.”, tienen una estructura similar por lo que para definir el mensaje se utilizan parámetros, con el objetivo de que el mensaje sea genérico y pueda utilizarse en todos los casos que se considere necesario.

Los parámetros también se utilizan cuando la redacción del mensaje tiene datos que son ingresados por el actor o que dependen del resultado de la operación, por ejemplo: “La *escuela 15DPR2497K* ha sido *modificada* exitosamente.”. En este caso la redacción se presenta parametrizada de la forma: “DETERMINADO ENTIDAD VALOR ha sido OPERACIÓN exitosamente.” y los parámetros se describen de la siguiente forma:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es el nombre o la clave.
- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar.

En el ejemplo anterior se hace referencia a VALOR, es decir: *15DPR2497K* es el **valor** de la entidad **escuela**. Cada mensaje enlista los parámetros que utiliza, sin embargo aquí se definen los más comunes a fin de simplificar la descripción de los mensajes:

**ARTÍCULO:** Se refiere a un *artículo* el cual puede ser DETERMINADO (El | La | Lo | Los | Las) o INDETERMINADO (Un | Una | Uno | Unos | Unas) se aplica generalmente sobre una ENTIDAD, ATRIBUTO o VALOR.

**CAMPO:** Se refiere a un campo del formulario. Por lo regular es el nombre de un atributo en una entidad.

**CONDICIÓN:** Define una expresión booleana cuyo resultado deriva en *falso* o *verdadero* y suele ser la causa del mensaje.

**DATO:** Es un sustantivo y generalmente se refiere a un atributo de una entidad descrito en el modelo estructural del negocio, por ejemplo: número de incendio, brigada de apoyo del incendio, uso de suelo autorizado del predio, etc.

**ENTIDAD:** Es un sustantivo y generalmente se refiere a una entidad del modelo estructural del negocio, por ejemplo: incendio, pago por servicios ambientales hidrológicos, reforestación, etc.

**OPERACIÓN:** Se refiere a una acción que se debe realizar sobre los datos de una o varias entidades. Por ejemplo: registrar, eliminar, actualizar, etc. Comúnmente la OPERACIÓN va concatenada con el sustantivo, por ejemplo: Registro de un nuevo beneficio, registro de una actividad, eliminar una tarea, etc.

**VALOR:** Es un sustantivo concreto y generalmente se refiere a un valor en específico. Por ejemplo: “2014-003”, que es un valor concreto del DATO de la ENTIDAD “incendio”.

**TAMAÑO:** Es el tamaño del atributo de una entidad, el cual se encuentra definido en el diccionario de datos.

**MOTIVO:** Es una explicación acerca de la operación que se pretende realizar.

### 9.3.2. Mensajes a través de la pantalla

#### MSG1 Operación realizada exitosamente



**Tipo:** Notificación

**Ubicación:** En la parte superior de la pantalla

**Objetivo:** Notificar al actor que la acción solicitada fue realizada exitosamente.

**Redacción:** DETERMINADO ENTIDAD VALOR ha sido OPERACIÓN exitosamente.

**Parámetros:** El mensaje se muestra con base en los siguientes parámetros:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es el nombre o la clave.



- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar.

**Ejemplo:** *El paciente Carlos Granados ha sido registrado exitosamente.*

**Referenciado por:** [CU2 Registrar paciente](#), [CU4 Editar información del paciente](#)

# **Parte II**

## **Implementación**



## CAPÍTULO 10

---

### Avances y pruebas

---

El presente capítulo incluye las pruebas presentadas como avance para la primera parte de este trabajo terminal. El contenido más detallado de éste capítulo se menciona a continuación:

- Pruebas unitarias y digitalización de señales analógicas de pulso cardíaco.
- Pruebas unitarias del sensor de temperatura.
- Pruebas unitarias del módulo GSM Telit GL865-QUAD.
- Primer diseño de las interfaces a implementar en la aplicación móvil.

### 10.1. Sensores de pulso

Para determinar si los sensores de pulso elegidos funcionarían para el cálculo de la frecuencia cardíaca de un paciente, se realizaron pruebas unitarias con el fin de visualizar la onda de salida entregada por ambos sensores en un osciloscopio y verificar su funcionamiento.

Las pruebas realizadas se dividieron en dos fases, las cuales se describen a continuación.

- **Obtención de señal analógica:** En esta fase se conectaron los sensores de acuerdo a lo especificado en su hoja de datos. La señal de salida de cada sensor fue visualizada en el osciloscopio.



- **Digitalización de señal obtenida:** En esta fase de las pruebas se realizó el código en lenguaje ensamblador y c para digitalizar cada una de esas señales con el uso del ADC del microcontrolador.



---

## Referencias

---

- [1] OECD (2016), OECD Reviews of Health Systems: Mexico 2016, OECD Publishing, Paris. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264230491-en>