

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA**  
DEL PERÚ

Diseño de Sistema Integral de Seguridad Vehicular:  
Seguridad Pasiva, Seguridad Activa y Socorro inmediato para  
conductores y  
pasajeros de vehículos automotores

*Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que  
presenta el bachiller:*

**Karina Fiorella La Rosa Victoria**

Asesor:

Ing. Luis Montes Bazalar

**Lima, Agosto de 2012**

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consistirá en la elaboración del diseño de un sistema de seguridad vehicular que integre a la electrónica y las telecomunicaciones y que tendrá la capacidad de prevenir (seguridad activa), proteger a las víctimas durante el accidente (seguridad pasiva) y enviar alerta a múltiples destinatarios mediante mensajes de texto de Socorro que contenga las coordenadas geográficas de localización del siniestro inmediatamente ocurrido un accidente de tránsito, gracias a la integración de dos sistemas existente considerando sus ventajas de reutilización y eficiencia, como son los sensores de aceleración para automóviles utilizados en los sistemas airbag y las tecnología de rastreo GPS y GSM/GPRS.

El primer capítulo está centrado en describir el escenario de trabajo analizando aspectos como la identificación del problema, justificación del proyecto y objetivos.

El segundo capítulo busca presentar la investigación del marco teórico de los elementos necesarios para el desarrollo de la tesis.

El tercer capítulo se enfoca en el análisis para la elección de la solución más eficiente y adaptable, además de la elección de los equipos componentes del sistema en base a sus características, disponibilidad en el mercado y precio.

El cuarto capítulo presenta el estudio de mercado del proyecto con la finalidad de evaluar: la penetración de los sistemas utilizados, las necesidades del mercado peruano respecto a la seguridad vehicular y la posibilidad de aceptación del sistema en el mercado, especialmente en el interno.

El quinto capítulo está enfocado en el diseño final de la solución, en la adaptación e integración de los sistemas, en la descripción del diseño del esquema eléctrico del sistema, y en el desarrollo de una aplicación celular que simulará la transmisión del mensaje de Socorro.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis que proponen la continuación de la investigación en trabajos futuros que posibilite la realización y comercialización del producto final, para lograr en un futuro próximo, el uso masivo del producto, principalmente en nuestro país.



## INDICE

<b>Índice</b> .....	4
<b>Lista de Figuras</b> .....	7
<b>Lista de Tablas</b> .....	10
<b>Introducción</b> .....	12
<b>Capítulo 1 Descripción de escenario</b>	
1.1 Definición del problema .....	13
1.2 Justificación .....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo principal .....	15
1.3.2 Objetivos específicos .....	15
<b>Capítulo 2 Marco Teórico</b>	
2.1 Sensores en el automóvil.....	16
2.1.1 Definición de sensor.....	17
2.1.2 Ubicación de los diferentes sensores en el automóvil .....	18
2.1.3 Clasificación de los sensores para automóviles .....	19
2.1.4 Características de los sensores para automóviles.....	21
2.1.5 Sensores de aceleración y vibraciones .....	21
2.1.5.1 Tipos de sensores de aceleración para automóviles .....	23
2.1.5.2 Elección del acelerómetro adecuado .....	30
2.1.5.3 Los sensores de impacto en sistemas airbags .....	32
2.2 Descripción de las tecnologías de rastreo.....	35
2.2.1 Tecnología GPS Satelital .....	35
2.2.2 Localización en sistema celular GSM.....	39
a. Introducción .....	39
b. Arquitectura GSM .....	39
c. Método E-OTD.....	43
d. Elementos de localización en la red GSM.....	44
e. Descripción del flujo de posicionamiento .....	46

f. Elección de tecnología de rastreo .....	47
--	----

### Capítulo 3 Alcances del Proyecto

3.1 Diseño de la Solución .....	49
3.2 Diseño MODEM GPS/GSM .....	50
3.3 Diseño Celular con GPS integrado .....	51
3.4 Diseño Módulo BGAN.....	52
3.5 Análisis de Diseños Propuestos.....	53
3.6 Diseño del Proyecto utilizando celulares con GPS.....	54
3.6.1 Equipos y materiales a usar en la implementación.....	54
3.6.2 Descripción profunda y fundamento teórico de los materiales y equipos....	57
a. Sistema completo Airbag Modelo FORD 2009.....	57
b. Sistema de estacionamiento Positrón PS100.....	58
c. Cable cobre 2 mts (Conexión microprocesador-cd player).....	59
d. Sistema de sonido integrado Roadstar Rs-5260bt Mp3 Bluetoot .....	60
e. Aplicación para celular .....	62

### Capítulo 4 Evaluación de Mercado

4.1 Situación actual del Mercado .....	64
4.2 Proyección de mercado .....	65
4.3 Consumidor y demandas del mercado.....	67
4.3.1 Evaluación del consumidor .....	67
4.3.2 Determinación de la demanda de mercado.....	70
4.3.2.1 Mercado de teléfonos móviles con GPS.....	70
4.3.2.2 Mercado de Sistemas Airbag. ....	73
4.3.2.3 Demanda Mundial y del Estado Peruano .....	74
4.3.2.4 Política y Legislación.....	80
4.4 Competencia y oferta de Mercado .....	81
4.5 Mercado Potencial .....	82

## Capítulo 5 Diseño Final de Proyecto

5.1 Protocolo de comunicación Intra-vehicular CAN BUS .....	83
5.2 Diseño Final del Proyecto .....	87
5.2.1 Diagrama Eléctrico del Sistema Airbag (Etapa de Sensores y microcontroladores) .....	90
5.2.2 Desarrollo de la Etapa Transmisión .....	93
5.2.2.1 Diagrama de despliegue de la aplicación SOSCEL.....	94
a. Introducción.....	94
b. Diseño de la Solución SOSCEL.....	95
c. Simulación utilizando Aplicación SOSCEL.....	96
5.3 Margen de Ganancia .....	100
<b>Conclusiones</b> .....	101
<b>Recomendaciones</b> .....	103
<b>Bibliografía</b> .....	104

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 2-1:** Esquema básico de un sensor

**Figura 2-2:** Sensores en el automóvil BOSCH

**Figura 2-3:** Procesamiento de señales en la unidad de control

**Figura 2-4:** Sensor de Efecto Hall

**Figura 2-5:** Curva característica Sensor de Efecto Hall

**Figura 2-6:** Elementos y funcionamiento sensor piezoeléctrico

**Figura 2-7:** Tipos de Sensores de aceleración Micromecánicos, elementos

**Figura 2-8:** Elementos del sensor de aceleración micromecánico

**Figura 2-9:** Unidad de control

**Figura 2-10:** Diagrama funcionamiento interno de la Unidad de control

**Figura 2-11:** Flujo de Posicionamiento en GSM

**Figura 3-1:** Diseño utilizando Modem GPS/GSM

**Figura 3-2:** Diseño utilizando un Celular con GPS Integrado

**Figura 3-3:** Diseño utilizando un Módulo BGAN

**Figura 3-4:** Esquema Eléctrico Sistema Positrón

**Figura 3-5:** Localización y función de controles

**Figura 3-6:** Localización y función de controles

**Figura 4-1:** Volumen de ventas de vehículos nuevos en el Perú

**Figura 4-2:** Parque Vehicular Nacional Estimado

**Figura 4-3:** Factores de Mercado dependiendo de ubicación geográfica

**Figura 4-4:** Porcentaje Penetración Celulares con GPS

**Figura 4-5:** Número de Accidentes de tránsito en el Perú entre 1998 y 2007

**Figura 4-6:** Número de heridos y muertos por accidentes de tránsito en el Perú entre 1998 y 2007

**Figura 4-7:** Causas de Accidentes de tránsito en el Perú 2007

**Figura 4-8:** Accidentes de tránsito por tipo de vehículo en el Perú 2007

**Figura 5-1:** Arquitectura electrónica centralizada

**Figura 5-2:** Arquitectura electrónica distribuida

**Figura 5-3:** Diagrama de Bloques del sistema

**Figura 5-4:** Diagrama Eléctrico Sistema Airbag – Modelo Ford Fiesta 2009

**Figura 5-5:** Diagrama funcional del Microchip P87C591

**Figura 5-6:** Esquema propuesto

**Figura 5-7:** Conexión entre la ECU y el módulo bluetooth



**Figura 5-8:** Diagrama de conexión entre microcontralador y bluetooth

**Figura 5-9:** Diagrama de Despliegue de la Aplicación SOSCEL

**Figura 5-10:** Interfaz Bienvenida

**Figura 5-11:** Interfaz Menú Principal

**Figura 5-12:** Interfaz Registro

**Figura 5-13:** Interfaz de Envío de Mensaje

**Figura 5-14:** Interfaz Menú Registro

**Figura 5-15:** Interfaz de Error de Registro

**Figura 5-16:** Interfaz Registro Exitoso

**Figura 5-17:** Interfaz de Menú Principal

**Figura 5-18:** Interfaz de Envío de Mensaje

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 2-1:** Ejemplos de magnitudes de sensores de aceleración según la aplicación

**Tabla 2-2:** Comparación de sensores de aceleración

**Tabla 2-3:** Tabla comparativa entre GSM y GPS

**Tabla 3-1:** Descripción del Diseño GPS/GSM

**Tabla 3-2:** Descripción de Diseño Celular con GPS integrado

**Tabla 3-3:** Descripción de Diseño Módulo BGAN

**Tabla 3-4:** Comparación entre Modem GPS/GSM y Equipo celular con GPS

**Tabla 3-5:** Lista de Precios de Sistemas Airbag

**Tabla 3-6:** Lista de Precios Sensores de Distancia

**Tabla 3-7:** Lista de Materiales y Equipos para Automóviles Antiguos

**Tabla 3-8:** Lista de Materiales y Equipos para Automóviles Modernos

**Tabla 4-1:** Reseña Seguro SOAT y Vehicular

**Tabla 4-2:** Cambio en el orden relativo de las diez causas de muerte en el Mundo 2002-2030

**Tabla 4-3:** Cambio en el orden relativo de las diez causas de muerte en el Mundo, según la AVD (Años de vida ajustados en función de la discapacidad) 2002-2020

**Tabla 5-1:** Especificaciones de Hilos del microcontrolador

**Tabla 5-2:** Margen de Ganancia en Relación al volumen de ventas



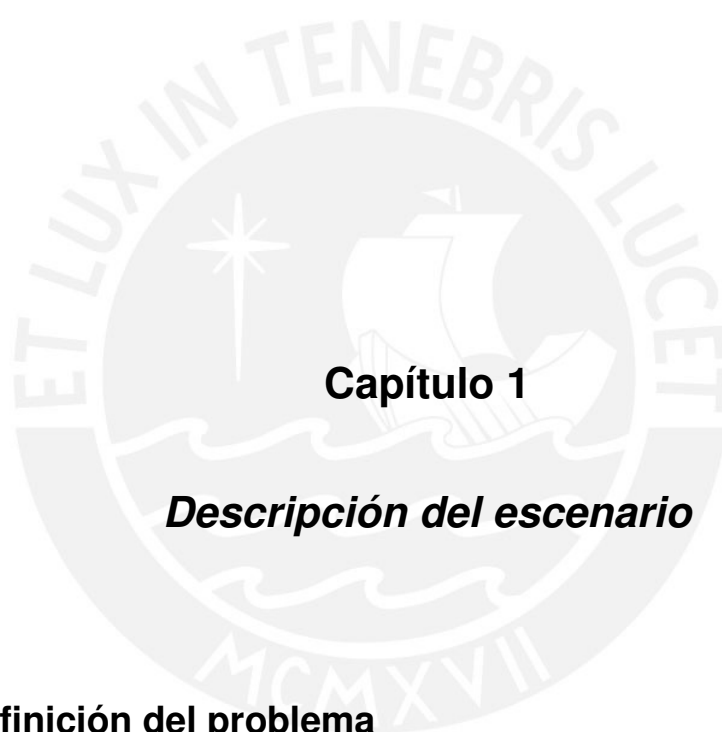
## Introducción

Los accidentes de tránsito son considerados actualmente una epidemia mundial, ya que vienen cobrando un número alto de muertos, heridos y discapacitados. En el Perú, estos accidentes constituyen un grave problema sin resolver ya que son una de las principales causas de muerte y además demanda la pérdida anual de más de un billón de dólares para el Estado. Según cifras dadas a conocer por el Centro de Investigación de Transporte Terrestre (Cidatt - Perú), el número de accidentes por año, en nuestro país, es el más alto de Latino América.

En los últimos años, las cifras de accidentes en carretera se ha incrementado aproximadamente en 1.3% anualmente tanto en las ciudades como en el interior del país, llegando incluso en el 2009 a un incremento de 10% más que el año anterior. Durante el año 2009 los accidentes de tránsito sumaron la cifra de 86,026 y dejaron un total de 3,243 muertos y 48,395 heridos.

Las sanciones penales y administrativas se han endurecido, siendo un avance significativo en la prevención general que contribuirá a detener el aumento de accidentes de tránsito. Estas sanciones están descritas en el Nuevo Reglamento Nacional de Administración de Transporte aprobado mediante el Decreto Supremo N°017-2009-MTC, que entró en vigencia el 1ro de Julio de 2009. El Nuevo Código empezó a regir el 21 de Julio de 2009.

El tema de la presente tesis tiene por objetivo ayudar, por medio del diseño de un sistema integrado de seguridad automotora, a reducir el número de accidentes de tránsito en el Perú, a reducir los tiempos de respuesta en el rescate de las víctimas siniestradas para fortalecer la atención integral, y reducir la tasa de mortalidad, de heridos y de discapacitados.



## Capítulo 1

### *Descripción del escenario*

#### 1.1 Definición del problema

Cuando ocurre un accidente de tránsito cada minuto transcurrido es muy valioso ya que se trata de la vida de una o varias personas, entonces, uno de los principales problema a resolver es el disminuir el tiempo de detección y ubicación del accidente de tránsito, de tal forma que sea inmediato, a fin de reducir el tiempo de envío de rescate e informar a las instituciones involucradas tales como Policía Nacional del Perú, hospitales, Empresas de Seguros y familiares de las víctimas.

En la sociedad peruana, la falta de información sobre sistemas de seguridad para vehículos motiva la especulación de la población, que en su mayoría cree que los precios de estos sistemas son inaccesibles, ocasionando que sólo las clases sociales más altas accedan a estos servicios.

Otro problema a resolver es la nulidad de conciencia sobre la importancia de los sistemas de seguridad vehicular, y ello se refleja en el hecho de que en nuestro país aún no cuenta con un reglamento específico para accesorios y equipos de seguridad vehicular.

Actualmente se vienen incrementando el precio de los seguros vehiculares debido al alto porcentaje de accidentes de tránsito en nuestro país. También se considera como problema los fraudes a estas compañías, con la intención de obtener la cobertura del seguro.

## 1.2 Justificación

Este sistema ayudaría a prevenir, proteger al conductor durante el accidente de tránsito, detectar y ubicar el siniestro inmediatamente ocurrida la colisión, y dar aviso a las autoridades pertinentes para con ello optimizar el tiempo de rescate de las víctimas, con la finalidad de lograr disminuir la tasa de mortalidad y accidentes graves por falta de atención. Este sistema será beneficioso para las víctimas, para los seguros, para las autoridades y en sí, la sociedad.

Con este sistema las compañías de seguros también se verían beneficiadas, ya que acortaría el tiempo de llegada al lugar del siniestro, evitando que la realidad de los hechos sea adulterada. Esto podría traer como consecuencia, la reducción en el precio de los seguros.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo principal

Diseñar un sistema integrado al vehículo que permita prevenir, proteger durante el accidente y agilizar la detección y localización de accidentes de tránsito mediante el envío de un mensaje de Socorro con la finalidad de reducir el tiempo de localización y rescate.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Investigar los mecanismos actuales de detección de este tipo de accidentes, tiempos promedios, sistemas de comunicación.
- Investigar los sistemas de seguridad vehicular que se adecuen al proyecto.
- Establecer el diseño de un sistema que permita prevenir, detectar, ubicar e informar sobre el acontecimiento de los accidentes de tránsito mediante un mensaje de alerta.
- Analizar el posible impacto del proyecto de tesis ante estas situaciones, para en un futuro sea posible la comercialización masiva del producto.
- Fomentar la reducción de impuestos con la intención de incentivar la aceptación del producto en la sociedad.



## Capítulo 2

### *Marco Teórico*

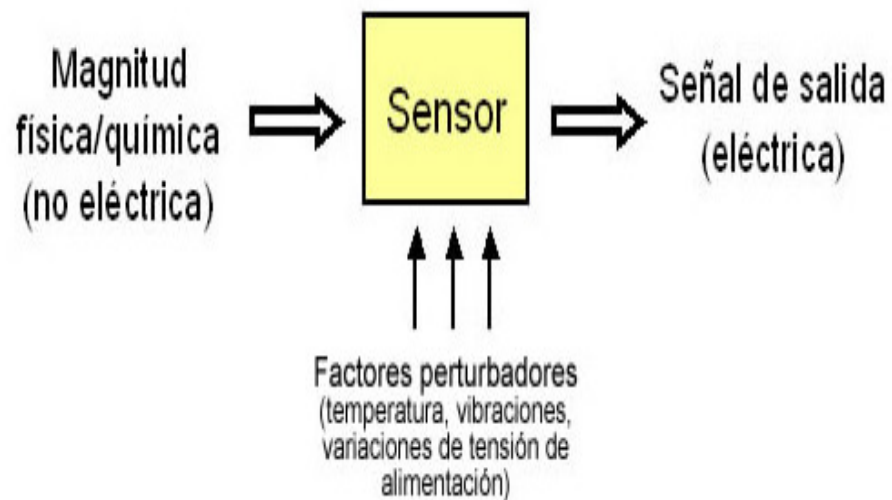
#### 2.1 Sensores en el automóvil

Actualmente, los automóviles presentan una gran cantidad de sensores, el número de sensores varía entre 60 y 70, que son necesarios en la gestión electrónica del automóvil. Pueden captar recorrido, posición, rotaciones, velocidad, aceleración, vibraciones, presión, caudal, temperatura, entre otros y son utilizados por las unidades de control que gestionan la seguridad, el funcionamiento del motor y el confort del vehículo. Las unidades de control y procesamiento de datos permiten la evaluación rápida de los parámetros mencionados. [ERI 2002].



### 2.1.1 Definición de sensor

El sensor, llamado también sonda o transmisor, convierte una magnitud física o química en una magnitud eléctrica tomando en cuenta las magnitudes perturbadoras que puedan presentarse. Las conversiones se efectúan a menudo a través de fases intermedias no eléctricas. Se consideran magnitudes eléctricas a la corriente, la tensión, las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o la duración de los impulsos de una oscilación eléctrica, la resistencia, la capacitancia e inductancia. [ERI 2002] [SEN 2008]



**Figura 2-1: Esquema básico de un sensor**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

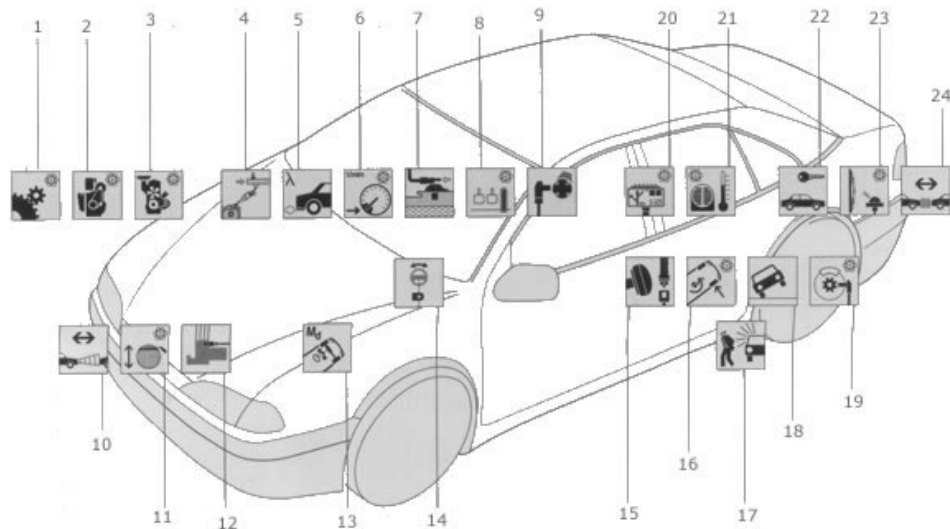
Los sensores se pueden presentar de dos formas:

- Sensores elementales.

- Sensores integrados, compuesto del sensor elemental más la parte que realiza el tratamiento de las señales de forma que estas puedan ser comprendidas por la unidad de control. [ERI 2002] [SEN 2008]

### 2.1.2 Ubicación de los diferentes sensores en el automóvil

A continuación se presenta un gráfico que detalla la ubicación de los sensores en el automóvil separados en: sensores de motor y transmisión, sensores de seguridad y sensores de confort. [ERI 2002] [SEN 2008]



Diferentes sensores colocados en el automóvil

#### Sensores de motor y transmisión

- 1.- Sensor de presión (mando de cambio Motronic)
- 2.- Sensor de presión de sobrealimentación (regulación electrónica Diesel, Motronic)
- 3.- Sensor de masa de aire (Motronic)  
Sensor de picado (Motronic)  
Sensor de presión ambiente (Motronic)
- 4.- Sensor de alta presión (inyección directa de gasolina, Common Rail)
- 5.- Sonda Lambda
- 6.- Sensor de velocidad de rotación (mando de cambio Motronic)
- 7.- Sensor de presión del depósito (diagnóstico de a bordo)
- 8.- Transmisor de posición del pedal (acelerador electrónico, freno electrohidráulico)
- 9.- Sensor de ángulo de posición arbol de levas (Motronic)

#### Sensores de Seguridad

- 10.- Radar telemétrico (ACC, prevención de colisión)
- 11.- Sensor de inclinación (regulación de los faros)
- 12.- Sensor de alta presión (ESP)
- 13.- Sensor de par (servodirección)
- 14.- Sensor de ángulo de volante dirección (ESP)
- 15.- Sensor de aceleración (airbag)  
Sensor de ocupación de asiento (airbag)  
Sensor de magnitud de giro o viraje (ESP)
- 16.- Sensor de aceleración transversal (ESP)
- 17.- Sensor de inclinación
- 18.- Sensor de vuelco
- 19.- Sensor de velocidad de giro ruedas (ABS)

#### Sensores de confort

- 20.- Sensor de viraje (navegacion)
- 21.- Sensor de calidad de aire (regulación calefacción y climatización)
- 22.- Sensor de presión (cierres centralizados)
- 23.- Sensor de lluvia
- 24.- Sensor telemétrico de ultrasonido (vigilancia zona trasera, aparcamiento)

**Figura 2-2 Sensores en el automóvil BOSCH**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

### 2.1.3 Clasificación de los sensores para automóviles

Se clasifican en 3 categorías que serán descritas a continuación:

- **Según su función y aplicación**

Este tipo a su vez se divide en:

- a. **Sensores funcionales**

Estos sensores están principalmente destinados a enfrentar tareas de regulación y mando.

- b. **Sensores de seguridad**

Destinados a fines de seguridad y protección contra robos.

- c. **Sensores de vigilancia**

Estos sensores realizan diagnósticos a bordo como detectar las magnitudes en el consumo y desgaste, para dar información al conductor y pasajero.

- **Según la señal de salida**

Tomando en cuenta la señal de salida, los sensores se clasifican en:

- a. **Señal Analógica**

Por ejemplo, los sensores que proporcionan la medición del caudal de aire aspirado, la presión del turbo, temperatura del motor, etc.

- b. **Señal Digital**

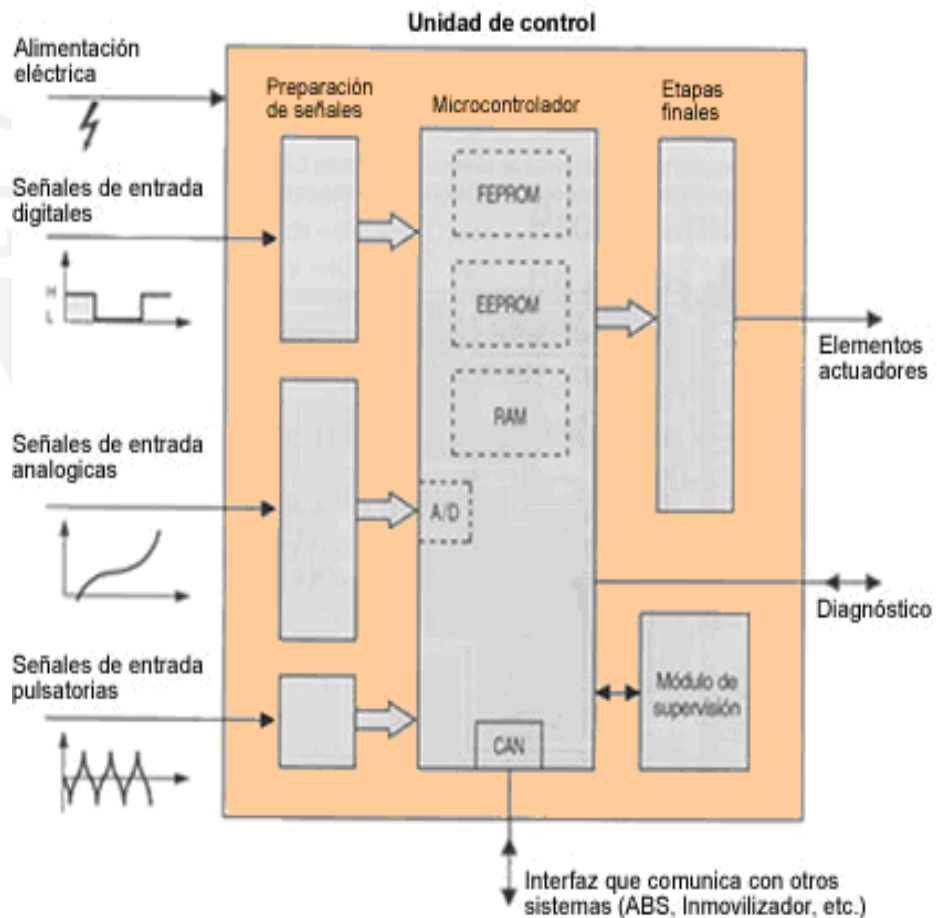
Proporcionan señales de conmutación como la de conexión o desconexión de algún elemento o señal del sensor digital.

**c. Señal Discreta**

Por ejemplo, algunas brindan información sobre el número de revoluciones y marca de referencia. [ERI 2002] [SEN 2008]

- Según la clase de curva característica

Los sensores destinados a la regulación, mando y vigilancia pueden ser representados por diferentes tipos de curvas como: curvas continuas lineales, continuas no lineales y discontinuas de dos escalones. [ERI 2002] [SEN 2008]



**Figura 2-3: Procesamiento de señales en la unidad de control**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

### 2.1.4 Características de los sensores para automóviles

Estos sensores están diseñados para dar respuesta efectiva a las exigencias de los sistemas electrónicos de los vehículos, para ellos se tiene en cuenta algunos factores como:

- Alta fiabilidad.
- Bajos costos de fabricación.
- Duras condiciones de funcionamiento.
- Alta precisión.

A continuación se estudiarán el funcionamiento de los sensores de aceleración para automóviles adecuados para el diseño del sistema de la presente tesis, así como el funcionamiento teórico de estos sensores también conocidos como sensores de impacto, utilizados en los sistemas airbag, con la finalidad de determinar si son los que se ajustan mejor al desarrollo del tema en investigación de la tesis, ya que la elección dependerá del tipo de características como son: los márgenes de aceleración que permiten, la capacidad de medición en continua y alterna, la máxima frecuencia a la que puede trabajar, costos, precisión, entre otros parámetros que serán analizados a continuación. [ERI 2002] [SEN 2008]

### 2.1.5 Sensores de aceleración y vibraciones

Los sensores de aceleración y vibraciones, también conocidos como acelerómetros, son adecuados para la regulación contra la detonación en motores de combustión interna, se usan también para activar sistemas de protección de pasajeros, para detectar aceleraciones en las curvas y variaciones de velocidad en vehículos de tracción integral con un sistema de regulación del tren de rodaje.

En estos sensores se utiliza como magnitud de medición a la aceleración que también se indica en función de la aceleración de la gravedad ( $1g = 9.8m/s^2$ ) para valores

típicos en automóviles. En la siguiente tabla se presenta algunos ejemplos de magnitudes de aceleración para ciertas aplicaciones:

Sensores de aceleración y de vibraciones	
Aplicación	Campo de medición
Regulación contra la detonación	1....10g
Protección de los pasajeros - Airbag, tensor de cinturón - Arco contra el vuelco - Bloqueador de cinturón	50g 4g 0,4g
ABS, ESP	0,8g.....1.2g
Regulación del tren de rodaje: - Carrocería - Eje	1g 10g

**Tabla 2-1: Ejemplos de magnitudes de sensores de aceleración según la aplicación**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

Los sensores de aceleración miden las fuerzas  $F$  ejercidas por la aceleración "a" sobre una masa inerte "m", de forma dinámica (con sensores de vibración) o estática.

También existen sensores que miden el desplazamiento y otros que miden esfuerzos mecánicos.

El encapsulamiento de estos sensores es decisivo para determinar la calidad de la detección, estos sensores de aceleración, en su función de sensores de inercia detectan la magnitud de la medición sin comunicarse con el exterior, se encapsulan fácilmente de modo hermético. Para ello, cuentan con una forma de acoplamiento mecánico, lo más rígido posible, al cuerpo en medición, ya que elementos intermedios adicionales que sean sueltos o elásticos podrían alterar la medición. Este acoplamiento rígido no debe permitir que las dilataciones térmicas que puedan ocurrir se transmitan. [ERI 2002] [SEN 2008]

### 2.1.5.1 Tipos de sensores de aceleración para automóviles

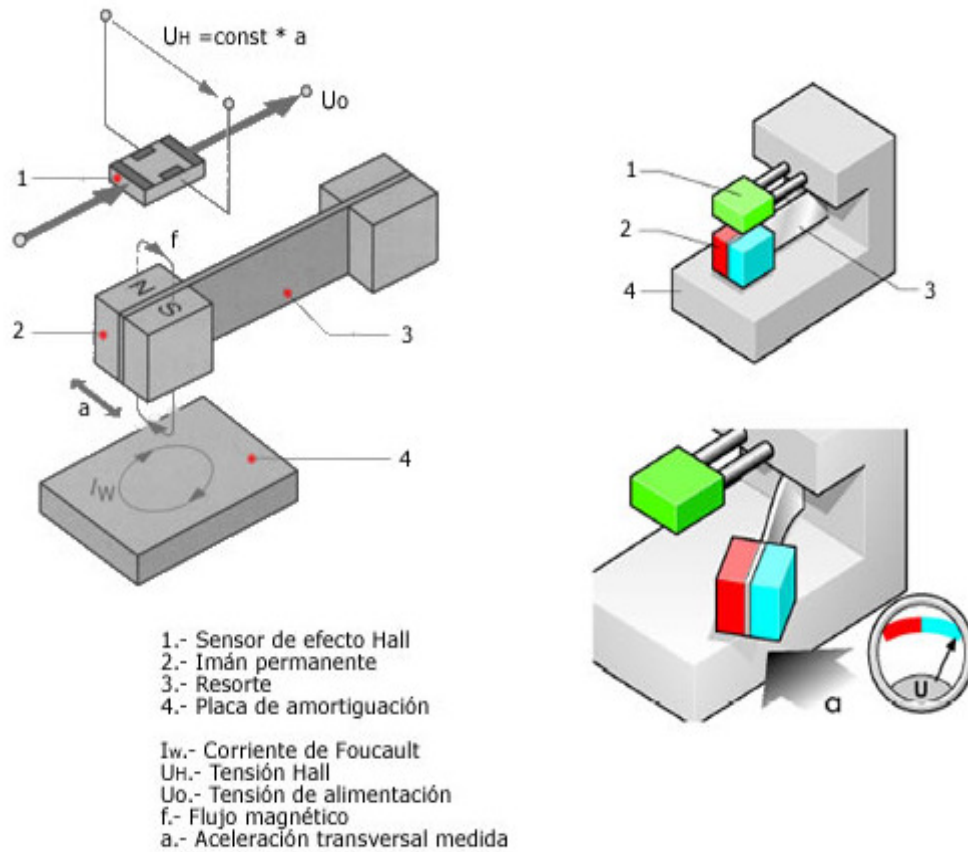
- **Sensores de aceleración de efecto Hall**

Estos Sensores son capaces de medir las aceleraciones longitudinales y transversales del vehículo (en referencia al sentido de la marcha, según la posición del montaje). Para que el sensor funcione correctamente es necesario que esté instalado en la parte más cercana al centro de gravedad del vehículo. Su principal objetivo es el detectar la existencia de fuerzas laterales que intenten desviar al vehículo de su trayectoria y detectar la intensidad. Otra característica de este tipo de sensor es que es muy sensible y delicado.

La estructura de este sensor de aceleración utiliza un sistema masa-resorte de fijación elástica, que consta de un resorte en forma de cinta puesta de canto, fijado por unos de los extremos. En el otro extremo que no se encuentra fijado (el extremo opuesto), tiene un imán permanente en función de la masa que se mueve. El sensor de efecto Hall es colocado sobre el imán permanente. Debajo del imán se coloca una placa amortiguadora de cobre. [ERI 2002] [SEN 2008]



Funcionamiento del sensor de efecto Hall

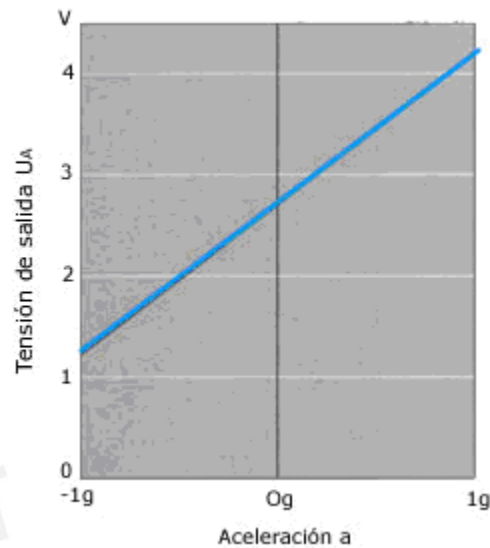


**Figura 2-4: Sensor de Efecto Hall**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

El funcionamiento del sensor se debe a que al encontrarse el sensor disponible a una aceleración transversal al resorte, la posición de reposo del sistema masa-resorte cambiará. Este cambio de posición originará desplazamiento que constituye un parámetro específico de la aceleración, ya que el flujo magnético que ocurre debido al movimiento del imán genera una tensión Hall en el sensor de efecto Hall. Como resultado se dará una tensión de salida  $U_a$  que aumenta linealmente con la aceleración. [ERI 2002] [SEN 2008]





**Figura 2-5: Curva característica Sensor de Efecto Hall**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

- **Sensores de piezoeléctricos**

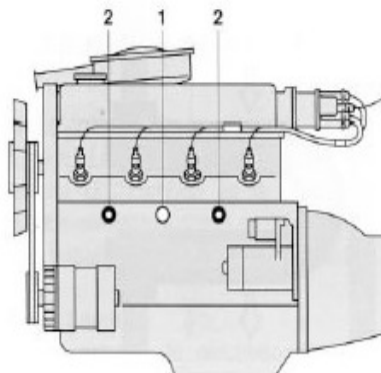
Debido a la forma en la que funcionan, estos sensores de vibraciones son muy bueno para detectar vibraciones debidas a ruidos de impacto, que suelen presentarse por ejemplo en el motor del vehículo cuando ocurre una combustión incontrolada y estas vibraciones son conocidas con el nombre de "picado". El sensor se encarga de convertir las vibraciones en señales eléctricas para luego ser transmitidas hacia la unidad de control. Los motores de 4 cilindros en línea por lo general vienen equipados por un sensor de picado, los motores de 5 ó 6 cilindros con dos vienen con dos sensores, los de 8 ó 12 con dos ó más sensores que se conmutan según el orden de encendido.

Estos sensores funcionan cuando una masa ejerce fuerzas de presión al ritmo de las vibraciones incitantes sobre un elemento piezocerámico de forma angular. Estas fuerzas ocasionan una transferencia de carga dentro del elemento de cerámica, entre los lados superiores e inferior de este elemento se origina una tensión eléctrica que será procesada por la unidad de control.

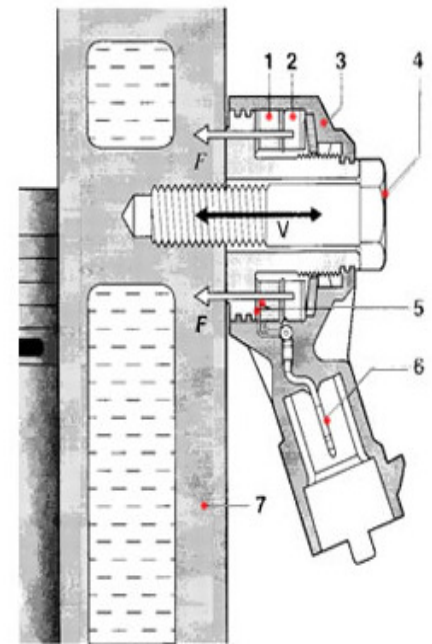
[ERI 2002] [SEN 2008]

Sensor de picado estructura y montaje

Situación de los sensores en el bloque motor



- 1.- El sensor de detonación esta entre el 2º y 3º cilindro
- 2.- Si existen montados dos sensores estos se encuentran entre dos grupos de cilindros.



- 1.- Cerámica piezoeléctrica
- 2.- Masa sísmica y fuerzas de presión "F"
- 3.- Caja tornillo
- 4.- Tornillo
- 5.- Contactos
- 6.- Conexión eléctrica
- 7.- Bloque motor
- V.- Vibración

**Figura 2-6: Elementos y funcionamiento sensor piezoeléctrico**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

Las tensiones transmitidas por el sensor son evaluadas por un amplificador de tensión alterna de alta impedancia.

Los lugares donde se ubican estos sensores dentro del vehículo son elegidos dependiendo del tipo motor (son específicos para cada motor), de tal forma que se detecte confiablemente el picado originado en cada cilindro. Por lo general, se suelen ubicar en el lado ancho del bloque del motor.

Con la finalidad de que estas señales generadas puedan ser transmitidas directamente sin resonancia y en concordancia con las características

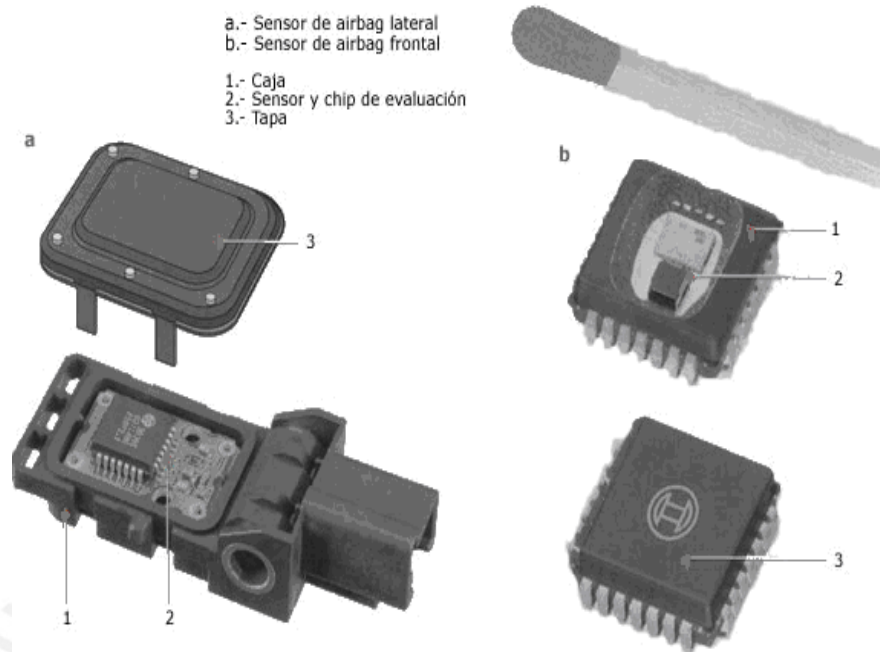
seleccionadas, desde el punto de medición en el bloque del motor hasta el sensor fijado con un tornillo, debe de considerar lo siguiente:

- a. El tornillo de fijación se debe de encontrar muy bien apretado.
- b. La superficie de contacto y el taladro del motor deben de presentar la calidad prescrita.
- c. No se debe de utilizar una arandela simple o elástica para asegurar el sensor.

[ERI 2002] [SEN 2008]

- **Sensores de aceleración micromecánicos de superficie**

Los sensores de aceleración micromecánicos están destinados a ser utilizados en los sistemas de retención de pasajeros. Estos sensores detectan valores de aceleración de choques frontales o laterales, para luego proceder a activar los sensores de cinturón, disparo de airbag, actuación de arco antivuelco o cualquier otro proceso en donde sea deseable medir el impacto. [ERI 2002] [SEN 2008]



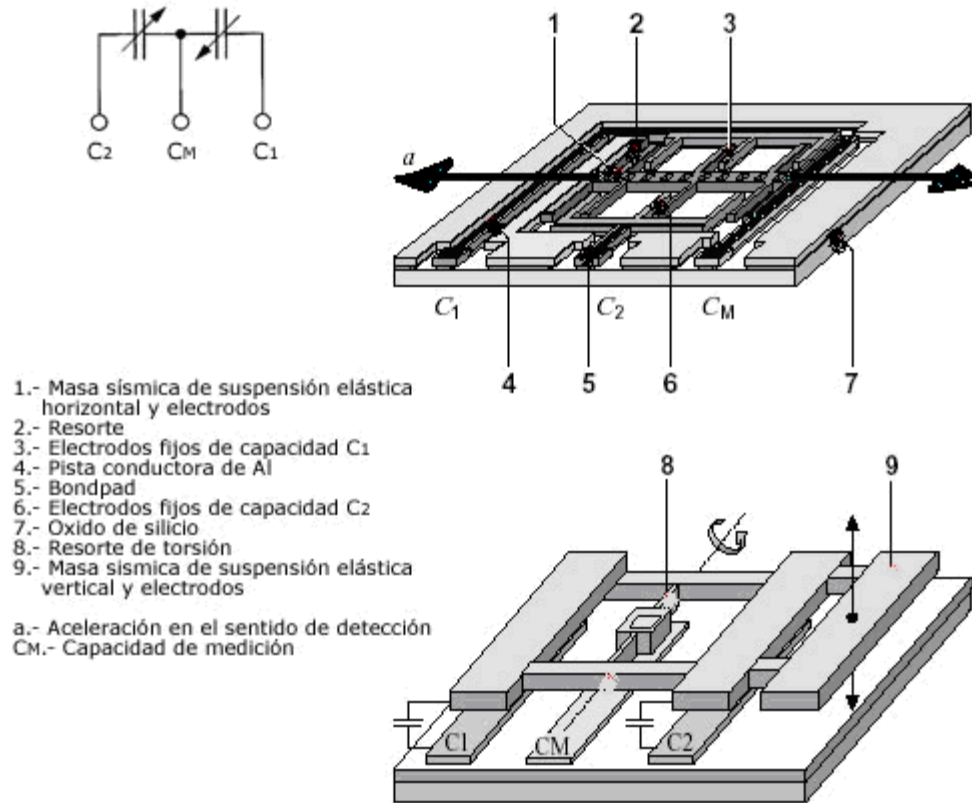
**Figura 2-7: Tipos de Sensores de aceleración Micromecánicos, elementos**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

Estos sensores son utilizados para la detección de altas aceleraciones, entre 50 a 100g, para los sistemas de protección de los pasajeros y también para medir aceleraciones de reducida intensidad. Se caracterizan por ser compactos y encontrarse alojados junto a la electrónica de evaluación. Respecto a su estructura y funcionamiento, posee un sistema de masa resorte que se encuentra montado sobre la superficie de una placa de silicio por procedimiento aditivo. Esta masa posee electrodos en forma de peine suspendidos elásticamente dentro de la célula de medición. Ambos lados de los electrodos móviles tienen colocados sobre el chip electrodos fijos también en forma de peine. La disposición de electrodos fijos y móviles corresponde a la conexión en serie de dos condensadores diferenciales C1 y C2. Los bornes de los condensadores presentan tensiones alternas de fases opuestas, el punto de superposición se detecta en el punto CM que es el que brinda la capacidad de medición en la

masa sísmica (que se encuentra entre los condensadores). La masa sísmica se encuentra suspendida por resortes, si ocurre una aceleración lineal en el sentido de detección, ocasionará una variación de la distancia entre los electrodos fijos y móviles, en consecuencia, también una variación de capacidad de los condensadores C1 y C2, es así que surge la variación de la señal eléctrica que en el ASIC (circuito que permite la evaluación de la señal de los sensores) es amplificada, filtrada y digitalizada para su transmisión a la unidad de control. [ERI 2002] [SEN 2008]





**Figura 2-8: Elementos del sensor de aceleración micromecánico**

Fuente: "Sensores en el Automóvil" [SEN 2008]

### 2.1.5.2 Elección del acelerómetro adecuado

En la siguiente tabla comparativa se muestra un resumen con las principales características de los acelerómetros presentados anteriormente.

Tipo de Sensor	Magnitud de medición aprox.	Ancho de Banda	Ventajas y desventajas	Aplicaciones
Sensor de efecto Hall	Dependerá también del campo magnético del imán.	100 KHz.	-Muy sensible -Son delicados -Bajo costos. -Margen de temperatura amplio -Ancho de banda grande	-ABS -Ajuste de asientos. -Boqueo de cerradura. -Control tracción. -Elevallunas. -Techo corredizo. -Ajuste de espejos. -Ajuste de asientos. -Cinturón de seguridad, etc.
piezoeléctrico	0 a 2000g	10 Hz a 20Khz	-Sensibilidad media -Uso complejo -Bajas temperaturas -No funcionan en continua Costo Alto	-Vibraciones dentro del motor "Picado". -En choques. -Uso industrial
MEMS	1.5 a 250g	0.1 a 1500 Hz	-Muy sensibles -Costo medio -Fácil uso -Poca dependencia con temperaturas -Dimensiones mas pequeñas -Menor consumo de potencia que anteriores	- En choques. - Airbags - Tensores de cinturón, - Sistemas arco antivuelco, - ABS

**Tabla 2-2: Comparación de sensores de aceleración**

El acelerómetro elegido es el del tipo MMES tomando en cuenta sus considerables ventajas respecto a los otros sensores, principalmente debido a su alta sensibilidad y poca dependencia a la temperatura, característica que hacen de este tipo de sensor sea el más utilizado en la industria automotriz para sistemas de seguridad. Entre sus principales características se encuentra: su frecuencia de trabajo, consideraciones respecto a las formas de montaje, pequeña dimensión, precios módicos, temperaturas de trabajo, bajo consumo de potencia, alta sensibilidad. [ERI 2002] [SEN 2008] [LOS2008] [FER 2006] [GON 2005]



### 2.1.5.3 Los sensores de impacto en sistemas airbags

El sistema airbag (bolsa de aire) es un conjunto de elementos de seguridad brindados en un automóvil, este sistema es complementario al cinturón de seguridad cuando un automóvil sufre una colisión mayor a los 30 km/h. El sistema está constituido por una bolsa que se hincha instantáneamente (alrededor de 120 milésima de segundo) ocurrido un impacto en el vehículo, interponiéndose esta bola entre el cuerpo del conductor y el volante, que permite evitar impactos en la cabeza. Dependiendo de la ubicación de la colisión del auto, se activará un tipo de sistema airbag: el frontal o el lateral.

En la mayoría de sistemas airbag el disparo del detonador no depende sólo del tiempo transcurrió desde el impacto, sino que también intervienen más factores como la velocidad del vehículo, la aceleración, la ubicación del choque, entre otros. La unidad de control específica para cada modelo, se encarga de la gestión interna que analizará con precisión todos los factores que intervienen, para así establecer un eficaz disparo del airbag. La unidad de control debe disponer también de un sistema que impida los disparos accidentales que puedan activar el airbag innecesariamente, para ello el sistema airbag cuenta con dos sensores:

- Sensor de choque o impacto, integrado a la unidad de control que regula la activación del airbag y determina la magnitud de la desaceleración producida. Consiste en un sensor micromecánica de silicio que producirá una señal al ser sometido a aceleración o desaceleración.
- Sensor de seguridad, que confirmará que el sistema sea detonado innecesariamente, evitando el disparo accidental debido a un mal funcionamiento o perturbaciones electromagnéticas. Este sistema tampoco se activará en caso de vuelco. Consiste en un interruptor electromecánico abierto/cerrado que evita el disparo involuntario del airbag, normalmente la desaceleración debe ser mayor a 2g para que se active. [SIS 2000] [AIR 2007]

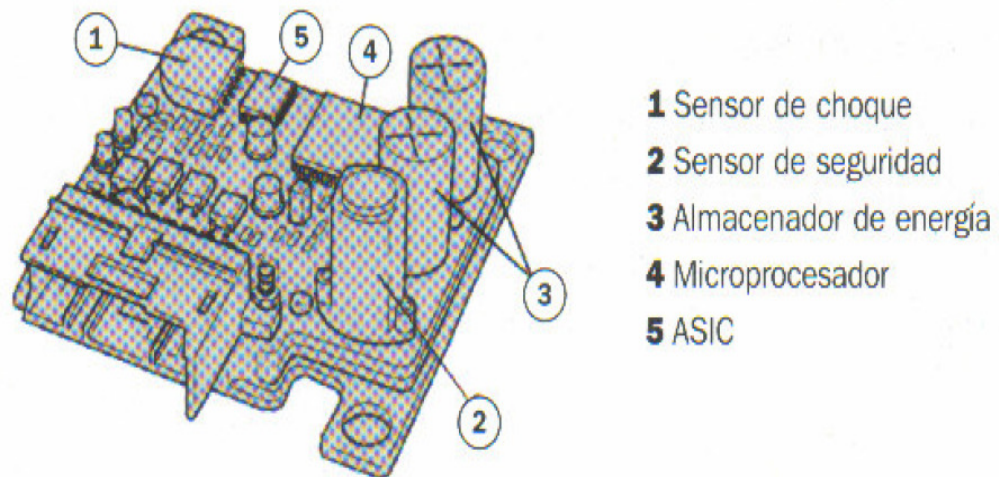


Si ambos sensores detectan una deceleración que sobrepase los límites determinados, la unidad de control activará los airbag

El sistema también consta de un almacenador de energía que está formado por varios condensadores conectados en paralelo con la finalidad de obtener gran capacidad, este almacenador se encargará de alimentar el sistema durante al menos 150 ms. en caso falle el sistema eléctrico del automóvil debido al accidente.

Otro componente del sistema es el microprocesador que controla al sistema en conjunto, realizando una evaluación de las señales procedentes de los sensores, distinguiendo entre dos valores límites. Cuando se alcanza el segundo valor límite se encargará de activar el sistema.

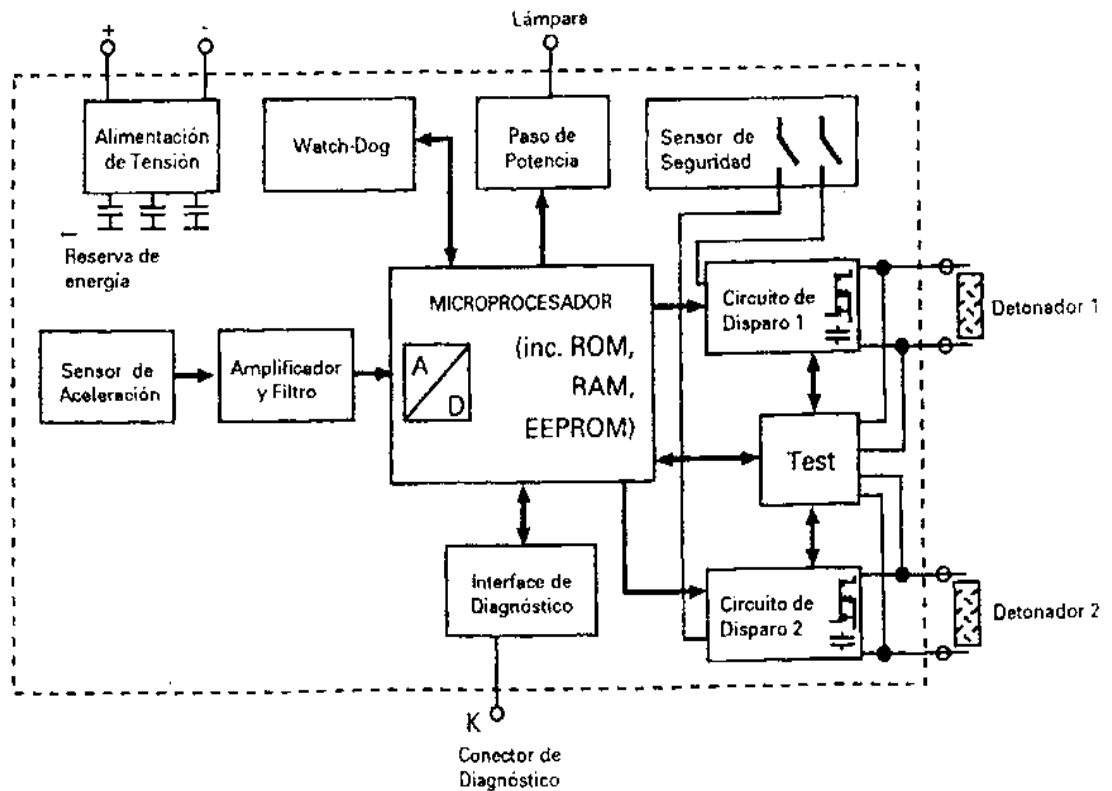
El sistema posee también un ASIC que procesa la señal generada por el sensor de choque, amplificándola y filtrándola. [SIS 2000] [AIR 2007]



**Figura 2-9: Unidad de control**

Fuente: "Sistemas de Seguridad: AIRBAG y cinturones pirotécnicos" [SIS 2000]

La unidad de control del vehículo normalmente se sitúa debajo del asiento del pasajero o también suele encontrarse fijado en el túnel de la caja de velocidades. La unidad de control es la encargada de gestionar el sistema airbag del conductor y de los pasajeros, ya que desde el momento en que se genera el impacto, la unidad de control efectúa el diagnóstico, así como la prueba de todos los componentes eléctricos y electrónicos de los sistemas airbags.



**Figura 2-10: Diagrama funcionamiento interno de la Unidad de control**

Fuente: "Sistemas de Seguridad: AIRBAG y cinturones pirotécnicos" [SIS 2000]

Los sistemas airbags también pueden funcionar sin unidad de control en donde el propio sensor de colisión es el encargado de activar el módulo airbag. Dependiendo del choque recibido, sólo se activará el sistema si se recibe una colisión que deforme la puerta a unos 18 Km./h y no se activará en caso no sea necesario. Sólo se activará el lado que reciba el impacto. [SIS 2000] [AIR 2007]

## 2.2 Descripción de las tecnologías de rastreo

### 2.2.1 Tecnología GPS Satelital

#### a. Introducción

El GPS, Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema de localización que fue diseñado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos con propósito militares a fin de brindar información precisa de posición, velocidad y tiempo.

Respecto al ámbito civil, a pesar de sólo contar con el permiso de uso de un subconjunto degradado de señales, GPS ha encontrado excelentes alternativas en la localización mediante técnicas diferenciales. GPS permite al usuario obtener información sobre su posición las 24 hrs. del día en cualquier ubicación de la tierra, con un rango de precisión que va desde los 10 metros a unos pocos milímetros. En la actualidad existe más de 70 fabricante de receptores GPS.

El sistema GPS es la forma más veloz, económica y precisa, que existe de hacer mediciones.

Todas las técnicas de medición de GPS son con posicionamiento relativo, esto quiero decir que se requiere el uso de dos receptores: un receptor fijo en un punto (Estación Base) y el otro receptor móvil posicionado a unos pocos segundos en cada uno de los puntos cuyas coordenadas se quieran determinar.

[GPS 2000] [GET 2008] [GPS 2008]

#### b. Arquitectura

El sistema GPS se compone de tres segmentos básicos, los dos primeros de responsabilidad militar: el segmento espacio (formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26560 Km. de radio y un periodo de 12 horas), el segmento de control (constituido por cinco estaciones de monitoreo que se encargan de mantener los

satélites en orden y de el respectivo mantenimiento), y el segmento usuario que está formado por los receptores pasivos y las antenas que se encuentran en la tierra. El cálculo de las distancias, posición y tiempo se hacen a través de los mensajes que provienen de cada satélite hacia los receptores. [GPS 2000] [GET 2008]

### c. Principio Funcionamiento

El cálculo de la posición por parte del sistema GPS se realiza desde un punto cualquiera en un espacio de coordenadas  $(x,y,z)$ , parte del cálculo de las distancias de este punto a un mínimo de cuatro satélites de localización conocida. La distancia entre el receptor GPS y el satélite se calcula multiplicando el tiempo de vuelo de la señal emitida desde el satélite por la velocidad de propagación. Para realizar la medición del tiempo de vuelo es necesario que los relojes de los satélites y los receptores se encuentren sincronizados ya que deben generar el mismo código simultáneamente. Pueden ocurrir errores en los valores de estos códigos debido al sincronismo generando en las denominadas pseudo-distancias que son distancias con errores, es por ello es necesaria la presencia de un mínimo de cuatro satélites para que la estimación sea de mayor precisión. Las señales GPS son muy débiles y están sometidos a ruido inherente, este ruido natural se forma por una serie de impulsos aleatorios que motiva a los receptores GPS a generar un código pseudo-aleatorio artificial. Los satélites transmiten una señal a cada instante con el mismo patrón que la serie pseudo-aleatoria generada por el receptor. Basándose en este tipo de sincronización, el receptor calcula la distancia realizando un desplazamiento temporal de su código pseudo-aleatorio, hasta lograr que coincida con el código recibido, este desplazamiento corresponde al tiempo de vuelo de la señal. Este proceso es automático, continuo e instantáneo en cada receptor GPS. El uso de los códigos pseudo-aleatorios permite el control de acceso al sistema de satélites, ya que en situaciones conflictivas se podría cambiar el código para restringir el acceso.

La precisión de la posición instantánea de los satélites puede estimarse con un error inferior a varios metros. Las estaciones terrestres hacen revisión de los relojes atómicos de los satélites, que constan de relojes dos de cesio y dos de rubidio enviando efemérides (predicciones de la posición actual de los satélites que serán

enviados a los usuario mediante un mensaje de dato) y las correcciones de los relojes ya que de ellos y además de la estabilidad de la trayectoria de los satélites, dependerá el correcto funcionamiento del sistema GPS. [GPS 2000] [GET 2008]

#### **d. Códigos y frecuencias GPS**

El código pseudo-aleatorio transmitido se compone de tres tipos de cadenas: la de uso civil que es el código C/A (Coarse/Adquisition) con una frecuencia de 1.023 MHz, el código P (Precision Code) para uso militar con una frecuencia 10 veces mayor a la del código C/A y el código Y que se envía encriptado en lugar del código P al encontrarse activado el modo anti-engaños (sólo para este caso).

Los satélites transmiten la información en dos frecuencias de la cual la frecuencia portadora L1 a 1575.42 MHz. transmite el código C/A y P y la frecuencia portadora L2 a 1227.60 MHz. transmite información militar modulada en código P. [GPS 2000] [GET 2008]

#### **e. Fuentes de error**

Los Sistemas GPS presentan múltiples fuentes de error y a continuación se detallará las que afectan significativa a las mediciones realizadas con GPS:

- Perturbaciones ionosféricas
- Fenómenos meteorológicos
- Imprecisión en los relojes
- Interferencias eléctricas imprevistas
- Error multisenda
- Topología receptor-satélite

Los errores de las distintas fuentes se acumulan en un valor de incertidumbre que se asocia a cada medida de posición GPS y es así que ofrecen una estimación de la

posición, un valor medio a lo largo de un intervalo de tiempo con determinada dispersión.

Los sistemas GPS utilizan un sistema de corrección de errores mediante técnicas diferenciales (DGPS) que funcionan de la siguiente forma: un receptor GPS ubicado en una posición conocida de la Tierra calcula la distancia de este a un grupo de satélites, donde la diferencia entre la posición calculada y la localización exacta constituyen el error en la media. Este error se transmite en un código predefinido RTCM (radio technical commission maritime), y cualquier receptor con capacidad de corrección diferencial puede tener acceso a este código con el fin de corregir su posición, eliminando así los errores siempre que el receptor diferencial se encuentre cerca a la base de emisión de la corrección.

El error producido por cada satélite se procesa de forma individual es por ello es denominado de área global WADGPS y las correcciones pueden ser enviadas desde una estación base receptora, estación base virtual o vía estaciones base comerciales. [GPS 2000] [GET 2008]

#### **f. Aplicaciones**

Respecto al campo de aplicación de los GPS existen múltiples tales como: en los sistemas de posicionamiento, en los sistemas de ayuda en la navegación, en la modelización del espacio atmosférico y terrestre o en aplicaciones que requieran de alta precisión en la medida del tiempo. En el campo civil, en donde se enfoca la presente investigación es en la utilización de Sistemas de Alarma automática, ya que existen sistemas de este tipo conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte, debido a que la generación de una alarma permite la rápida asistencia del vehículo. [GPS 2000] [GET 2008]

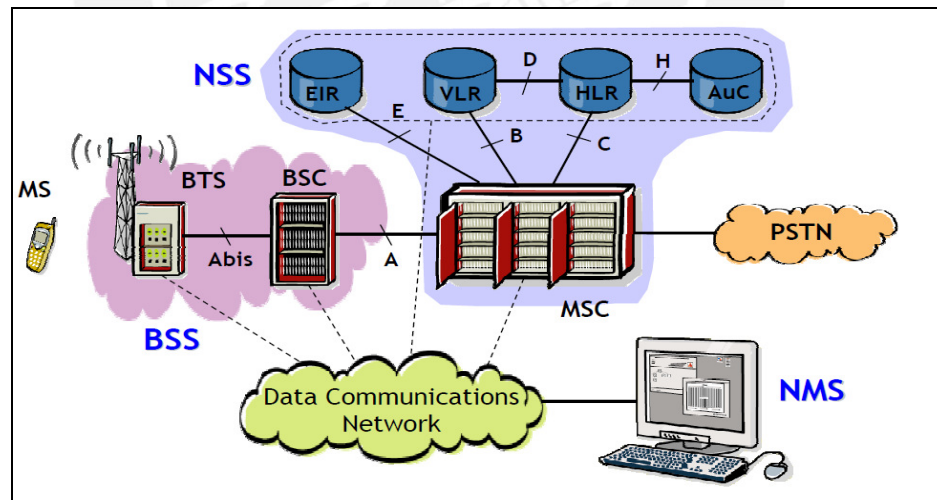


## 2.2.2 Localización en sistema celular GSM

### a. Introducción

La información sobre la ubicación de un equipo siempre ha estado presente en las redes celulares, ya que por ella se establece y mantiene la comunicación, pero antes no era posible el acceso a la red para proveer otros servicios. En la actualidad, es posible gracias a la adhesión de algunos elementos. Por otra parte, en las redes de tercera generación UMTS, que es integrante de la red de acceso, cuenta con los mecanismos necesarios que hace posible la localización de cualquier terminal móvil. [GET 2008]

### b. Arquitectura GSM



**Figura 2-11: Diagrama arquitectura GSM y elementos**

Fuente: "Introducción a GSM" [VEL 2008]

La arquitectura GSM se compone de los elementos descritos a continuación y que se muestran en la figura 2-11:



- **Mobile Station (Ms)**

Estación Móvil que es una combinación del equipo terminal llamado Mobile Equipment (ME) y los datos del abonado.

Los datos del abonado son almacenados en un módulo separado llamado SIM (Subscriber Identity Module), este es un dispositivo de memoria montado en una tarjeta que contiene la identificación del usuario y la lista de redes disponibles, además contiene herramientas de autenticación y cifrado.

- **Network Switching Subsystem (NSS)**

Encargado del control de las llamadas (identifica abonado, establece llamada y libera conexión cuando esta termina), la tarificación, la gestión de la movilidad, señalización (aplicable en las interfases con el BSS y PSTN) y manipulación de datos del abonado (almacenamiento de datos permanentemente en el HLR y almacenamiento temporal en el VLR).

- **Mobile Switching Center (MSC)**

Se encarga del control de las llamadas (identifica tipo de llamada, destino y origen de la llamada, establece, supervisa y libera llamadas), realiza búsquedas de determinadas estaciones móviles, almacena datos de tarificación.

- **Visitor Location Register (VLR)**

Por lo general los VLR se encuentran en el MSC. VLR contiene información sobre los abonados que están en el área de servicio del MSC, así como su ubicación, si un abonado cambia de área de localización se realiza un proceso llamado update para registrar la nueva ubicación del abonado.

VLR es una base de datos temporal y los datos de un abonado móvil se almacenan aquí mientras este se encuentre dentro de su área de cobertura. Para que los abonados móviles puedan acceder a los servicios de la red deberán estar registrados en una VLR.

- **Home Location Register (HLR)**

HLR se encarga de mantener un registro permanente de los abonados como los números de identificación, los servicios en los cuales el abonado se encuentra suscrito y su respectiva ubicación actual, contiene la dirección de la VLR donde se encuentra el abonado móvil. El HLR también se encarga de brindar información de enrutamiento al MSC cuando este lo solicite al terminar una llamada en una estación móvil.

- **Authentication Center (AuC)**

Provee información de seguridad a la red. Soporta el trabajo de la VLR emitiendo los llamados tripletes de autenticación cuando son requeridos.

- **Equipment Identity Register (EIR)**

Es utilizado por razones de seguridad, se encarga del chequeo del IMEI (International Mobile Equipment Identity) que se refiere al chequeo del equipo móvil. El chequeo del IMEI es opcional, depende del operador si quiere realizar el chequeo. EIR contiene tres listas: La lista blanca (indica que el móvil está permitido para operar con normalidad), lista gris (Si hay sospechas que el móvil falla se monitorea poniendo su IMEI en esta lista) y la lista negra (cuando el móvil está reportado como robado no se le permite operar en la red).

- **Base Station Subsystem (BSS)**

El BSS conforma la red de acceso del sistema GSM y consiste de varias celdas es por ello cubre una amplia área geográfica. Varios BSS pueden ser soportados por un MSC. BSS está compuesta por: BASE STATION CONTROLLER (BSC), BASE TRANSCIVER STATION (BTS) y TRANSCODER RATE ADAPTER UNIT (TRAU)

BSS se encarga: del control del enlace de radio, la sincronización donde MSC sincroniza el BSC y BSC sincroniza las BTS asociadas al BSC, de la señalización en las interfaces de aire, establecimiento de la conexión entre MS y el NSS y la gestión de la movilidad y transcodificación de voz.

- **Base station controller (BSC)**

Establece la conexión entre el MS y el NSS, gestiona la movilidad, almacena datos estadísticos en bruto, soporte a la señalización de interfases de aire y controla a BTS y TRAU.

- **Base Transceiver Station (BTS)**

Se encarga de la señalización de interfaces de aire, el cifrado, procesamiento de voz, conexión con los Transceiver, soporta las antenas de transmisión y recepción, conexión de alarmas externas.

- **Transcoder Rate Adapter Unit (TRAU)**

Generalmente se le ubica cerca al MSC y puede multiplexar hasta cuatro canales de tráfico en un canal PCM incrementando la eficiencia de los E1. Permite la habilitación del sistema Discontinuos Transmission DTX que se usa cuando en el transcurso de una llamada no hay conversaciones a transmitir y permite reducir la interferencia y ahorrar la batería.

- **Network Management Subsystem (NMS)**

Encargado de realizar el monitoreo de los elementos y funciones de la red. Esta compuesto por servidores, terminales y switches. Sus funciones se dividen en tres categorías: Gestión de fallas, Gestión de configuración y gestión de performance. [VEL 2008] [GSM 2009]

### c. **Estandarización de localización en GSM**

GSM ha sido estandarizado por el organismo de estandarización europeo ETSI respecto al sistema, a los nuevos nodos de red, mecanismos necesarios para el tratamiento de la información de localización dentro y fuera de la red, para con ello poder permitir la prestación de servicios de localización.

ETSI define tres escenarios para los sistemas de localización:

- Localización terminada en móvil, donde un cliente de localización inicia el proceso de localización al solicitar al núcleo de la red la posición de un usuario móvil.
- Localización originada en móvil, en donde el cliente de localización que se encuentra residente en el propio terminal móvil que solicita su localización.
- Localización originada en red, en donde el núcleo de la red es quien decide realizar la localización ante la detección de un determinado evento, o puede realizarse también por una llamada de emergencia. [GET 2008]

#### d. Método E-OTD

Es un método aprobado por el 3GPP para su uso en las redes GSM/GPRS. Se necesita de la instalación de una red paralela RTD (Real Time Difference) formada por unidades de medida de localización LMU a fin de obtener puntos de referencia para medir el desincronismo entre antenas adyacentes.

Este método puede darse de dos formas:

- Asistido por la red, de forma que el terminal mide el tiempo diferencial observado y calcula su propia posición, y para ello la red le deberá brindar información adicional requerida tal como las coordenadas de la Estación Base y los valores de RTD.
- Asistido por el terminal, el terminal mide también el tiempo diferencial observado pero a diferencia del anterior, el terminal brindará la información de sus mediciones a la red, la cual calculará la ubicación del terminal.

Este método brinda una buena exactitud respecto a otras técnicas terrestres, alrededor de 100 metros en áreas urbanas, pero tiene como desventaja que requiere de la modificación del software de la red y del terminal. [GET 2008]

## e. Elementos de localización en la red GSM

El sistema de localización estandarizado por el ETSI añade cuatro nodos específicos a los ya disponibles para la localización.

- **LMU:** en las redes GSM las estaciones base no se encuentran sincronizadas entre sí y para poder aplicar el método de la triangulación es necesaria incorporar una unidad de medida que brinde solución a este problema de desincronización.

Este nodo es parte de la red radio y cumple el papel de sensar las emisiones de radio de los terminales móviles. Realiza medidas de señal de un móvil determinado y transmite el resultado al SMLC del que depende. Entonces el SMLC podrá realizar las triangulaciones y de esta forma localizar el móvil, debido a que recibe información de las LMUs de las cuales conoce su ubicación geográfica. Esta información recibida también incluye datos respecto al mantenimiento, prestaciones, capacidades, fallos, etc.

La precisión del sistemas dependerá de la densidad de la red de LMUs, y esta densidad puede variar desde una LMU cada cinco estaciones base hasta una cada dos, esto hace que el costo no sea despreciable. Existen LMUs de dos tipos: tipo A (incorporado a una unidad independiente) y B (incorporado a la estructura de red).

- **SMLC** (Serving Mobile Location Center): Controlador de las LMUs y las Estaciones Bases Controladoras BSCs respecto a las mediciones realizadas a las señales que provienen de los móviles. El SMLC interactúa con las BSC directamente o mediante la MSC que la controla. La interacción con las LMUs y el terminal móvil se realiza a través de la BSC.

Sus principales funciones son: la Gestión de la movilidad de las LMUs (registra estado y posición), difunde la información de asistencia remota a E-OTD y A-GPS, Coordina y selecciona los recursos del radio

necesarios para realizar localizaciones en función a la calidad de servicio y capacidades de la red, calcula la posición del móvil en función de la información que obtiene, difusión de diferentes tipos de informaciones (prestaciones, mantenimiento, capacidad, fallos, etc.), entre otras.

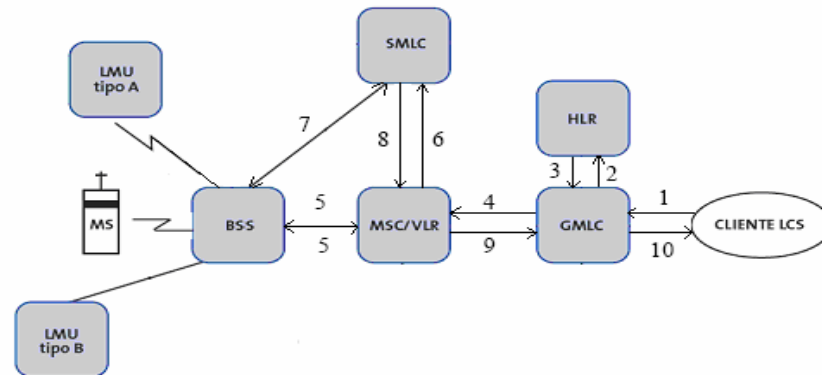
- **GMLC** (Gateway Mobile Location center): Este nodo se encarga de actuar como la interfaz entre el cliente externo y la red móvil a fin de ofrecer los servicios en localización. Se encuentra agrupado aquí todas las funciones relacionadas a la interacción del cliente externo solicitante de la información de localización. Realiza funciones de control de acceso, para ello hace uso de unas listas negras de clientes no permitidos y otras con los usuarios móviles que podrán ser localizados por clientes externos.

Las principales funciones son las de control del proceso de localización, control del acceso de los clientes de los servicios de localización, tarificación del servicio, transformación entre el sistema de coordenadas dado por la red y el deseado por el usuario, otorgar información de mantenimiento, capacidad, fallos, entre otras.

- **CBC** (Cell Broadcast Center): La función de este nodo es la de difundir la información de soporte a los sistemas de localización tal como A-GPS en el modo broadcast o unicast. El costo de este nodo es elevado, es por ello no es muy utilizado por los operadores, normalmente se opera en modo unicast. [GET 2008]



## f. Descripción del flujo de posicionamiento



**Figura 2-12: Flujo de Posicionamiento en GSM**

Fuente: ““Estudio de disponibilidad de señales de localización GPS/GSM”” [GET 2008]

- I. El cliente LCS solicita una localización del terminal móvil al GMLC.
- II. El GMLC hace contacto con HLR para conocer el VLR/MS que atiende al terminal en ese momento.
- III. Después de que HLR corrobora que el GMLC tiene autorización para obtener ubicación del terminal móvil, el HLR contesta.
- IV. El GMLC se contacta con el MSC/VLR indicado para obtener la información de localización. El VLR comprueba la autorización del terminal móvil para la transmisión de esos datos.
- V. Realizadas todas las verificaciones el terminal móvil queda localizado.
- VI. Es entonces que la MSC comienza la fase activa de recuperación de la localización del terminal móvil, para ello requiere del SMLC.
- VII. Se activa el procedimiento de ubicación de radio, definiéndose varios procedimientos que pueden implicar o no al MS. EL resultado del procedimiento es la obtención de la posición del terminal móvil por parte del SMLC.
- VIII. La posición del terminal será luego redirigida al cliente LCS.
- IX. Es entonces que llegará la información de localización al GMLC que formuló la solicitud.
- X. Finalmente, la información llega al cliente LCS, el destino final.

[GET 2008]



### g. Elección de tecnología de rastreo

La siguiente tabla ha sido elaborada teniendo en cuenta las principales características de estas tecnologías, con la finalidad de determinar cual de ellas será conveniente a utilizar en el presente proyecto considerando que se desea desarrollar en el Perú.

	<b>GSM/GPRS</b>	<b>GPS</b>
Las medidas de potencia recibidas a través de	Estaciones Base	Satélites
Disponibilidad de cobertura a nivel nacional (sobre todo en entornos rurales)	Limitada	Completa
Cobertura en ciertos escenarios como áreas urbanas densas o también en interior de edificios o túneles.	Mejor que GPS	Limitada
Flexibilidad y calidad de servicio.	Muy buena	Muy Buena
Costos	Es económica	Tendencia a decrecer
Precisión	Inferior a GPS	Entre 10 metros y milímetros

**Tabla 2-3: Tabla comparativa entre GSM y GPS**

El sistema GPS no es la solución total en todos los casos, pero es cierto que en la actualidad es la solución de localización global más precisa, y en este específico proyecto es la solución más adecuada considerando principalmente el crecimiento global de este mercado. [GET 2008] [GPS 2000]





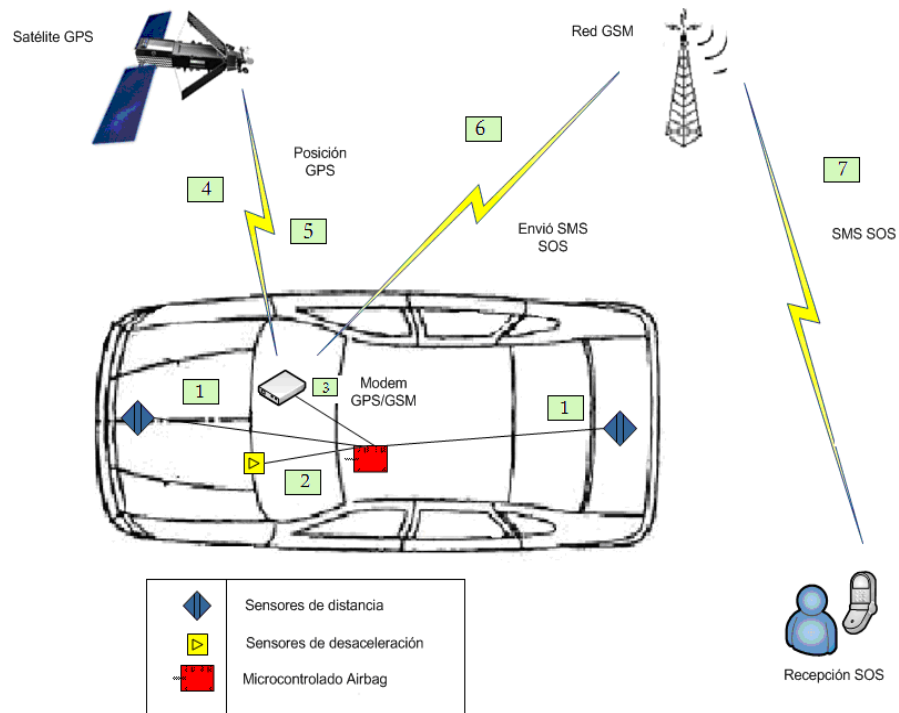
## Capítulo 3

### ***ALCANCES DEL PROYECTO***

#### **3.1 Diseño de la Solución**

En las siguientes figuras se mostrarán tres modelos de solución para desarrollar el diseño del proyecto, posteriormente se realizará el análisis de cada uno para determinar la elección del más adecuado, luego en el capítulo 5 se presentará el Diseño Final.

### 3.2 Diseño MODEM GPS/GSM



**Figura 3-1: Diseño utilizando Modem GPS/GSM**

Descripción	
1	Activación de los sensores de distancia, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador
2	Activación de los sensores de desaceleración, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador
3	Microcontrolador envía un pulso eléctrico al Modem GPS/GSM
4	Modem GPS/GSM envía una solicitud de cálculo de coordenadas geográficas al Satélite GPS.
5	Satélite GPS envía las coordenadas geográficas del posicionamiento.
6	Modem GPS/GSM envía mensaje SOS que contiene el nombre de la persona en peligro, las coordenadas geográfica de su posición a los destinatarios configurados, utilizando la red de telefonía móvil.
7	La red móvil se encargará de realizar el envío del mensaje SOS a los destinatarios configurados.

**Tabla 3-1: Descripción del Diseño GPS/GSM**

### 3.3 Diseño Celular con GPS integrado

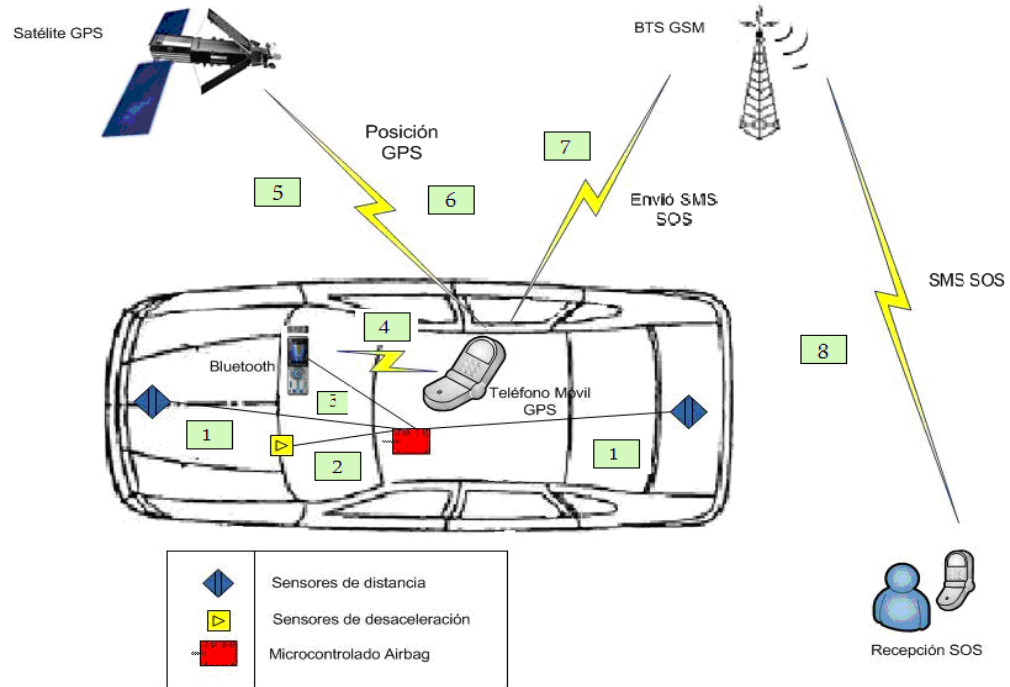


Figura 3-2: Diseño utilizando un Celular con GPS Integrado

Descripción	
1	Activación de los sensores de distancia, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador.
2	Activación de los sensores de desaceleración, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador.
3	Microcontrolador envía un pulso eléctrico al sistema bluetooth.
4	Sistema bluetooth envía un mensaje SOS al celular del usuario que tiene que contar con bluetooth y antena emisora y receptora GPS.
5	Celular envía una solicitud de cálculo de coordenadas geográficas al Satélite GPS.
6	Satélite GPS envía las coordenadas geográficas del posicionamiento.
7	Celular envía mensaje SOS que contiene el nombre de la persona en peligro, las coordenadas geográfica de su posición a los destinatarios configurados, utilizando la red de telefonía móvil GSM.
8	La red móvil se encargará de realizar el envío del mensaje SOS a los destinatarios configurados.

Tabla 3-2: Descripción de Diseño Celular con GPS integrado

### 3.4 Diseño Módulo BGAN

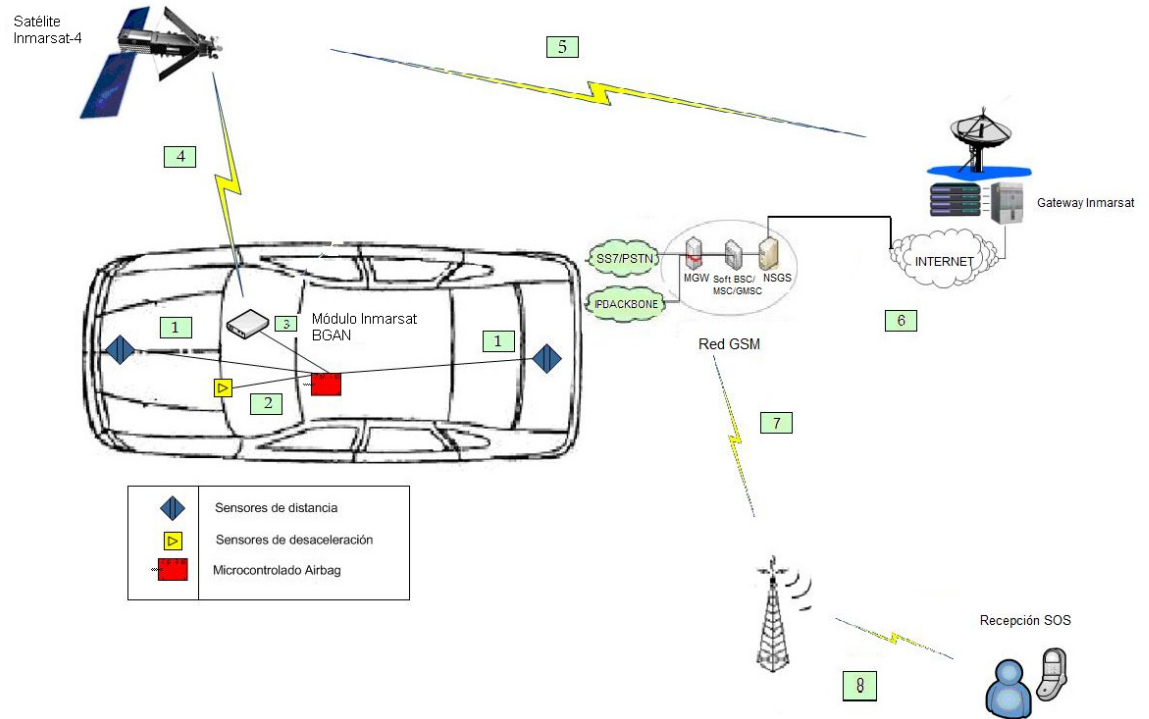


Figura 3-3: Diseño utilizando un Módulo BGAN

Descripción	
1	Activación de los sensores de distancia, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador.
2	Activación de los sensores de desaceleración, envío de un pulso eléctrico al microcontrolador.
3	Microcontrolador envía un pulso eléctrico al Modem Inmarsat BGAN.
4	Modem Inmarsat BGAN calcula las coordenadas geográficas y envía mensaje de emergencia al Satélite Inmarsat.
5	El mensaje enviado por el Satélite Inmarsat es recepcionado por la antena en tierra y el mensaje es transmitido por medio de el Gateway Inmarsat.
6	El Gateway Inmarsat envía el paquete por al red de Internet hacia el NSGS que se encargará de decodificar el paquete para que pueda ser transmitido por la red Móvil GSM.
7	El mensaje es enviado a la BTS del área donde se encuentra el Destinatario del Mensaje de Emergencia.
8	La red móvil se encargará de realizar el envío del mensaje SOS a los destinatarios configurados.

Tabla 3-3: Descripción de Diseño Módulo BGAN [INM 2009]

### 3.5 Análisis de Diseños Propuestos

En los tres modelos presentados necesitaremos de los siguientes componentes:

Sensores de distancia y sensores de aceleración, conectores, microcontroladores, cables y un equipo de localización (un módulo GPS/GSM, un Celular con GPS integrado o un equipo Inmarsat).

Para realizar la selección del modelo se tomó en cuenta diferentes factores aplicados a la sociedad peruana tales como costo, manufactura, implementación, facilidad de adaptación y tiempo de respuesta.

Se descartó el uso del sistema Inmarsat para el proyecto debido a que los costos de conexión y manufactura de los equipos son incompatibles con el objetivo inicial del proyecto. Pero se debe de considerar que utilizando este tipo de equipo se garantizará la comunicación adecuada en cualquier lugar del planeta, aun sin contar con cobertura de la red de Telefonía Móvil. Cabe al mercado y al cliente aumentar la competitividad respecto a este producto para disminuir el precio de implementación del sistema.

Para decidir la elección entre los dos sistemas restantes se realizó la Tabla 3-4 comparativa donde los precios se encuentran en Nuevos Soles:

Factores	Sistema Modem GPS/GSM	Sistema Equipo Celular con GPS integrado
Costo	S/. 716.31 (Modem GPS/GSM+ cables)	Desde S/. 162.00 (Módulo Bluetooth) ó S/. 2.56 (Cable simple) Se utilizaría el equipo celular del usuario.
Manufactura	Pocas empresas desarrollan estos equipos	Variedad de empresas desarrollan los equipos celulares con GPS integrado.
Implementación	Penetración de equipos limitada en el mercado.	Equipos celulares con GPS integrado están en crecimiento continuo.
Adaptación	Comodidad de adaptación	Comodidad de adaptación

**Tabla 3-4: Comparación entre Modem GPS/GSM y Equipo celular con GPS Integrado**



Según la comparación realizada en la tabla anterior concluimos que para una implementación inmediata sería necesario escoger los equipos celulares con GPS integrado debido al bajo costo de instalación del Sistema en relación al MODEM GPS, también consideramos el factor competencia y demanda debido a que pocas empresas lanzan al mercado el sistema de MODEM GPS y el mercado se encuentra estancado, en cambio no existe esa dificultad en el caso de los equipos celulares con GPS, ya que el mercado se encuentra en expansión, además, la tendencia actual es la incorporación del mayor número de servicios a los celulares. Otro factor tomado en cuenta es el grado de penetración en el mercado de estos equipos para la factibilidad de la realización del proyecto. La penetración de los equipos celulares se encuentra en auge y en constante desarrollo en todo el mundo, y la sociedad peruana no escapa a esta corriente. Actualmente se vienen desarrollando celulares que ya cuentan con sistema de localización GPS o LBS (Location Based Service) y se espera que esta tendencia crezca. En cambio, el grado de penetración de los equipos GPS/GSM es todavía poco considerable en la sociedad peruana, a pesar de que en otros países ya cuentan con un alto grado.

### **3.6 Diseño del Proyecto utilizando celulares con GPS**

#### **3.6.1 Equipos y materiales a usar en la implementación**

En la Tabla 3-5 se presentan la lista de precios de sistemas airbag, los precios varían dependiendo la marca y modelo de auto. En la Tabla 3-6 se encuentran 3 diferentes marcas de sensores de distancia y sus precios.

LISTA DE SISTEMAS AIRBAG POR MODELO Y MARCA	Datos Empresa/Teléfono/Web	PRECIO
Sistema Airbag Modelo FORD 2009	FORD MOTOR COMPANY BRASIL LTDA- PLANTA CAMAÇARI Telf.: 71 3649-2942	S/. 3,309
Sistema Airbag Modelo Honda Civic	IMPERIAL MOTORES LTDA - Telf. 557121071597	S/. 4,651
Sistema Airbag Honda Fit Modelo EXL1.416V 2009	IMPERIAL MOTORES LTDA - Telf. 557121071597	S/. 4,651
HSD Airbag Duplo y ABS - FIAT Palio 1.4 ELX 5P	<a href="http://www.fiat.com.br/">http://www.fiat.com.br/</a>	S/.3,774

**Tabla 3-5: Lista de Precios de Sistemas Airbag**

LISTA DE PRECIO DE SENSORES DE DISTANCIA	Datos Empresa/Teléfono/Web	PRECIO
Sensor de Estacionamiento con Display y 4 Sensores - DNI	<a href="http://www.dni.com.br">http://www.dni.com.br</a>	S/. 298.72
Sensor de Estacionamiento con Display e 4 Sensores – Positron	<a href="http://www.positron.com.br/">http://www.positron.com.br/</a>	S/. 433.98
Sensor de Estacionamiento con Display Negro e 4 Sensores plata - DSW	<a href="http://www.dswautomotive.com">http://www.dswautomotive.com</a>	S/. 157.22

**Tabla 3-6: Lista de Precios Sensores de Distancia**

En la Tabla 3-7 se presentan los equipos y materiales del proyecto con sus respectivos costos y marcas para modelos de automóviles antiguos o básicos:

LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS AUTOMÓVILES ANTIGUOS	PRECIO
Sistema Airbag	S/. 3309.25
Sistema de estacionamiento Positron PS100	S/. 433.98
Cables de cobre(2 mts)	S/. 2.56
Sistema de sonido integrado Roadstar Rs-5260bt Mp3 Bluetooth	S/. 241.80
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 3987.59</b>

**Tabla 3-7: Lista de Materiales y Equipos para Automóviles Antiguos**

La razón de la elección del Sistema Airbag Ford Fiesta se debió a la disponibilidad de información para el desarrollo de la tesis. La elección de los sensores de estacionamiento o distancia Positron por la confiabilidad de la marca debido a su consolidación en el mercado y además por ser compatible con el Sistema de Sonido Roadstar. Los productos fueron elegidos con la intención de integrar la mayor parte de funcionalidades a un precio razonable.

En la Tabla 3-8 se presentan los equipos y materiales con sus respectivos costo y marca para modelos de automóviles modernos que siguen patrones internacionales de seguridad de acuerdo con la IIHS de EEUU (Insurance Institute for Highway Safety) que regula y normaliza los patrones de seguridad de automóviles en E.E.U.U., y es aceptado internacionalmente por diferentes empresas y gobiernos, estos modelos de autos ya cuentan con Sistemas Airbag y de sensores de distancia:

LISTA DE MATERIALES Y EQUIPOS AUTOMOVILES MODERNOS	PRECIO
Cable simples (2 mts) (Conexión microprocesador-cd player)	S/. 2.56
Sistema de sonido integrado Roadstar Rs-5260bt Mp3 Bluetooth* <small>*Es posible la elección de diferentes modelos de módulos bluetooth Clase 2</small>	S/. 241.80
TOTAL	S/. 244.36

**Tabla 3-8: Lista de Materiales y Equipos para Automóviles Modernos**

### 3.6.2 Descripción profunda y fundamento teórico de los materiales y equipos

#### a. Sistema completo Airbag Modelo FORD 2009

El sistema de airbag Modelo FORD 2009 está formada por tres partes básicas :

Un módulo de airbag, sensores de impacto y una unidad de diagnóstico. Algunos sistemas pueden presentar también una switch off/on, que permita desactivar el airbag.

El módulo de airbag contiene una unidad infladora y un airbag de fábrica. El módulo de airbag del conductor está localizado en un eje de dirección del auto, y el módulo de airbag del pasajero está localizado en el panel de instrumentos. Cuando está completamente inflado, el airbag del conductor tiene un diámetro similar al de una **pelota de playa** grande. El airbag del pasajero puede ser de dos a tres veces mayor ya que la distancia entre el pasajero y el panel de control es mucho mayor de la que existe entre el conductor y el volante del vehículo

Los sensores de impacto o también conocidos como de desaceleración están localizados en frente del vehículo y/o en el compartimiento de pasajeros. Los vehículos

pueden tener uno o más sensores de impacto. Los sensores son generalmente activados por las fuerzas generadas en una colisión frontal (o cerca del frente del carro) significativas. Los sensores miden la desaceleración, que es una medida en donde el vehículo disminuye la velocidad. Por ello, la velocidad del vehículo, la cual activa los sensores de los airbags, varía de acuerdo con la naturaleza del impacto. Los airbags no son proyectados para que se activen durante una frenada brusca o cuando se está dirigiendo en superficies irregulares. La desaceleración máxima generada en el frenado más brusco es solamente una pequeña fracción de la que es necesaria para activar el sistema airbag.

La unidad de diagnóstico monitorea el funcionamiento del sistema de airbag. La unidad es activada cuando la ignición del vehículo es activada. Si esta unidad identifica algún problema, una luz de alerta se prende en el panel avisando al conductor que debe examinar el sistema airbag. La mayoría de las unidades de diagnóstico contienen un dispositivo que almacena una cantidad suficiente de energía eléctrica para activar el airbag, en el caso de la batería del vehículo puede ser destruida en el inicio de la colisión.

## **b. Sistema de estacionamiento Positrón PS100**

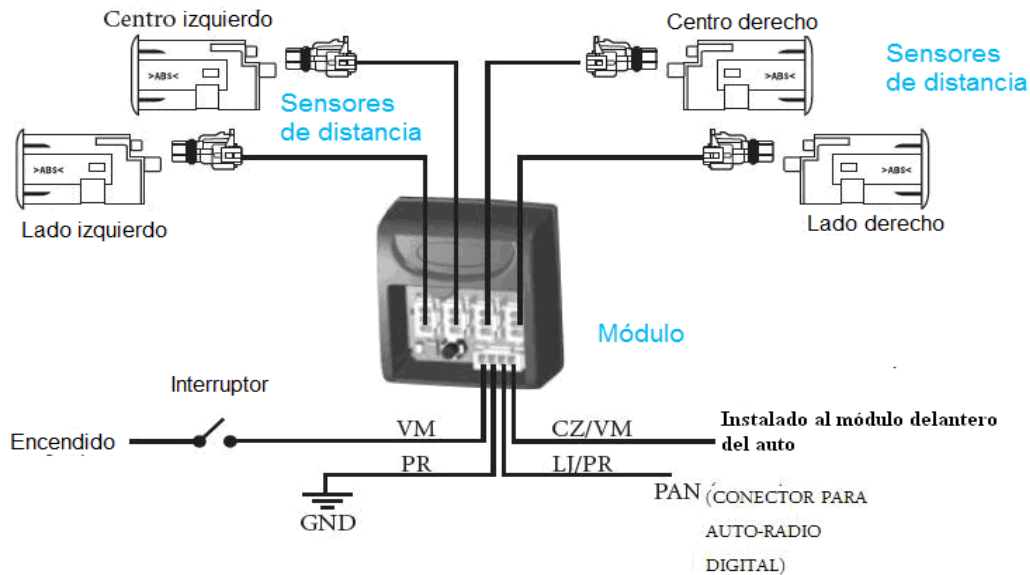
El sistema de estacionamiento Positrón es un accesorio que ayudará en la maniobras de estacionamiento, puede ser instalado en la parte delantera o en la trasera del vehículo.

El sensor de estacionamiento o distancia emite “beeps” en el momento en que el vehículo se encuentra dentro de una distancia máxima de detección (configurable para 60cm, 100cm, 150cm). Para el modelo 2010 detecta hasta 240 cm. Estos “beeps” son lentos y se vuelven más rápidos a medida que el vehículo se aproxima al obstáculo, hasta tornarse en continuo cuando el vehículo se encuentre aproximadamente a 30cm del obstáculo. Los sensores de la parte delantera sólo se activarán para una velocidad por encima de los 10 km/hr y la parte trasera encima de los 5km/hr.

En caso el vehículo posea un Auto Radio Digital, además del aviso sonoro, se tendrá una indicación de la distancia entre los vehículos en la pantalla del Radio.

El sensor de estacionamiento viene pre-habilitado para detectar (iniciar los “beeps”) a partir de los 200cm (2 metro).

A seguir el esquema eléctrico del sistema positron PS100 para la parte trasera del vehículo:



**Figura 3-4: Esquema Eléctrico Sistema Positron. Anexo 2**

Ese sistema está perfectamente adecuado a la necesidad del proyecto ya que contiene los sensores capaces de detectar la presencia de obstáculos, además posee un módulo de funcionamiento externo y un conector LJ-PR (de la parte delantera de auto) que indican en conjunto la distancia utilizando pulsos eléctricos, que son enviados a un determinado módulo de control electrónico (ECU), que para este caso específico deberá ser una entrada libre del microcontrolador del sistema airbag modelo Ford Fiesta 2009.

### c. Cable cobre 2 mts (Conexión microprocesador-cd player)

Hilo doble de cobre (positivo y tierra)

### d. Sistema de sonido integrado Roadstar Rs-5260bt Mp3 Bluetooth

Transfiere archivos de audio y datos reproducidos por el celular hacia la radio y viceversa. Este sistema también permite utilizar el sistema de sonido como speaker para el celular ya que posee un micrófono incorporado en la radio.

Si el celular puede reproducir archivos de audio o de vídeo y soportar A2DP, entonces el audio del archivo producido podrá ser transferido a la radio del automóvil.

Respecto a la activación del bluetooth en la radio, para realizarla se debe de presionar el botón TEL. Si ninguna operación es realizada dentro de 10 segundos después de ser presionado el botón, el modo bluetooth será desactivado.

En la Figura 3-5 siguiente se muestra físicamente el modelo escogido donde se aprecian las funciones descritas en el párrafo anterior:



**Figura 3-5: Localización y función de controles. Anexo 3**

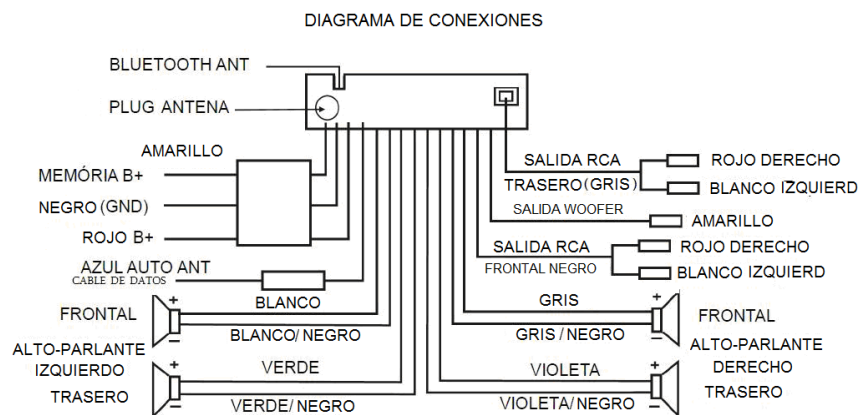


Para sincronizar el Sistema bluetooth del radio Roadstar al celular se debe de presionar el botón MODE por 3 segundos, una vez sincronizados aparecerá la palabra PARING en la pantalla LCD del radio, para salir del modo sincronía se debe de presionar el botón MODE nuevamente. Durante la sincronización se deber de activar el modo Bluetooth del celular, luego se seleccionará el ítem correspondiente para encontrar el dispositivo Bluetooth. A continuación el nombre del dispositivo Bluetooth será mostrado, se selecciona y luego será mostrada la interface para ingresar la contraseña, se digita 1234 como contraseña y luego se procede a confirmar. La conexión será concluida y la pantalla LCD mostrará la palabra PAIR OK. La conexión y desconexión se puede realizar utilizando el celular o el panel frontal del radio. El LED indicador del bluetooth indica tres estados de conexión:

- LED APAGADO: desconectado
- LED PRENDIDO conectado
- LED PARPADEANDO: TRANSMITIENDO

En el estado conectado el celular transfiere todas las llamadas hechas o recibidas para la radio. El discado se puede realizar directamente desde el celular, utilizando el control remoto del panel frontal o por voz si esta estuviera grabada en el celular. El tiempo de conversación será exhibido en la pantalla LCD de ser la llamada concretada.

A continuación en la Figura 3-6 se muestra el diagrama de conexión:



**Figura 3-6: Localización y función de controles. Anexo 3**

Realizado al análisis del diagrama de conexión, fue posible verificar que el equipo del Sistema de sonido integrado Roadstar Rs-5260bt Mp3 Bluetooth, de acuerdo a las necesidades del proyecto, cumple con los requerimientos al tener integrado en el sistema antenas bluetooth de transmisión y recepción. También posee un cable de datos de entrada para conexiones desde un ambiente externo, ideal para aprovechar en este Proyecto ya que podremos conectar la Unidad de Control Electrónica del Sistema Airbag (ECU Airbag) al Sistema de sonido integrado.

### e. Aplicación para celular

Para desarrollar la simulación de la Etapa de Transmisión del Diseño, se realizará la programación de una aplicación utilizando el IDE Netbeans que es un Open Source Integrated Development Environment escrito en java, usado como plataforma para desarrollar programas en Java. Con la herramienta Netbeans podremos desarrollar la aplicación en J2ME, que es la versión del Java orientada a los dispositivos móviles.

#### APIS Java para Bluetooth

La Plataforma Java J2ME y la tecnología bluetooth son en conjunto una de las mejores ofertas en la industria de las comunicaciones inalámbricas. JSR 82 estandarizó la forma de desarrollar aplicaciones (API) Bluetooth usando Java. JSR 82 esconde la complejidad del protocolo Bluetooth detrás de unos APIs que permiten centrarse en el desarrollo. Estos Apis están orientados para dispositivos que cumplan las siguientes características:

- Mínimo 512 Kb de memoria libre (ROM y RAM)
- Conectividad a la red inalámbrica Bluetooth
- Que posea una implementación del J2ME CLDC

El objetivo de JSR 82 fue la de definir un estándar abierto, que pudiera ser usado en todos los dispositivos que implementen J2ME. Los APIs JSR 82 son muy

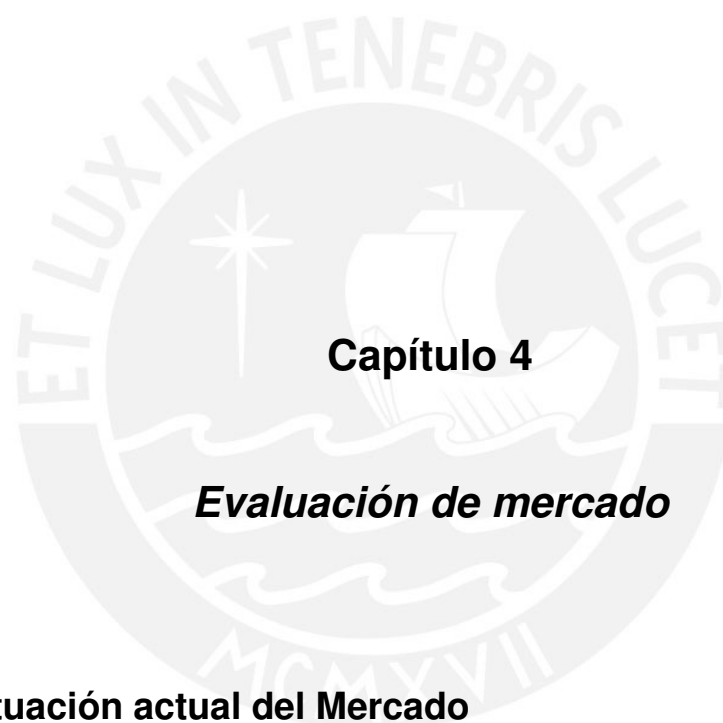
flexibles, ya que permiten trabajar tanto con aplicaciones nativas de Bluetooth como con aplicaciones Java Bluetooth. El Api ofrece las siguientes capacidades:

- Registro de servicios
- Descubrimiento de dispositivos y servicios.
- Establecer conexiones RFCOMM, L2CAP y OBEX entre dispositivos.
- Usar dichas comunicaciones para mandar y recibir datos (comunicaciones de voz aun no son soportadas).
- Manejar y controlar las conexiones de comunicación
- Ofrecer seguridad a dichas actividades.

Los APIs Java para Bluetooth definen dos paquetes que son dependientes del paquete CLDC javax.microedition.io:

- Javax.bluetooth que provee la funcionalidad para realizar la búsqueda de dispositivos, búsqueda de servicios, establecimiento de la conexión y comunicación mediante flujos de datos o arrays de bytes.
- Javax.obex permite la comunicación mediante el protocolo OBEX, un protocolo de alto nivel muy similar al HTTP y, al igual que este, OBEX se basa en mensajes compuestos por cabeceras de mensaje y de un cuerpo de mensaje opcional. Adicionalmente los mensajes de respuesta del servidor tienen un código de respuesta indicando éxito o error.

[BLU 2003]



## Capítulo 4

### *Evaluación de mercado*

#### 4.1 Situación actual del Mercado

El producto buscará lograr aceptación dentro del mercado, principalmente porque es un sistema integral de seguridad que además tendrá la capacidad de que ocurrido un accidente de tránsito, todos los involucrados podamos contar con atención inmediata, más aún cuando el siniestro puede ocurrir en carreteras al interior del país, donde la falta de medios de comunicación y energía, acrecientan el tiempo en la detección y socorro de los siniestrados.

Otro factor determinante para lograr la aceptación es la situación económica y política de nuestro país, que en estos momentos atraviesa su mejor momento, es por ello que sería factible:

- Realizar una reglamentación con la intención de definir los patrones de precios, impuesto y servicios, desde el servicio más básico hasta un servicio personalizado.
- La facilidad de la implementación técnica debido al uso de equipamientos ya existentes en los automóviles modernos como el sistema de airbag, sensores de estacionamiento, bluetooth y celulares modernos que ya posean el Sistema Global de Posicionamientos (GPS).
- Que debido al gran número de empresas capaces de adoptar este sistema de seguridad en un corto espacio de tiempo, no sería difícil la entrada del producto en el mercado interno peruano y sudamericano, ya que existe una necesidad inmediata de un producto que realice la prevención, detección, localización de accidentes y envío de una alerta de socorro.

## 4.2 Proyección de mercado

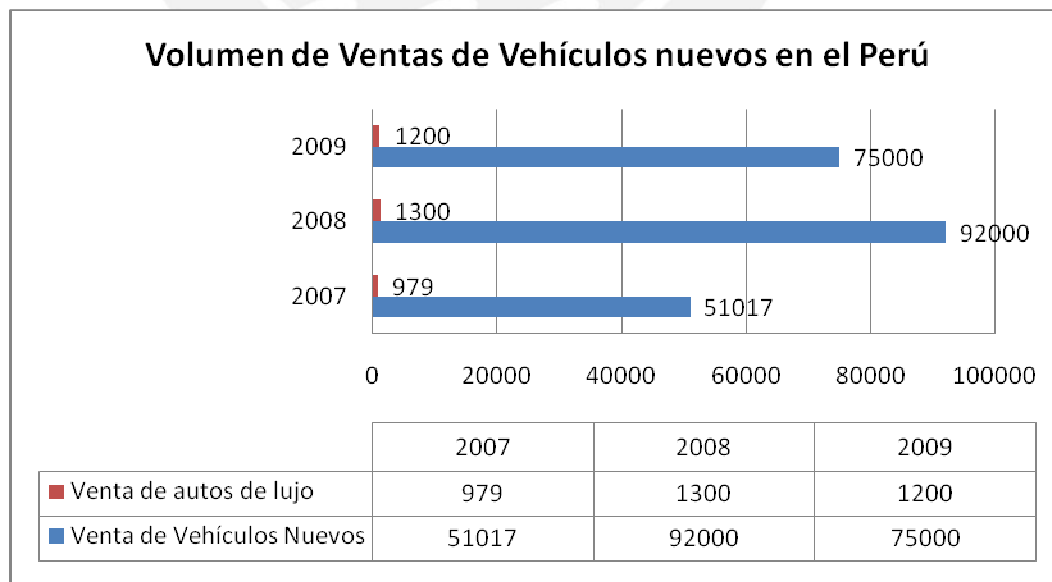
El producto en investigación y desarrollo de la presente tesis va dirigido a todo tipo de usuario que posee o está entre sus planes adquirir un auto, es decir conductores y propietarios de automóviles particulares, propietarios y conductores de flotas de transporte terrestre (ómnibus de transporte urbano, ómnibus interprovinciales, camiones de carga, etc.), y cualquier empresa de transporte de bienes de valores altos que necesite saber en donde se encuentra su carga y si se encuentra en buen estado.

El enfoque también va dirigido a las empresas de seguros de vehículos, ya que entre sus principales funciones, se caracterizan por esmerarse en brindar un sistema de atención inmediata del siniestro, con la finalidad de otorgar un valor agregado y hacer de estas de la preferencia de los usuarios en relación de la competencia. Además el producto ayudaría a la reducción del valor de los propios seguros, ya que podrá

disminuir la probabilidad de engañar al seguro sobre alguna colisión, determinar de quien fue la culpa y también la posibilidad de anular los fraudes que intentan ganar la cobertura a causa del siniestro, hecho que acontece comúnmente en las grandes ciudades y que termina por aumentar el valor del seguro.

Otro tipo de usuario al que va dirigido el sistema son las empresas fabricantes de automóviles, ya que podrían implementar este sistema durante la fabricación y ensamblaje de los vehículos, debido a que el sistema marcará la diferencia entre las empresas que adopten el sistema sobre su competencia. Los carros que presentan mejores niveles de seguridad son mayormente aceptados por la sociedad y por los países desarrollados alrededor del mundo. Las fábricas de autopartes y montadoras de autos también se encuentran en esta proyección de mercado, por la capacidad de obtener mayor valor agregado a sus productos que van a generar rentabilidad.

Las empresas que venden sistemas de monitoreo vehicular y de flotas también son un potencial mercado ya que sus productos gozarían de un valor agregado, y tienen entre sus principales usuarios a las empresas de transporte interprovincial y transporte de carga, que últimamente están sometidas a mayor control por parte del gobierno.



**Figura 4-1: Volumen de ventas de vehículos nuevos en el Perú**

Del volumen de ventas de los vehículos nuevos en el Perú, el producto final apuntaría en primer lugar a los compradores de autos de lujo, y también a los autos nuevos ligeros que el promedio de venta anual es de más del 50% del total de vehículos nuevos. Figura 4-1.

### **4.3 Consumidor y demandas del mercado**

#### **4.3.1 Evaluación del consumidor**

En esta etapa se realizará la evaluación de los consumidores respecto a la cantidad de población de vehículos en nuestro país. A continuación en la Figura 4-2, se muestra la población total de vehículos de transporte térrero registrado hasta el año 2007, de los cuales el 100% corre el riesgo de ser afectada por un siniestro en referencia al problema principal a tratar de solucionar en el presente proyecto. Conductores, propietarios y pasajeros se encuentran principalmente involucrados, entonces este número total viene a ser aproximadamente la población objetivo, y de esta población vehicular un porcentaje ocupará la demanda potencial, que vienen a ser los principales potenciales consumidores del producto, de esta demanda potencial se obtendrá finalmente la demanda efectiva, que viene a ser chóferes, propietarios o empresas que cuentan con la capacidad y disposición de pagar por la adquisición del sistema.



PARQUE VEHICULAR NACIONAL ESTIMADO, SEGUN CLASE DE VEHICULO: 1999 - 2007

CLASE DE VEHICULO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>TOTAL</b>	<b>1,114,191</b>	<b>1,162,859</b>	<b>1,209,006</b>	<b>1,252,006</b>	<b>1,290,471</b>	<b>1,305,233</b>	<b>1,349,510</b>	<b>1,379,671</b>	<b>1,442,387</b>
AUTOMOVIL	565,821	580,710	597,306	610,434	621,553	625,562	654,450	665,869	681,493
STATION WAGC	118,712	136,221	153,304	171,317	191,425	199,051	206,895	221,938	235,617
CMTA. PICK UP	142,819	143,871	144,353	144,264	144,815	145,739	148,777	151,790	159,527
CMTA. RURAL	101,342	108,184	115,002	120,213	125,501	128,486	130,625	128,566	142,366
CMTA. PANEL	18,040	19,498	20,408	22,984	24,123	25,237	26,952	28,011	29,522
OMNIBUS	44,192	44,820	44,752	44,576	44,486	43,919	43,666	43,634	44,401
CAMION	97,259	100,845	102,901	105,449	105,467	104,114	104,387	105,086	109,518
REMOLCADOR	12,630	13,790	14,565	15,164	15,300	15,308	15,625	16,091	18,697
REMOLQUE Y SEMI-REMOLQUE	13,376	14,920	16,415	17,605	17,801	17,817	18,133	18,686	21,246

Fuente: SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE LOS REGISTROS PUBLICOS - SUNARP.

Fuente: OGPP - OFICINA DE ESTADISTICA.

**Figura 4-2: Parque Vehicular Nacional Estimado**

Fuente: "Parque Vehicular Estimado según clase 1999-2007" [MIN 2008]

El producto también va dirigido a las son las Compañías de Seguros. En la Tabla 4-1 se muestran los dos tipos de seguros vigentes en nuestro país que tratan directamente los accidentes de tránsito, estos son: seguro SOAT y seguro de vehículos. También se observa a los nombres de todas las empresas participantes de este mercado, que se encuentran registradas y asociadas a la Asociación Peruana de Empresas de Seguros, empresas que son demandantes potencial y que podrían llegar a ser parte de la demanda efectiva ya que cuentan con capacidad y disposición de pago, si el producto llega a ser conveniente para la prestación de sus servicios. Actualmente algunas empresas de seguro exigen la instalación de módulos GPS, así como el pago anual de su mantenimiento, como condición para el aseguramiento del vehículo. Con el uso del sistema integrado, estas compañías obtendrían una doble herramienta de seguridad. [SBS 2009] [APE 2010]

Tipo de seguro y descripción	Empresas de Seguro	Participación en el Mercado	Nombre de seguro
<p style="text-align: center;"><b>SOAT</b></p> <p>Es el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, el cual ha sido creado para cubrir los gastos médicos de atención o indemnizar a todas las personas que sean ocupantes o terceros no ocupantes de un vehículo, por lesiones corporales, muerte o invalidez permanente en caso de un accidente de tránsito</p>	La Positiva	44.28%	SOAT POSITIVA
	Rímac	21.19%	SOAT
	Pacífico	13.81%	SOAT
	Mapfre	12.23%	SOAT
	Interseguro	8.49%	SOAT
<p style="text-align: center;"><b>VEHICULOS</b></p> <p>Protege a los afiliados contra los daños que puedan sufrir los vehículos de su propiedad o los que, con ellos, se causen a terceros.</p>	Rímac	39.26%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premier Vehicular</li> <li>• Seguro Vehicular Clásico</li> <li>• Vehicular 4x4</li> </ul>
	Pacífico	30.39%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiauto Full</li> <li>• Multiauto Estándar</li> <li>• Multiauto Básico</li> <li>• Seguro para flota de vehículo</li> </ul>
	Mapfre	20.71%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes Daños</li> <li>• Perdida Total</li> <li>• Póliza Dorada</li> </ul>
	La Positiva	9.64%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autopositiva</li> </ul>

**Tabla 4-1: Reseña Seguro SOAT y Vehicular**

Respecto a las empresas fabricantes de vehículos de transporte, este tipo de usuario podría ser uno de los principales protagonistas en la implementación de este sistema, ya que el costo para incluir el sistema es bajo.

Las empresas que venden sistemas de monitoreo vehicular y de flotas también son posibles consumidores ya que sus productos gozarían de un valor agregado, y entre sus principales usuarios se encuentran las empresas de transporte interprovincial y transporte de carga, que últimamente están sometidas a mayor control por parte del gobierno.

### **4.3.2 Determinación de la demanda de mercado**

Para determinar la demanda de mercado, se necesita conocer los niveles de penetración actual de los servicios abordados, por ello, a continuación se realizará un análisis particular del mercado.

#### **4.3.2.1 Mercado de teléfonos móviles con GPS.**

Los celulares con dispositivos GPS tienen tendencia a incrementar su mercado. La proyección es que las ventas de estos equipos crezcan a una tasa anual de 26% en los próximos años, llegando a 560 millones de unidades mundialmente para el 2012. El 60% de los celulares de tercera generación podrían tener incorporada a la tecnología GPS para el presente año y se calcula un 90% para el año 2014. Estas proyecciones son de un estudio de la consultora Berg Insight. De acuerdo a gran cantidad de expertos se cree que en pocos años más se llegará a la extinción total de los dispositivos especiales GPS, que se verán reemplazados por los teléfonos móviles. [CEL 2008]

El uso de sistemas globales de posicionamiento GPS y de servicio basados en localización en teléfonos celulares es una experiencia que en principio sólo incluyó a los usuarios de la tecnología CMDA. La masificación del GPS en teléfonos móviles GSM se viene desarrollando desde el año 2007. A partir del año 2009 el crecimiento de penetración de GPS en los terminales GSM/WCDMA desencadena una onda de innovación en el sector de servicios de localización. [GPS 2005]

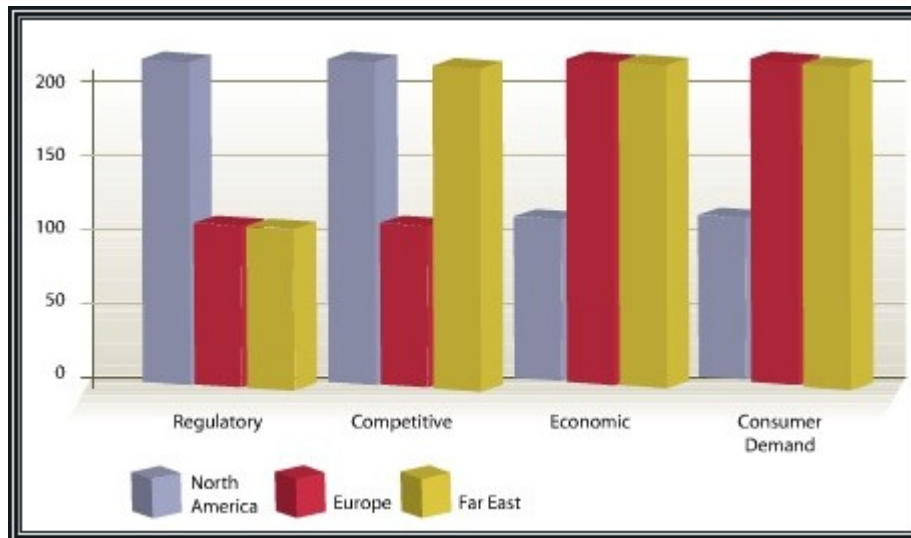
En la actualidad, empresas como por ejemplo la compañía BlueSky Positioning han conseguido colocar módulos GPS dentro de las tarjetas SIM/USIM con un mínimo de impacto en la calidad de la señal celular y en la duración de la batería.

[BLU 2008]

Cuatro razones importantes sustentan la opción de que el GPS se tornará popular en los Celulares cada vez más:

- El primer factor es la inducción de ventas e inclusión del GPS en la reglamentación de los órganos gubernamentales.
- El segundo es la competitividad entre las operadoras.
- El tercero es el factor económico ya que las empresas procuran medios de aumentar el promedio de retorno por usuario por datos enviados y recuperar los altos costos de licenciamiento para la señal 3G.
- El cuarto lugar es la demanda existente por parte de los consumidores de navegación portátil y por otras aplicaciones basadas en localización.

Los factores de mercado varían de acuerdo a la región geográfica y a su vez esta depende de un gran número de factores.



**Figura 4-3: Factores de Mercado dependiendo de ubicación geográfica**

Fuente: "GPS EN TELÉFONOS GSM. ¿CUANDO LLEGARÁ ESTA TECNOLOGÍA AL MERCADO MASIVO?" [GPS 2005]

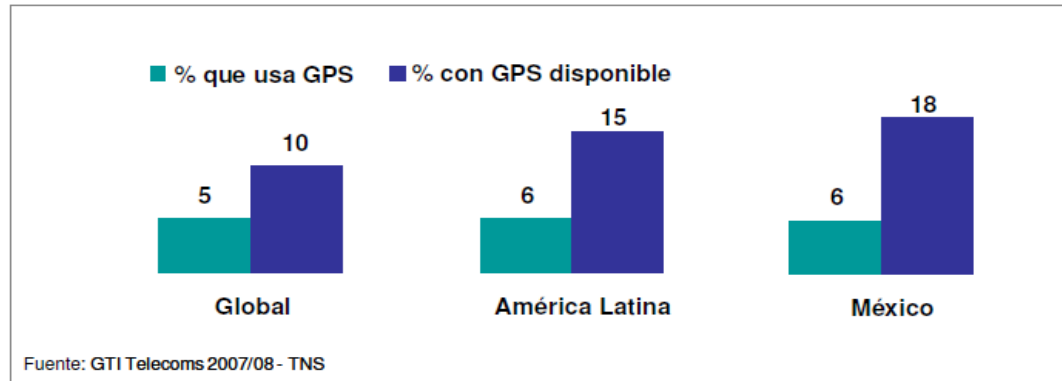
En la Figura 4-2 observamos que América del Norte es el mayor mercado actual para GPS en celulares, esto se debe a su marco regulatorio y por el factor competitivo.

En Europa, el marco regulatorio es menos importante, los gobiernos dejan a cargo del mercado la mejor forma de implementar los servicios de emergencia. El factor competitivo es menos crítico debido a la ausencia de CDMA. El factor económico es importante a causa de las compañías que están en búsqueda continua de medios de recuperar sus grandes aplicaciones en licencias 3G y porque se cree que el LBS (Location Based Station) es la próxima frontera para incrementar el retorno de las inversiones.

Finalmente en Asia, los factores competitivos, económicos y de demanda tienen un fuerte papel que impulsa al GPS en el mercado de telefonía celular. Del millón de dispositivos que se produjeron en el 2007 se espera crecer hasta un total de 24 millones anuales en el 2011. [GPS 2005]

En el año 2007 la empresa GTI Telecoms encuestó a más de 16,000 personas entre 16 y 60 años durante el mes de Noviembre, con la finalidad de entender el uso y actitudes hacia los productos de telecomunicaciones y sus servicios. En

América Latina se hicieron 1800 entrevistas: 500 entrevistas en México; 500 Argentina, y 800 entrevistas en Brasil. Gracias a esta encuesta se pudo concluir lo siguiente: el uso del GPS fue bajo para el año 2007, pero de alto potencial en el futuro y aumentará con la implantación del 3g Figura 4-3. [EST 2008]



**Figura 4-4: Porcentaje Penetración Celulares con GPS**

Fuente: "Estudio GTI Telecoms revela el impacto de 3G en el mercado de la telefonía celular en México y el mundo" [EST 2008]

Entre las compañías fabricantes de teléfonos móviles que ya ofrecen el GPS integrado se encuentran: Blackberry, Hacer, HTC, Sony Erickson, Motorola, Nokia, Samsung, Apple y los precios van desde los 200 dólares, que son menores a los precios de los módulos GPS.

#### 4.3.2.2 Mercado de Sistemas Airbag.

Desde el año 1991, en los Estado Unidos, se han activado más de 3.3 millones de airbag, y gracias a ello, 4800 vidas han sido salvada y un gran número de lastimaduras han sido prevenidas. Su uso puede reducir el riesgo de muerte en un 30%. Alrededor del mundo se han instalado más de 56 millones de airbags en vehículos, siendo un dispositivo suplementario a los cinturones de seguridad. [AIR 2009]



El uso del sistema es obligatorio en países como: Estados Unidos desde 1989, en la mayoría de países Europeos como Suecia, España, Francia, Holanda y Alemania, desde el año 2003.

En el caso de Sudamérica, en el año 2009, en Brasil fue aprobada la ley que obliga a las firmas de automóviles a incluir los airbag del conductor y acompañante como elementos de serie. Siguiendo los pasos de Brasil, Argentina también legalizó en el 2009 su uso y se espera que más adelante los demás países de la región se sumen a la iniciativa Brasileña. La Ley firmada por el presidente Lula Da Silva exige a los vehículos vendidos en el Brasil a adoptar el sistema Airbag. La industria automotriz tiene un plazo de 5 años para adaptarse a esta nueva realidad. Un mayor atractivo a la reducción de muertes y lesiones graves será la economía de las arcas públicas ya que según un estudio de Cesvi, el gobierno ahorrará unos R\$90 millones (157 millones de soles) en atención de emergencia de accidentes. Se espera que el uso masivo origine la reducción de precios y haga posible su fabricación en Brasil, ya que en la actualidad son importados, y su precio cuesta alrededor de R\$2000, aproximadamente S/.3268. Esta ley constituye un avance con respecto a la nula normatividad que imperaba, que hacía accesible este tipo de sistema sólo para aquellos que conocían la protección que les podía brindar y podían pagar por ello.

En mercados más desarrollados como el norteamericano o europeo, además de las bolsas de aire, también son obligatoria los frenos antibloqueo (ABS) que se clasifican como un sistema de seguridad activa (prevención de accidente). [PRO 2009] [AIR 2009] [TER 2008] [TIE 2009]

#### **4.3.2.3 Demanda Mundial y del Estado Peruano**

En la Tabla 4-2 y Tabla 4-3 se realizará el análisis del estudio sobre la carga mundial de morbilidad de la OMS y el Banco Mundial en el año 2002 que hace una predicción de los cambios para el 2020 y el 2030. [MIN 2009]



Cambio en el orden relativo de las diez causas principales de muerte en el mundo. 2002-2030			
2002 Enfermedad o Traumatismos		2030 Enfermedad o Traumatismos	
1	Cardiopatía isquémica	1	Cardiopatía isquémica
2	Trastornos cerebro vasculares	2	Trastornos cerebro vasculares
3	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	3	Infección por VIH/SIDA
4	Infección por VIH/SIDA	4	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
5	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	5	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
6	Trastornos perinatales	6	Diabetes mellitus
7	Enfermedades diarreicas	7	Cánceres de la tráquea, los bronquios y pulmones
8	Tuberculosis	8	<b>Traumatismos causados por el tránsito</b>
9	Cánceres de la tráquea, los bronquios y pulmones	9	Tuberculosis
10	<b>Traumatismos causados por el tránsito</b>	10	Trastornos perinatales

**Tabla 4-2: Cambio en el orden relativo de las diez causas de muerte en el Mundo 2002-2030**

Fuente: "Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT" [MIN 2009]

Según la Tabla 4-2 observamos que las muertes ocasionadas por el tránsito subirán del decimo al octavo lugar para el año 2030. Pero este crecimiento será como promedio más de un 80% en los países de ingresos bajos y medianos y, por el contrario, descenderá casi un 30% en los países de ingresos altos. [MIN 2009]

Cambio en el orden relativo de las diez causas principales de la carga Mundial de morbilidad, según los AVD* perdidos del año 2020			
2002 Enfermedad o Traumatismos		2020 Enfermedad o Traumatismos	
1	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1	Cardiopatía isquémica
2	Enfermedades diarreicas	2	Depresión unipolar grave
3	Trastornos perinatales	3	<b>Traumatismos causados por el tránsito</b>
4	Depresión unipolar grave	4	Trastornos cerebro vasculares
5	Cardiopatía isquémica	5	Enfermedad pulmonar obstructiva crónicas
6	Trastornos cerebro vasculares	6	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
7	Tuberculosis	7	Tuberculosis
8	Sarampión	8	Guerras
9	<b>Traumatismos causados por el tránsito</b>	9	Enfermedades diarreicas
10	Anomalías congénitas	10	VIH

**Tabla 4-3: Cambio en el orden relativo de las diez causas de muerte en el Mundo, según la AVD (Años de vida ajustados en función de la discapacidad) 2002-2020**

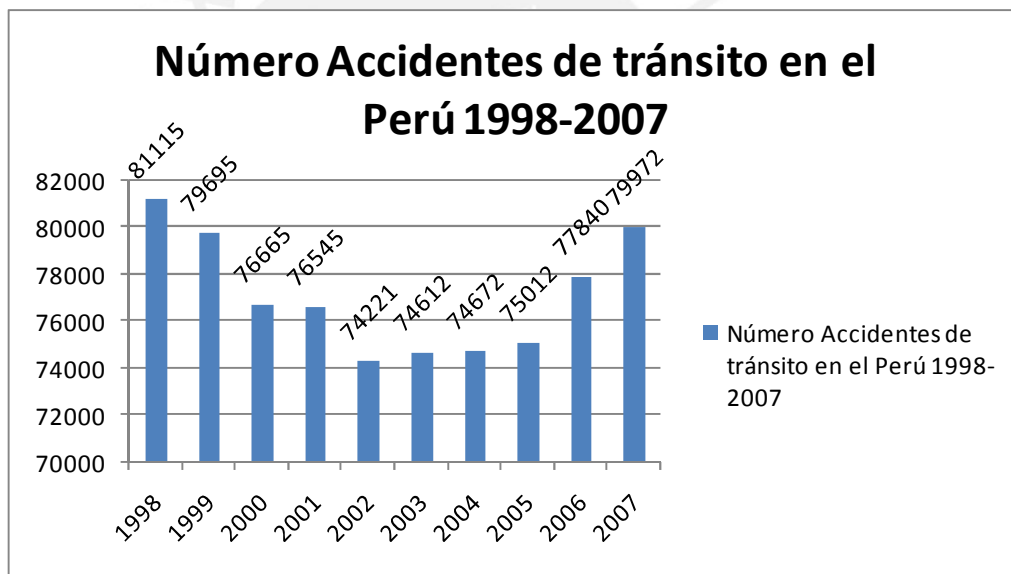
Fuente: "Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT" [MIN 2009]

En la Tabla 4-3 anterior se observa que en el 2020 las lesiones causada por el tránsito pasarán a ocupar la sexta posición en la lista de las principales causas mundiales de mortalidad, según la AVD (años de vida ajustados en función de la discapacidad debido a lesiones). Se prevé que los países de bajo y mediano ingreso pasarán de ser del noveno lugar, al segundo. [MIN 2009]

Durante el año 2007 en el Perú la mortalidad por accidentes de tránsito ascendió a 3510 muertos y 49,857 lesionados, en un total de 79,972 eventos negativos de tránsito registrados por la Policía Nacional del Perú, con una tasa de 12.72% por 100 000 mil habitantes. El incremento progresivo del número de muertos y lesionados por accidentes de tránsito, así como el alto costo socioeconómico que demanda la atención de esta realidad sanitaria, ha hecho que este situación sea

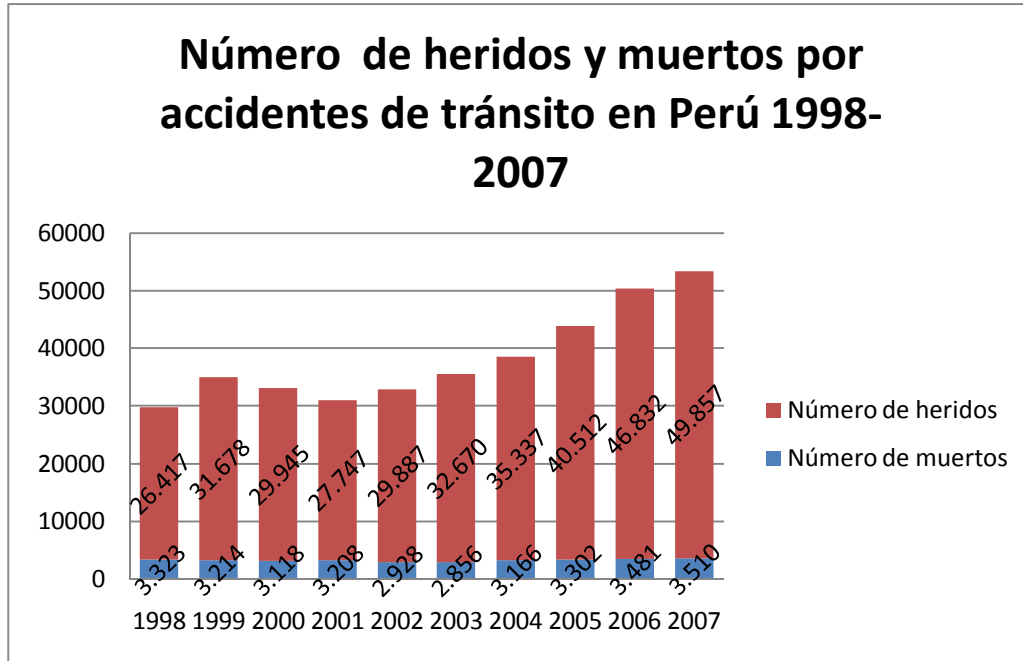
considerado como un problema de salud pública. Se estima un costo para el Estado de 1 billón de dólares anuales, es decir del 1,5 al 2% del PBI, cifra que afecta la economía nacional y por ende el desarrollo del país.

Según informes de la Policía Nacional del Perú, en nuestro país cada 24 horas mueren 10 personas por accidentes de tránsito. Así mismo se observa que el número de accidentes de tránsito viene presentando una curva ascendente desde el 2002 a la fecha., constituyéndose en un problema de salud pública. En la Figura 4-4 se aprecia el incremento en los últimos años. En la última década han fallecido 32,107 personas y 342,766 han resultado lesionadas a causa de este problema lo cual convierte a los accidentes de tránsito en una verdadera epidemia que requiere de atención prioritaria. [MIN 2009]



**Figura 4-5: Número de Accidentes de tránsito en el Perú entre 1998 y 2007**

Fuente: "Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT" [MIN 2009]



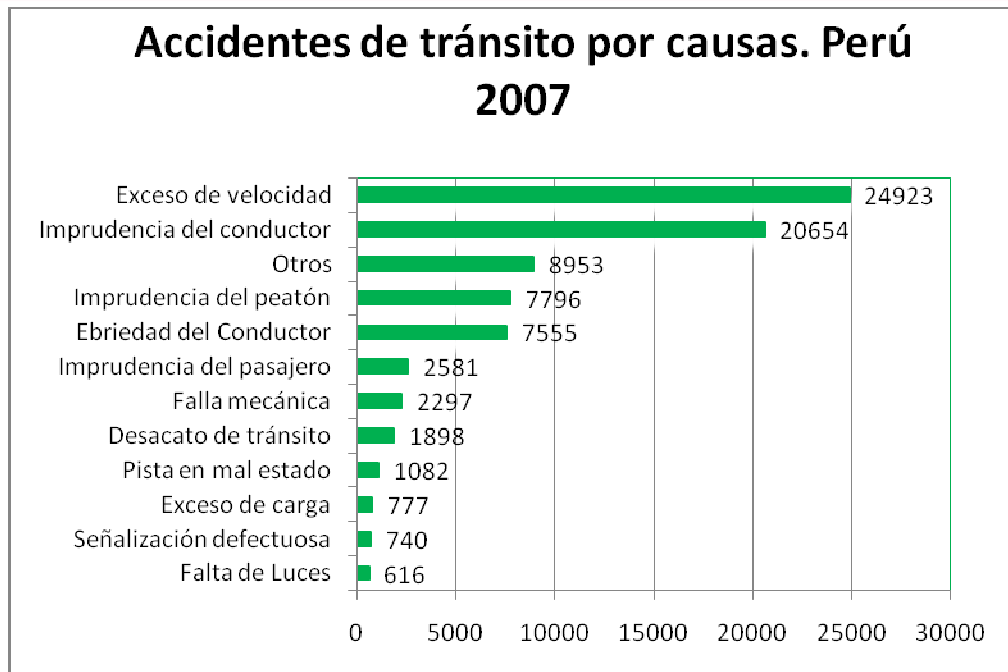
**Figura 4-6: Número de heridos y muertos por accidentes de tránsito en el Perú entre 1998 y 2007**

Fuente: “Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT” [MIN 2009]

En la Figura 4-5 se observa el número de accidentes de tránsito por año hasta el 2007, que evidencia que hubo un declive hasta el año 2002 y en adelante un aumento progresivo.

La Figura 4-6 muestra el Número de muerto y heridos por año, se observa el notable crecimiento en los 7 últimos años.

Los Departamentos que presentaron el 88% de accidentes de tránsito en el país durante el año 2007 son: Lima con 54 203, Arequipa con 4 652, La Libertad con 4 275 y Cuzco con 2 397. [MIN 2009]



**Figura 4-7: Causas de Accidentes de tránsito en el Perú 2007**

Fuente: "Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT" [MIN 2009]

En la Figura 4-7 están detalladas las causas de los accidentes de tránsito en el 2007, donde se observa que las causas principales son el exceso de velocidad y la imprudencia del conductor. [MIN 2009]



**Figura 4-8: Accidentes de tránsito por tipo de vehículo en el Perú 2007**

Fuente: "Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT" [MIN 2009]

En la Figura 4-8 se puede observar el número de accidentes por tipo de vehículo en el año 2007, predominando el mayor número de accidentes de tránsito en los Autos, seguido de las camionetas en un importante volumen también. En menor número, pero a su vez significativo por su capacidad de transportar a un alto número de pasajeros, están los Microbuses y Ómnibus. [MIN 2009]

#### 4.3.2.4 Política y Legislación

La Oficina General de Defensa Nacional, órgano asesor del Ministerio de Salud, tiene a su cargo a la "Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito" (Esnat) desde el 27 de julio de 2004, aprobada mediante Resolución Ministerial

N° 771-2004/MINSA. En el año 2009 mediante la Resolución Ministerial N°239-2009/MINSA se resolvió aprobar el Documento Técnico: Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito 2009-2012. La Esnat fue creada debido a que se considera a los accidentes de tránsito como un problema de salud pública de gran impacto socio-económico, constituyéndose en la respuesta del sector Salud al crecimiento del número de lesionados, muertos y discapacitados producto de la colisión de vehículos que forman parte del parque automotriz de nuestro país. El objetivo de esta estrategia es: lograr la reducción de muertos y lesionados por accidentes de tránsito, modificar las conductas de riesgo entre los miembros de nuestra sociedad y fortalecer la atención integral en salud de las víctimas de estos accidentes. [MIN 2009]

La seguridad Vial en el Perú esta normado por los siguientes reglamentos:

- Reglamento Nacional de Vehículos
- Nuevo Reglamento Nacional de Tránsito 2009
- Normatividad sobre el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT)
- Ley de Emergencias

En el Reglamento Nacional de Vehículos, aprobado por el Decreto Supremo N°058-2003-MTC, se encuentran los requisitos técnicos vehiculares que constata que en el Perú todavía no está normalizado el uso obligatorio de Sistemas de seguridad pasivos y activos, consideración que sería de gran aporte en la disminución de la mortalidad, heridos y discapacitados. [CEL 2004] [MTC 2003]

#### 4.4 Competencia y oferta de Mercado

La competencia entre las empresas que estén en capacidad de ofertar el producto y/o servicio tales como las industrias que cuenten con mano de obra especializada, será muy bien vista debido al factor económico ya que existe la posibilidad de una tendencia normal de reducción del valor del producto y del servicio prestado, así como



también a la mejora del servicio prestado y la instalación del producto en los vehículos antiguos que todavía no cuenten con sistema de airbag y el sistema de estacionamiento. En la actualidad, existen empresas implantadas en el Perú que son capaces de suplir completamente la demanda en un corto espacio de tiempo y también existe la posibilidad de ofertar este producto y servicio al mercado global.

También es importante resaltar que el conjunto de relaciones económicas que comprende la ética del mercado entre las empresas que prestan el servicio y las industrias que fabriquen el producto deben de coordinar y acordar entre ellos para que se produzca una mejor oferta y calidad del producto.

#### 4.5 Mercado Potencial

Actualmente, el mercado financiero se encuentra reestructurándose y restableciéndose de la crisis financiera de crédito a nivel mundial. Los mercados potenciales, antes tomados como de supervivencia y como locales para la generación de renta para las empresa multinacionales, actualmente son vistos como los principales mercados consumidores o técnicamente llamado mercados relevantes. Los mercados de estos países en desarrollo como son: Brasil, Rusia, India y China; países que, debido a su gran población, niveles altos de desarrollo tecnológico y niveles de crecimiento de PBI mayor que el doble de la media global, deben ser tomados en cuenta como un potencial mercado consumidor del producto desarrollado por la presente tesis. Los gobiernos de estos países exigen la fabricación de automóviles con altos niveles de seguridad. Implementar reglamentos de seguridad, donde este producto sea incluido, deberá hacer la diferencia, con la intención de disminuir los accidentes de tránsito.

Con el nuevo eje y organización global generada por la crisis, vale la pena confirmar que países como Perú, Colombia, Uruguay, Argentina, Sudáfrica, Turquía y toda Europa Oriental son también actualmente los principales mercados potenciales globales. Lo son también las empresas peruanas y multinacionales que deseen implementa los servicios de seguridad vehicular y en especial los abordados por la presente tesis. [PRO 2010]

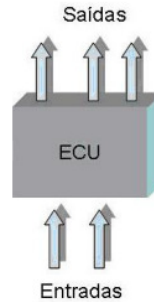


## Capítulo 5

### ***DISEÑO FINAL DEL PROYECTO***

#### **5.1 *Protocolo de comunicación Intra-vehicular CAN BUS***

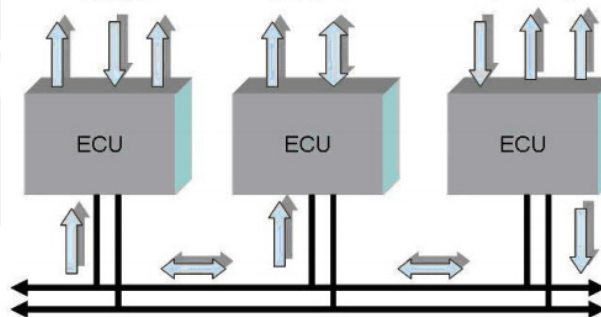
Actualmente, existe un crecimiento de los módulos electrónicos disponibles para los vehículos automóviles. Una de las formas de conectar estos módulos entre sí es por medio de una arquitectura centralizada como en la Figura 5-1:



**Figura 5-1: Arquitectura electrónica centralizada**

Fuente: "Aplicação do protocolo LIN como sub-rede CAN" [APLI2008]

Otra forma de conectar los módulos es mediante la arquitectura distribuida mostrada en la Figura 5-2, en este caso existen varios módulos inteligentes que reciben solo una parte de los datos, generalmente los que fueron generados cerca, y envían los datos a los módulos que necesiten de alguna información.



**Figura 5-2: Arquitectura electrónica distribuida**

Fuente: "Aplicação do protocolo LIN como sub-rede CAN" [APLI2008]

Son necesarios algunos requisitos mínimos a la hora de desarrollar la red de datos en un automóvil, que a continuación mencionaré:

- Estar preparada para trabajar en ambientes móviles, siendo resistentes a la elevada vibración de los equipos.

- Minimizar el cableado, para facilitar el mantenimiento.
- Ser inmune a las interferencias electromagnéticas.

Considerando lo anterior, destacamos que la arquitectura distribuida es la mejor solución para aplicaciones donde varios módulos interactúan intercambiando datos y son responsables por el control de sistemas específicos.

Las características deseables en un protocolo para aplicaciones vehiculares son:

- Cableado reducido.
- Alta tasa de transmisión.
- Flexibilidad de las líneas de comunicación.
- Capacidad de interconectar varios nudos con la finalidad de nuevas expansiones en el sistema.
- Trabajar bajo el concepto multi-maestro.
- Robustez necesaria para soportar el trabajo bajo ambientes nocivos y móviles.
- Capacidad de detectar y reparar fallas de software y hardware, o interferencias electromagnéticas externas.
- Facilitar la creación del software de aplicación de cada ECU.

Por medio de los protocolos de comunicación intra-vehicular, las arquitecturas centralizadas y distribuidas permiten la comunicación entre los dispositivos ya que exige la utilización de un medio de comunicación entre las ECUs y un protocolo de comunicación.

CAN (Controller Area Network) es un protocolo de comunicación serial síncrono, que posee características enfocadas en este medio, su presencia es de necesidad extrema principalmente en la arquitectura distribuida. El sincronismo entre los módulos conectados a la red es realizado en intervalos de tiempo regulares en relación al inicio de cada mensaje enviado al CAN BUS. Es importante recalcar que cada montadora mantiene en secreto su diccionario de datos. CAN BUS es un sistema multi-maestro, donde todos los módulos conectados a la red pueden ser maestros en algún determinado momento y esclavo en otro. Trabaja con mensajes multicast, es decir

todos los mensajes son enviados a todos los módulos conectados a la red. Otra característica del protocolo es que todos los módulos verifican el estado del CAN BUS utilizando prioridades, y para evitar las colisiones entre mensajes utiliza un arbitraje bit a bit no destructivo asegurando la transmisión del mensaje sin pérdida. Otras características son: el cableado reducido y la flexibilidad de la configuración de la red.

La velocidad de transmisión de los datos es proporcional al tamaño del CAN BUS, a mayor tasa de transmisión, menor es el largo del CAN BUS, siendo la mayor tasa de transmisión de este sistema de 1Mbps. Los controladores y microcontroladores CAN (con interface integrada) son fabricados por un gran número de industrias como Intel, Motorola, Philips Siemens y Texas Instruments.

Cuando se analiza un protocolo de comunicación CAN BUS, este se encontrará asociado a una determinada clase que puede ser "A", "B" o "C". Los de clase "A" generalmente son usados en la comunicación de sensores y control, con una tasa de transmisión de hasta 10 Kbps. Los de clase "B" tienen una tasa de transmisión entre 10 Kbps y 125 Kbps, y son relacionados al control de sistemas de entretenimiento. Los de clase "C" son de una tasa de transmisión de 125 Kbps a 1 Mbps, generalmente relacionados a los sistemas de seguridad del automóvil. El CAN BUS está clasificado dentro de las clases "B" y "C".

CAN BUS trabaja con hilos eléctricos como medio de transmisión de datos, existen tres tipos de CAN BUS: con uno, con dos y con cuatro hilos. Los de dos y cuatro hilos, trabajan con señales de datos definidos como CAN High (CAN\_H) y CAN Low (CAN\_L) y son del tipo par trenzado diferencial. Este trenzado atenúa los efectos de las interferencias electromagnéticas. En el caso de la red con cuatro hilos, además de las señales de datos tiene un hilo para la alimentación (VCC) y otro para tierra (GND). En el caso de la red de un hilo, este único es utilizado para el tráfico de la red de datos y se denomina línea CAN. [EST 2012] [APLI 2010]

## 5.2 *Diseño Final del Proyecto*

Con la información obtenida en el capítulo 3, podremos desarrollar a fondo el comportamiento funcional del proyecto integrado, esto incluirá la elaboración del prototipo de programa para teléfonos móviles que deberá ser implementado. Para que eso sea posible, debemos entonces comprender el funcionamiento del sistema adaptado dentro de un vehículo, después de ello se procederá a explicar la aplicación móvil SOSCEL que simulará el envío del mensaje de emergencia. Todas estas informaciones serán cruciales para un futuro desarrollo del proyecto.



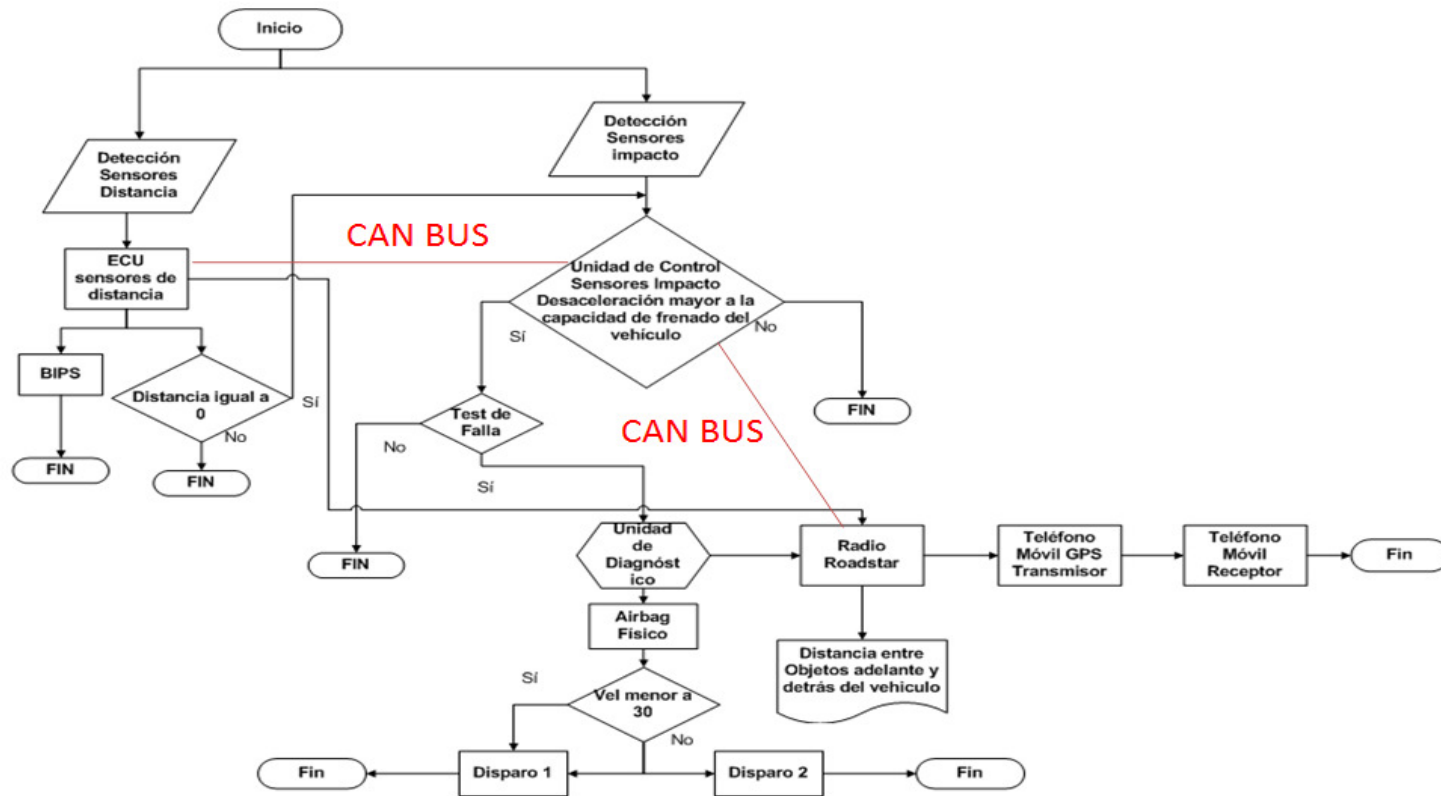


Figura 5-3: Diagrama de Bloques del sistema

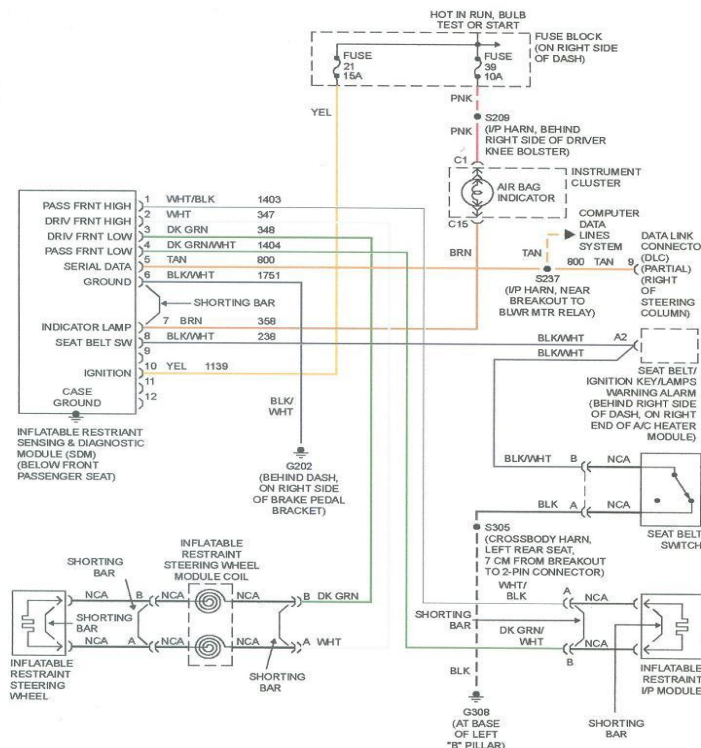


En la Figura 5-3, partiendo de la idea que el auto en el cual el sistema se encuentra instalado está en movimiento, y con todos los equipamientos funcionando regularmente, podemos explotar el sistema en su funcionamiento pleno.

El sistema comienza con el funcionamiento de los sensores de distancia, cuatro sensores que son colocados en el fondo y cuatro en la parte delantera del vehículo que al detectar un objeto próximo a la parte de adelante o trasera del vehículo, se mostrará el valor de la distancia entre los objetos próximos al vehículo en la pantalla del sistema de sonido ROADSTAR (este sistema ya se encuentra actualmente disponible en el mercado) y va a mandar una señal eléctrica a la ECU de estos sensores y esta autorizará la activación de las alertas mediante “bips” dependiendo de la distancia entre el objeto y el automóvil, si la distancia se hace 0 entonces se enviará datos al módulo de control electrónico del airbag por medio del CAN BUS. Por otro lado, el sensor de impacto del airbag se activará cuando ocurra una desaceleración brusca mayor a la capacidad de frenado, se enviará también un pulso eléctrico a la ECU del airbag, y esta a su vez, en primer lugar va a testar la señal para evitar cualquier tipo de falla y activaciones del sistema innecesarias, de no pasar el test el sistema no se activará, en caso contrario pasará a la unidad de diagnóstico que encenderá eléctricamente todo el sistema y medirá si los capacitores originalmente instalados del circuito eléctrico del airbag están cargados completamente, dejando listo el sistema para su activación inmediata. Luego un pulso eléctrico será enviado desde la unidad de diagnóstico al área física del airbag donde se encuentran unos disparadores eléctricos que serán detonados dependiendo de la velocidad con la que viaje el automóvil, si la velocidad es menor a 30 km/h por hora se activará el primer disparo del airbag que inflará la bolsa de aire a un nivel, caso contrario, de ser la velocidad mayor a 30 km/h ocurrirá también el segundo disparo del airbag que inflará la bolsa de aire completamente. La función del sistema airbag termina ahí. Paralelamente a la activación del airbag, donde se detallaron anteriormente las funciones normales del sistema, se incluirá en la programación del microchip lo siguiente: enviará un mensaje de datos predeterminado por medio del protocolo CAN BUS al módulo bluetooth de la Radio que posee una antena de transmisión y recepción de datos. Este mensaje será enviado por medio del bluetooth a un teléfono móvil que tenga el dispositivo GPS incluido y que actuará como transmisor. El teléfono móvil contará con un programa que será el encargado de transmitir el mensaje de emergencia que incluirá las coordenadas geográficas del accidente que serán calculadas por la aplicación SOSCEL del móvil y serán enviadas vía mensaje de texto a otros teléfonos móviles

predeterminados utilizando las redes de telefonía móviles. La transmisión de los datos entre las ECU se realizará gracias al protocolo CAN BUS. En este caso vamos a establecer una red de comunicación distribuida entre ECUs independientes. Esta red se encargará de leer entradas digitales, empaquetar los datos en el formato determinado por el CAN, transmitir los datos por la red CAN hacia otras ECUs, recibir datos de otras ECUs utilizando la red CAN, procesar los datos y proporcionar las salidas necesarias. Las ECUs pueden ser programadas y monitoreadas a través de una línea de comunicación serial RS232 y un computador o testador. Para realizar la transmisión se utiliza el protocolo de comunicación de la capa de aplicación KWP2000.

### 5.2.1 Diagrama Eléctrico del Sistema Airbag (Etapa de Sensores y microcontroladores)



**Figura 5-4: Diagrama Eléctrico Sistema Airbag – Modelo Ford Fiesta 2009**

Fuente: FORD MOTOR COMPANY BRASIL LTDA. - PLANTA CAMAÇARI  
TELEFONOS: 71 3649-2942

En la Figura 5-4 se muestra el diagrama bifilar del Sistema airbag de un automóvil FORD FIESTA 2009. Los cables de cobre utilizados en este sistema deben ser de un calibre mínimo de 0,35 mm<sup>2</sup>. El módulo airbag podrá utilizar un microchip marca Philips modelo P87C591 o reciente. Las especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo 1. En la Figura 5-4 observamos los cables eléctricos del número 1 hasta el 12. El sistema airbag utiliza una tensión nominal de 5.0 V. El amperaje de trabajo es de 15 A, de ocurrir una sobrecarga el fusible se quemará.

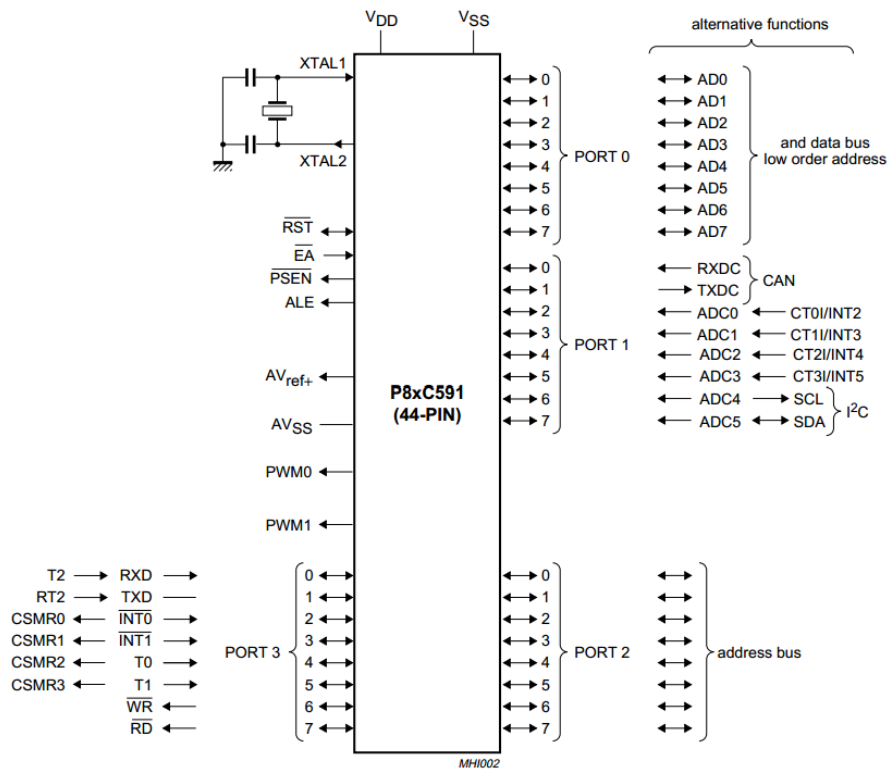


Figura 5-5: Diagrama funcional del Microchip P87C591. Anexo 1

Para el diseño propuesto vamos a utilizar el microchip modelo P87C591 de la Figura 5-5 para la ECU que representará el sistema airbag y los sensores serán representados por llaves o potenciómetros. La siguiente Figura 5-6 representa el esquema propuesto.



**Figura 5-6: Esquema Propuesto**

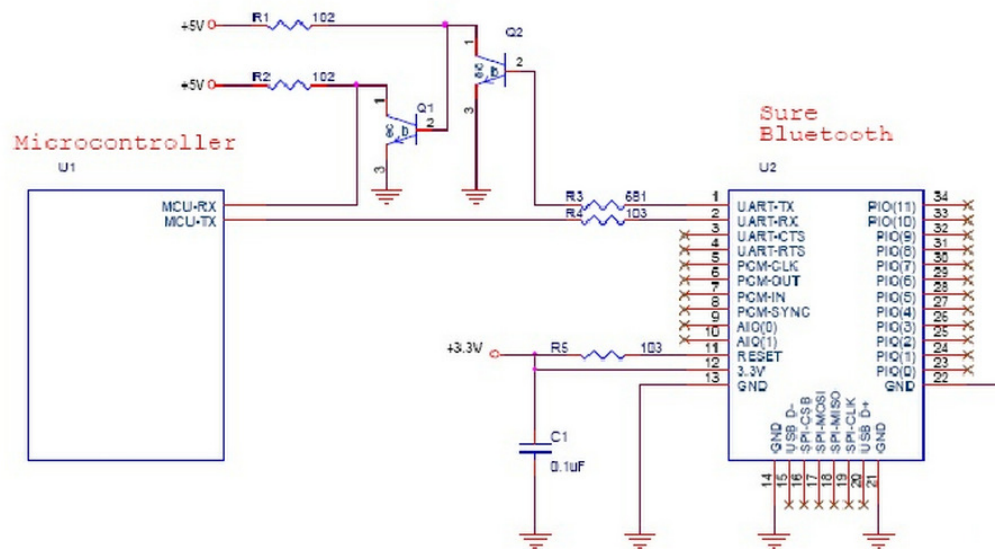


**Figura 5-7: Conexión entre la ECU y el módulo bluetooth**

El microchip deberá ser capaz de cumplir las siguientes funciones, respecto a la transmisión bluetooth, para el correcto funcionamiento del sistema: inicializar conexión, enviar y cerrar conexión. Analizaremos el módulo bluetooth Serial Converter UART de la marca Sure electronics en el Anexo 4, que es de segunda clase, velocidad de transmisión de 9600bps y un alcance de 10 metros compatibles con la descripción del módulo bluetooth del Radio ROADSTAR. Para realizar la implementación se debe de tomar en cuenta que la frecuencia de reloj del microcontrolador debe estar sincronizada con la del bluetooth, la frecuencia del reloj determina la frecuencia a la que trabaja un puerto estándar. En caso la sincronización fuera distinta, se puede realizar la modificación de la velocidad (medida en bits o baudios) de la UART (puerto serial) de Bluetooth utilizando comandos HCI específicos del HW.

Se conectarán los pines TXD y RXD (puertos seriales para UART) del microchip de la Figura 5-5 al módulo bluetooth Serial Converter UART. La interface UART es importante debido a que es compatible con el estándar de comunicación serial

RS232. Los pines de TX y RX del módulo bluetooth que son de salida/entrada de datos serán conectados a los pines de TXD y RXD del microchip como se muestra en la Figura 5-8.



**Figura 5-8: Diagrama de conexión entre microcontrolador y bluetooth**

Fuente: "Sistema de diagnóstico de Falhas automotivo com comunicação Bluetooth" [SIS 2010]

El voltaje de alimentación del microcontrolador es de 5 V y el voltaje de alimentación del módulo bluetooth es de 3.3 V, en casos como este donde los voltajes son diferente, deberemos utilizar un regulador de tensión entre ellos para adecuar el nivel a 3.3 V como en la Figura 5-8. En este caso, el fabricante propone utilizar transistores para regular.

Según el análisis anterior verificamos que es posible la adaptación del sistema airbag para el desarrollo del diseño del proyecto.

### 5.2.2 Desarrollo de la Etapa Transmisión

La etapa de transmisión es la encargada de realizar el envío del mensaje de socorro utilizando como equipo transmisor a un celular que tenga obligatoriamente en sus componentes sistema bluetooth y GPS integrado. Además será necesario el desarrollo de una aplicación celular para lo cual se requerirá el uso del IDE

Netbeans que es un Open Source Integrated Development Environment escrito en java, usado como plataforma para desarrollar programas en Java. Con la herramienta Netbeans podremos desarrollar una aplicación en J2ME, versión del Java orientada a los dispositivos móviles.

### 5.2.2.1 Diagrama de despliegue de la aplicación SOSCEL

#### a. Introducción

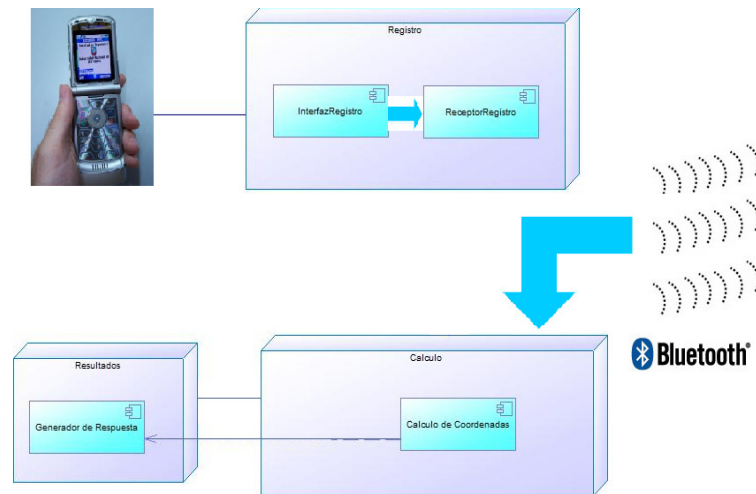
Los diagramas de despliegue describen la arquitectura física del sistema durante la ejecución en términos de procesadores, dispositivos y componentes de software. También se encargan de describir la topología del sistema: la estructura de los elementos de hardware y software.

Los nodos (representados como cubos) son los objetos físicos que existen en tiempo de ejecución y que representan algún tipo de recurso computacional como la capacidad de la memoria y el procesamiento. Estos pueden ser: Computadores con procesadores u otros dispositivos como impresoras, dispositivos de comunicación. Las comunicaciones están representadas como líneas. Por otro lado, los componentes son la parte física y reemplazable de un sistema tales como: clases, interfaces y colaboraciones es decir representa una unidad de código (fuente, binario o ejecutable). Por otro lado, se escogió la plataforma de desarrollo J2ME para el proyecto debido a que la aplicación funciona en cualquier tecnología celular, existe variedad de recursos para iniciar el desarrollo de una aplicación móvil, además es libre y el desarrollar e instalar una aplicación en el móvil no implica ningún costo.

[FUN 2004]



## b. Diseño de la Solución SOSCEL



**Figura 5-9: Diagrama de Despliegue de la Aplicación SOSCEL**

La Figura 5-9 presenta el diagrama de despliegue de la aplicación SOSCEL y gracias a él podremos analizar detalladamente el funcionamiento de la aplicación. El diagrama consta de tres nodos: Registro, Resultados y Cálculo.

El nodo Registro se encargará de llevar a cabo todo el proceso de registración del usuario mediante las componentes:

- Interfaz Registro, que será la parte gráfica de interacción con el usuario, donde el usuario podrá ingresar los datos requeridos por el sistema de seguridad como lo son: Nombre, Apellido, Placa del vehículo y números de Teléfonos móviles de contacto.
- Receptor Registro, que será el proceso de almacenamiento de la información ingresada en la Interfaz de registro, estos datos se almacenarán en la memoria del celular.

El nodo Cálculo se encargará del proceso de identificación de la señal SOS generado desde Microcontrolador del Sistema mediante la componente Cálculo de Coordenadas que identificará el mensaje SOS y dará inicio al



funcionamiento del programa SOSCEL que realizará el cálculo de las coordenadas geográficas para lo cual será necesario el uso del API Location para J2ME definido por el paquete javax.microedition.location. La clase abstracta location obtiene resultados de localización representado por Coordenadas Geográficas. [LOC 2004]

En el nodo Resultado se ejecutará el componente Generador de Respuesta que será el encargado de generar el mensaje de emergencia tomando la información del componente cálculo de Coordenadas y obteniendo los datos del usuario guardados en la memoria del celular. Luego, enviará el mensaje de texto a los teléfonos de emergencia utilizando la red celular.

### c. Simulación utilizando Aplicación SOSCEL



Figura 5-10: Interfaz Bienvenida



Figura 5-11: Interfaz Menú Principal

La Figura 5-10 muestra la interfaz gráfica de bienvenida de la aplicación que invita al usuario a seleccionar la opción Menú para que pueda acceder a las opciones: Registrar, Simulación y Pantalla como se observa en la Figura 5-11.



**Figura 5-12: Interfaz Registro**



**Figura 5-13: Interfaz Menú Registro**

La Figura 5-12 muestra la interfaz de registro de la aplicación SOSCEL, para poder realizarlo es necesario ingresar todos los datos pedidos en la interfaz. Estos datos son: Nombre, Grupo Sanguíneo, Números de Teléfonos Móvil de contacto 1 y contacto 2, y la placa de vehículo del usuario. Se selecciona Menú para acceder a las opciones de Modo escritura y grabar información Figura 5-13.



**Figura 5-14: Interfaz de Error de Registro**



**Figura 5-15: Interfaz Registro Exitoso**

Si los datos ingresados están incompletos o incorrectos, luego de pulsar la opción grabar del Menú, la aplicación generará un mensaje de error en el registro de datos, Figura 5-14. Para enmendar el registro se pulsará en la opción retornar. Caso contrario, si los datos fueron ingresados correctamente, después de elegir la opción Grabar del Menú, la aplicación generará una interfaz de alerta que indica que el registro se realizó de forma exitosa, Figura 5-15. La información se guardará en una memoria creada durante la programación de la aplicación.

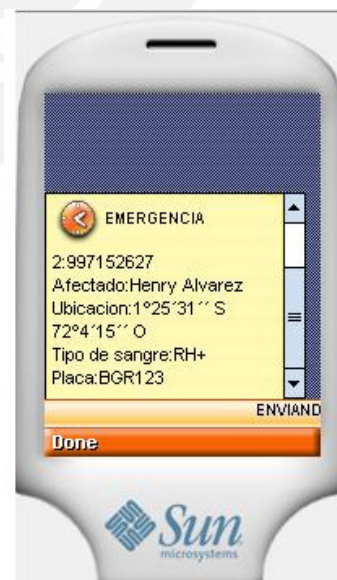


**Figura 5-16: Interfaz de Menú Principal**

Luego de guardada la información en la memoria se podrá modificar los datos accediendo nuevamente a la opción Registrar del Menú Principal, y repitiendo los pasos descrito anteriormente para las interfaces de registro. Para realizar la simulación de la Aplicación SOSCEL debemos de elegir la opción Simular del Menú Principal como se muestra en la Figura 5-16.



**Figura 5-17: Interfaz de Envío de Mensaje**



**Figura 5-18: Interfaz de Envío de Mensaje**



Una vez presionado la opción Simular, la aplicación calculará las coordenadas de posicionamiento geográfico del celular y estas serán enviadas por mensaje de texto a través de la red de Telefonía Móvil a los números telefónico móviles guardados en la memoria, así como también los datos del usuario: el nombre del usuario, el tipo sanguíneo, y la placa del vehículo que se encuentra en emergencia Figura 5-17 Figura 5-18. En el Anexo 5 de extensión .doc se encuentra el código fuente de la aplicación simuladora.

### 5.3 Margen de Ganancia

Esperando una buena acogida en el mercado, fue decido incluir al costo del producto el 5%, monto que representará el Margen de Ganancia. Este porcentaje está relacionado al desarrollo, mantenimiento y futuras mejoras del sistema. En la tabla 5-2 se realizó una estimación de la ganancia donde nuestro mercado potencial en primer lugar son los Autos de lujo, seguido de los vehículos ligeros nuevos. Según el margen de ganancia especificado en la tabla concluimos que el proyecto es económicamente rentable.

	Volumen de ventas de vehículos nuevos			Promedio ventas 3 últimos años	Precio Estimado del Sistema	Margen de Ganancia	Aproximación Ganancia anual
	2007	2008	2009				
<b>Vehículos</b>	<b>51.017</b>	<b>92.000</b>	<b>75.000</b>	<b>72.672</b>	<b>S/. 244,36</b>	<b>5%</b>	<b>S/. 887.910,57</b>
<b>Automóviles</b>	<b>25.509</b>	<b>46.000</b>	<b>37.500</b>	<b>36.336</b>	<b>S/. 244,36</b>	<b>5%</b>	<b>S/. 443.957,32</b>
<b>Autos de lujo</b>	<b>979</b>	<b>1.300</b>	<b>1.200</b>	<b>1.160</b>	<b>S/. 244,36</b>	<b>5%</b>	<b>S/. 14.168,81</b>

**Tabla 5-2: Margen de Ganancia en Relación al volumen de ventas**

## Conclusiones

Luego de finalizado el desarrollo y análisis del diseño del proyecto, podemos concluir lo siguiente:

- El presente sistema ofrece al usuario los beneficios de múltiples funciones integradas tales como: los sensores de distancia, el airbag, el equipo de sonido bluetooth y la posible interacción con el teléfono móvil del propio usuario; a un bajo costo de implementación y, que de acuerdo con los estudios realizados, existe la posibilidad de reducir los accidentes de tránsito de manera eficaz, reducir la tasa mortalidad, la tasa de heridos y discapacitados, los tiempos de respuesta en el rescate de víctimas y reducir los gastos que estos siniestros generan para el Estado.
- Es un sistema integral de fácil adaptación e implementación debido a que los equipos necesarios ya existen en el mercado a precios accesibles y considerando que una mayor demanda permitirá el abaratamiento de costos de materia prima, fabricación y distribución. El estudio realizado posibilitará el máximo aprovechamiento de los recursos de tres sistemas como son: sensores de distancia, sistema airbag y GPS, para en conjunto conseguir los objetivos del proyecto.
- Existe la posibilidad real de lograr aceptación en el Mercado Nacional e Internacional ya que los sistemas de seguridad vehicular y los sistemas de localización se encuentran en crecimiento acelerado, existe la necesidad de un sistema económicamente accesible a la mayor parte de la población, y además son preocupación constante de la mayoría de gobiernos. [EST 2008] [MIN 2009]
- La aplicación SOSCEL para celulares es interactiva y de fácil manejo lo cual posibilitaría el ingreso del Sistema en el mercado. Además, los equipos celulares que se ofertan actualmente cuentan ya con el sistema bluetooth incorporado y, en menor proporción, con el sistema de localización GPS incorporado, pero con tendencia a lograr una consolidación a partir del presente año. [CEL 2008]

- Los beneficios de seguridad, de reglamentación, económicos y sociales que el sistema es capaz de proporcionar, podrían lograr que nuestro país pueda acceder a los mismos patrones internacionales de seguridad vehicular de la Unión Europea, EEUU, Australia, Japón y Brasil.





## Recomendaciones

Las recomendaciones de trabajo que deja este proyecto abarcan diferentes posibilidades que se detallarán a continuación.

En primer lugar es importante resaltar que el sistema podrá ser implementado utilizando un módulo bluetooth de preferencia de clase 2. El modelo de Radio Roadstar fue elegido en nuestro diseño, por su compatibilidad con el Sistema de Sensores de distancia, que en conjunto logran darle mayores beneficios al Sistema.

En el presente año las empresas de autopartes han lanzado al mercado nuevos sensores de distancia capaces de detectar obstáculos a 250 metros. Considerando la mejora continua del sistema, se debe realizar y acompañar un estudio detallado sobre la adecuación e implementación de estos nuevos sensores al presente proyecto.

Por otro lado, es importante también destacar el desarrollo de nuevas opciones y funcionalidades de la aplicación SOSCEL como por ejemplo el envío de un mensaje de confirmación de recepción del mensaje, establecimiento de comunicación, entre otras opciones. Se recomienda también investigar sobre el costo de envío de mensaje SOS, quien asumiría el costo: cliente, operadora celular o Estado. Fomentar un plan de acción para que las centrales de emergencia, como por ejemplo el 116, reciban las alertas mediante mensajes de texto de modo gratuito.

El presente estudio se ha centrado en el diseño del Sistema para automóviles, por lo que este trabajo queda abierto para poder seguir el estudio centrándose en los vehículos de carga pesada y transporte público.

También se espera que futuros trabajos investiguen la forma de integrar otros sistemas de seguridad vehicular, para lograr el abaratamiento de los costos, y mayor aceptación del mercado.

Por último, se recomienda al Estado incluir en las Reglamentaciones el fomento del uso de Sistemas de Seguridad Vehicular y de Sistemas de localización, para lograr hacer de conocimiento general los beneficios que conllevan.

## BIBLIOGRAFIA

- [GET 2008]** Oscar Gete-Alonso Roldán “Estudio de disponibilidad de señales de localización GPS/GSM”, 2008  
URL:  
[http://www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/.../pfc\\_OscarGete.pdf](http://www.upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/.../pfc_OscarGete.pdf)  
Fecha de Acceso: 16/06/09
- [GSM 2009]** Monzur Kabir, PH. D., P. Eng, Day-2\_GSM Network Architecture.doc “GSM Architecture”  
URL:  
[http://www.conestogac.on.ca/~mkabir/TCOM1010\\_ConEd\\_Cellular/Daay-02\\_GSM%20Network%20Architecture.pdf](http://www.conestogac.on.ca/~mkabir/TCOM1010_ConEd_Cellular/Daay-02_GSM%20Network%20Architecture.pdf)  
Fecha de Acceso: 16/06/09
- [FER 2006]** F.J. Ferrero, “Medida de magnitudes mecánicas”  
URL: [www.ate.uniovi.es/5809/Lección09.pdf](http://www.ate.uniovi.es/5809/Lección09.pdf)  
Fecha de Acceso: 23/06/09
- [AIR 2007]** Jorge Hernández Valencia, Fundación Universidad de Atacama Escuela Técnico Profesional Área de Electromecánica “AIRBAG”  
URL:  
<http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SEGURIDAD%20Y%20CONFORTABILIDAD/Guia%20N%C2%BA%204%20Seguridad%20Airbag.pdf>  
Fecha de Acceso: 28/06/09
- [GPS 2000]** A. Pozo Ruiz, A Ribeiro, M.C. García-Alegre, L. García, D. Guinea, F. Sandoval, Instituto de Automática Industrial, Universidad de Málaga, “ Sistema de posicionamiento Global (GPS): Descripción, Análisis de errores, aplicaciones y futuro”  
URL: <http://www.iai.csic.es/users/gpa/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf>  
Fecha de Acceso: 30/06/09

- [GPS 2008]** Gobierno de los Estados Unidos, a Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite “Sistema de Posicionamiento Global”  
URL: <http://www.gps.gov/>  
Fecha de Acceso: 23/06/09
- [SIS 2000]** Azucena Castiñeira Conde, Luis Javier Huerta Torres, Susana Montes-Tallón Pacheco, Mirari Olaizola Uranga, Matthias Steinberg, Universidad de Navarra  
“Sistemas de Seguridad: AIRBAG y cinturones pirotécnicos”  
URL: <http://www.escuelaindustrial.cl/notes/Airbag.pdf>  
Fecha de Acceso: 13/07/09
- [LOS2008]** Agustín Leobardo Herrera May, Ángel Roberto Cortes Pérez, Luis Antonio Aguilera Cortes, Universidad de Guanajuato, Acta Universitaria, “Los Micro acelerómetros en la Actualidad”, Vol. 18 no. 2 Mayo-Agosto 2008
- [GON 2005]** María Jesús Gonzalo Arribas, Área de Tecnología Electrónica, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo  
“Electrónica de potencia y medida”  
URL: [http://www.badarte.com.ar/files/PDFfiles/Med\\_acel.pdf](http://www.badarte.com.ar/files/PDFfiles/Med_acel.pdf)  
Fecha de Acceso: 18/07/09
- [ERI 2002]** Erich Zabler, Reverte 2002 “Los sensores en el automóvil”
- [SEN 2008]** Dani Meganeboy, Mecánica virtual, “Sensores en el automóvil”  
URL: <http://www.mecanicavirtual.org/sensores.htm>  
Fecha de Acceso: 13/06/09
- [VEL 2008]** Edgar Velarde, “Introducción a GSM, Global System for Communications”, 2008
- [GPS 2005]** C.CL, “GPS en teléfonos GSM. ¿Cuándo llegará esta tecnología al mercado masivo?”, 2005

URL:

[http://www.cartografia.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=149&Itemid=9](http://www.cartografia.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=149&Itemid=9)

Fecha de Acceso: 16/12/09

**[CEL 2008]** Telecomonline, “Celulares con GPS devem chegar ao mercado de massa nos próximos anos”, 2008

URL: <http://www.telecomonline.com.br/noticias/celulares-com-gps-devem-chegar-ao-mercado-de-massa-nos-proximos-anos>

Fecha de Acceso: 16/12/09

**[EST 2008]** TNS México, “Estudio GTI Telecoms revela el impacto de 3G en el mercado de la telefonía celular en México y el mundo”, 2008

URL: <http://www.tns-ri.com.mx/pdf/Impacto%203G.pdf>

Fecha de Acceso: 30/12/09

**[BLU 2008]** BlueSky Positioning, “BlueSky Positioning and Gecko Landmarks combine A-GPS SIM technology with global point of interest and landmark database”, 2008

URL: <http://www.blueskypositioning.com/home.php>

Fecha de Acceso: 04/01/10

**[AIR 2009]** Terra Networks, “La Importancia de los Airbag”, 2009

URL: <http://www.terra.com.pe/autos/articulo/html/aut63084.htm>

Fecha de Acceso: 04/01/10

**[PRO 2009]** Marcos Magalhães, Mercosur Noticias “Proyecto que hace airbag obligatorio sigue hacia sanción presidencial en Brasil”, 2009

URL:

[http://www.mercosurnoticias.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20744&Itemid=252](http://www.mercosurnoticias.com/index.php?option=com_content&task=view&id=20744&Itemid=252)

Fecha de Acceso: 05/01/10

**[CEL 2004]** Celso Bambarén Alatrística, Ministerio de Salud, “Perfil de Seguridad Vial-PERÚ”, 2004

URL:

<http://www.minsa.gob.pe/ogdn/esp/pdf/Perfil%20de%20Seguridad%20Vial%20-%20Peru.pdf>

Fecha de Acceso: 08/01/10

**[MIN 2009]** Ministerio de Salud, Oficina General de Defensa Nacional “Documento Técnico: Plan Nacional 2009 – 2012. Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito - ESNAT”, 2009

URL: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2009/RM239-2009.pdf>

Fecha de Acceso: 28/04/10

**[AIR 2009]** Ricardo Meier, Blog Autos “Airbag obrigatório agora é lei”, 2009

URL: <http://www.blogauto.com.br/airbag-obrigatorio-agora-e-lei/>

Fecha de Acceso: 04/01/10

**[SBS 2009]** Boletín Estadístico de Seguros, Superintendencia de Banca y seguros, “Ranking de Primas de Seguro Netas por Ramos Generales y Accidentes y Enfermedad Al 30 de noviembre de 2009”, 2009

URL:

<http://www.sbs.gob.pe/app/stats/EstadisticaBoletinEstadistico.asp?p=25#>

Fecha de Acceso: 17/12/09

**[EST 2010]** ESNAT, Oficina General de Defensa Nacional, “Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito”, 2010

URL: [http://www.minsa.gob.pe/portada/est\\_san/accidentes.htm#](http://www.minsa.gob.pe/portada/est_san/accidentes.htm#)

Fecha de Acceso: 08/01/10

**[APE 2010]** Apeseg, Asociación Peruana de Empresas de Seguros, 2010

URL: <http://www.apeseg.org.pe/orientacion.html>

Fecha de Acceso: 15/11/09

**[PRO 2010]** Portal Tributario, Diario Gestión 20/11/09, pag. 19, “Proyectan que acciones de los países BRIC subirán 40%”

URL: <http://www.portaltributario.com.pe/detalle.php?d=MjE2NDA=>

Fecha de Acceso: 23/12/10

- [TER 2008]** Portada Terra Colombia, “Argentina reglamentará el doble airbag y los frenos con ABS”, 2008

URL:<http://www.terra.com.co/automovil/articulo/html/aum2385-argentina-reglamentara-el-doble-airbag-y-los-frenos-con-abs.htm>

Fecha de Acceso: 26/04/10

- [TIE 2009]** Tiempo Motor, Seguridad “Recién en 2014 todos los autos deberán tener doble airbag y ABS”, 2009

URL:<http://www.tiempomotor.com/noticias/val/2045/recien-en-2014-todos-los-autos-deberan-tener-doble-airbag-y-abs.html>

Fecha de Acceso: 26/04/10

- [MTC 2003]** Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “Reglamento Nacional de Vehículos”, 2003

URL:

<http://www.mtc.gob.pe/indice/E.-%20INFRAESTRUCTURA%20VIAL/E.3%20Pesajes%20y%20Dimensiones/D.S.%20N%C2%BA%20058-2003-MTC.pdf>

Fecha de Acceso: 27/04/10

- [FUN 2004]** Marcello Visconti y Hernán Astudillo, Departamento de Informática Universidad Técnica Federico Santa María Chile “Fundamentos de Ingeniería de Software”, 2004

URL:

<http://www.inf.utfsm.cl/~visconti/ili236/Documentos/15-Implementacion.pdf>

Fecha de Acceso: 27/04/10

- [BLU 2003]** Qusay H. Mahmoud, Sun Developer Network (SDN) “Part II: The Java APIs for Bluetooth Wireless Technology”, 2003

URL: <http://developers.sun.com/mobility/midp/articles/bluetooth2/>

Fecha de Acceso: 27/04/10



- [LOC 2004]** Qusay H. Mahmoud, Sun Developer Network (SDN) “J2ME and Location-Based Services”, 2004  
URL: <http://developers.sun.com/mobility/midp/articles/bluetooth2/>  
Fecha de Acceso: 27/04/10
- [INM 2009]** KDDI Corporation “Inmarsat BGAN Network”, 2009  
URL: <http://www.kddi.com/english/business/inmarsat/bgana/index.html>  
Fecha de Acceso: 30/04/10
- [GLO 2009]** Global Com “Inmarsat BGAN Satellite Products and Services”, 2009  
URL: <http://www.globalcomsatphone.com/bgana.html>  
Fecha de Acceso: 30/04/10
- [APLI 2008]** Rodrigo V. M. Pereira, Cesar A. Zeferino “Aplicação do protocolo LIN como sub-rede CAN”, 2008  
URL:  
<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/Induscon%202008/pdfs/42613.pdf>  
Fecha de Acceso: 22/06/12
- [EST 2012]** Helio Taliani Junior, Universidade São Caetano do Sul “Estudos dos protocolos de comunicação das arquiteturas eletroeletrônicas automotivas, como foco nas suas características e respectivas aplicações, visando direcionamento para o uso adequado e customizado em cada categoria de veículo”, 2012
- [APLI 2010]** José Antonio Viana Junior “Aplicação das tecnologias sem fio nas redes intra-veiculares”, 2010  
URL:  
<http://www.muriloplinio.eng.br/attachments/File/ARTIGOS/CITACOES/VIANA.pdf>  
Fecha de Acceso: 23/06/12
- [DIF 2011]** António Penim, Gil Rosa, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal “Difusor de Informação via Bluetooth”, 2011  
URL: [http://ltodi.est.ips.pt/jomm/arquivo/Tfc's/tfc\\_18.pdf](http://ltodi.est.ips.pt/jomm/arquivo/Tfc's/tfc_18.pdf)  
Fecha de Acceso: 23/06/12



- [SIS 2010] Marcus Vinícius de Paiva, Lucas Samuel Leopoldino, Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, “Sistema de diagnóstico de falhas automotivo com comunicação Bluetooth”, 2010  
URL:<http://pt.scribd.com/doc/44899677/16/Byte-de-verificacao-Checksum>  
Checksum  
Fecha de Acceso: 23/06/12

