

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**



**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**TAXÍMETRO DIGITAL TOUCH CON SEGURIDAD ANTIRROBO VEHICULAR  
INCORPORADA**

**Autor: Esparza Echeverría Jefferson Andrés**

**Director: Ing. Milton Gavilánez**

**Ibarra-Ecuador**

**2013**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento depongo mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100298590-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ESPARZA ECHEVERRÍA JEFFERSON ANDRÉS		
DIRECCIÓN:	EJIDO DE CARANQUI, PROLONGACIÓN AV. EUGENIO ESPEJO, S/N.		
EMAIL:	JAAE777@GMAIL.COM		
TELÉFONO FIJO:	06-2652-116	TELÉFONO MÓVIL:	09-9392-7447

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	TAXÍMETRO DIGITAL TOUCH CON SEGURIDAD ANTIRROBO VEHICULAR INCORPORADA
AUTOR:	JEFFERSON ANDRÉS ESPARZA ECHEVERRÍA
FECHA:	2013-10-24
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MECATRÓNICA
ASESOR / DIRECTOR	ING. MILTON GAVILÁNEZ

#### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Jefferson Andrés Esparza Echeverría con cédula de identidad Nro. 1002985909, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Jefferson Andrés Esparza Echeverría, con Cédula de identidad Nro. 1002985909, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículos 4, 5,6, en calidad de autor del trabajo de grado denominado: Taxímetro digital touch con seguridad antirrobo vehicular incorporada, que ha sido desarrollada para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.



.....

**Jefferson Esparza**

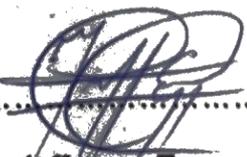
Ibarra, a los 29 días del mes de octubre de 2013

### 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original, y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de octubre de 2013

EL AUTOR:



.....  
**Jefferson Esparza**

## CERTIFICO

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica con el tema **TAXÍMETRO DIGITAL TOUCH CON SEGURIDAD ANTIRROBO VEHICULAR INCORPORADA**, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por el Sr. Jefferson Andrés Esparza Echeverría, con cédula de identidad: 1002985909, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

Atentamente,

  
Ing. Milton Gavilánez

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a Dios que es el que nos bendice día a día, y a mi familia, que es la fuente de inspiración y sabiduría para todo lo que emprendo.

## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que fueron parte de este proceso de investigación basado en el esfuerzo y dedicación conjunta.

A todos aquellos que creyeron en la propuesta y pusieron su fe, buena voluntad, y conocimiento para que el proyecto finalice satisfactoriamente.

A mis Padres que durante toda mi vida se han dedicado a velar por mí y que han realizado hasta lo imposible para que crezca en todos los sentidos.

A mi familia a mi novia y a mis amigos que son incondicionales y fundamentales en la determinación del rumbo que toma mi vida

Muchas Gracias.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 1	
Marco teórico.....	16
1.1. Taxímetro .....	16
1.2. Pantalla GLCD .....	19
1.3. Microcontroladores.....	21
1.4. Sistemas con microcontroladores .....	22
1.5. Sensor touch .....	24
1.5.1. Tipos de Touch Screen.....	25
1.6. GPS.....	26
1.7. GPS asistido.....	27
1.8. GSM .....	27
1.9. Comunicación GPRS .....	29
1.10. Conexiones eléctricas y mecánicas del vehículo .....	30
1.11. Sistema eléctrico básico del motor.....	30
1.12. Motor de arranque.....	31
1.13. Sensores y actuadores .....	34
1.13.1. Sensor de efecto hall y rueda fónica para medir la velocidad .....	34
1.13.2. Actuador tipo relé para vehículos .....	35
CAPÍTULO 2 .....	37
Diseño de hardware .....	37
2.1. Diagrama de bloques .....	37
2.2. Descripción de los elementos utilizados.....	39
2.2.1. Circuito de protección y regulación de voltaje.....	41
2.3. Ingreso de datos.....	42
2.3.1. Touch screen .....	42
2.3.2. Sensor de velocidad .....	48
2.3.3. Transductor.....	49
2.3.4. Botón de pánico.....	51
2.4. Salidas de datos.....	52
2.4.1. Motor de arranque .....	52

2.4.2.	Letrero luminoso .....	53
2.4.3.	Pantalla GLCD.....	56
2.5.	Diseño de placa electrónica .....	59
2.5.1.	Simulación previa al diseño de la placa electrónica.....	59
2.5.2.	Prueba del circuito en la protoboard .....	61
2.5.3.	Placa electrónica .....	62
2.5.4.	Flujo bidireccional de datos .....	63
2.6.	Rastreador GPS TK-203 .....	64
2.6.1.	Accesorios para el módulo “GPS Tracker TK-203” .....	66
2.6.2.	Diagrama de conexiones del GPS al vehículo.....	68
CAPÍTULO 3 .....		70
Diseño de firmware .....		70
3.1.	Flujogramas del software .....	70
3.1.1.	Flujograma de inicialización.....	71
3.1.2.	Subrutina “Coordenadas”.....	72
3.1.3.	Subrutina “Menús” .....	73
3.1.4.	Subrutina “Inserte Clave” .....	74
3.1.5.	Subrutina “Vehículo bloqueado” .....	75
3.1.6.	Subrutina “Submenú”.....	76
3.1.7.	Subrutina “Taxímetro” .....	77
3.1.8.	Subrutina “Cambio de clave” .....	79
3.1.9.	Subrutina “Estado del vehículo” .....	80
3.2.	Características del firmware .....	80
3.2.1.	Memoria ROM .....	81
3.2.2.	Memoria RAM.....	81
3.2.3.	Tamaño de las funciones.....	82
3.2.4.	Fusibles .....	84
3.3.	Inserción de gráficos en la pantalla GLCD 128x64 .....	85
CAPÍTULO 4 .....		87
Pruebas.....		87
4.1.	Pruebas del módulo GPS.....	87
4.1.1.	Prueba de respuesta de ubicación GPS.....	87
4.1.2.	Prueba de respuesta de estado del vehículo.....	89

4.1.3.	Prueba de alarma por corte de energía .....	91
4.1.4.	Prueba de bloqueo y desbloqueo de paso de combustible del vehículo .....	92
4.1.5.	Prueba de activación y desactivación de alarma .....	94
4.1.6.	Prueba de botón de pánico.....	96
4.1.7.	Prueba de vigilancia por voz.....	98
4.2.	Pruebas de Funcionamiento del módulo Taxímetro .....	99
4.2.1.	Cambio de clave .....	99
4.2.2.	Ingreso de clave .....	100
4.2.3.	Bloqueo del sistema .....	101
4.2.4.	Desbloqueo del sistema .....	102
4.2.5.	Encendido del vehículo.....	103
4.3.	Taxímetro .....	104
4.3.1.	Inicio de la aplicación TAXÍMETRO.....	105
4.3.2.	Pruebas del funcionamiento de la aplicación de Taxímetro.....	106
CAPÍTULO 5 .....		120
Conclusiones y Recomendaciones .....		120
5.1.	Conclusiones.....	120
5.2.	Recomendaciones.....	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		123
ANEXOS .....		124

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>16</b>
Figura 1.1 Taxímetro .....	17
Tabla 1.1 Tarifas aprobadas por la Agencia Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, para el taxímetro en el Ecuador .....	19
Figura 1.2 GLCD.....	20
Figura 1.3 Microcontrolador PIC18f4550 de MICROCHIP.....	21
Figura 1.4 Sistema microcontrolado.....	22
Figura 1.5 Sensor touch.....	24
Figura 1.6 Esquema didáctico del funcionamiento del GPS.....	26
Figura 1.7 Esquema del sistema eléctrico del motor .....	30
Figura 1.8 Esquema del sistema de arranque .....	32
Figura 1.9 Sección del motor de arranque .....	33
Figura 1.10 Corte de un sensor de efecto Hall y rueda fónica .....	34
Figura 1.11 Esquemas de relés .....	35
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>37</b>
Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema .....	38
Tabla 2.1 Descripción de elementos usados .....	41
Figura 2.2 Diagrama del circuito de regulación y protección de 12Vcc a 5 Vcc.....	42
Figura 2.3 Touch Screen Resistivo .....	43
Tabla 2.2 Conexiones del sensor touch screen resistivo .....	44
Figura 2.4 Menú inicial .....	45
Figura 2.5 Dígitos para la clave .....	46
Figura 2.6 SUBMENÚ .....	46
Figura 2.7 BOTONES TAXÍMETRO .....	47
Figura 2.8 VSS (Vehicle Speed Sensor) Hyundai Accent 2010 .....	48
Figura 2.9 Optoacoplador 4N26 .....	49
Tabla 2.3 Descripción de pines del Optoacoplador 4N26 .....	50
Figura 2.10 Sistema de acoplamiento de señales .....	50
Figura 2.11 Ubicación del botón de pánico.....	51
Figura 2.12 Encendido del motor de arranque .....	53
Figura 2.13 Letrero luminoso .....	54
Figura 2.14 Circuito de potencia para el letrero luminoso .....	55

Figura 2.15 Diagrama interno optoacoplador TPL621-2 .....	55
Tabla 2.5 Descripción de pines GLCD .....	57
Tabla 2.6 conexión de GLCD con el PIC 18F4550.....	58
Figura 2.16 Esquema de conexiones de la GLCD y el PIC 18F4550 .....	59
Figura 2.17 Simulación del taxímetro en Proteus .....	60
Figura 2.18 Circuito armado en la protoboard .....	61
Figura 2.19 Simulación placa impresa .....	62
Figura 2.20 Placa final .....	63
Figura 2.21 GPS TRACKER TK-203 .....	64
Figura 2.22 Descripción externa GPS .....	65
Figura 2.23 Antena GPS .....	66
Figura 2.24 ANTENA GSM .....	67
Figura 2.25 MICRÓFONO .....	68
Figura 2.26 Diagrama de conexiones módulo "GPS TRACKER TK-203" .....	69
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>70</b>
Figura 3.1 Flujograma de inicialización.....	71
Figura 3.2 Flujograma de la Subrutina Coordenadas.....	72
Figura 3.3 Flujograma de la subrutina Menús .....	73
Figura 3.4 Flujograma de la Subrutina inserte clave.....	74
Figura 3.5 Flujograma de la Subrutina vehículo bloqueado.....	75
Figura 3.6 Flujograma de la Subrutina Submenú.....	76
Figura 3.7 Flujograma de la Subrutina Taxímetro.....	78
Figura 3.8 Flujograma de la Subrutina cambio de clave.....	79
Figura 3.9 Flujograma de la Subrutina Estado del vehículo.....	80
Figura 3.1 memoria ROM usada por el firmware en el PIC 18f4550 .....	81
Figura 3.2 Memoria RAM usada por el firmware en el PIC 18F4550 .....	82
Figura 3.3 Funciones ordenadas por el tamaño (compilador MIKRO C) .....	83
Figura 3.4 Configuración de fusibles en MIKRO C para el taxímetro .....	84
Figura 3.5 Generador de código C partiendo de imágenes en mapa de bits .....	85
Figura 3.6 Imagen en mapa de bits y tamaño 128x64 pixeles .....	86
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>87</b>
Tabla 4.1 Prueba de respuesta de ubicación GPS.....	89
Tabla 4.2 Prueba de respuesta de estado del Vehículo .....	90
Tabla 4.3 Prueba de alarma por corte de energía .....	92

Tabla 4.4 Prueba de bloqueo y desbloqueo de paso de combustible .....	94
Tabla 4.5 Prueba de activación y desactivación de alarma .....	96
Tabla 4.6 Prueba del botón de pánico .....	97
Tabla 4.7 Prueba de vigilancia por voz .....	98
Tabla 4.8 Prueba de cambio de clave al taxímetro .....	100
Tabla 4.9 Prueba de ingreso de clave al taxímetro .....	101
Tabla 4.10 Prueba de bloqueo del sistema del taxímetro .....	102
Tabla 4.11 Prueba de desbloqueo del sistema del taxímetro .....	103
Tabla 4.12 Prueba de cambio de clave al taxímetro .....	104
Tabla 4.13 Prueba de inicio de la aplicación Taxímetro .....	105
Figura 4.1 Ruta 1.....	107
Tabla 4.14 Prueba 1 de valores del taxímetro .....	107
Figura 4.2 Ruta 2.....	108
Tabla 4.15 Prueba 2 de valores del taxímetro .....	109
Figura 4.3 Ruta 3.....	110
Tabla 4.16 Prueba 3 de valores del taxímetro .....	110
Figura 4.4 Ruta 4.....	111
Tabla 4.17 Prueba 4 de valores del taxímetro .....	111
Figura 4.5 Ruta 5.....	112
Tabla 4.18 Prueba 5 de valores del taxímetro.....	113
Figura 4.1 Ruta 6.....	113
Tabla 4.19 Prueba 6 de valores del taxímetro.....	114
Figura 4.7 Ruta 7.....	114
Tabla 4.20 Prueba 7 de valores del taxímetro.....	115
Figura 4.8 Ruta 8.....	115
Tabla 4.21 Prueba 8 de valores del taxímetro.....	116
Figura 4.9 Ruta 9.....	116
Tabla 4.22 Prueba 9 de valores del taxímetro.....	117
Figura 4.10 Ruta 10.....	117
Tabla 4.23 Prueba 10 de valores del taxímetro.....	118
Figura 4.11 Resumen de rutas.....	119

## RESUMEN

El presente proyecto está realizado con la finalidad de construir un taxímetro mediante que toma las señales del sensor VSS (sensor del odómetro) el cual transforma los movimientos mecánicos de las llantas en señales eléctricas digitales que serán interpretadas por el microcontrolador, para efectuar la visualización de la distancia recorrida, tiempo transcurrido y costo de cada carrera de una manera exacta, con la opción de pausar, continuar, o reiniciar los valores visualizados; Además de que este taxímetro cuenta con un sistema de seguridad vehicular, ya que este tipo de vehículos de transporte público son más vulnerables a robos y secuestros, para lo cual este sistema controla el encendido del motor mediante una clave de 4 dígitos (esta clave es modificable por el usuario), y el encendido es realizado desde la pantalla táctil, es decir que el switch de encendido estará bloqueado para el encendido manual, además de que si el ingreso de clave es erróneo en tres ocasiones, el sistema se bloqueará, y se lo podrá desbloquear únicamente ingresando una clave máster de cinco dígitos suministrada con cada taxímetro, además se acopla a un sistema GPS el cual permite rastrear al vehículo, incluso envía señales de alerta por medio de mensajes de texto a cinco números celulares debidamente registrados en el módulo, completando el nivel de seguridad que este tipo de automóviles necesitan para hacer su trabajo diario.

## SUMMARY

This project is being performed with the purpose of construct a taximeter to take the sensor signals (VSS odometer sensor) which converts the mechanical movements of the wheels in digital electrical signals that are interpreted by the microcontroller through a firmware, which processes the data and allows GLCD screen viewing, the distance traveled, time and cost of each service in an exact way, with the option to pause, continue, or reset the displayed values; in addition to this taximeter have a vehicle safety system, because this type of public transport vehicles are more vulnerable to theft and kidnapping, for which this system controls the engine ignition through a 4 digit password (the user can be change the password) , and the ignition is performed from the touch screen, meaning that the ignition switch is locked for manual ignition and if the password input is wrong on three occasions the system will crash, it can unlock only entering a five-digit master key supplied with each taximeter, also is coupled to a GPS system which can track the vehicle even send warning signals through text messages to five mobile numbers registered in the module, completing the level security that such cars need to do their daily work.

## CAPÍTULO 1

### Marco teórico

#### 1.1. Taxímetro

El taxímetro es un dispositivo de uso obligatorio, para los conductores de transporte en taxis en el Ecuador. El incumplimiento de esta disposición se establece como una contravención leve de tercera clase en el artículo 141, literal j) de la ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial de la cual se cita:

*“El conductor de un taxi, que no utilice el taxímetro las 24 horas, altere su funcionamiento o no lo ubique en un lugar visible al usuario”<sup>1</sup>*

El taxímetro es un dispositivo de medición del costo que genera el uso del taxi, dicho costo es calculado en base a la distancia recorrida (cuando el vehículo está en movimiento) más el tiempo de espera (cuando el vehículo está en reposo), la suma de los costos generados por dichas variables (distancia y tiempo), hacen un total que es el precio a pagar. El taxímetro tiene un costo inicial o de arranque,

---

<sup>1</sup> ASAMBLEA\_CONSTITUYENTE. (2011). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*.

con el cual siempre partirá para calcular el costo del servicio, y también tiene fijado un costo mínimo a pagar por el servicio, si el taxímetro marcara menos que el costo mínimo de todas formas el usuario deberá pagarlo.



Figura 1.1 Taxímetro <sup>2</sup>

El uso del taxímetro es una forma segura y exacta de calcular el costo del servicio de transporte en taxis, aunque en ciudades en las que no se lo ha implementado puede causar molestia y desconfianza debido al desconocimiento de sus beneficios.

En el Ecuador el sistema de taxímetros está normado y reglamentado por la agencia nacional de tránsito, y ya se lo ha implementado en ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca, pronto será utilizado en todas las provincias del Ecuador.

El precio de un taxímetro dependerá de algunos factores como su marca, país de origen, funciones, certificaciones obtenidas, y accesorios como: impresora, burbuja luminosa, sensores de almohadillas en los asientos, cámaras, micrófonos, GPS, seguridad antirrobo, Etc.

<sup>2</sup> Prado, B. (28 de 06 de 2009). *cobrando o carona*. Recuperado el 2012 de 11 de 15, de <http://bloglog.globo.com/blog/blog.do?act=loadSite&id=221&postId=17494&permalink=true>

Existe gran variedad de modelos y marcas de taxímetros que oscilan entre los 80 dólares hasta 2000 dólares, dependerá de la funcionalidad, de la marca, de los extras, etc.

El taxímetro es un aparato eléctrico, mecánico, o una combinación de ellos que tiene como objetivo la medición del valor económico a pagar por el servicio de taxi. Para proporcionar el costo del servicio de taxi, el taxímetro utiliza datos de distancia (kilómetros), y los multiplica por el precio del kilómetro (o fracción correspondiente), a este costo hay que cargar la suma del tiempo que el vehículo permanece detenido por cualquier circunstancia durante el transcurso del servicio, al igual que con la distancia, esta suma de tiempo es multiplicada por el precio de la unidad de tiempo (minuto). Adicionalmente algunos taxímetros permiten añadir costos por el transporte de bultos o servicios extra.

Los taxímetros cuentan con tarifas que cambian el factor de incremento del precio del minuto de espera y del kilómetro o fracción recorrida, las dos tarifas más usadas son –tarifa diurna- y –tarifa nocturna-.

En el Ecuador únicamente se usan dos tarifas, diurna y nocturna, cada una tiene diferente precio de arranque (precio inicial de la carrera, que el taxímetro muestra al empezar el servicio de taxi), costo por minuto de espera y por kilómetro recorrido.

La siguiente tabla refleja los costos con los que los taxímetros son calibrados en el Ecuador.

	<b>Tarifa diurna</b> <b>(05:00 a 22:00)</b>	<b>Tarifa nocturna</b> <b>(22:00 a 05:00)</b>
<b>Costo de arranque</b>	35 ctvs.	40 ctvs.
<b>Minuto de espera</b>	0.06 ctvs.	0.06 ctvs.
<b>Km recorrido</b>	0,26 ctvs.	0.30 ctvs.
<b>Costo de la carrera mínima</b>	1 USD.	1.10 USD.

Tabla 1.1 Tarifas aprobadas por la Agencia Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, para el taxímetro en el Ecuador <sup>3</sup>

*“Los aparatos deben estar diseñados bajo la norma INEN, cuando un vehículo sobrepasa los 12 km por hora, el taxímetro debe marcar la distancia; y cuando viaja a una velocidad menor a 12 km por hora, debe marcar tiempo” <sup>4</sup>*

## 1.2. Pantalla GLCD

Es una pantalla de cristal líquido que permite la visualización de gráficos, el acrónimo GLCD es inglés y significa: Graphic Liquid Crystal Display. Esta pantalla es monocromática con retro iluminación integrada, además brinda beneficios como su bajo costo y poco consumo de energía, haciéndola muy versátil para aplicaciones electrónicas.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre . (2003). Resolución N° 001, (Art. 1, literal 1)

<sup>4</sup> Toscano, F. C. (7 de 12 de 2012). *El telegrafo*. Recuperado el 2013 de 01 de 06, de El telegrafo: [http://www.telegrafo.com.ec/?option=com\\_zoo&task=item&item\\_id=22994&Itemid=14](http://www.telegrafo.com.ec/?option=com_zoo&task=item&item_id=22994&Itemid=14)

Las grandes ventajas de estas pantallas monocromáticas son su sencilla implementación, fácil programación, pequeño tamaño, entre otras. Existen diferentes tipos de pantallas cada una con un controlador gráfico distinto, pudiendo hallar variedad de marcas, colores, tamaños.

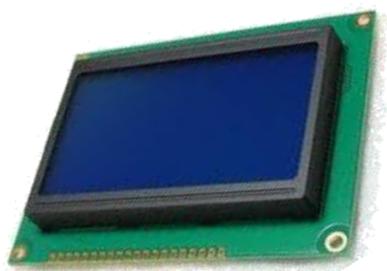


Figura 1.2 GLCD <sup>5</sup>

Para usar las pantallas GLCD en aplicaciones con microcontroladores, es necesario tomar en cuenta varios parámetros como:

- Precio
- Marca
- Voltaje de alimentación
- Controladores gráficos compatibles
- Tamaño
- Disponibilidad de compiladores compatibles
- Topologías de conexión con el microcontrolador
- Consumo de energía, entre otras.

Las pantallas Gráficas (GLCD) poseen controladores internos, que facilitan la interpretación de datos y señales del microcontrolador, algunas usan

---

<sup>5</sup> Fuente: Propia

puertos de comunicación ahorrando el uso de pines del microcontrolador, los controladores más comunes son el KS0108B y KS0107B de Toshiba.

Existen diversidad de marcas de GLCDs, los controladores variarán de una marca a otra, surgiendo la necesidad de buscar un compilador compatible con cada controlador.

### 1.3. Microcontroladores

*“El microcontrolador es un circuito lógico programable que contiene todos los componentes de un computador. Se lo emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna, por lo tanto, el microcontrolador es un computador dedicado.”<sup>6</sup>*



Figura 1.3 Microcontrolador PIC18f4550 de MICROCHIP<sup>7</sup>

Existen varias gamas de microcontroladores que satisfacen diferentes necesidades, entre ellas se puede distinguir las gamas: baja, media, y alta,

---

<sup>6</sup> Collaguazo, G. (2008). El Microcontrolador. Ibarra, Imbabura, Ecuador,(p.53).

<sup>7</sup>Microchip. (2004). Datasheet pic 18F4550, (p.4).

conteniendo en cada una, diferentes tipos de microcontroladores con características distintas, aunque todos se basan en una misma arquitectura; mientras incrementa la gama del microcontrolador, también incrementan sus funciones, cualidades, precio, y dificultad de programación.

Los microcontroladores en su mayoría están dirigidos a reducir costos y a consumir bajas cantidades de energía.

#### 1.4. Sistemas con microcontroladores

Son sistemas comunes y de los más versátiles ya que pueden manejar señales de entrada y salida, así como tomar decisiones para gobernar múltiples procesos en función de ellas, y basados en un programa.

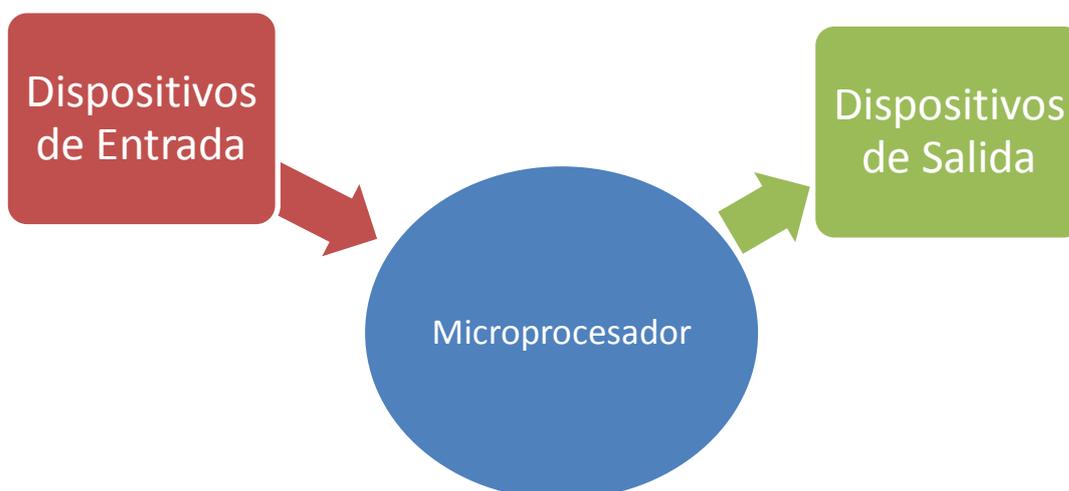


Figura 1.4 Sistema microcontrolado <sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Fuente: Propia

Al momento de escoger un microcontrolador para diseñar un sistema, se debe tomar en cuenta varios factores importantes como:

- Su precio
- Las herramientas desarrolladas disponibles
- La compatibilidad
- La documentación disponible
- Los compiladores a usar y lenguaje de programación
- Los grabadores compatibles y su precio
- Características propias del microcontrolador (número de pines, Cantidad de memoria, número de entradas digitales y/o analógicas, velocidad de trabajo, comunicación, etc.)

Existen sistemas microcontrolados embebidos, es decir que se encuentra intrínseco en una tarjeta, los cuales de fábrica poseen hardware adicional al microprocesador.

Así también existen sistemas microcontrolados en los cuales el usuario ha diseñado una tarjeta con hardware acorde con su necesidad.

Los sistemas microprocesados necesitan de un Software para funcionar. El microcontrolador hará adquisición de datos, procesamiento, y tomará decisiones en función del código de programa que se le haya cargado.

## 1.5. Sensor touch

El sensor touch es un dispositivo transparente semejante a un vidrio cristalino , que al ser presionado genera señales eléctricas, las cuales pueden ser interpretadas por un microcontrolador para localizar el lugar en el que el sensor fue presionado, dando como resultado una interfaz táctil útil para el manejo de pantallas.

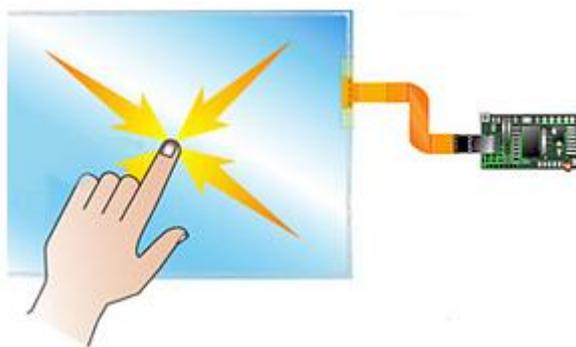


Figura 1.5 Sensor touch<sup>9</sup>

Esta tecnología es usada comúnmente en teléfonos celulares, tablets, computadoras, relojes, entre muchos otros dispositivos, este tipo de sensores simulan o dan la impresión de que el usuario está presionando directamente sobre la pantalla o sobre los gráficos, aunque verdaderamente esté presionando sobre el sensor touch, logrando una interacción entre el usuario y el sistema sin la necesidad de botones. Los dispositivos touch son delicados y deben ser usados en aplicaciones que no arriesguen su integridad, ya que son susceptibles a rupturas.

---

<sup>9</sup> Jurrien, R. (02 de 10 de 2007). *touch sensor for mobile damand*. Recuperado el 06 de 01 de 2013, de <http://www.letsgomobile.org/en/2235/touch-sensor/>

### **1.5.1. Tipos de Touch Screen**

Entre los dispositivos táctiles se han desarrollado varias tecnologías relacionadas para una interface touch como:

- Touch Resistiva
- Touch Capacitiva
- Touch Infrarroja

Cada una de estos touch screen envían una señal eléctrica la cual se la puede interpretar para determinar la posición de las coordenadas donde se presionó, omitiendo la necesidad de multibotones o botones con multifunción, bajo la touch screen se puede colocar displays con íconos para dar la sensación de estar presionándolos, logrando una interacción intuitiva entre el usuario y el sistema.

Cada tecnología de touch screen genera señales distintas unas de otras, que pueden ser señales analógicas de resistencia, analógicas de voltaje, analógicas de corriente, o digitales.

Los dispositivos touch son frágiles y no todos poseen protecciones contra golpes o ralladuras, lo que los hace vulnerables ante el mal uso o descuido ya que pueden romperse o rayarse fácilmente, siempre será necesario el manejo con precaución, intentando no hacer click sobre la touch con esferos, objetos puntiagudos, ni exponiéndola a líquidos corrosivos de limpieza, únicamente se lo debe limpiar con un paño húmedo.

## 1.6. GPS

*“EL (GPS) sistema de posicionamiento global, es un sistema de satélites usado en la navegación, que permite determinar la posición las 24 horas del día en cualquier lugar del globo y en cualquier condición climatológica...”*

*...El sistema de posicionamiento global consiste en un conjunto de 24 satélites que circundan la tierra y envían señales de radio a su superficie.*

*Un receptor GPS es un aparato electrónico pequeño, utilizado por aquellos que viajan por tierra, mar o aire, que permite recibir las señales de radio para calcular su posición, que es facilitada como un grupo de números y letras que corresponden a un punto sobre un mapa.<sup>10</sup>*



**Figura 1.6 Esquema didáctico del funcionamiento del GPS**<sup>11</sup>

*“La navegación GPS es magnífica, pero hay limitaciones que debemos conocer. Así, las radioseñales emitidas por los satélites no pueden penetrar una vegetación densa, rocas, edificios o accidentes geográficos. Si la antena del receptor GPS no*

<sup>10</sup> Letham, L. (2001). *GPS made easy*. Barcelona: paidotribo, (p.5).

<sup>11</sup> Letham, L. (2001). *GPS made easy*. Barcelona: paidotribo, (p.5).

*tiene la suficiente sensibilidad para captar las señales de los satélites disponibles, no será capaz de obtener la ubicación.”<sup>12</sup>*

### **1.7. GPS asistido**

El GPS asistido recibe aporte de información de ubicación de la red telefónica, de la red de internet, u otras redes para lograr una ubicación más precisa y en tiempo real, por lo que este tipo de dispositivos GPS tienen la necesidad de mantener una cuenta de datos activa con el consiguiente coste de la conexión, a diferencia de los sistemas no asistidos o fuera de línea, que permiten utilizar datos descargados previamente.

Este sistema es común en los sistemas GPS integrados en los teléfonos móviles, tablets, y en sistemas GPS para control de flotas vehiculares.

### **1.8. GSM**

*“El sistema GSM (Global System for Mobile) es el sistema de comunicación de móviles digital de 2ª generación basado en células de radio, fue diseñado para la transmisión de voz por lo que se basa en la conmutación de circuitos, al realizar la transmisión mediante conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo. La red GSM utiliza unas tarjetas SIM o Subscriber Identity Module que sirven para identificar cada terminal o*

---

<sup>12</sup> Letham, L. (2001). *GPS made easy*. Barcelona: paidotribo, (p.7).

*equipo móvil. Esta tarjeta se inserta en el interior del dispositivo móvil, identificando sus características y permitiendo al usuario acceder a todos los servicios que haya disponibles y a los cuales dicho dispositivo sea compatible.”<sup>13</sup>*

En el Ecuador existen tres empresas dedicadas y autorizadas para prestar servicios de comunicación usando la tecnología GSM, las empresas son:

- Claro
- Movistar
- Alegro

Estas empresas proveen chips (SIM Cards) para las diferentes aplicaciones que la empresa los tenga destinado, que pueden ser para datos, voz, mixtos, telefonía fija, telefonía móvil, internet fijo, internet móvil, entre otros.

El costo del servicio de cada chip será impuesto por cada empresa, pudiendo variar entre una y otra, de igual manera las coberturas de las antenas de cada operadora y los costos de transmisión de datos son diferentes.

Los costos por el servicio de la telefonía móvil pueden ser reducidos por medio de la contratación de planes de datos para el caso de uso de transmisión de datos GPRS, o planes de mensajes, para el caso de comunicación vía SMS.

---

<sup>13</sup> Bettstetter, C. (2009). *uv producciones*. Recuperado el 8 de 11 de 2012, de uv producciones: [www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc](http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc), (P.2)

## 1.9. Comunicación GPRS

*“(General Packet Radio Services) es una técnica de transmisión de datos por medio de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM, pero más eficiente.*

*Esta tecnología permitirá unas velocidades de datos de hasta 115 Kbps. Sus ventajas son múltiples, y se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que produzcan tráfico "a ráfagas", es decir, discontinuo. Por ejemplo, Internet y mensajería.*

*Puede utilizar a la vez diversos canales, y aprovechar los "huecos" entre ráfaga y ráfaga disponibles para las transmisiones de diversos usuarios.*

*De esta forma GPRS desvanece el concepto de tiempo de conexión, dando paso al de cantidad de información transmitida.*

*El cliente con GPRS podrá ser facturado por los paquetes de información realmente enviados y recibidos, mas no por el tiempo de conexión.”<sup>14</sup>*

Para la comunicación GPRS será necesaria la activación del servicio de transmisión de datos en el chip GSM y en el dispositivo móvil que se esté usando con el fin de enviar paquetes de datos con información. Las configuraciones para cada modelo de dispositivo y para cada operadora serán proporcionadas en un centro autorizado de la operadora correspondiente al SIM usado para la comunicación GPRS.

---

<sup>14</sup> GSMspain. (s.f.). *GSMspain*. Recuperado el 07 de 10 de 2012, de GSMspain: <http://www.gsmspain.com/glosario/?palabra=GPRS>

### 1.10. Conexiones eléctricas y mecánicas del vehículo

Para el buen funcionamiento del conjunto eléctrico-mecánico del automóvil son necesarios una serie de sistemas eléctricos que cumplan con misiones muy concretas y específicas.

En el vehículo se encuentran distintos componente eléctricos y mecánicos que son comunes de un vehículo a otro, los más conocidos, que llevan relación con el taxímetro propuesto y que han perdurado en la mayoría de modelos de vehículos a gasolina, son: switch de ignición, batería, bobina, distribuidor, bugías, sensores, motor de arranque, etc.”

### 1.11. Sistema eléctrico básico del motor

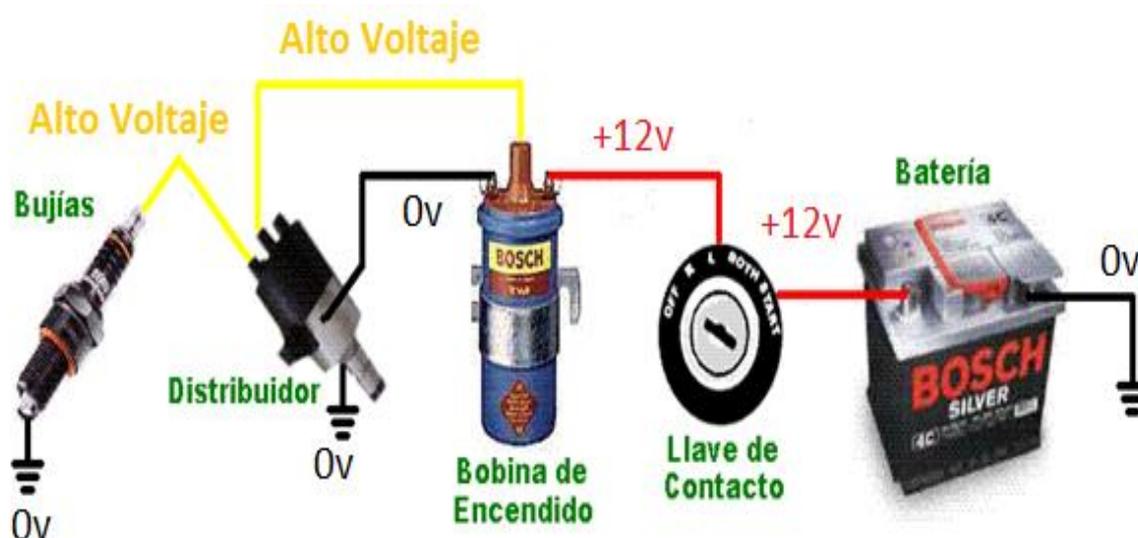


Figura 1.7 Esquema del sistema eléctrico del motor <sup>15</sup>

<sup>15</sup> Canello, P. (11 de 2006). Mecánica Faulhaber. Recuperado el 16 de 10 de 2013, de Modificación del sistema eléctrico en el motor de un kombi: <http://www.vwkombi.com.ar/mecanica/encendido/index.ht>

*“Cuando se gira la llave de encendido, la corriente positiva se circula por la bobina, pero necesita también de la negativa la cual llega como pulsos a través del platino que se abre y cierra como un switch dentro del distribuidor. Cuando la bobina está conectada a los dos polos la corriente viaja por el circuito primario de la bobina produciendo un fuerte campo magnético, pero en un lapso cuando se corta la corriente, un llamado colapso del campo magnético produce una corriente de alto voltaje dentro del circuito secundario la cual es conducida al cable que sale de la bobina al distribuidor el cual con ayuda del rotor puede distribuir la corriente a cada una de la bujías.”*<sup>16</sup>

El esquema eléctrico dependerá de cada fabricante (en el caso de que sea un vehículo con conexiones de fábrica), de lo contrario dependerá de las adaptaciones o cambios extras que posea el automóvil.

### **1.12. Motor de arranque**

El motor de arranque es un motor eléctrico que cumple con la función de impulsar inicialmente al motor de combustión interna del vehículo para sacarlo del reposo y a partir de ello empiece a funcionar con combustible.

*“Para el arranque de los motores de automóviles se usa un motor eléctrico de corriente continua que se alimenta desde la batería o acumulador a través de un relé. Este relé a su vez se acciona desde el interruptor de encendido del automóvil.”*

17

---

<sup>16</sup> Jaya, J. (s.f.). *charly27*. Recuperado el 12 de 10 de 2012, de *charly27*: <http://charly27.tripod.com>, (p.1)

<sup>17</sup> *sabelotodo.com*. (s.f.). Recuperado el 03 de 07 de 2010, de *sabelotodo*: <http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>

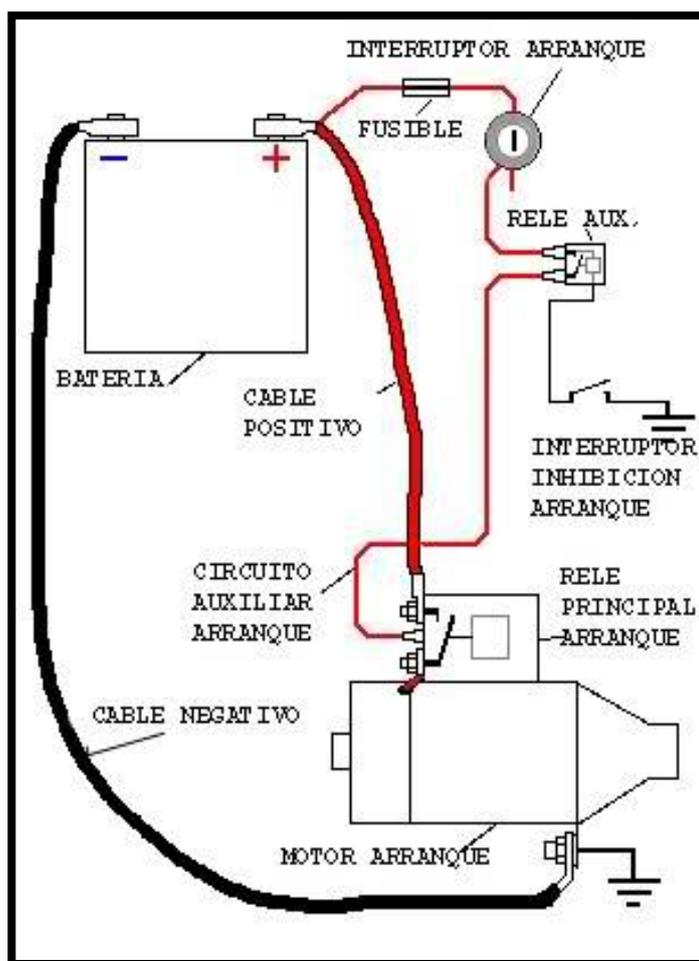


Figura 1.8 Esquema del sistema de arranque <sup>18</sup>

Cuando es accionado el interruptor del switch mediante las llaves, y éstas giran hasta la posición de arranque se activa un relé primario el cual permite la alimentación de un gran relé ubicado junto al motor de arranque, el cual a su vez cierra un circuito que conecta al motor de arranque a la batería directamente con un par de cables gruesos que soportarán la corriente que el motor necesita para girar.

<sup>18</sup> Filipus. (30 de 11 de 2010). *Autovaz Club*. Recuperado el 12 de 10 de 2012, de <http://www.autovazclub.com/t819-sistema-electrico-motor-de-arranque>

El movimiento de rotación desde el motor de arranque hasta el motor de combustión es realizado a través del acoplamiento de engranajes. Un pequeño engrane está acoplado al extremo del eje sobresaliente del motor de arranque, este engrane es desplazado por la acción del relé ubicado junto al motor de arranque el cual se conecta a una horquilla la cual lo hace desplazarse mientras gira, de manera que este engrane se acopla a otro engrane ubicado en el perímetro del disco de embrague del motor y que por supuesto es de tamaño mayor (volante del cigüeñal), provocando que el motor del vehículo empiece a girar con un gran torque aunque con bajas revoluciones.

Previamente al energizado del motor de arranque es necesario energizar el circuito de accesorios (ACC), o comúnmente llamado en la posición de contacto, ya que ello hará que la corriente circule en el circuito de potencia antes mencionado, haciendo activar al mecanismo de arranque.



Figura 1.9 Sección del motor de arranque <sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Pahuaco, C. (27 de 07 de 2011). *los sensores electricos*. Recuperado el 07 de 01 de 2013, de los sensores electricos: <http://lossensoreselectricos.blogspot.com/2011/07/los-sensores.html>

### 1.13. Sensores y actuadores

#### 1.13.1. Sensor de efecto hall y rueda fónica para medir la velocidad

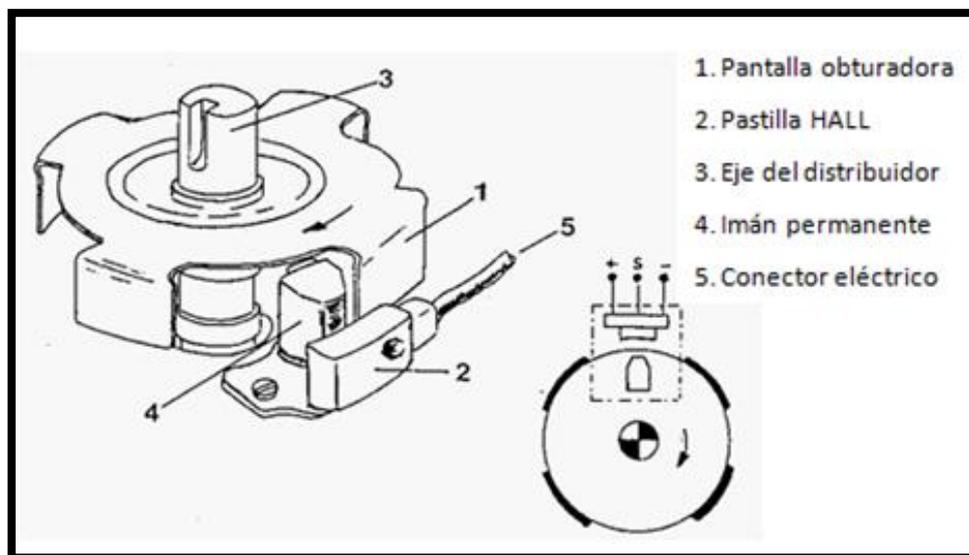


Figura 1.10 Corte de un sensor de efecto Hall y rueda fónica<sup>20</sup>

*“Este sensor tiene antecedentes de su utilización en los sistemas de encendido electrónico, pero algunos fabricantes lo utilizan también como información adicional del número de revoluciones del motor, basándose en el número de pulsos o señales que este sensor pueda entregar.*

*El sistema Hall se basa en el principio de conductibilidad de una pastilla semiconductor, cuando se enfrenta a ella un campo magnético, es decir, si las líneas magnéticas de un imán permanente está cercano o enfrentado a esta “pastilla”, ella se convierte en conductora eléctrica, emitiendo una señal hacia el*

<sup>20</sup> Pahuaco, C. (27 de 07 de 2011). *los sensores electricos*. Recuperado el 07 de 01 de 2013, de los sensores electricos: <http://lossensoreselectricos.blogspot.com/2011/07/los-sensores.html>

computador. En cambio cuando una pantalla (disco) interrumpe o tapa esta acción del campo magnético del imán, la “pastilla” deja de conducir o enviar esta señal.

El número de veces que se envíe esta señal, dependerá únicamente del número de ventanas que posea el disco o pantalla obturadora en su periferia, la misma que también está alojada en el eje del distribuidor, forma que la podemos observar en la Figura”<sup>21</sup>

### 1.13.2. Actuador tipo relé para vehículos

Un Relé es un actuador eléctrico muy usado en la industria automotriz, ya que sirve como aislante eléctrico entre dos circuitos, el primero de ellas se encargará de energizar la bobina interna del relé y este a su vez actuará como un interruptor, energizando o quitando la energía del segundo circuito, por el cual puede estar circulando un voltaje y corrientes diferentes que el primer circuito, los relés más comunes usados en instalaciones eléctricas de los vehículos se energizan con 6 Vcc y de 12 Vcc y soportan voltajes de hasta 230 V y una corriente de 30 A .

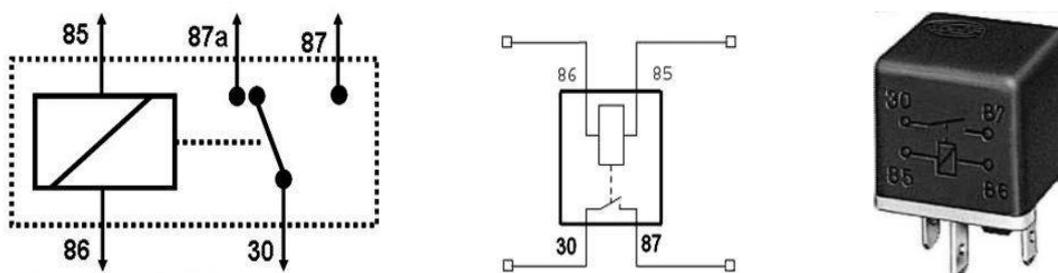


Figura 1.11 Esquemas de relés<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Cristian. (27 de 07 de 2011). *los sensores electricos*. Recuperado el 07 de 01 de 2013, de los sensores electricos: <http://lossensoreselectricos.blogspot.com/2011/07/los-sensores.html>

<sup>22</sup> Fuente: Villalobos, R. (04 de 2011). Relés de uso automotriz. Recuperado el 11 de 12 de 2012

En el diagrama de la Figura 1.11 se puede apreciar la numeración de los pines de un relé para automóvil, los pines 85 y 86 corresponden a la bobina interna que actúa como electroimán cuando esta es energizada por el primer circuito, el terminal 30 es la entrada común del segundo circuito y los terminales 87a y 87, actúan como interruptores normalmente cerrado y normalmente abierto respectivamente. Los relés de 4 pines no poseen la salida 87a, es decir son más simples ya que no tienen la salida de normalmente abierto, pueden ser útiles para cortar corriente en las alarmas o en sistemas de seguridad.

## CAPÍTULO 2

### Diseño de hardware

#### ***2.1. Diagrama de bloques***

El sistema que el taxímetro maneja está compuesto de partes físicas o Hardware; cada una de estas partes cumple con una función específica.

Para lograr los objetivos de este proyecto dichas partes están conectadas de tal forma que existe interacciones entre la mayoría de ellas y el microcontrolador ó interacciones únicamente entre ellas; cada interacción puede realizarse en un solo sentido y en doble sentido, esto debido a que existen dispositivos de entrada, salida, o bidireccionales.

El sistema está formado por los elementos que se visualizan en la figura 2.1, en el cual se ha identificado los bloques de las diferentes etapas y procesos, las flechas muestran la dirección del flujo de datos.

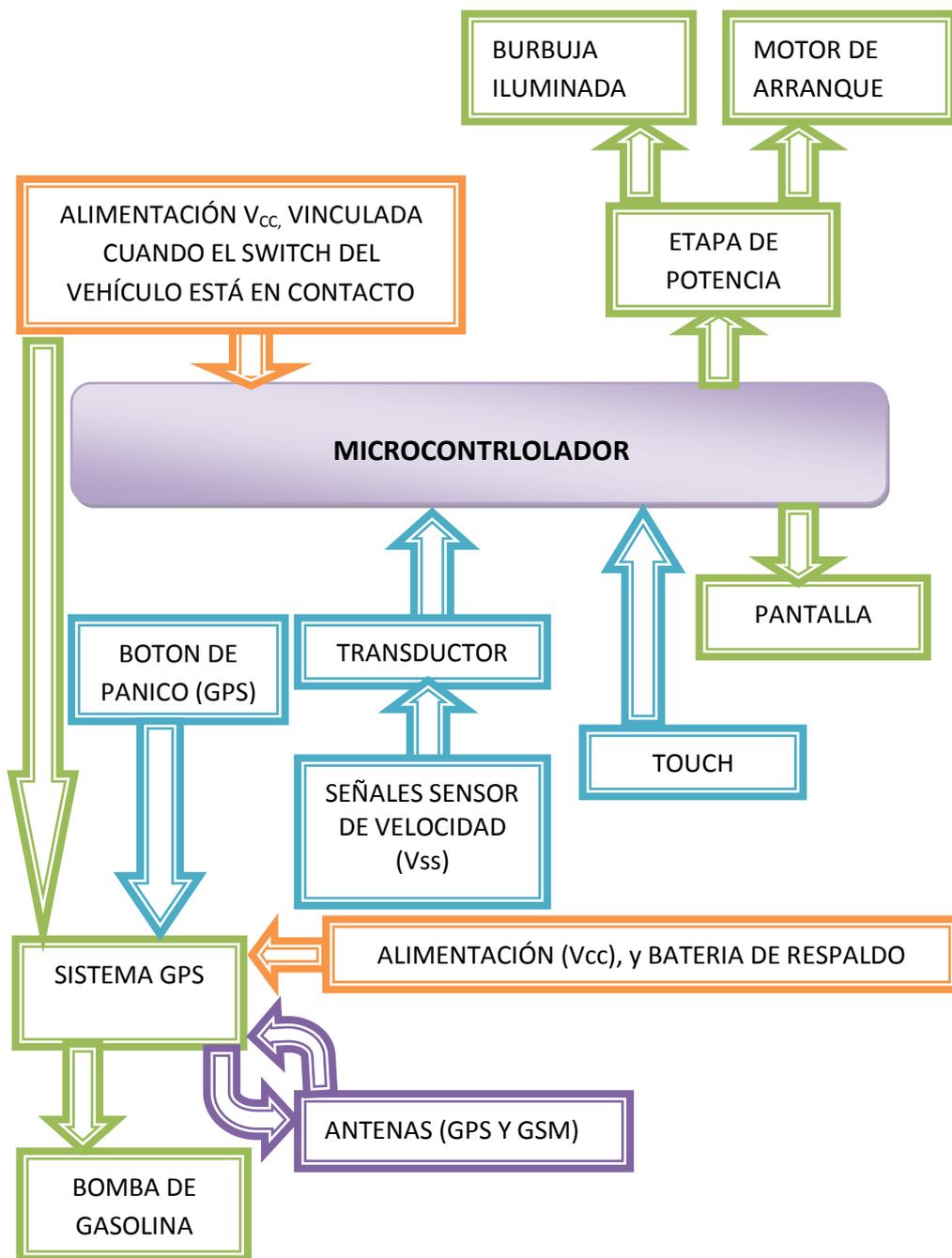


Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema <sup>23</sup>

<sup>23</sup> Fuente: Propia

Se ha asignado colores y sentidos de dirección de las flechas de flujo para cada uno de los procesos:

-  Alimentación de energía
-  Entrada de datos
-  Salida de datos
-  Flujo bidireccional de datos

Como se puede apreciar en la Figura 2.1 todas las partes del hardware se comunican entre sí, para

## 2.2. Descripción de los elementos utilizados

Para la selección de elementos de este prototipo se realizó una selección de materiales y elementos, los cuales se especifican en la tabla 2.1.

Función	Elementos Posibles	Elemento Usado	Razón
Microcontrolador Principal	MOTOROLA	MICROCHIP 18F4550	-Mucha información disponible acerca de esta marca. -Número de pines, posee 40 pines. -Bajo costo aprox. (\$14). -Cantidad de memoria 32Kb de memoria de programa
	ATMEL		
	MICROCHIP		
Visualización de datos	Display 7 Segmentos	GLCD 128*64 pixeles con controlador gráfico KS0108	-Interfaz gráfica para hacer Más amigable al software. -Se la puede acoplar un sensor touch del mismo tamaño, para facilitar la entrada de datos -Controlador compatible con el compilador
	LCD		
	GLGD		

Ingreso de datos	Pulsadores	Touch Resistivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Menor espacio que los pulsadores.</li> <li>-Se puede usar objetos para activarla.</li> <li>-Es de bajo costo (\$30) y de fácil adquisición</li> </ul>
	Touch Resistivo		
	Touch Capacitivo		
Software de programación	MPLAB	Mikro C pro for PIC	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contiene librerías para programación de la GLCD con controlador gráfico KS0108</li> <li>-Contiene una herramienta para transformar la imágenes en mapa de bits a código C</li> </ul>
	Mikro C		
	PIC C		
GPS	Tracker Tk-103 A	Tracker Tk-103 B	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Posee control remoto para activar o desactivar la alarma de las puertas del vehículo.</li> <li>-Facilidad de asesoría, garantía.</li> <li>-Prestaciones y compatibilidad con operadoras celulares del Ecuador</li> </ul>
	Tracker Tk-103 B		
	Otros módulos		
Acoplamiento de señales VSS	Optoacoplador	Optoacoplador (4n25)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aísla eléctricamente los circuitos</li> <li>-No presenta desgaste físico por la conmutación</li> </ul>
	Relé		
	Transistor		
Activación del motor de arranque	Optoacoplador	Relé (5v 10A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Separa eléctricamente los circuitos</li> <li>-maneja alta corriente</li> </ul>
	Relé		
	Transistor		
Activación de la iluminación del letrero luminoso	Optoacoplador	Optoacoplador (TLP621-2 )	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contiene 2 circuitos de acoplamiento óptico en un reducido tamaño</li> </ul>
	Relé		
	Transistor		
Letrero Luminoso	Leds individuales	Tira de leds de alta luminosidad (12V)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tamaño reducido</li> <li>-Bajo consumo de energía</li> <li>-fácil instalación</li> </ul>
	Tira de leds		
	Luces incandescentes		

Control del letrero luminoso	PIC	PIC 16f628	-Tamaño reducido -Bajo costo -Suficiente número de pines
	AVR		
	Registros de desplazamiento		

Tabla 2.1 Descripción de elementos usados <sup>24</sup>

### 2.2.1. *Circuito de protección y regulación de voltaje*

El taxímetro digital propuesto está basado en sistemas microcontrolados, y al ser una aplicación para ser instalada en un vehículo, utiliza como fuente de voltaje continuo una batería de 12 voltios de corriente directa, por lo que se hace imprescindible la construcción de una plataforma de regulación de voltaje a 5 voltios de corriente continua.

En esta aplicación existirán factores de interferencia y variación de voltaje a los que va a estar sometido el microcontrolador, por ello se implementará un circuito de regulación y de protección de voltaje, lo más usual es armar un circuito con un regulador de voltaje a 5 voltios como el LM7805, el mismo que necesitará de disipador de calor, además en el circuito deberá estar presente un fusible, un filtro pasa bajos, diodos, entre otros, todo con la finalidad de que el circuito proteja la integridad eléctrica del micro controlador, y así permitir al sistema que funcione correctamente.

---

<sup>24</sup> Fuente: Propia

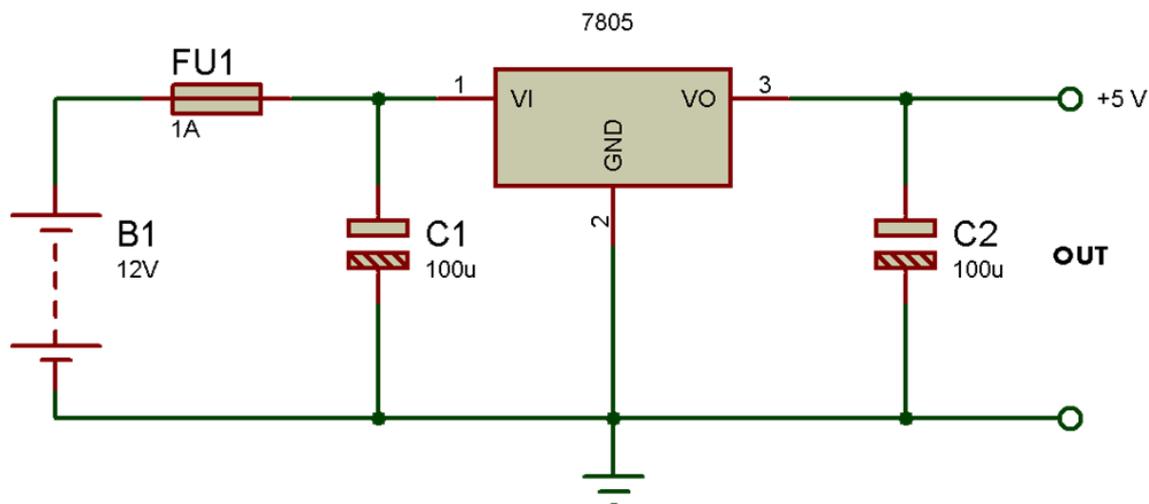


Figura 2.2 Diagrama del circuito de regulación y protección de 12Vcc a 5 Vcc<sup>25</sup>

La Figura 2.2 muestra el circuito que se usará en el taxímetro para la regulación y protección de voltaje, cuya fuente de poder es la batería de vehículo.

## 2.3. Ingreso de datos

### 2.3.1. Touch screen

En el taxímetro usa una pantalla de tipo resistivo de cuatro hilos (x+, x-, y+, y-) acoplada a la pantalla GLCD y de la misma dimensión, para así poder abarcar toda el área de la pantalla y evitar el uso de botones físicos, más bien el taxímetro pretende usar únicamente botones virtuales programados por software, que aparecen en la pantalla y que por medio del sensor touch da al usuario la

<sup>25</sup> Fuente: propia

sensación de presionarlos, logrando una interacción amigable para el usuario, y con la reducción de espacio y dificultad de manejo del taxímetro.

El funcionamiento de la pantalla acoplada al taxímetro básicamente consiste en el envío de señales variables de voltaje al microcontrolador usando un divisor de tensión que varía su valor de acuerdo a la posición del punto de presión. Los datos se interpretan en el microcontrolador para determinar la posición donde la touch fue presionada, y verificar si allí existe un botón virtual, para realizar la acción para la que dicho botón está destinado, tal como si se lo hubiese presionado físicamente.

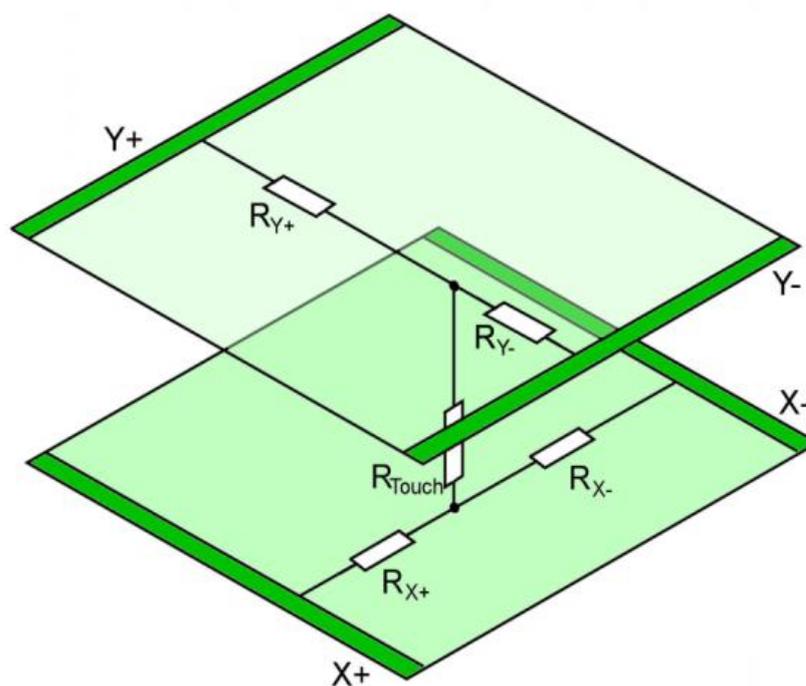


Figura 2.3 Touch Screen Resistivo <sup>26</sup>

<sup>26</sup> Tederas N. recuperado el 2 de febrero de 2011 de: [http://linuxcaja.net/wiki/Pantalla:\\_Touch](http://linuxcaja.net/wiki/Pantalla:_Touch)

El diseño de un Touch Screen se basa en tres capas:

✚ **Capa X+Y+.**

✚ **Capa X-Y-.**

Las Capas: X+Y+ y X-Y- son resistivas y su composición es un bañado de ITO (Oxido de Indio y Estaño).

Los voltajes analógicos que en estas capas se generan son enviados hacia el microcontrolador para ser procesados.

✚ **Capa de Vidrio Transparente**

La capa de vidrio transparente sirve como separación entre las otras dos capas, evitando que interfieran los voltajes y que la touch se deteriore fácilmente.

El método de conexión de este sensor al microprocesador fue el siguiente:

TOUCH SCREEN	CONEXIÓN
<b>RESISTIVO</b>	
X+	GND
X-	AN 0
Y+	+5 Vcc
Y-	AN 1

Tabla 2.2 Conexiones del sensor touch screen resistivo <sup>27</sup>

<sup>27</sup> Fuente: Propia

Se utilizó un sensor touch del mismo tamaño que la pantalla GLCD usada, es decir 128x64 pixeles, para que se acople de mejor manera, evitando que tenga desfases de tamaño y así disminuir la posibilidad de ruptura por contacto.

Por medio de este sensor se va a recibir señales de presión en forma de coordenadas en los ejes "X" y "Y".

Cada botón es un conjunto de posiciones comprendidas entre las coordenadas de su esquina superior izquierda, hasta su esquina inferior derecha, y para el caso de los botones circulares, se tomarán las coordenadas del cuadrilátero circunscrito sobre él mismo. En el sistema se encuentran presentes botones de forma circular y rectangular.

Se hará referencia a los botones virtuales como parte del hardware, ya que el medio para la comunicación es el sensor touch debido a que no existen botones reales. Se tomará algunos ejemplos de los íconos sobre los cuales se puede presionar físicamente a través de la pantalla Touch para que sean activados.



Figura 2.4 Menú inicial<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Fuente: Propia

En este menú se pueden visualizar tres botones virtuales que permiten seleccionar la opción del menú que se desee, sobre los cuales se puede presionar para acceder a la función especificada en cada uno de ellos.

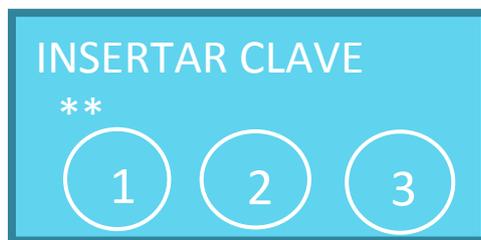


Figura 2.5 Dígitos para la clave<sup>29</sup>

Los números de la Figura 2.5 aparecen cuando se requiere una clave, se puede presionar sobre los círculos para ingresar el número correspondiente en el sistema, un indicador en forma de asterisco (\*) aparecerá al presionar cualquiera de ellos, como se muestra en la Figura 2.5.



Figura 2.6 SUBMENÚ<sup>30</sup>

En la Figura 2.6 se muestran dos botones virtuales muy importantes. El primero, “ENCENDER VEHÍCULO”, al ser presionado el microcontrolador envía una señal

---

<sup>29</sup> Fuente: Propia

<sup>30</sup> Fuente: Propia

para accionar los actuadores que se encargarán de accionar el motor de arranque, y así empezar el ciclo de combustión del motor del vehículo.

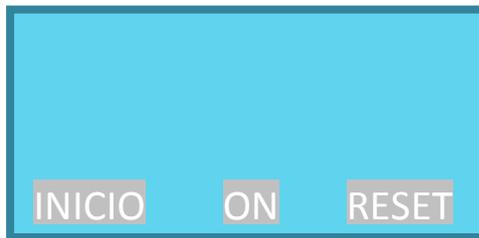


Figura 2.7 BOTONES TAXÍMETRO<sup>31</sup>

En la aplicación del taxímetro, aparecen los botones mostrados en la Figura 2.8, en las posiciones indicadas.

Al presionar sobre el botón de **INICIO**, el microcontrolador activará el cronómetro y la recepción de señales del sensor de velocidad. Al volver a presionarlo, el taxímetro pausará los valores del cronómetro, y dejará de procesar las señales del velocímetro, pero mantendrá en una memoria los últimos valores antes de la pausa.

Al presionar sobre el botón de **RESET**, el microcontrolador encerrará todas las variables y memorias dedicadas a la aplicación del taxímetro, dejándolo listo para empezar una nueva señal de presión sobre el botón inicio.

Al presionar sobre el botón de **ON**, el microcontrolador interpretará que se desea un cambio de tarifa, alternando entre tarifa diurna y nocturna cada vez que se presiona sobre el mismo.

---

<sup>31</sup> Fuente: Propia

### 2.3.2. *Sensor de velocidad*

Los vehículos modernos tienen instalado sensores de velocidad los cuales generan señales que son interpretadas por la computadora del vehículo para determinar la velocidad a la que se mueven las llantas y por ende el vehículo.

El taxímetro está diseñado para aceptar señales digitales de entre 0 voltios y 5 voltios, las cuales son interpretadas por el microcontrolador para conocer la distancia que recorre, dicha distancia será usada para calcular el precio del servicio.

El vehículo sobre el que funcionará el taxímetro, posee en su transmisión instalada un sensor de velocidad o VSS (Vehicle Speed Sensor), de efecto Hall de las siguientes características:



Figura 2.8 VSS (Vehicle Speed Sensor) Hyundai Accent 2010<sup>32</sup>

- Envía una señal digital entre 0 voltios y 10 voltios,
- La señal cambia de 0 a 10 V en cada diente de engranaje metálico de la transmisión

---

<sup>32</sup>Fuente: [http://articulo.mercadolibre.com.mx/sensor-de-velocidad-accent-vss-seat-louy-vw-sharan-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/sensor-de-velocidad-accent-vss-seat-louy-vw-sharan-_JM)

- Posee configuración a tres hilos: +12v, GND, Señal
- Sus señales manejan corrientes muy bajas

Las características antes mencionadas crean la necesidad de implementar un circuito de acoplamiento entre el sensor y el taxímetro, para lo cual se usó un Transductor.

### 2.3.3. *Transductor*

El transductor es un circuito que permite transformar señales con unas características a otras señales pero normalizadas.

Este transductor convierte pulsos digitales de voltaje de 10 voltios y de baja intensidad de corriente, en pulsos digitales de voltaje de 5 voltios a una corriente estándar que será la señal de entrada para que el microcontrolador calcule la distancia recorrida.

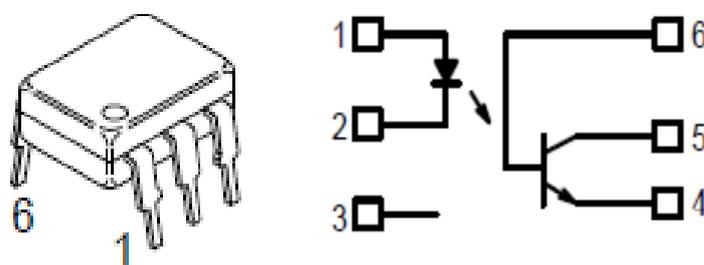


Figura 2.9 Optoacoplador 4N26<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Fuente: Datasheet optoacoplador 4N26. (p.1)

**DESCRIPCIÓN DE PINES**

1. ÁNODO DEL LED
2. CÁTODO DEL LED
3. N.C.
4. EMISOR
5. COLECTOR
6. BASE

Tabla 2.3 Descripción de pines del Optoacoplador 4N26 <sup>34</sup>

Este optoacoplador cumple con la función de acoplar el sistema de 10 voltios del sensor de velocidad del automóvil (Vss), al sistema microcontrolado del taxímetro el cual funciona a 5 voltios, además lo aísla eléctricamente, pero no es suficiente para el funcionamiento dual del taxímetro y del velocímetro del vehículo, para lo que se hace necesaria la implementación de un sistema extra para que ninguno de los sistemas se vea atrofiado por la densidad de corriente. El sistema extra se conecta al optoacoplador antepuesto de la siguiente manera.

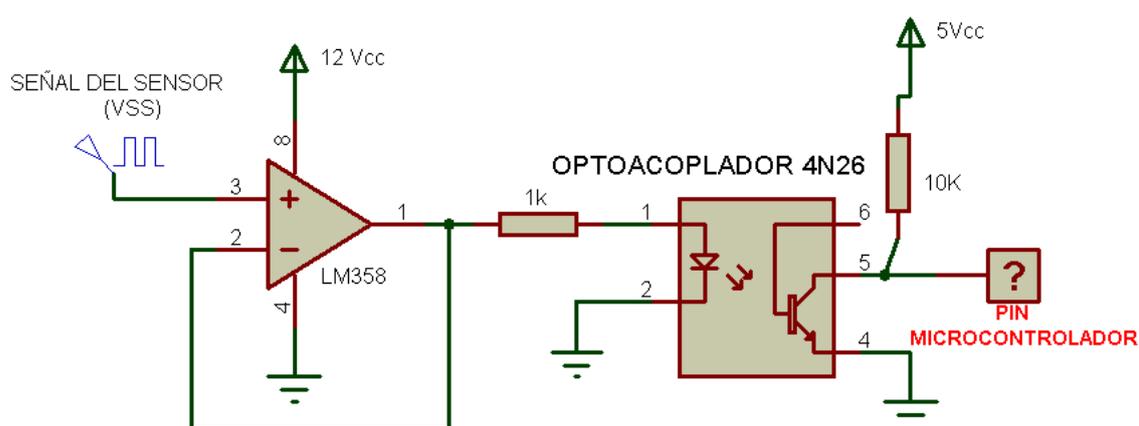


Figura 2.10 Sistema de acoplamiento de señales <sup>35</sup>

<sup>34</sup> Fuente: Datasheet optoacoplador 4N26. (p.1)

<sup>35</sup> Fuente: Propia

Este sistema cumple con la función de tomar las señales digitales del sensor de efecto Hall de entre 0 y 10 voltios, la señal pasa por un amplificador operacional en configuración de seguidor de voltaje, para que la corriente de la señal no se vea afectada al conectar el taxímetro, de lo contrario la misma disminuirá hasta el punto de afectar a la visualización de la velocidad y distancia en el tablero del vehículo, si se omite este transductor, la corriente del sensor es muy baja como para satisfacer al odómetro, al velocímetro y al taxímetro al mismo tiempo.

#### 2.3.4. Botón de pánico

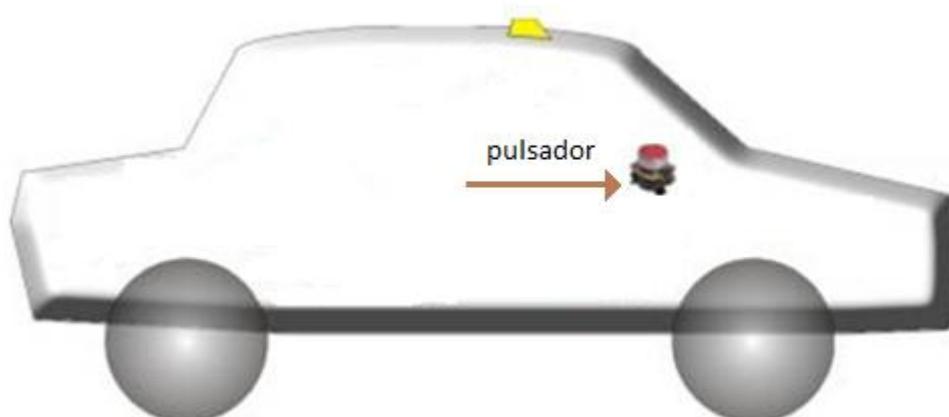


Figura 2.11 Ubicación del botón de pánico<sup>36</sup>

El botón de pánico es un pulsador mecánico de tipo normalmente abierto de emergencia, que al presionarlo deja pasar una señal que será interpretada por el GPS como señal de alerta prioritaria, dando como resultado el envío de una alarma, alertando un suceso de peligro con información de la posición del vehículo vía SMS a los números registrados para este fin. Como medida de

---

<sup>36</sup> Fuente: propia

seguridad se podrá realizar un bloqueo del paso de gasolina, o de corriente eléctrica con el fin de apagar el motor del vehículo, además se puede proceder a realizar un rastreo con el módulo GPS para ubicar la posición geográfica donde se presionó el botón de pánico.

Este botón estará ubicado en un lugar cercano y accesible al conductor de la unidad de taxi como se visualiza en la Figura 2.11, aunque deberá ser poco visible para los demás. El botón de pánico se lo conecta directamente al módulo GPS, sin la necesidad de transductores u otros acoplamientos.

## **2.4. Salidas de datos**

### **2.4.1. Motor de arranque**

La seguridad vehicular que incorpora el taxímetro contiene como parte de ella un sistema de encendido vehicular por medio de la pantalla del taxímetro, es decir por software. La aplicación deberá ser capaz de poner en funcionamiento el motor de arranque del vehículo, para ello será necesaria la construcción de una etapa de potencia para que las salidas del microcontrolador no se vean afectadas.

El método a usar en este circuito de potencia es el de una sucesión de dos relés que se activan simultáneamente uno tras otro, amplificando la potencia que el sistema puede manejar, como se describe en el siguiente gráfico.

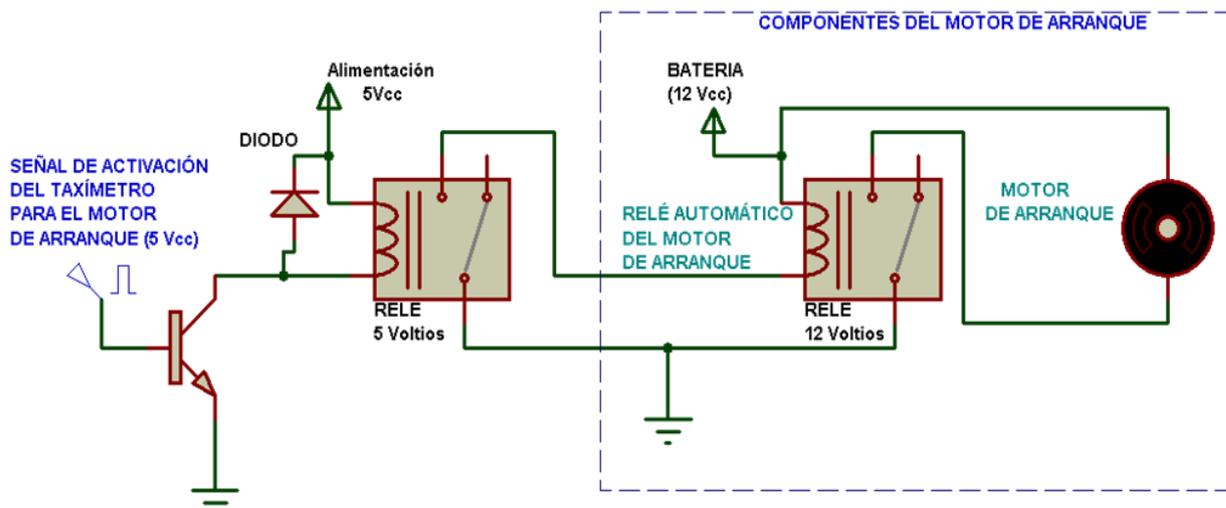


Figura 2.12 Encendido del motor de arranque<sup>37</sup>

El motor de arranque estará activo mientras se presione el botón de encender el vehículo que se muestra en la Figura 2.6, automáticamente se desconectará al levantar el dedo de la pantalla.

Previo a que aparezca el submenú de la Figura 2.6, se deberá ingresar correctamente la clave de seguridad del sistema.

#### 2.4.2. Letrero luminoso

La utilidad del letrero luminoso es que en la noche el taxi sea reconocido a mucha distancia, para ello fue construido con LEDs de alta luminosidad. El letrero luminoso recibirá una señal digital cuando el taxi se encuentre libre para prestar los servicios de transporte lo que provocará que el letrero luminoso se encienda, y de lo contrario, cuando el taxímetro esté presenciando el inicio del servicio este letrero procederá a apagarse, indicando que el taxi no se encuentra libre.

<sup>37</sup> Fuente: Propia



Figura 2.13 Letrero luminoso <sup>38</sup>

Las luces LED del letrero funcionan a 12 Vcc los cuales se toman directamente de la batería, como es sabido el microcontrolador no es capaz por sí solo de manejar estos voltajes, por lo tanto se ve la necesidad de construir un circuito de potencia para que el letrero luminoso funcione con alta luminosidad, y sin afecciones para el resto del sistema.

Para llamar la atención visual el letrero de TAXI hace juegos de luces mientras el taxi se encuentra libre, y hace que se apaguen las luces del letrero, cuando está prestando el servicio, para lo cual se diseñó un circuito con opto acopladores y controlado por un PIC16f628, que aunque es externo e independiente del taxímetro, recibe las señales del mismo para actuar.

El letrero luminoso permanecerá iluminado únicamente cuando se haya activado la tarifa nocturna y mientras el vehículo no esté prestando el servicio de taxi. Se apagará cuando la tarifa elegida sea Diurna y en todos los casos en los que el vehículo esté usando el taxímetro para calcular el valor de una carrera.

El circuito de la figura 2.14 fue diseñado para cumplir con lo anteriormente dicho:

---

<sup>38</sup> Fuente: Propia

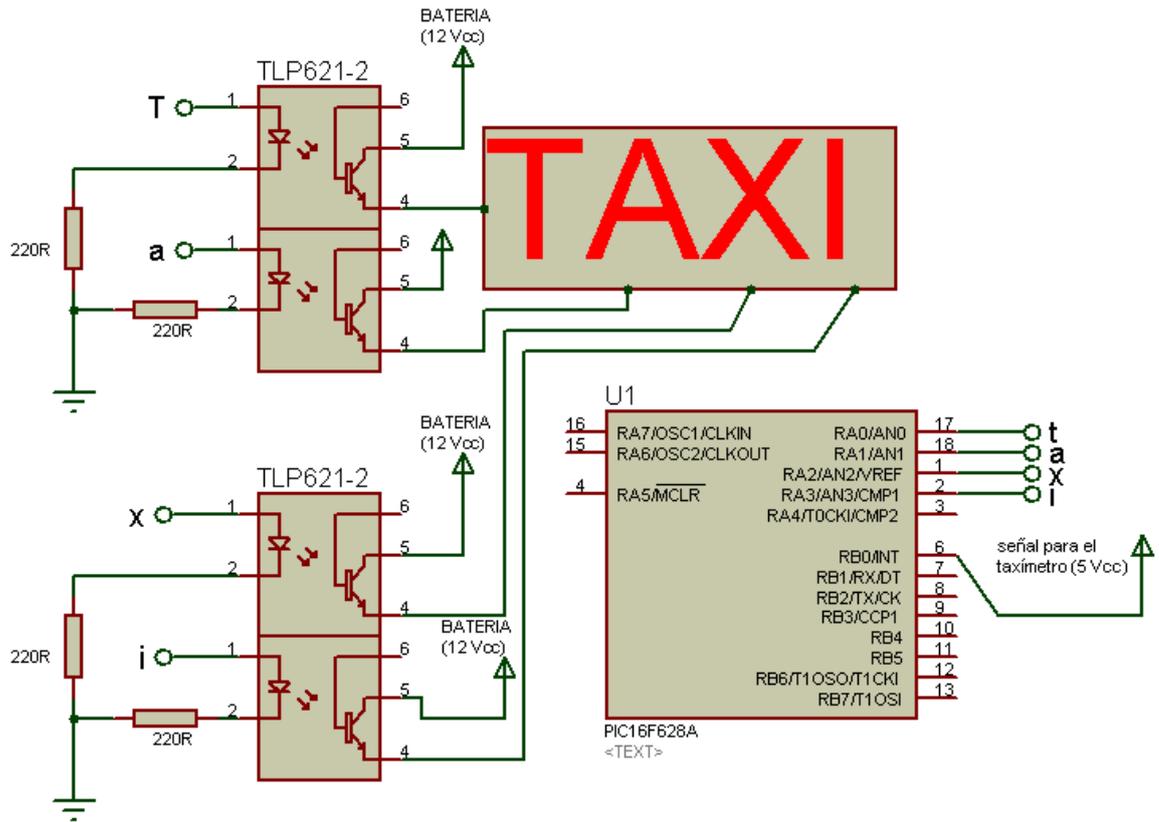


Figura 2.14 Circuito de potencia para el letrero luminoso <sup>39</sup>

Para lo cual se usó un optoacoplador **TLP621-2** el cual tiene la siguiente descripción de pines:

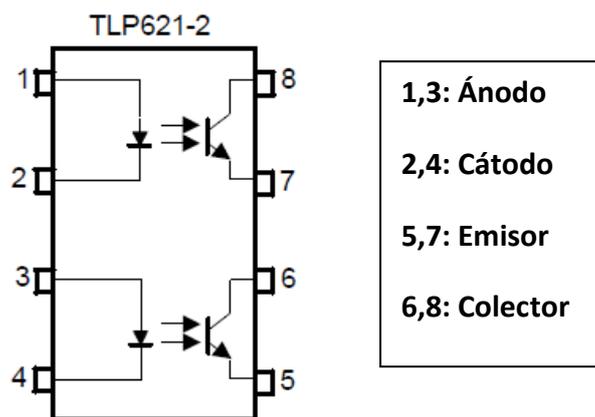


Figura 2.15 Diagrama interno optoacoplador TPL621-2 <sup>40</sup>

<sup>39</sup> Fuente: Propia

<sup>40</sup> Fuente: Datasheet TPL621-2. (p.1)

Y tiene las características de operación mostradas en la tabla 2.4:

CARACTERÍSTICAS	Símbolo	Mín	Tipi.	Max.	Sím.
Fuente de voltaje	$V_{CC}$	—	5	24	V
Corriente inversa	$I_F$	—	16	20	mA
Corriente del colector	$I_C$	—	1	10	mA
Temperatura de operación	$T_{opr}$	-25	—	85	°C

Tabla 2.4 Condiciones de operación del optoacoplador TPL621-2<sup>41</sup>

### 2.4.3. Pantalla GLCD

Una importante salida de datos es la pantalla GLCD, por la cual se completa la interface táctil, ya que esta pantalla es la que muestra los gráficos monocromáticos texto, caracteres, símbolos, y puntos, además está provista de retro iluminación. Para el funcionamiento de esta pantalla de 128x64 pixeles, en su placa contiene embebido un controlador gráfico KS0108, compatible con el lenguaje C y el compilador Mikro C.

Para su conexión con el microcontrolador PIC 18F4550 la pantalla tiene 20 patillas, cada una de ellas cumple con una función específica.

En la tabla 2.5 se describen las respectivas características de todas las patillas de la pantalla gráfica.

<sup>41</sup> Fuente: Datasheet TPL621-2. (p.4)

Nº PIN	Símbolo	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
1	VSS	Negativo	0V
2	VDD	Fuente de poder	+5V
3	V0	Contraste	
4	RS	Selección de registro	RS=0 : Instrucción del registro RS=1 : Registro de datos
5	RW	Selección de lectura/escritura	
6	E	Señal de activación	
7	BD0	Líneas de entrada de datos	8 BIT de datos
8	DB1		
9	DB2		
10	DB3		
11	DB4		
12	DB5		
13	DB6		
14	DB7		
15	CS1	Selección de Chip	CS1=1: Señal para IC1
16	CS2	Selección de Chip	CS2=1: Señal para IC2
17	RST	Señal de reset	RSTB=0, apaga el display , retorna a la línea1
18	VEE	Voltaje negativo para el driver LCD	-10V
19	LED+	Fuente de voltaje + para el LED	+5V
20	LED-	Fuente de voltaje - para el LED	0V

TABLA 2.5 Descripción de pines GLCD <sup>42</sup>

Al tener una gran cantidad de pines se hace imprescindible la utilización de un bus de datos para su conexión a la placa del taxímetro, dándole algunas ventajas:

- Fácil de montar y desmontar de la placa.
- Se gana distancia y comodidad para la colocación de la pantalla sobre la caja del taxímetro.
- Se puede usar el mismo bus de datos para transmitir las señales de la touch screen, ahorrando el número de cables y desorden.
- flexible, resistente, y en caso de ruptura o daños es fácil de reemplazar.

<sup>42</sup> Fuente: <http://www.programarpicenc.com/libro/cap13-glcd-128x64-t6963c-retroiluminacion-backlight.html>

La GLCD está conectada a los pines del microcontrolador según la tabla 2.6:

Pines	PINES
GLCD	MICROCONTROLADOR
CS1	D0
CS2	D1
RS	D2
RW	D3
EN	D4
RST	D5
CS1	D0
CS2	D1
RS	D2
RW	D3
EN	D4
RST	D5
DB0- DB7 (Datos)	B0-B7

TABLA 2.6 conexión de GLCD con el PIC 18F4550<sup>43</sup>

Para entender de mejor manera el diagrama de conexiones entre la pantalla GLCD y el PIC 18F4550 se muestra la figura 2.16.

---

<sup>43</sup> Fuente: Propia

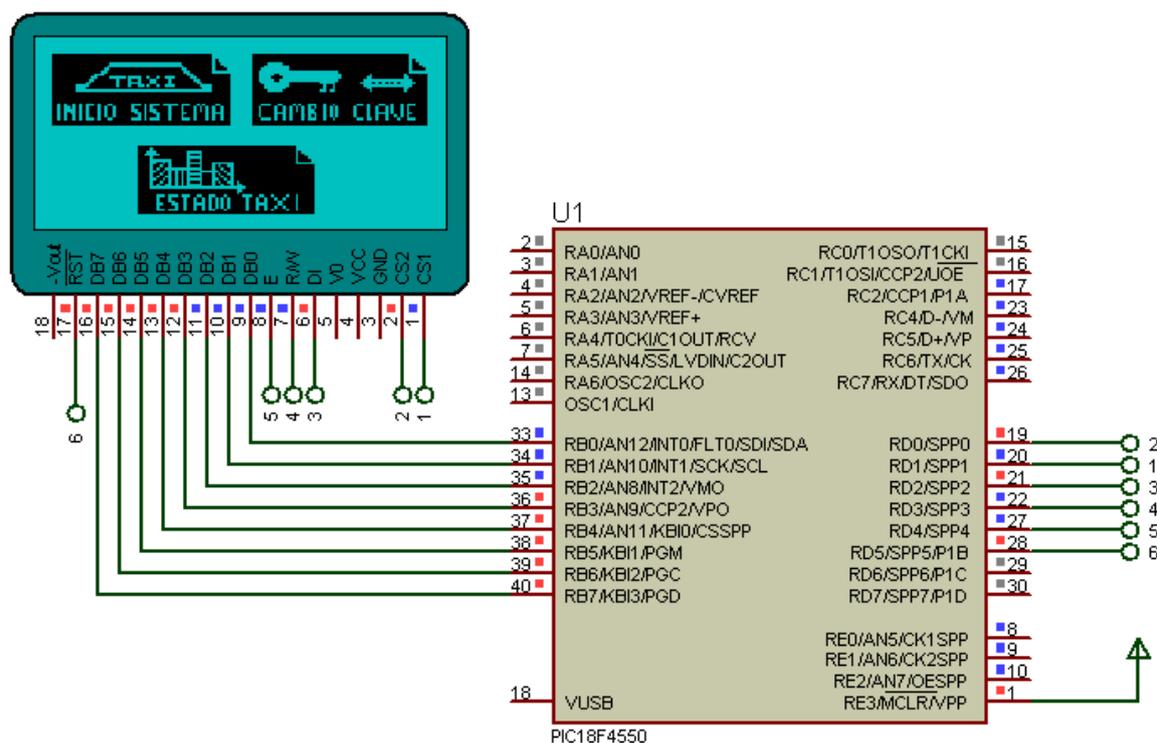


Figura 2.16 Esquema de conexiones de la GLCD y el PIC 18F4550 <sup>44</sup>

## 2.5. Diseño de placa electrónica

### 2.5.1. Simulación previa al diseño de la placa electrónica

La simulación es una herramienta útil al momento de diseñar un circuito electrónico ya que permite depurar errores y verificar datos. La simulación electrónica no es definitiva antes de hacer un circuito impreso, pues el siguiente paso es armar un circuito físico provisional en una protoboard, debido a que en la simulación por software algunos elementos físicos pueden funcionar de forma distinta que en la realidad debido a que en la simulación no existe ruido ni otros factores externos, además de que los elementos usados se consideran como

<sup>44</sup> Fuente: Propia

ideales. Se procedió a realizar en primer lugar la simulación del circuito electrónico que será la placa que permita la interacción de todos los elementos con el microcontrolador, lo cual se visualiza en la figura 2.17

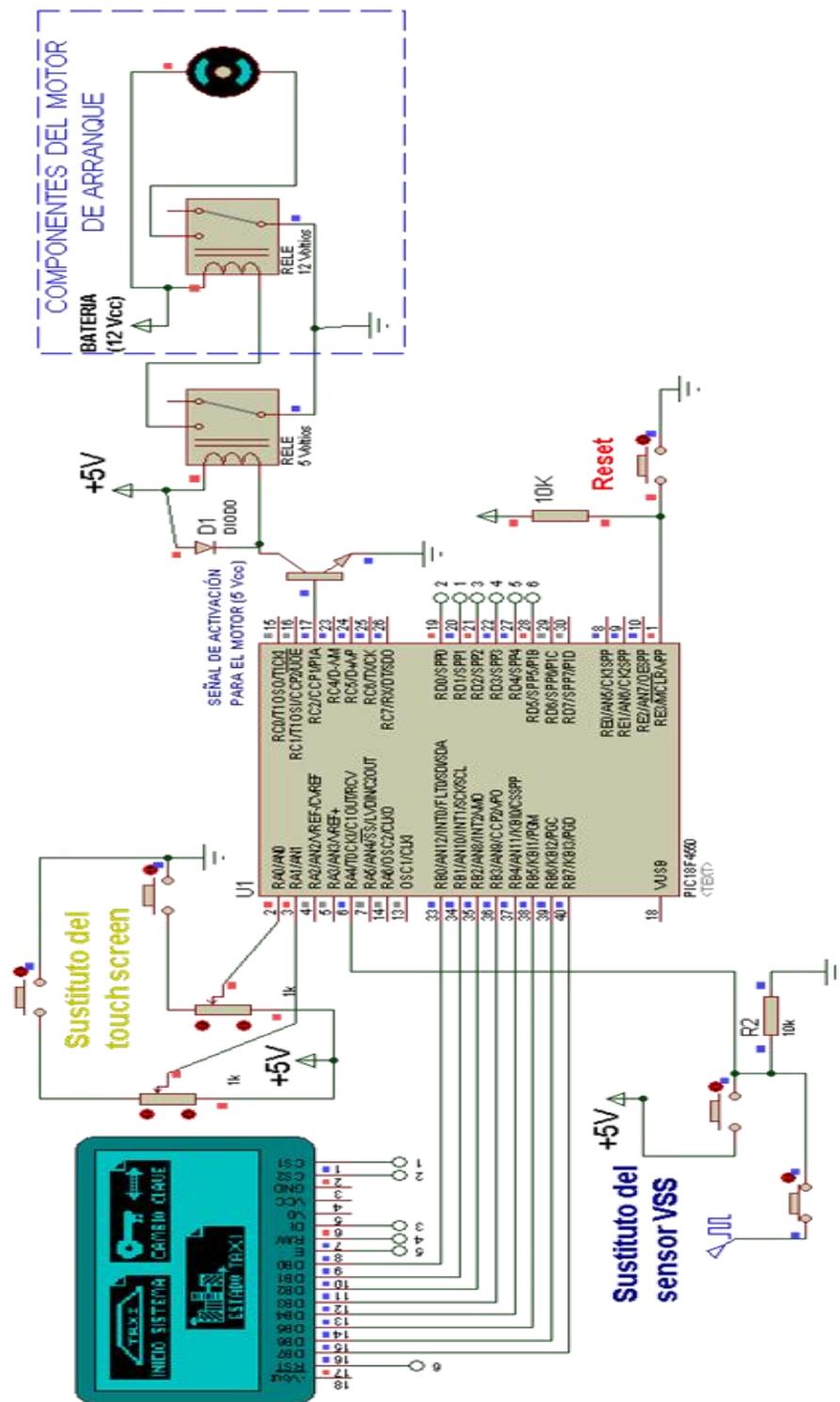


Figura 2.17 Simulación del taxímetro en Proteus 45

45 Fuente: Propia

### 2.5.2. Prueba del circuito en la protoboard

La prueba de ensamblaje en la protoboard es crucial para tomar en cuenta factores externos, como factores ambientales que pueden afectar al sistema como la temperatura, vibración, ruido.

Además con esta placa prototipo se podrá analizar si las características de los circuitos de potencia son suficientes para cumplir con la función a la que está destinado.

Para ello se usó una Protoboard grande en la que se logró ubicar todo el circuito para las pruebas antes de la fabricación del circuito impreso final.

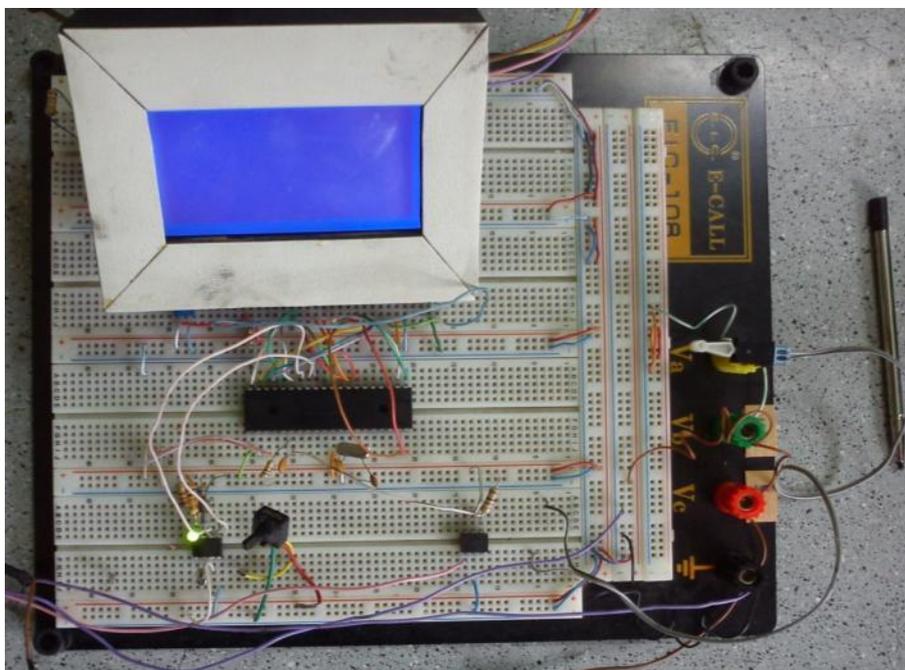


Figura 2.18 Circuito armado en la protoboard <sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Fuente: Propia

### 2.5.3. Placa electrónica

La placa electrónica, ya depurada de errores y con las características de diseño necesarias para lograr con éxito todas las funciones del taxímetro se muestra en la Figura 2.19

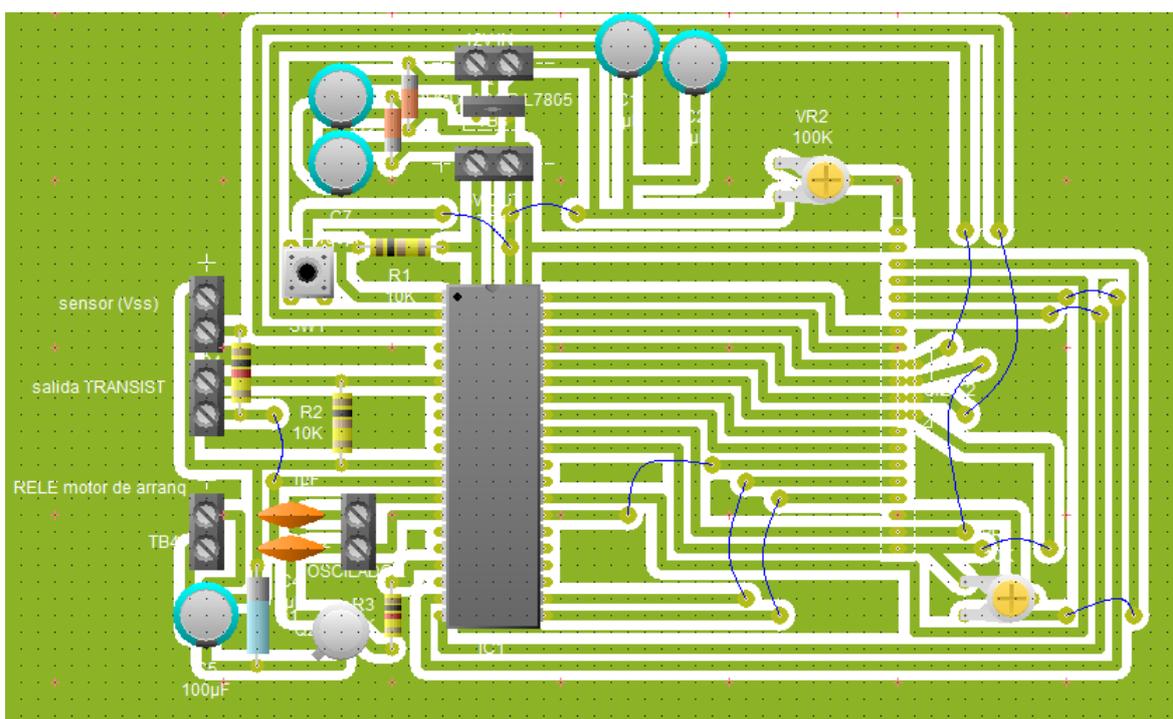


Figura 2.19 Simulación placa impresa <sup>47</sup>

La placa de la Figura 2.19 fue diseñada en PCB WIZARD (programa para diseño de placas electrónicas) para posteriormente ser convertida en un circuito impreso con las mismas características para las que fue diseñado.

La figura 2.19 muestra los dos lados de la placa, por un lado los componentes reales y por el otro las líneas conductoras que están bajo la placa,

<sup>47</sup> Fuente: Propia



Figura 2.20 Placa final <sup>48</sup>

#### **2.5.4. Flujo bidireccional de datos**

El módulo que realizará al mismo tiempo recepción y salida de datos por los mismos periféricos es el GPS TRACKER.

Ya que posee dos antenas que cumplen con la finalidad de recibir y enviar señales, la primera es la antena de comunicación GPS mostrada en la figura 2.23, y la segunda es la de comunicación GSM mostrada en la figura 2.24.

---

<sup>48</sup> Fuente: Propia

## 2.6. Rastreador GPS TK-203

El tracker TK203 es un sistema basado en la red GSM/GPRS y en el sistema de posicionamiento GPS, que brinda múltiples funciones de seguridad para el rastreo satelital.



Figura 2.21 GPS TRACKER TK-203 <sup>49</sup>

Como características este sistema posee:

- Soporta modos de posicionamiento a través de GPS y redes GSM.
- Soporta transferencia de datos a través de SMS/GPRS
- Soporta GPRS on-line y reconexión automática en el caso de caída de la red GPRS.
- Soporta cambio de modo SMS / GPRS.

---

<sup>49</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.1)

- Soporta configuración remota.
- Soporta modos de monitoreo: Punto a Punto
- Soporta múltiples funciones de seguridad, posicionamiento y control.
- Rango de error máximo de 5 metros en la posición satelital

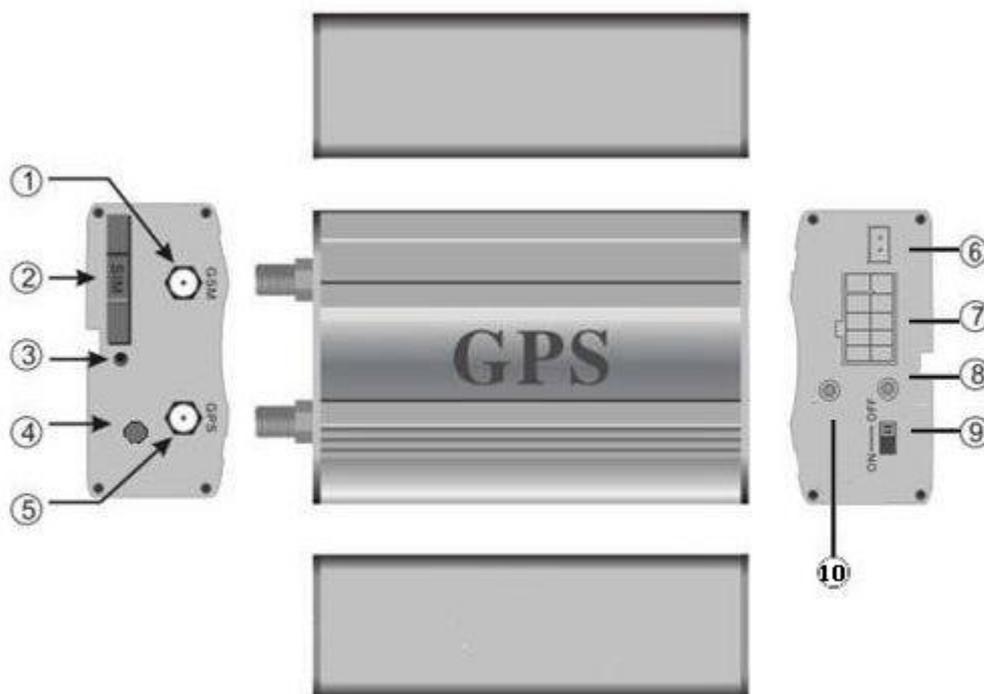


Figura 2.22 Descripción externa GPS <sup>50</sup>

- 1- Terminal de conexión antena GSM
- 2- Bandeja de Tarjeta SIM
- 3- Botón de expulsión SIM
- 4- Entrada Micrófono.
- 5- Terminal de conexión antena GPS.
- 6- Conexión de sensor Alarma.

<sup>50</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.7)

- 7- Conexión Arnés de Cables.
- 8- Led indicador de Encendido / GSM/ GPS
- 9- Switch de Batería interna.
- 10- Antena de control remoto.

### **2.6.1. Accesorios para el módulo “GPS Tracker TK-203”**

#### **2.6.1.1. Antena GPS.**

Esta antena cumple con la función de recepción y envío de datos GPS, el largo del cable de esta antena es de 5 metros de largo, en la instalación, esta antena deberá estar lo menos visible posible y siempre con línea de vista al cielo ya que las señales GPS no pueden atravesar partes metálicas del vehículo.



**Figura 2.23 Antena GPS**<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.8)

Para su fijación en el vehículo en su base posee unos fuertes imanes los que se adhieren al metal de la carrocería muy fácilmente.

### **2.6.1.2. Antena GSM**

La antena GSM deberá ubicarse de tal forma que esté lo menos obstruida posible lo cual garantizará que las señales fluyan fácilmente, se debe ocultar los cables de conexión para evitar sospechas, y posibles daños.



Figura 2.24 ANTENA GSM <sup>52</sup>

El largo del cable de esta antena es de 2 metros, por lo que se la deberá ubicar en un lugar más cercano al módulo tracker.

La antena GSM es de tamaño reducido, y gracias a que no le afecta si no tiene línea de vista, es versátil para ser ocultada dentro de alguna parte del vehículo.

---

<sup>52</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.8)

### **2.6.1.3. Micrófono**

Este modelo de GPS TRACKER posee una función de llamada espía para poder escuchar conversaciones dentro del vehículo.



Figura 2.25 MICRÓFONO <sup>53</sup>

Este dispositivo deberá estar dentro de la cabina del vehículo, adicionalmente se lo deberá ocultar a la vista, pero debe estar bien fijado para no generar ruido, ni deberá estar junto a parlantes para evitar interferencias

### **2.6.2. Diagrama de conexiones del GPS al vehículo**

El módulo GPS TRACKER posee un método de bloqueo de paso de gasolina al motor, función que complementará al taxímetro en su fin de mantener al vehículo protegido ante un posible robo vehicular.

---

<sup>53</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.8)

En la Figura 2.26 se muestra la forma de conexión del GPS al vehículo y accesorios, tomando en cuenta las recomendaciones de cada uno de ellos.

El diagrama ayudará en posteriores mantenimientos a desmontar el módulo y volverlo a montar, de igual manera los relés no van en la placa principal, logrando reducir el espacio, y haciendo más fácil su sustitución en caso de fallas.

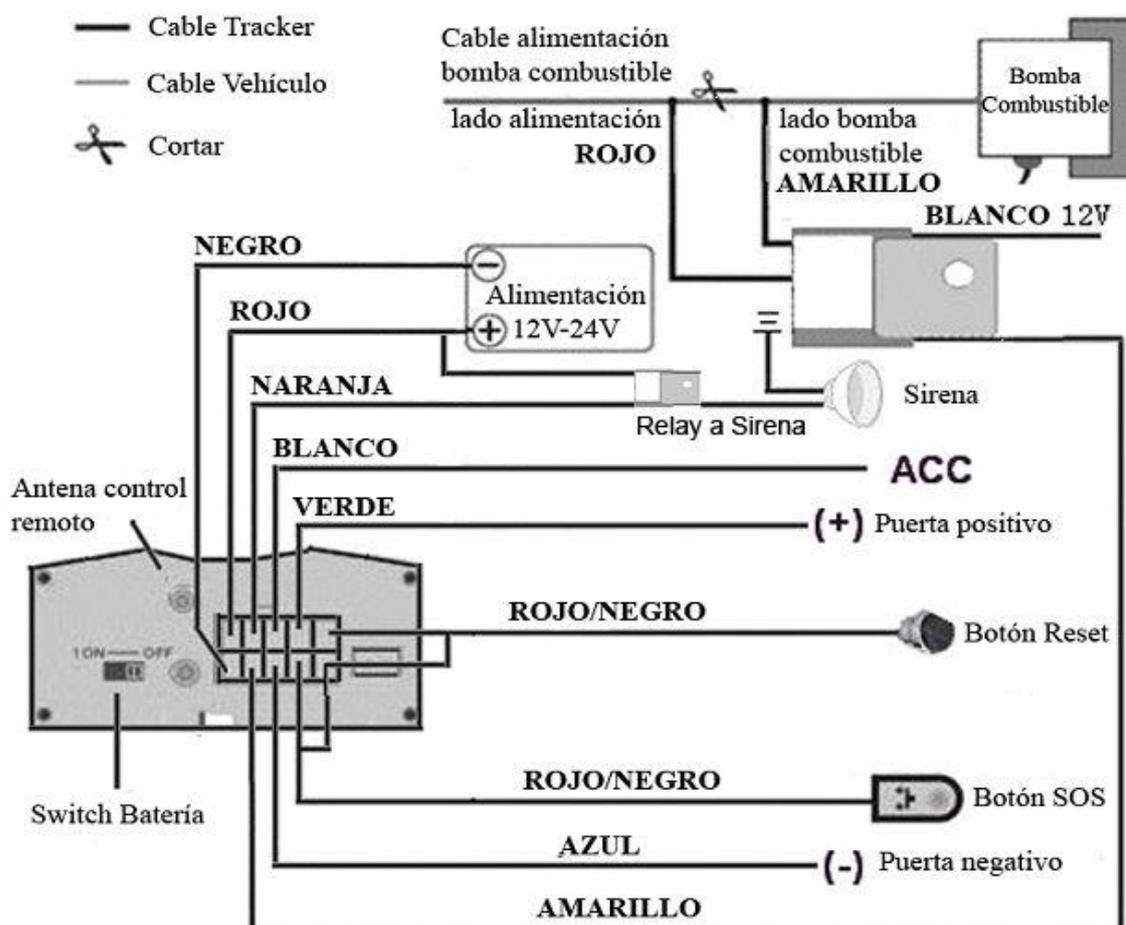


Figura 2.26 Diagrama de conexiones módulo "GPS TRACKER TK-203"<sup>54</sup>

<sup>54</sup> Fuente: Manual de usuario GPS TRACKER TK-203. (p.7)

## CAPÍTULO 3

### Diseño de firmware

#### **3.1. Flujogramas del software**

El software que usa el taxímetro está basado en lenguaje C usando el compilador “MIKRO C”, el firmware diseñado para el taxímetro consta de varias subrutinas que se invocan cuando es necesario, cada subrutina se la puede entender como un programa independiente que cumple con una función específica. También existe un programa principal de inicialización, con el cual el sistema empieza cuando se corta el suministro de energía. El programa del sistema de taxímetro tiene en total de 1528 líneas de programa.

Se puede dividir al firmware del taxímetro como:

- PROGRAMA DE INICIALIZACIÓN
- Subrutina “COORDENADAS”
- Subrutina “MENÚS”
- Subrutina “INSERTE CLAVE”
- Subrutina “VEHÍCULO BLOQUEADO”
- Subrutina “SUBMENÚ”

- Subrutina “TAXÍMETRO”
- Subrutina “CAMBIO DE CLAVE”
- Subrutina “ESTADO DEL VEHÍCULO”

### 3.1.1. Flujograma de inicialización

Siempre en un sistema microprocesado al iniciarse se definirán variables y sus respectivos valores, se configurarán puertos, se dará estados iniciales a los pines, etc. El flujograma indica la rutina de inicialización antes de arrancar con el programa principal

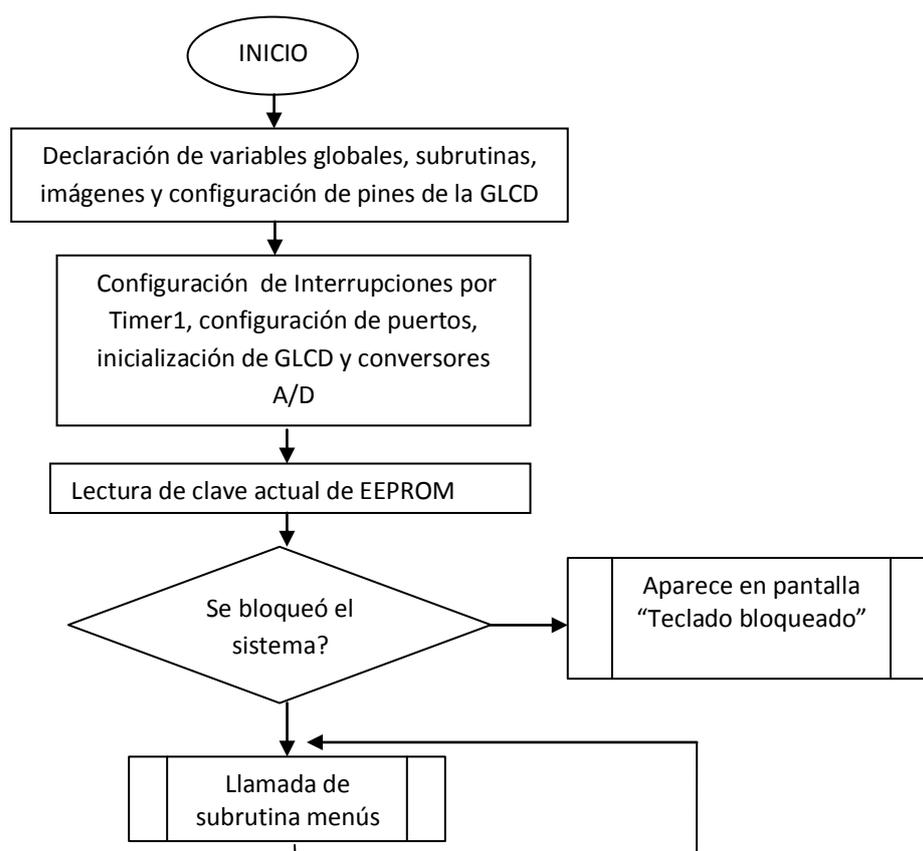


Figura 3.1 Flujograma de inicialización <sup>55</sup>

<sup>55</sup> Fuente: propia

### 3.1.2. Subrutina "Coordenadas"

Esta subrutina consiste en leer los valores analógicos que recibe el microprocesador por los canales de conversión analógica digital, y guardarlos en las respectivas variables x\_coord (coordenada en el eje X), y y\_coord (coordenada en el eje Y), para luego utilizarlas en el programa, cada vez que se presiona la touch estas coordenadas cambiarán de acuerdo a la nueva posición del tap (click) con el dedo u otro objeto.

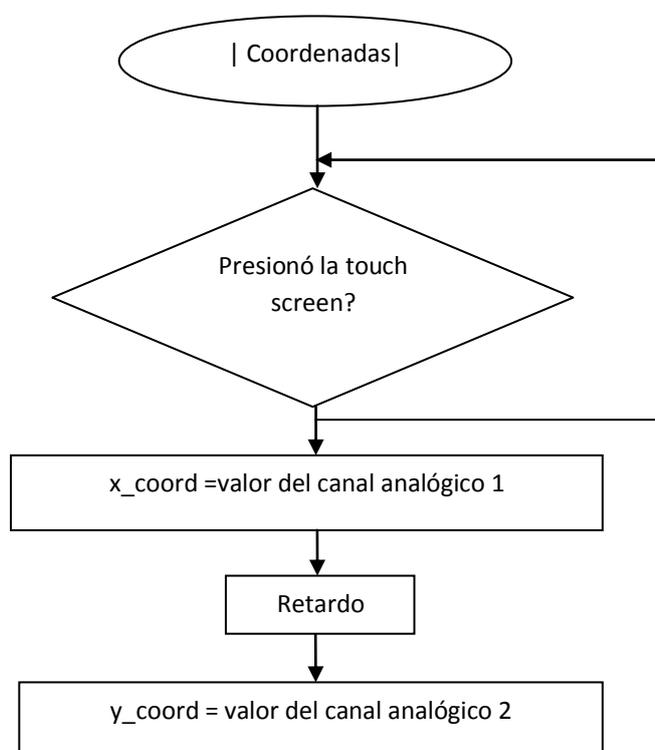


Figura 3.2 Flujograma de la Subrutina Coordenadas<sup>56</sup>

---

<sup>56</sup> Fuente: propia

### 3.1.3. Subrutina "Menús"

La subrutina Menús es la que permite mostrar el menú principal con los tres botones virtuales, insertar clave, cambiar clave, estado de vehículo, sobre los cuales se puede presionar para acceder a las funciones respectivas.

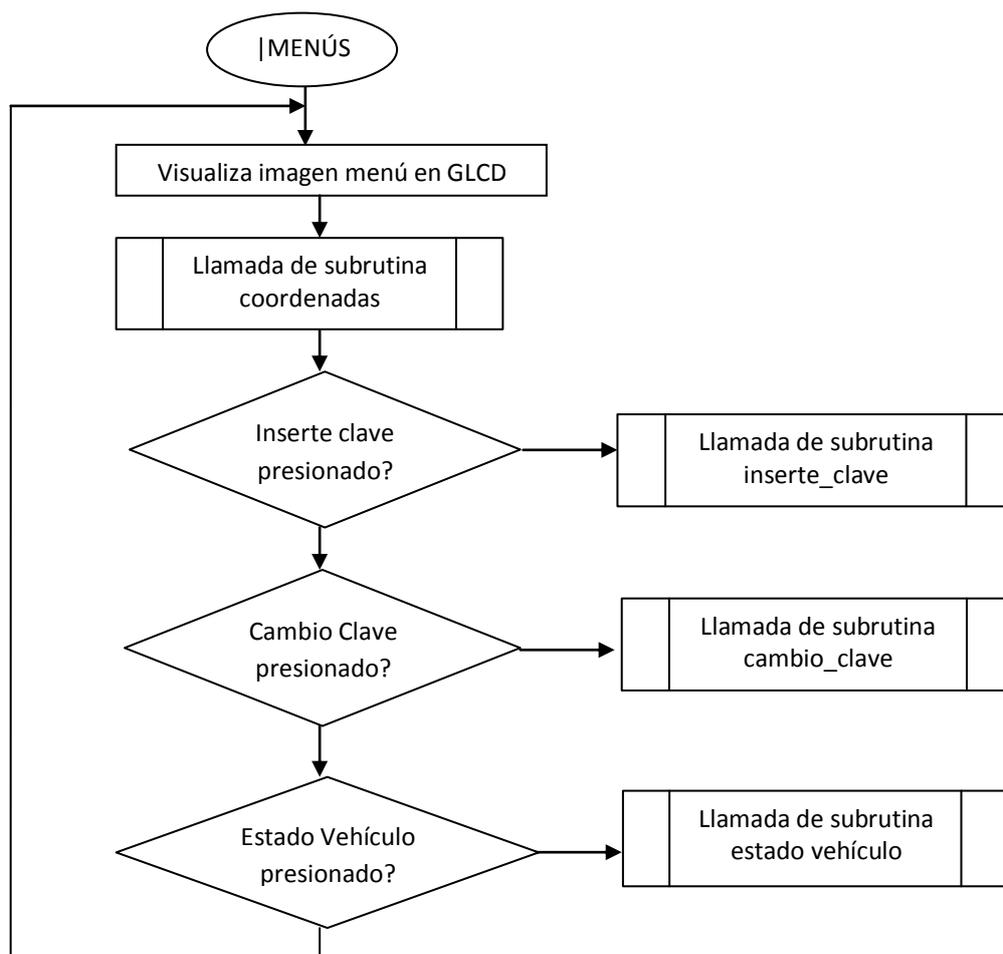


Figura 3.3 Flujograma de la subrutina Menús <sup>57</sup>

<sup>57</sup> Fuente: propia

### 3.1.4. Subrutina “Inserte Clave”

Esta rutina inicia al momento que se presiona sobre el botón virtual “inserte clave”. Inicialmente mostrará los tres dígitos sobre los cuales se deberá dar un tap para ingresar la clave, con cada tap, se insertará un asterisco indicando que el dígito que elegimos ha sido ingresado y se lo compara con la última clave guardada en el sistema, luego de ingresar los 4 dígitos correspondientes a la clave total, dentro de esta subrutina se verificará si la clave es correcta y que la clave insertada no haya sido ingresada erróneamente por tercera vez consecutiva, y se dará la autorización para que pase a la subrutina “submenú”, de lo contrario se bloqueará el sistema dando paso a la subrutina “Vehículo bloqueado”.

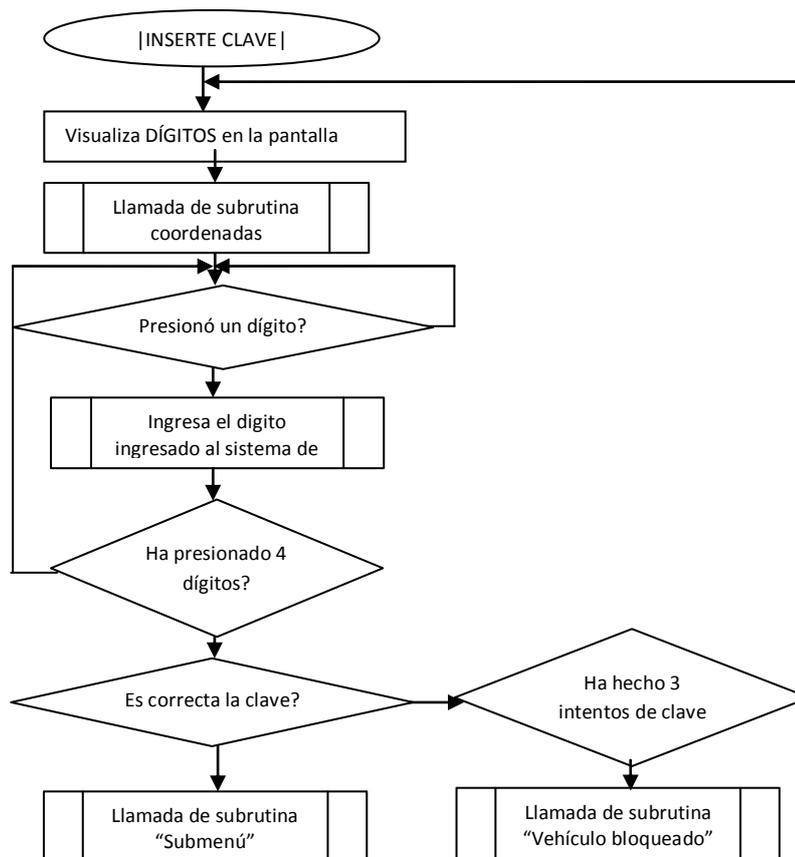


Figura 3.4 Flujograma de la Subrutina inserte clave<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Fuente: propia

### 3.1.5. Subrutina “Vehículo bloqueado”

Esta subrutina es la que se encarga de mantener bloqueado al sistema, es decir no mostrará ninguna otra pantalla que no sea la de “insertar clave Master”, la cual es similar a la del ingreso de clave en el menú principal, a diferencia de que la clave total será de 4 dígitos.

A pesar de que se desconecte el sistema, persistirá esta pantalla como inicial hasta que la clave master sea ingresada correctamente, posteriormente mostrará el menú principal con toda normalidad.

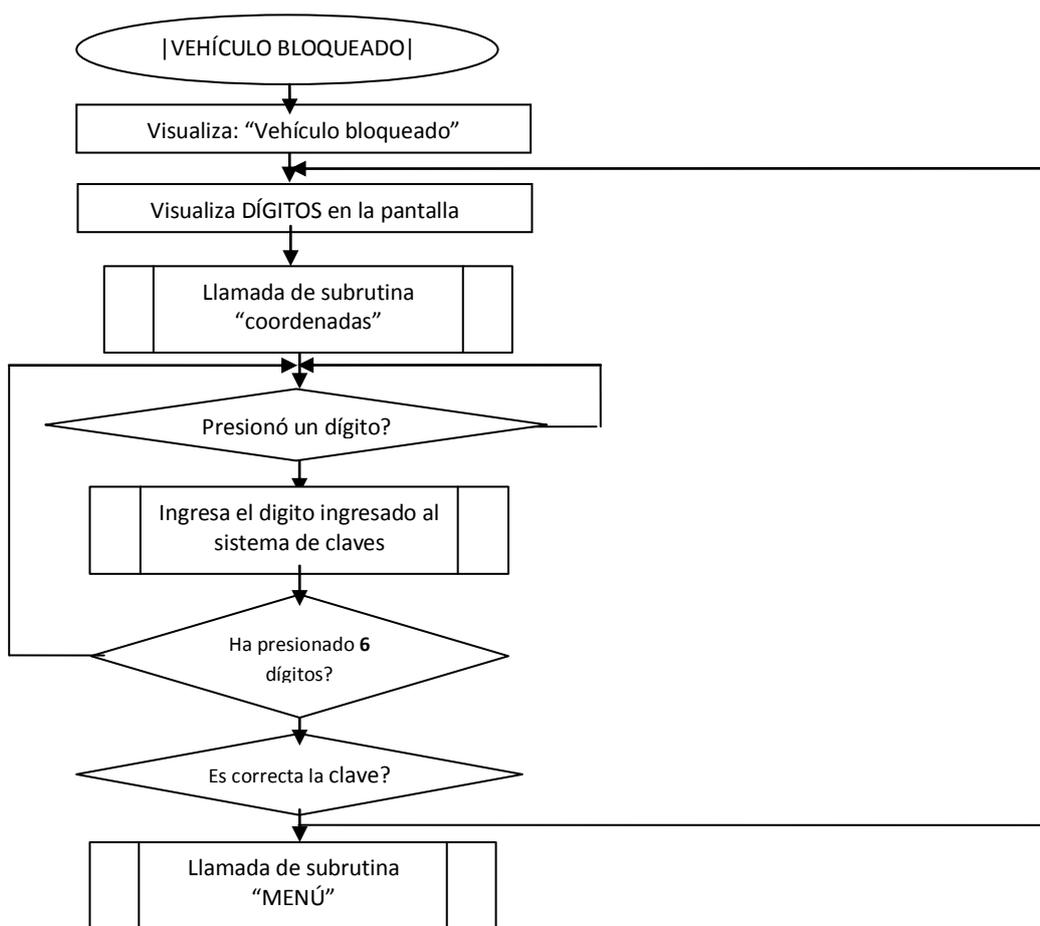


Figura 3.5 Flujograma de la Subrutina vehículo bloqueado<sup>59</sup>

<sup>59</sup> Fuente: propia

### 3.1.6. Subrutina “Submenú”

Esta subrutina consiste en mostrar un submenú, siempre y cuando se haya insertado correctamente la clave en la opción “insertar clave” en el menú principal. En el submenú se mostrarán dos opciones, “Encender el vehículo” la cual mantendrá activado al motor de arranque mientras se esté presionándola, y “Taxímetro” la cual al darle un tap nos enviará a la subrutina “Taxímetro”.

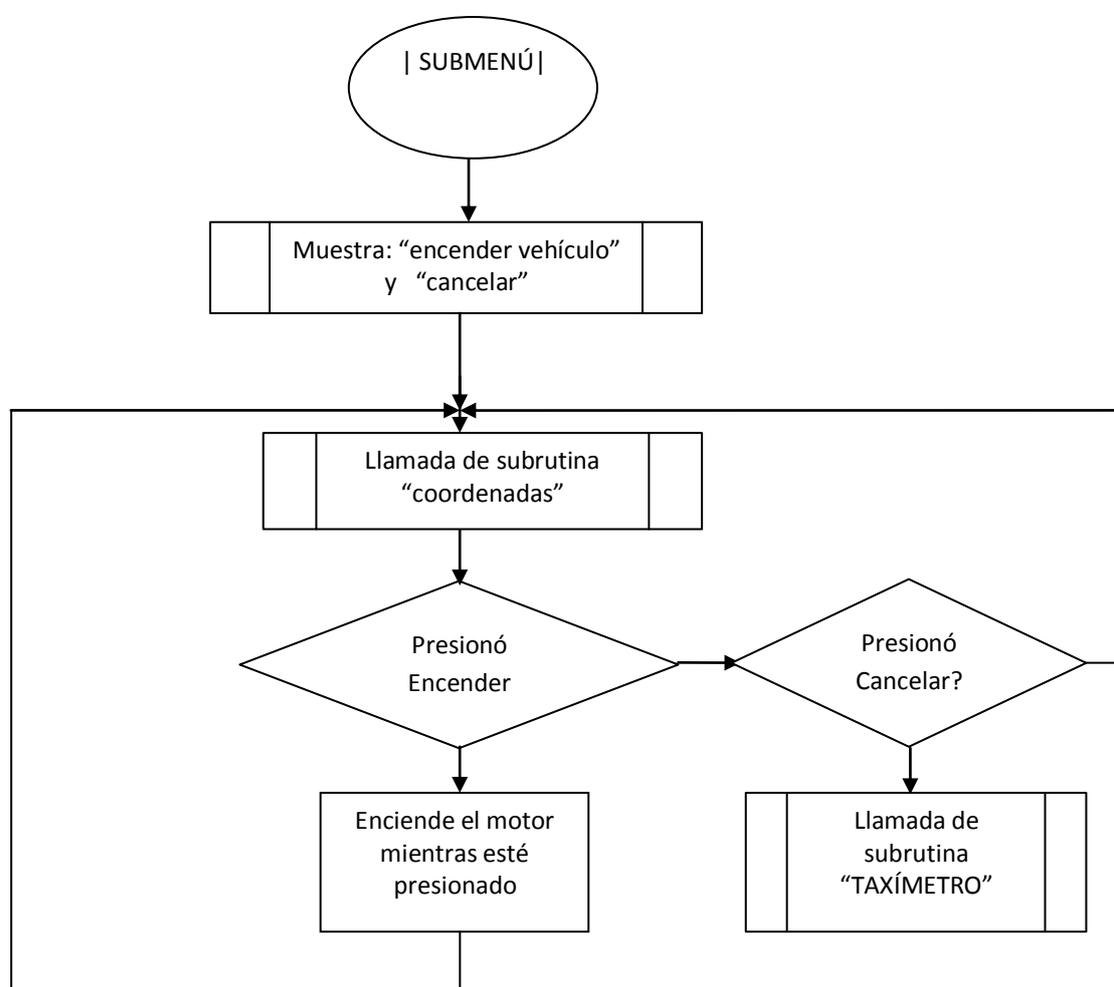


Figura 3.6 Flujograma de la Subrutina Submenú<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Fuente: propia

### **3.1.7. Subrutina “Taxímetro”**

Para llegar a esta subrutina se debió presionar “Taxímetro” en el submenú ó empezar el movimiento del vehículo mientras se encuentra mostrando las opciones del “Submenú”.

Esta subrutina o aplicación es la que permite calcular el costo de la carrera basándose en los parámetros que el Consejo Nacional de Tránsito del Ecuador indica.

Primeramente en la aplicación del taxímetro se espera el tap sobre el botón inicio, al presionarlo inmediatamente se empieza a calcular la velocidad del vehículo, si ésta es menor que 12 Km/h se tomará en cuenta y se mostrará el tiempo para determinar el costo de la carrera, y si la velocidad es mayor o igual a 12Km/h, se tomará en cuenta y se mostrará la distancia que recorre, para calcular el costo de la carrera.

Esta subrutina de la aplicación del taxímetro permite pausar, continuar y resetear los valores del taxímetro, además de alternar la tarifa diurna y nocturna con el botón “on”

Además en esta subrutina incluye el procedimiento para el cambio de tamaño de la fuente del texto para mostrar el costo generado por la carrera en pantalla completa.

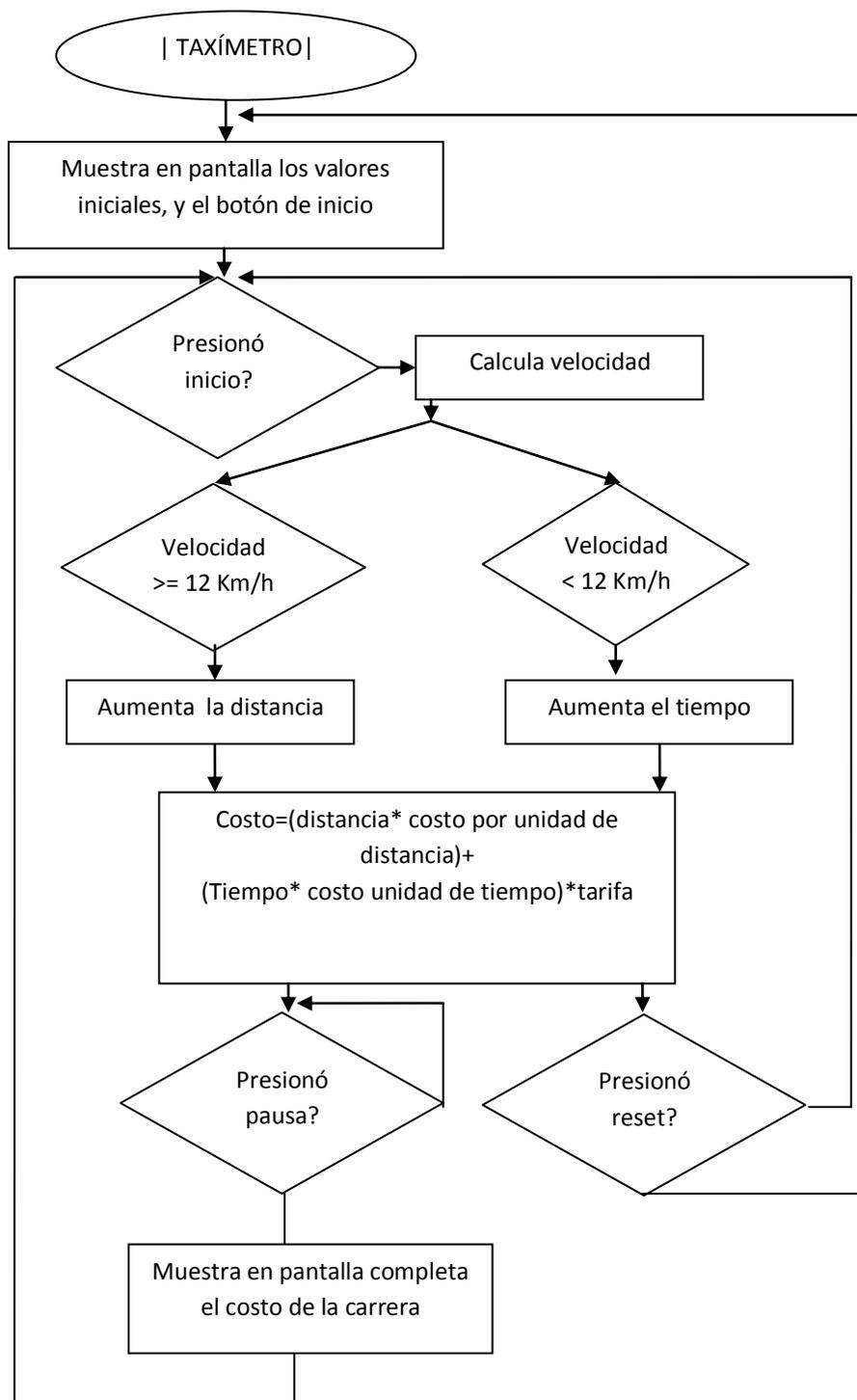


Figura 3.7 Flujograma de la Subrutina Taxímetro<sup>61</sup>

<sup>61</sup> Fuente: propia

### 3.1.8. Subrutina “Cambio de clave”

Esta subrutina se inicia al dar un tap sobre “Cambiar clave” en el menú principal es decir en la subrutina “Menús”, permitiendo al usuario cambiar la clave actual del sistema por otra de 4 dígitos, pero para ello será necesario el ingreso de la clave actual, la clave nueva y la confirmación de la nueva clave, si la clave actual o la confirmación de la clave son incorrectas, se regresará al menú principal, y no se guardarán los cambios.

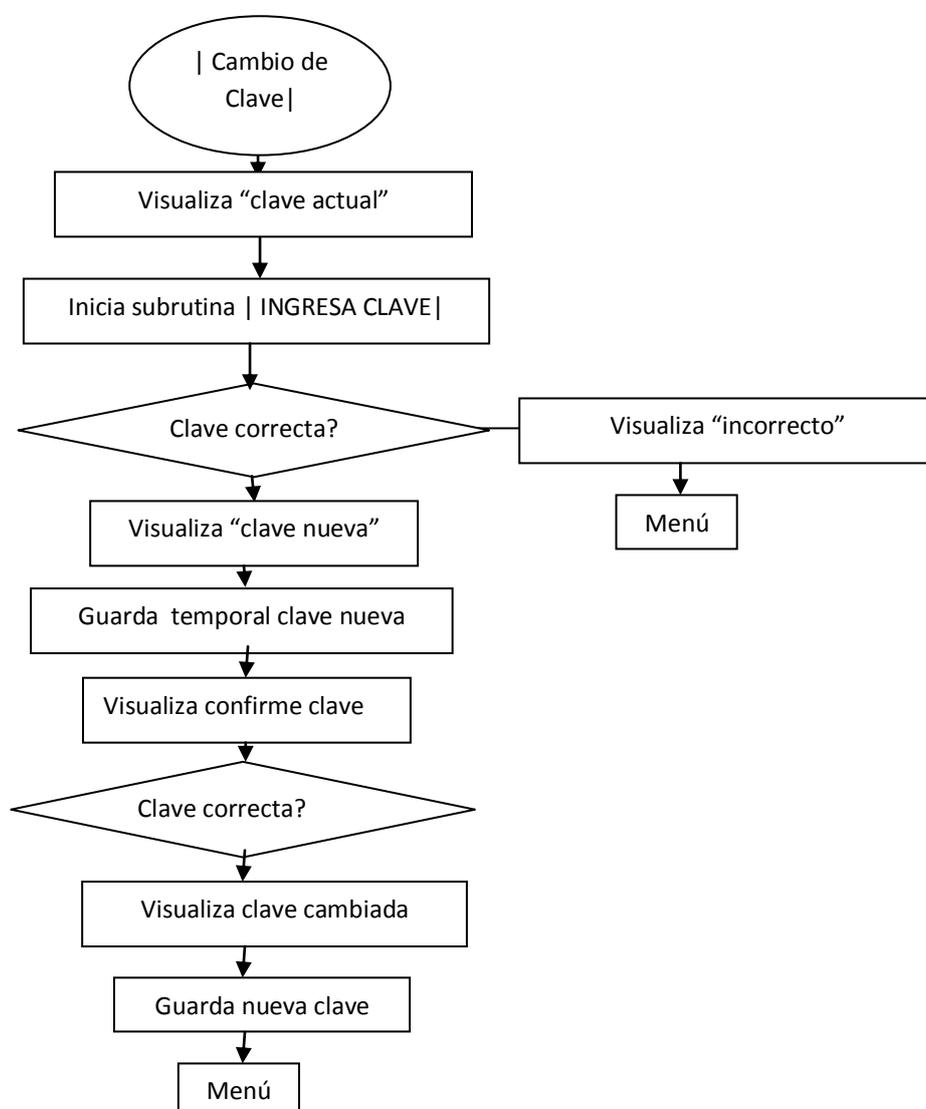


Figura 3.8 Flujograma de la Subrutina cambio de clave<sup>62</sup>

<sup>62</sup> Fuente: propia

### 3.1.9. Subrutina “Estado del vehículo”

Esta subrutina será iniciada al dar un tap sobre “Estado del Vehículo” en el menú principal, es decir dentro de la subrutina “Menús”, se ha diseñado para ampliar las prestaciones del taxímetro, pudiendo programar una nueva función personalizada en esta subrutina, como por ejemplo las estadísticas diarias del taxímetro , o las configuraciones de una impresora externa, entre otras.

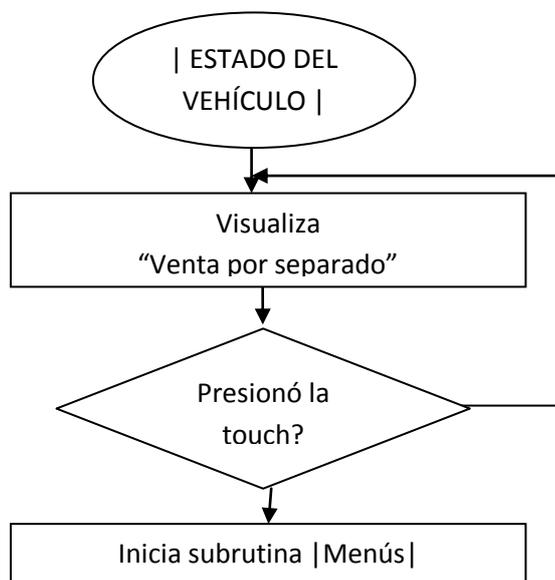


Figura 3.9 Flujograma de la Subrutina Estado del vehículo<sup>63</sup>

### 3.2. Características del firmware

El firmware del taxímetro digital touch con seguridad antirrobo vehicular tiene las siguientes características dentro del microcontrolador:

<sup>63</sup> Fuente: propia

### 3.2.1. Memoria ROM

La memoria ROM es la memoria de programa que ocupa el firmware dentro del microcontrolador, ya que el microcontrolador tiene un espacio limitado de memoria ROM, que en el caso del PIC 18F4550 es 32 Kb para memoria de programa ó 16384 (single Word instructions )

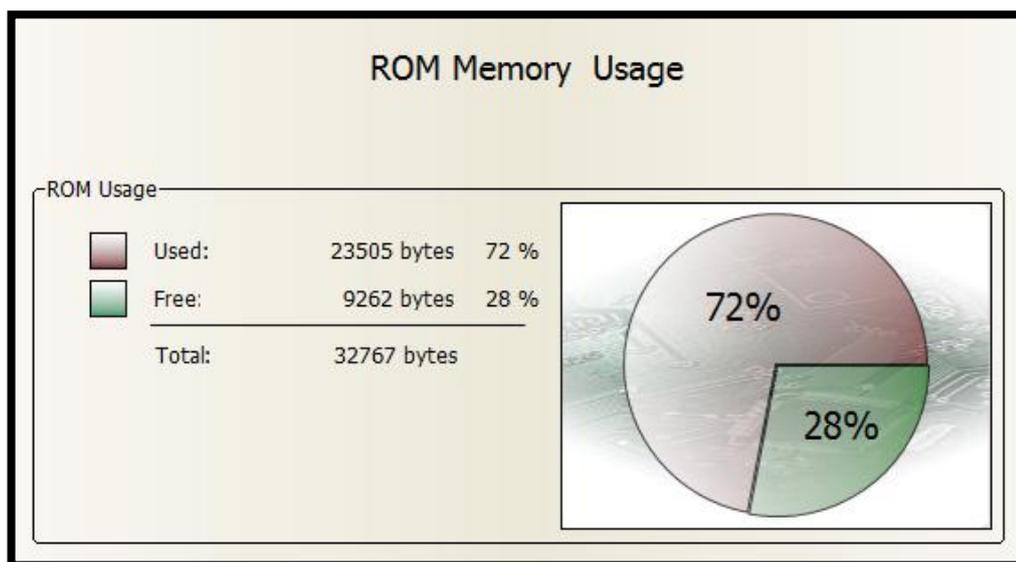


Figura 3.1 Memoria ROM usada por el firmware en el PIC 18F4550 <sup>64</sup>

### 3.2.2. Memoria RAM

La memoria RAM es la que se almacena temporalmente en el microcontrolador, mientras este se encuentre con alimentación eléctrica, cuando ésta se desconecta toda la información contenida en la memoria RAM se borra.

El PIC 18F4550 tiene 2Kb de localidades de memoria RAM.

<sup>64</sup> Statistics Mikro C pro for PIC con el software del Taxímetro

El espacio de memoria RAM que se ocupa del microcontrolador 18F4550 es la mostrada en la Figura 3.2.

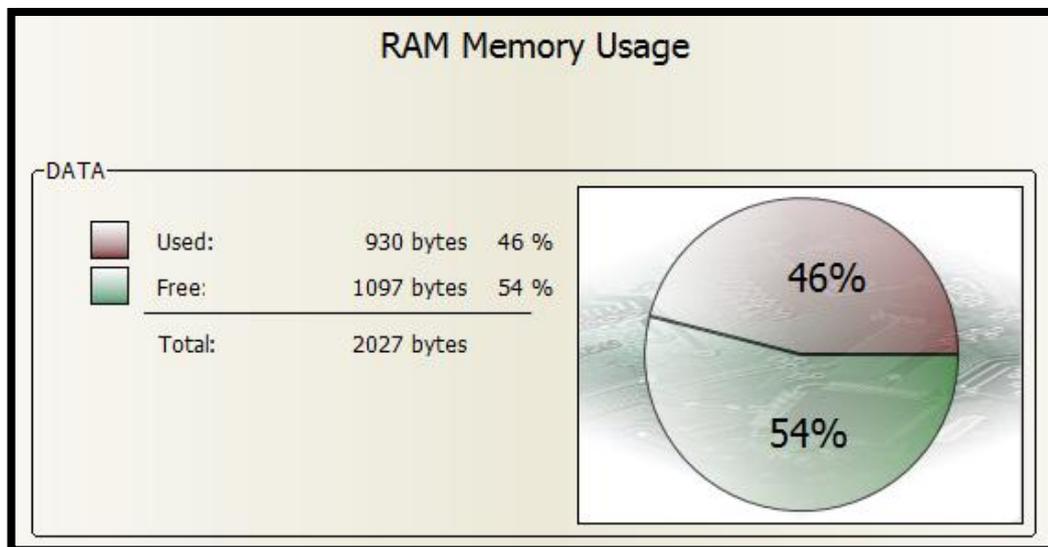


Figura 3.2 Memoria RAM usada por el firmware en el PIC 18F4550 <sup>65</sup>

### 3.2.3. *Tamaño de las funciones*

Esta gráfica muestra a las funciones empleadas por el firmware para el funcionamiento del taxímetro, ordenadas por el tamaño de las mismas en (bytes). Algunas funciones en el compilador son transparentes para el programador, pero el compilador las usa para ejecutar las líneas de programa.

<sup>65</sup> Statistics Mikro C pro for PIC con el software del Taxímetro

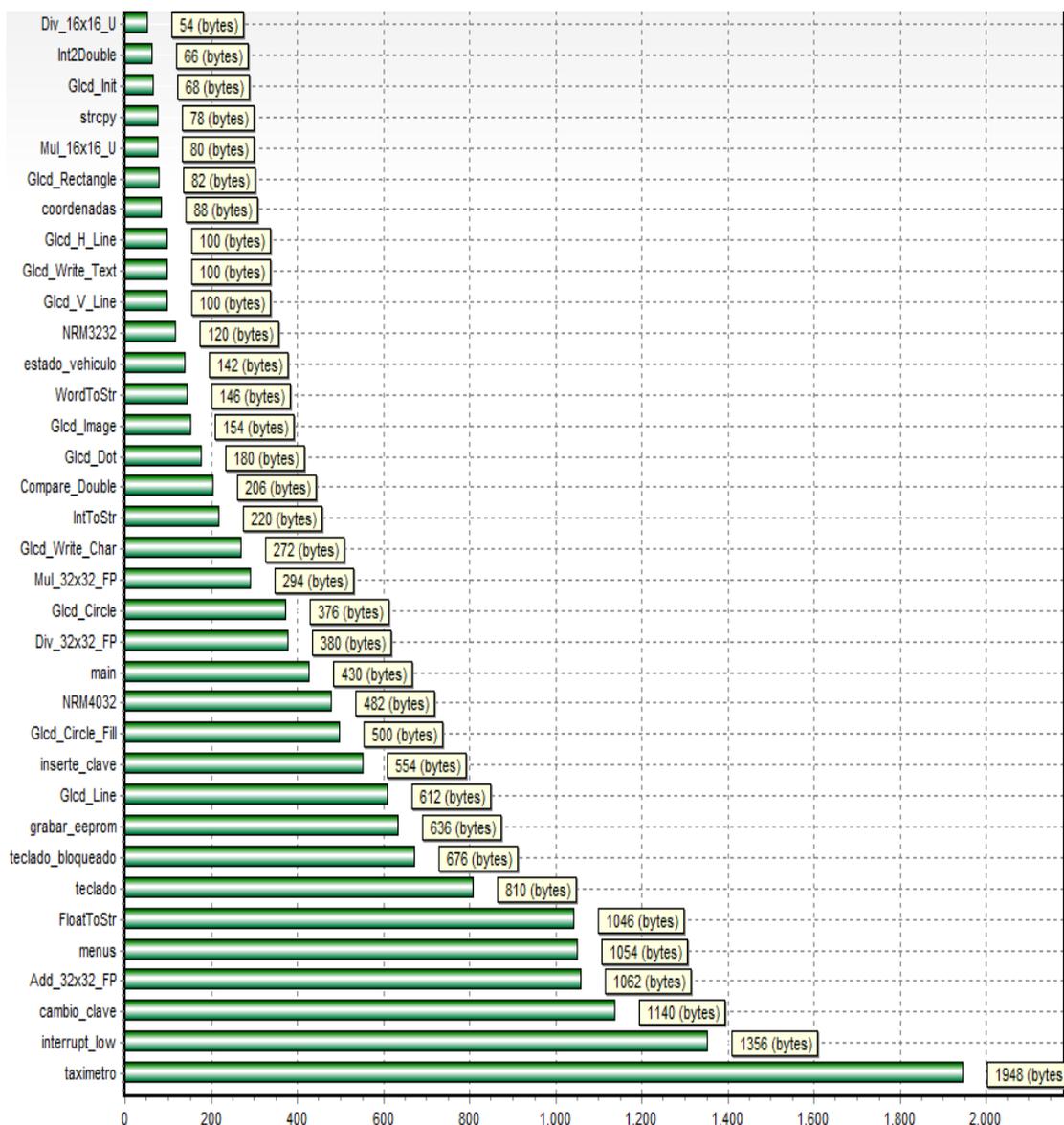


Figura 3.3 Funciones ordenadas por el tamaño (compilador MIKRO C)<sup>66</sup>

En el taxímetro la subrutina “TAXÍMETRO” es la que más recursos ocupa, es la que más tiempo de uso va a tener, es la que más líneas de programa contiene y la que interactúa con más subrutinas, por lo tanto será la que más tamaño ocupará en la memoria de programa.

<sup>66</sup> Statistics Mikro C pro for PIC, software “Taxímetro”

### 3.2.4. Fusibles

En el compilador se deben configurar varios fusibles de configuración para que el firmware esté acorde con el hardware, por ejemplo se debe configurar las velocidades del oscilador de entrada al microprocesador, la velocidad a la que va a trabajar el procesador, habilitación o des habilitación de las funciones de los puertos, o pines, etc.

El siguiente gráfico muestra las configuraciones de fusibles en MIKRO C, para el taxímetro.

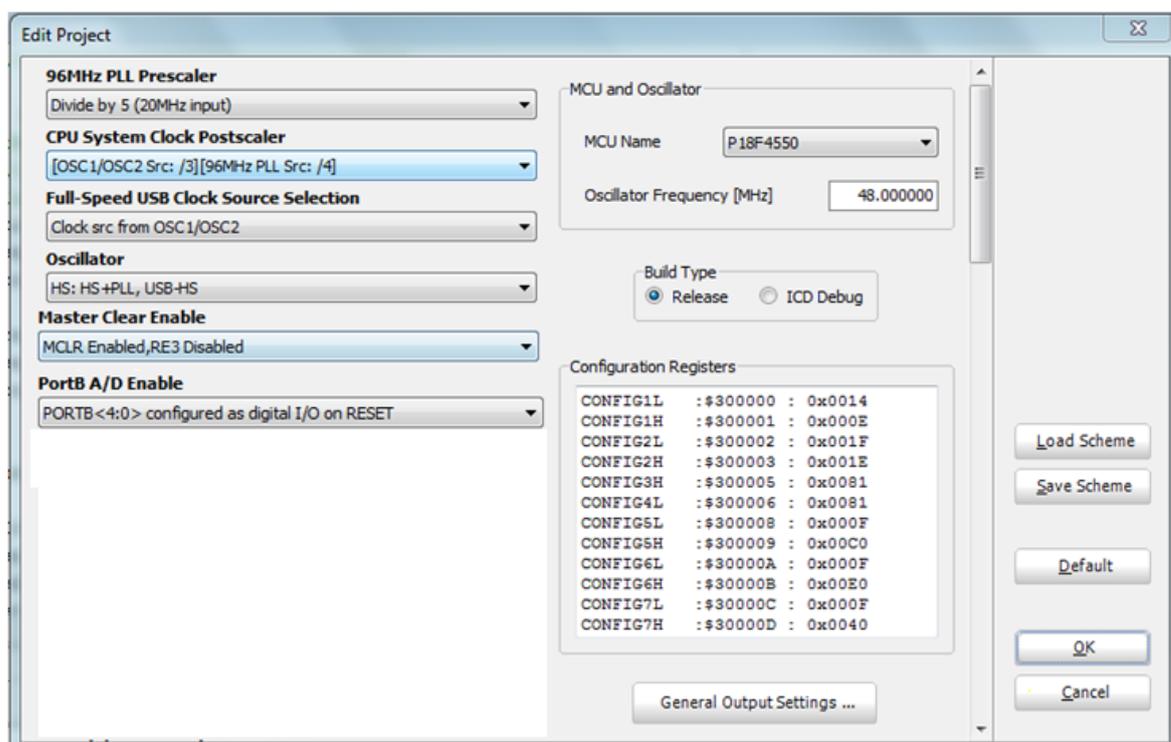


Figura 3.4 Configuración de fusibles en MIKRO C para el taxímetro<sup>67</sup>

<sup>67</sup> Edit Project Mikro C pro for PIC , software Taxímetro

La configuración de fusibles es muy importante ya que ello servirá al momento de pasar el firmware al hardware, estos fusibles no afectarán en gran medida a la simulación ya que en ella los parámetros del sistema son ideales. Todos los parámetros tienen un valor que aparecerá por defecto, dichos valores se los puede configurar para cada necesidad de hardware y firmware. La imagen ha sido modificada para que en ella aparezcan únicamente los valores de los fusibles de los cuales se ha modificado el valor predeterminado.

### 3.3. Inserción de gráficos en la pantalla GLCD 128x64

Para la inserción de gráficos el compilador MIKRO C posee una herramienta esencial para la transformación de imágenes de mapa de bits a código C para diferentes compiladores, entre ellos el mismo MIKRO C. Esta herramienta está ubicada en la barra de herramientas/ TOOLS/ BITMAP EDITOR.

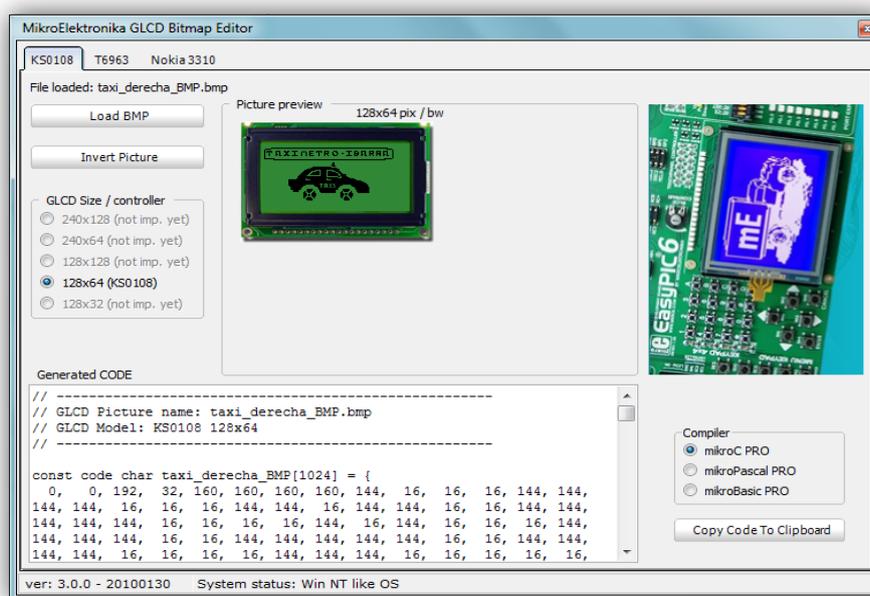


Figura 3.5 Generador de código C partiendo de imágenes en mapa de bits <sup>68</sup>

<sup>68</sup> Bit Map Editor Mikro C pro for PIC con el software del Taxímetro

La elección del tipo de controlador gráfico que tiene la GLCD es muy importante, para que este gráfico sea compatible con la pantalla, en el caso de la GLCD del taxímetro, ésta tiene en su circuito impreso el controlador KS0108.

Para transformar una imagen será necesario que ella esté en formato de mapa de bits, y debe tener un tamaño igual al de la pantalla GLCD que se vaya a usar, en este caso debe tener 128x64 pixeles como en la siguiente imagen:



Figura 3.6 Imagen en mapa de bits y tamaño 128x64 pixeles <sup>69</sup>

Para cada imagen se debe hacer el mismo procedimiento, es decir, cargarla en el conversor de mapa de bits, copiar el código, y pegarlo en el programa.

Para que aparezca en la pantalla solo será necesario imprimir en pantalla el nombre que aparece al principio del texto copiado del editor al programa; para esta imagen el nombre que el editor le asignó fue: taxi\_derecha\_BMP.

---

<sup>69</sup> Fuente: Propia

## **CAPÍTULO 4**

### **Pruebas**

#### ***4.1. Pruebas del módulo GPS***

Con el fin de determinar el nivel de confianza del sistema GPS, luego de haberlo instalado y puesto en marcha se hicieron diferentes pruebas de las funciones afines con este proyecto, para ello se debe aclarar que las pruebas fueron realizadas indistintamente de orden y de tiempo, demostrando así la fiabilidad de la respuesta a cada función programada en dicho módulo.

##### ***4.1.1. Prueba de respuesta de ubicación GPS***

Una de las principales funciones de este proyecto es poder rastrear al vehículo, para este fin, se usa la función de rastreo, iniciándola con una llamada al GPS tracker y recibiendo del mismo, un SMS.

El módulo GPS tracker al recibir una llamada de uno de los cinco números de teléfono registrados como administradores, dejará sonar aproximadamente tres veces el tono de espera de la llamada, antes de finalizarla y proceder a enviar un

mensaje de texto al número del que recibió la llamada con la siguiente información

- Posición del vehículo en coordenadas geográficas (Latitud y Longitud)
- Velocidad
- Estado del vehículo
- Link de internet para posicionar al vehículo en un mapa

Número de Pruebas	Detalle	Respuesta Correcta	Sin Respuesta
30	Vehículo en movimiento perímetro rural de Ibarra	30	0
4	Vehículo en movimiento en Urcuquí	4	0
10	Vehículo detenido en perímetro urbano de Ibarra	10	0
5	Vehículo en movimiento en carretera	5	0
2	Vehículo detenido dentro de garaje cubierto	2	0
5	Vehículo desconectado la batería	5	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
OBSERVACIONES: En todos los casos se recibió un SMS con la			

respuesta del GPS tracker con la información indicada.

Nótese que las pruebas se las realizó indistintamente de varios números celulares respectivamente registrados en el módulo GPS como administradores, y que la precisión puede variar hasta 100 metros a la redonda dependiendo la intensidad de señal GPS, y también dependerá del software del mapa que usemos para visualizar.

Para estas pruebas se usaron los siguientes software: Google Maps, Google Earth, GPS Tracker, Maps for Android, resultando en todos una posición bastante aproximada, con un error máximo de 100 metros.

Tabla 4.1 Prueba de respuesta de ubicación GPS <sup>70</sup>

#### **4.1.2. Prueba de respuesta de estado del vehículo**

El GPS tracker provee información del estado de algunos parámetros importantes, al recibir un SMS con la palabra status seguida del password definido por el usuario, de inmediato el GPS tracker responderá con un SMS al número de celular del que recibió el SMS, con la siguiente información:

- Estado de las puertas (ON/OFF)
- Switch ACC (ON/OFF)
- Estado del botón de batería auxiliar (ON/OFF)
- Estado de la batería auxiliar (0% al 100%)
- Señal del GPS (1-32), mientras el valor es más alto más fuerte es la señal GPS

---

<sup>70</sup> Fuente: Vehículo de prueba

Número de Pruebas	Detalle	Respuesta Correcta	Sin Respuesta
4	Vehículo encendido y detenido, con puertas cerradas	4	0
3	Vehículo apagado y puertas cerradas	3	0
4	Vehículo con switch en posición de contacto y puertas abiertas	4	0
6	Vehículo en movimiento	6	0
4	Vehículo apagado con las puertas abiertas	4	0
2	Vehículo detenido desconectado la batería	2	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>OBSERVACIONES: En todos los casos se recibió un SMS con respuesta con la información indicada.</p> <p>Nótese que las pruebas se las realizó indistintamente de varios números celulares respectivamente registrados en el módulo GPS como administradores.</p>			

Tabla 4.2 Prueba de respuesta de estado del Vehículo <sup>71</sup>

<sup>71</sup> Fuente: Vehículo de prueba

#### **4.1.3. Prueba de alarma por corte de energía**

Con la finalidad de brindar seguridad vehicular, se recibirá un SMS cada 3 min en cada uno de los números celulares registrados como administradores, en el caso de que el suministro de batería del vehículo se haya interrumpido por cualquier circunstancia.

En el mensaje se recibirá la siguiente información:

- La fecha y la hora de activación de la alarma
- La ubicación geográfica donde se originó la alarma
- Velocidad
- Link de internet para posicionar al vehículo en un mapa

Esta alarma por medio de SMS es muy importante ya que uno de los primeros pasos para el robo vehicular es cortar los cables de la batería del automóvil.

Hay que recordar que el módulo de rastreo seguirá funcionando aun cuando se haya suprimido la alimentación de la batería del automóvil, esto gracias a una batería interna que le proporcionará energía para aproximadamente 48 horas, también se recibirá un SMS de alerta de batería baja, cuando se dé el caso.

Los mensajes se recibirán en los números autorizados cada dos minutos, mientras esté desconectada la batería del vehículo, y exista saldo disponible en el módulo GPS tracker.

Número de Pruebas	Detalle	Respuesta Correcta	Sin Respuesta
7	Vehículo apagado	7	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>OBSERVACIONES: En todos los casos se recibió un SMS con la alerta de corte de energía de la batería del vehículo</p> <p>En esta prueba el mensaje de alarma por corte de energía fue enviado a todos los teléfonos registrados como administradores en el módulo GPS.</p> <p>Los mensajes de texto se reenviaron aproximadamente cada 3 minutos, hasta que sea restablecida la alimentación de energía al módulo GPS.</p> <p>Cada prueba se realizó indistintamente, y luego de que el vehículo y el GPS tracker se encuentren en condiciones normales de funcionamiento.</p>			

Tabla 4.3 Prueba de alarma por corte de energía <sup>72</sup>

#### **4.1.4. Prueba de bloqueo y desbloqueo de paso de combustible del vehículo**

Una de las funciones más importantes que acompañan al sistema instalado en el vehículo es el bloqueo y restablecimiento del bombeo de combustible al motor.

<sup>72</sup> Fuente: Vehículo de prueba

Para poder bloquear el bombeo de combustible es necesario el envío de un SMS al GPS tracker con el texto “stop+CLAVE DE USUARIO”, de inmediato el vehículo se apagará por falla de combustible (en el caso de estar encendido) ó no encenderá (en el caso de estar apagado), y el GPS tracker responderá con un SMS que contendrá el texto “Stop engine Succeed” confirmando satisfactoriamente la acción de corte de combustible.

Para proceder al restablecimiento del bombeo de combustible se envió un mensaje al GPS tracker con el texto “resume +CLAVE DE USUARIO”, de inmediato se restablece el bombeo, de inmediato el GPS tracker nos responderá “resume engine succeed” confirmando satisfactoriamente la acción de restauración de combustible y el vehículo podrá encender con normalidad.

Número de Pruebas	Detalle	Acción Correcta	Sin Acción
10	Vehículo encendido	10	0
6	Vehículo apagado	6	0
3	Vehículo con llaves en posición de contacto	3	0
3	Vehículo en movimiento	3	0
2	Vehículo detenido desconectado la batería	2	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			

OBSERVACIONES: En todos los casos se recibió un SMS con respuesta de confirmación de la acción de bloqueo o desbloqueo del paso de combustible, posterior al corte o re conexión de dicho suministro.

Nótese que las pruebas se las realizó indistintamente de varios números celulares respectivamente registrados en el módulo GPS como administradores.

Tabla 4.4 Prueba de bloqueo y desbloqueo de paso de combustible<sup>73</sup>

#### **4.1.5. Prueba de activación y desactivación de alarma**

El sistema de seguridad del vehículo cuenta con una alarma por apertura de puertas que consiste en un símil a las alarmas tradicionales que reproducen una alerta sonora y lumínica cuando las puertas son abiertas mientras a alarma está activa. Al igual que dichas alarmas tradicionales el sistema de seguridad vehicular cuenta con un control remoto para activarla o desactivarla, pero para aumentar las prestaciones y el alcance, se la puede activar mediante un SMS con el texto “arm + CONTRASEÑA DE USUARIO”, el GPS tracker responderá con un SMS que dirá “tracker is activated”, o desactivarla por el mismo mecanismo, para ello se deberá enviar el texto: “disarm + CONTRASEÑA DE USUARIO”, luego el GPS tracker responderá “tracker is deactivate”. En el caso de que la alarma fuese violentada abriendo una puerta mientras ésta está activada, el GPS tracker

---

<sup>73</sup> Fuente: Vehículo de prueba

generará y enviará a los números registrados como administradores en su programación un SMS con la siguiente información:

- La ubicación geográfica del vehículo
- La fecha y la hora a la que se originó la alarma.
- Link de internet para posicionar al vehículo en un mapa

Número de Pruebas	Detalle	Respuesta Correcta	Sin Respuesta
20	Activación con el control remoto	50	0
20	Desactivación con el control remoto	50	0
5	Activación vía SMS	5	0
5	Desactivación vía SMS	5	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>OBSERVACIONES: En todos los casos de activación de la alarma por apertura de puertas se recibió un SMS conteniendo la información antes mencionada.</p> <p>Cada vez que la alarma es activada o desactivada vía SMS, se recibirá una confirmación de la acción realizada. La sirena de la alarma no emite sonidos cuando se activa o desactiva por medio de SMS. En esta prueba</p>			

el mensaje de alarma por corte de energía fue recibido por todos los teléfonos registrados como administradores en el módulo GPS.

Tabla 4.5 Prueba de activación y desactivación de alarma <sup>74</sup>

#### **4.1.6. Prueba de botón de pánico**

En el vehículo se encuentra instalado un botón de pánico que deberá ser usado únicamente en caso de emergencia. Al presionar dicho botón el vehículo no presentará ninguna diferencia visible, pero el GPS tracker procederá a enviar a todos los números de celular registrados en su programación como administradores un SMS cada 3 minutos con el texto “Help me!” acompañado de la siguiente información:

- Ubicación Geográfica del vehículo
- Velocidad
- Fecha y hora de la activación del botón de pánico
- Link de internet para posicionar al vehículo en un mapa

Estos mensajes se recibirán hasta que se responda con un mensaje al GPS tracker, con el texto Help me! + contraseña.

---

<sup>74</sup> Fuente: Vehículo de prueba

Número de Pruebas	Detalle	Respuesta Correcta	Sin Respuesta
4	Vehículo encendido y detenido	4	0
4	Vehículo apagado	4	0
3	Vehículo desconectado la batería	3	0
7	Vehículo en movimiento	7	0
Porcentaje de error de la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>OBSERVACIONES: En todos los casos se recibió un SMS indicando que se presionó el botón de pánico, en dicho SMS se recibió información acerca de la posición del vehículo, la fecha y hora de activación del botón de pánico, y un link Web para ubicarlo en un mapa.</p> <p>En esta prueba el mensaje de alarma por corte de energía fue recibido por todos los números de teléfono registrados como administradores en el módulo GPS, cada 3 minutos, hasta que se lo desactiva con un SMS desde cualquiera de dichos números.</p>			

Tabla 4.6 Prueba del botón de pánico<sup>75</sup>

<sup>75</sup> Fuente: Vehículo de prueba

#### 4.1.7. Prueba de vigilancia por voz

Esta es una función complementaria, que permite cambiar del modo de monitoreo al modo de vigilancia por voz, únicamente enviando un SMS con el texto “monitor + CLAVE DE USUARIO” habilitando así que el GPS tracker funcione como un teléfono espía, permitiendo con una llamada al número del GPS tracker, escuchar todo lo que pasa en el interior del auto gracias a un micrófono que se encuentra instalado de forma oculta cerca del asiento del chofer. Mientras el modo de vigilancia por voz se encuentra activo, el modo de rastreo se desactiva, para volverlo a activar se deberá enviar un SMS con el texto “tracker + CLAVE DE USUARIO”.

Número de ensayos	Detalle	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
4	Cambio de modo tracker a modo de vigilancia por voz	4	0
4	Cambio de modo de vigilancia por voz a modo Tracker	4	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			

Tabla 4.7 Prueba de vigilancia por voz <sup>76</sup>

<sup>76</sup> Fuente: Vehículo de prueba

## **4.2. Pruebas de Funcionamiento del módulo Taxímetro**

El taxímetro posee una programación un software con varias funciones establecidas y un orden de acceso predeterminado, las funciones son las siguientes:

- Ingreso de clave
- Cambio de clave
- Ingreso de clave Master (en caso de bloqueo del sistema)
- Encendido del vehículo
- Inicio del taxímetro
- Inicio de la carrera
- Pausa de la carrera
- Continuar la carrera
- Reiniciar la carrera
- Cambio de tarifa

### **4.2.1. Cambio de clave**

El Taxímetro exige el ingreso de una clave de cuatro dígitos para acceder a sus otras funciones.

El primer paso luego de la instalación deberá ser el cambio de la clave de fábrica del taxímetro, a otra de 4 dígitos definida por el usuario.

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
5	Cambio de clave	5	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>El primer cambio de clave fue de la clave de fábrica a una definida por el usuario.</p> <p>Todas estas pruebas fueron acompañadas del ingreso de clave en el panel principal para verificar que la clave ha sido cambiada efectivamente.</p>			

Tabla 4.8 Prueba de cambio de clave al taxímetro<sup>77</sup>

#### 4.2.2. *Ingreso de clave*

El ingreso de clave será siempre el inicio para poder acceder al resto de funciones, y en esta prueba se busca verificar la confiabilidad de que la clave que el usuario definió persiste a través del tiempo y a pesar de que la alimentación de energía se haya interrumpido.

<sup>77</sup> Fuente: Taxímetro

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
10	Ingreso de clave en el menú principal	10	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
Todas estas pruebas tuvieron un espacio indistinto de tiempo y de desconexión entre ellas.			

Tabla 4.9 Prueba de ingreso de clave al taxímetro <sup>78</sup>

#### 4.2.3. **Bloqueo del sistema**

El sistema del taxímetro se bloquea automáticamente cuando se han realizado tres intentos consecutivos de ingreso de clave errónea, siendo éste un medio de seguridad para evitar el encendido del vehículo por medio del taxímetro.

El medio de bloqueo puede ser en el ingreso principal de clave o en el cambio de la misma en el menú principal, siempre que se ingrese erróneamente la clave actual, se contará como un error, más no cuando haya un ingreso errado en la repetición de la nueva clave.

En caso de estar bloqueado el sistema, se deberá ingresar la clave master para desbloquearlo.

<sup>78</sup> Fuente: Taxímetro

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
10	Ingreso de clave en el menú principal	10	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>Observaciones:</p> <p>Todas estas pruebas tuvieron un espacio indistinto de tiempo y de desconexión de la fuente de poder entre ellas.</p>			

Tabla 4.10 Prueba de bloqueo del sistema del taxímetro <sup>79</sup>

#### **4.2.4. Desbloqueo del sistema**

El sistema luego de un bloqueo permanecerá en ese estado a pesar de que se desconecte la fuente de alimentación, la única forma de desbloquearlo para el usuario será ingresando la clave Master de desbloqueo, la cual es de 6 dígitos.

---

<sup>79</sup> Fuente: Taxímetro

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
10	Ingreso de clave en el menú principal	10	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
<p>Observaciones:</p> <p>Todas estas pruebas tuvieron un espacio indistinto de tiempo y de desconexión de la fuente de poder entre ellas.</p>			

Tabla 4.11 Prueba de desbloqueo del sistema del taxímetro<sup>80</sup>

#### **4.2.5. Encendido del vehículo**

El taxímetro cuenta con la función de encendido del vehículo, ya que el switch manual de encendido estará desactivado para esta función.

Como anteriormente se dijo, ésta función aparecerá inmediatamente en un submenú después de haber ingresado la clave en el menú principal.

---

<sup>80</sup> Fuente: Taxímetro

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
15	Encendido del vehículo	15	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
Observaciones: Estas pruebas fueron realizadas indistintamente de tiempo.			

Tabla 4.12 Prueba de encendido del vehículo<sup>81</sup>

### 4.3. Taxímetro

El taxímetro es una aplicación cargada en el módulo al que llamamos TAXÍMETRO. Esta aplicación permite conocer los parámetros que definen el costo del servicio de transporte en taxi del vehículo en el que está instalado el taxímetro propuesto.

La aplicación del taxímetro tiene algunas funciones como inicio, pausa, continuar, resetear y cambio de tarifa.

---

<sup>81</sup> Fuente: Taxímetro

### 4.3.1. Inicio de la aplicación TAXÍMETRO

Para iniciar dicha aplicación existen dos formas:

- La primera es automáticamente cuando el vehículo empieza a caminar mientras el módulo muestra el submenú con la opción de inicio del taxímetro.
- La segunda es manualmente dar un tap (click) sobre la opción de inicio del taxímetro en el submenú.

Número de ensayos	Nombre de la Prueba	Número ensayos correctos	Número de ensayos fallidos
10	Inicio de la aplicación de taxímetro automáticamente	10	0
10	Inicio de la aplicación de taxímetro manualmente	10	0
Porcentaje de error en la prueba: 0%			
Fiabilidad: 100%			
Las pruebas fueron realizadas indistintamente de tiempo.			

Tabla 4.13 Prueba de inicio de la aplicación Taxímetro <sup>82</sup>

<sup>82</sup> Fuente: Taxímetro

#### **4.3.2. Pruebas del funcionamiento de la aplicación de Taxímetro**

Se procedió a diseñar una tabla con los valores de los resultados obtenidos con el taxímetro para algunos casos específicos, con el fin de demostrar tentativamente los costos que tendrán las carreras de un punto a otro dentro de la ciudad.

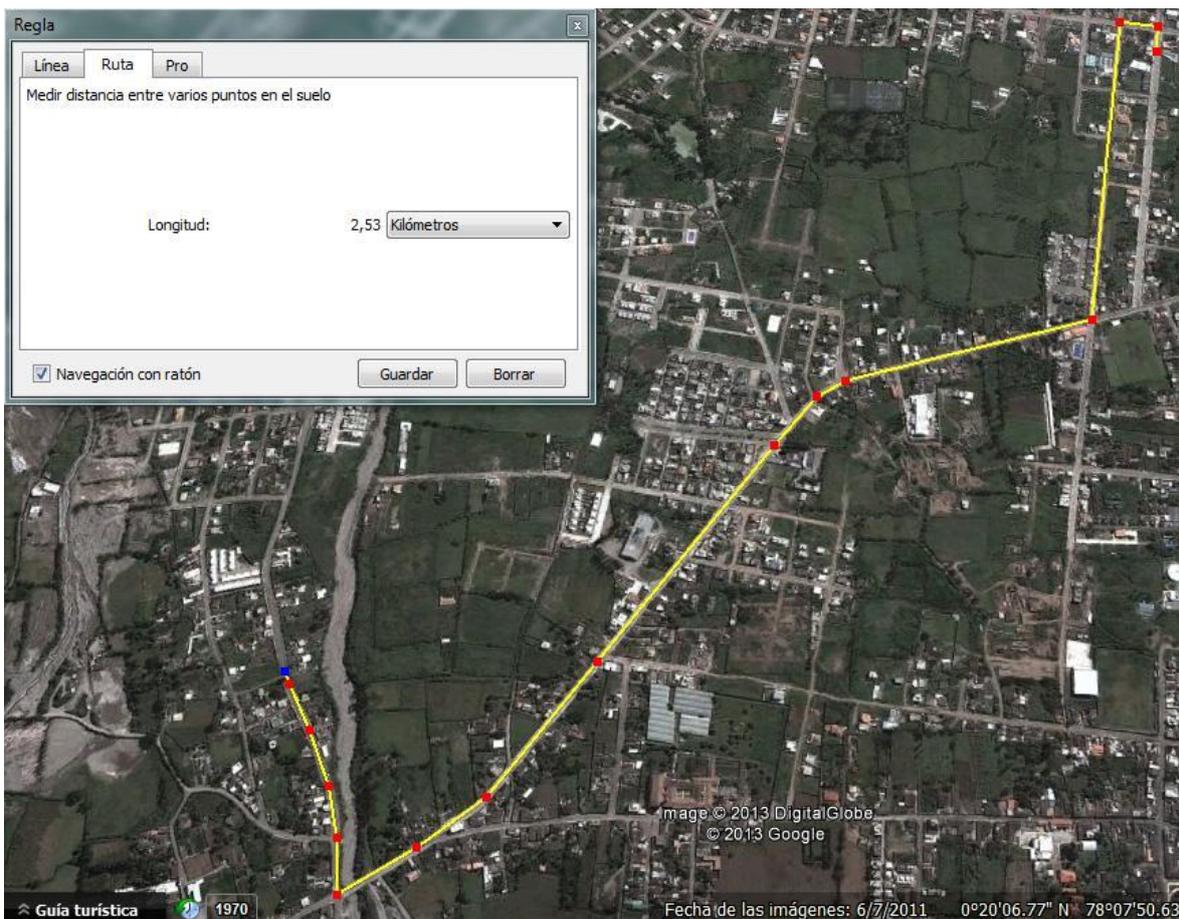
Para corroborar las distancias obtenidas con el odómetro del vehículo de prueba y las del taxímetro, se usó Google Earth con su herramienta “Regla” que permite medir la distancia total de una ruta trazada en un mapa satelital.

En cada una de las pruebas a continuación se mostrará un mapa de Google Earth con una línea de color que muestra la ruta que se recorrió con el vehículo de prueba en el cual se puso en marcha el taxímetro.

Para el cálculo del costo un factor es la distancia que se recorrerá, pero otro muy importante es el tiempo que transcurre mientras el vehículo se encuentra a bajas velocidades, como en el caso de que exista alta densidad de tráfico en la ruta que se haya elegido para la carrera.

Otro factor que determina el costo final de la carrera, es la tarifa que se esté usando, si bien puede ser tarifa diurna, así como nocturna, para cada una de ellas existen valores predeterminados por la Agencia Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre y Seguridad Vial.

**4.3.2.1. Prueba 1**



**Figura 4.1 Ruta 1** <sup>83</sup>

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Calles Tobías Mena y Sánchez y Cifuentes.			
Llegada: Prolongación Av. Eugenio Espejo			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (2.53 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
2.4 Km	00:01:33	Diurna	\$ 1.70

**Tabla 4.13 Prueba 1 de valores del taxímetro** <sup>84</sup>

<sup>83</sup> Fuente: Google Earth

<sup>84</sup> Fuente: Taxímetro

Se puede apreciar que la distancia que Google Earth calcula es coherente con la distancia que el odómetro del vehículo de prueba calculó la cual fue 2.5 Km, sin embargo esta medida de distancia difiere en un pequeño margen al de la distancia calculada en el taxímetro, esto se debe a que el taxímetro calcula la distancia que el vehículo de prueba recorre a mas de 12 Km/h, por lo tanto dicha distancia será menor que la distancia total recorrida.

#### 4.3.2.2. Prueba 2

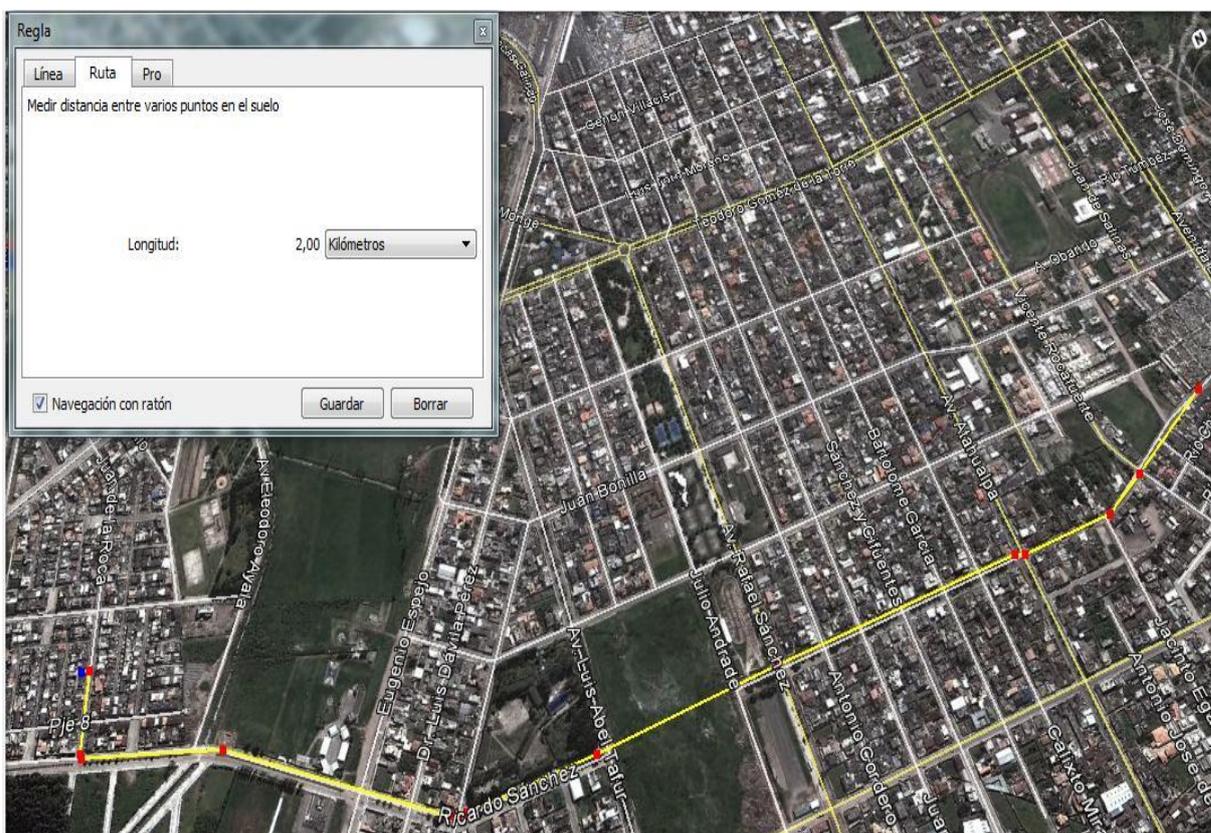


Figura 4.2 Ruta 2 <sup>85</sup>

<sup>85</sup> Fuente: Taxímetro

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: cementero San Miguel de Ibarra Llegada: Pílanquí, calle Juan de la Roca Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (2 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
1,8 Km	00:04:09	Nocturna	\$ 1,19

Tabla 4.15 Prueba 2 de valores del taxímetro <sup>86</sup>

En esta prueba se eligió la tarifa nocturna que rige a partir de las 22:00 hasta las 5:00. De igual forma se usó el odómetro del vehículo y la simulación de Google Earth los cuales marcaron 2Km, para certificar el valor que el taxímetro calculó.

En esta prueba se verifica el correcto funcionamiento del método de cambio de tarifa presionando el botón virtual con el texto "ON" en la pantalla GLCD touch del taxímetro, inmediatamente se muestra un texto sobre el botón presionado con un mensaje indicativo de la tarifa usada para dicho recorrido.

Se procede también en esta prueba a regresar a la tarifa diurna para continuar con el resto de pruebas.

---

<sup>86</sup> Fuente: Taxímetro

### 4.3.2.3. Prueba 3

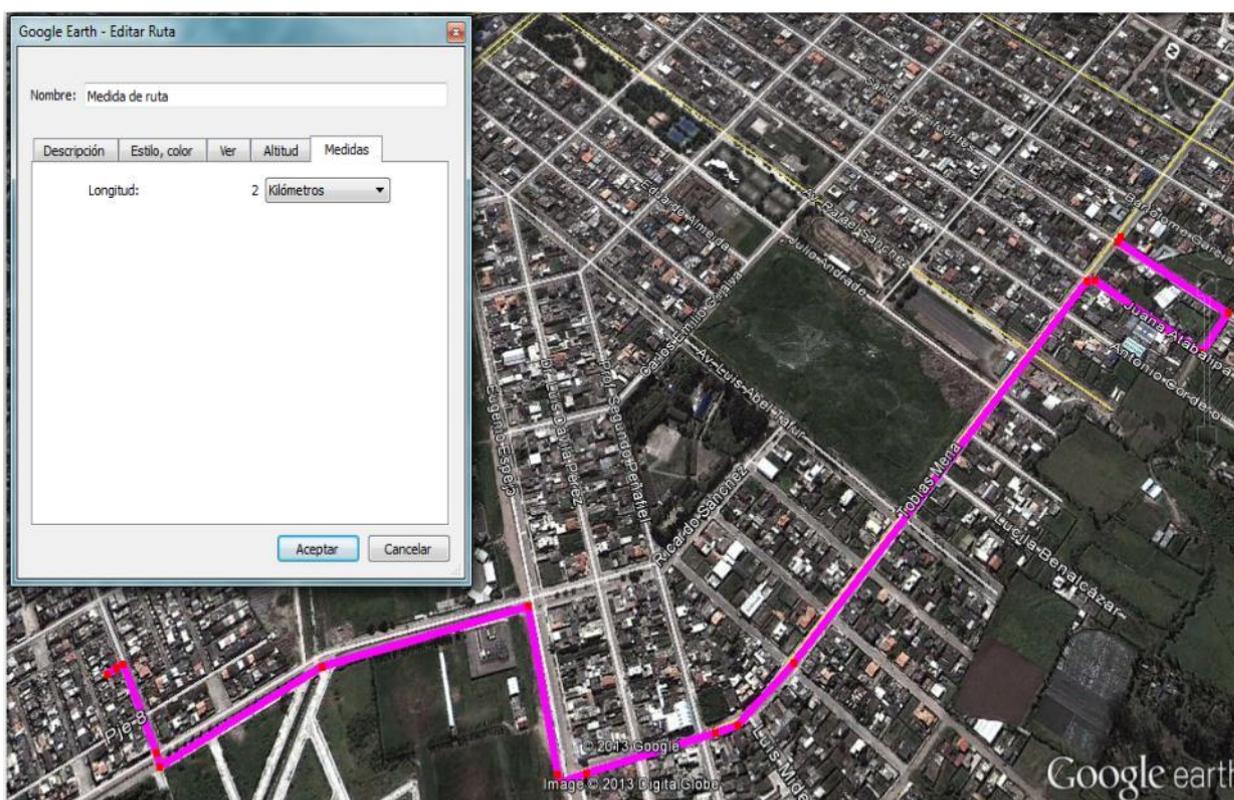


Figura 4.3 Ruta 3<sup>87</sup>

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio : Pílanquí, Calle de la Roca			
Llegada: Tobías Mena y Sánchez y Cifuentes			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (2 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
1.8 Km	00:02:59	Diurna	0.99

Tabla 4.16 Prueba 3 de valores del taxímetro<sup>88</sup>

<sup>87</sup> Fuente: Google Earth

<sup>88</sup> Fuente: Taxímetro

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 2Km.

**4.3.2.4. Prueba 4**

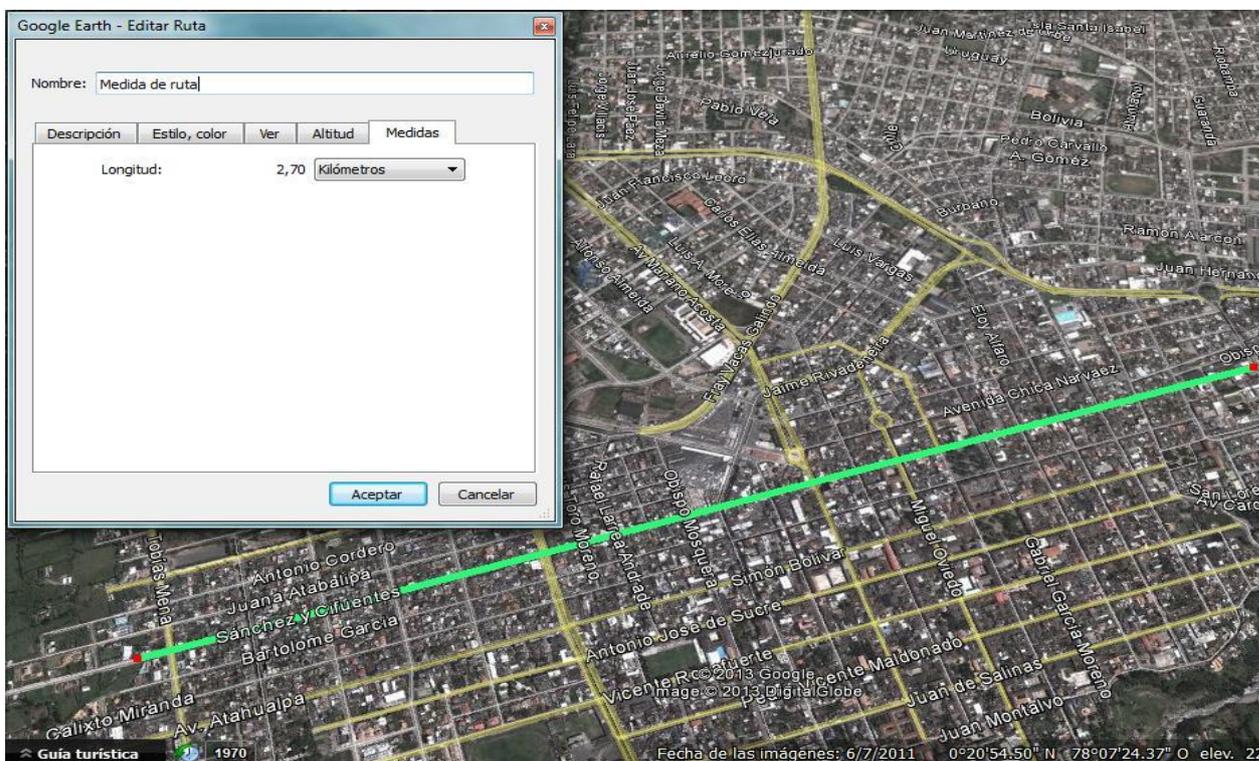


Figura 4.4 Ruta 4<sup>89</sup>

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Sánchez y Cifuentes y Tobías Mena			
Llegada: Sánchez y Cifuentes y Jaime Roldós Aguilera			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth.(2.7 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
2,6 Km	00:04:44	Nocturna	\$ 1.46

Tabla 4.17 Prueba 4 de valores del taxímetro<sup>90</sup>

<sup>89</sup> Fuente: Google Earth

<sup>90</sup> Fuente: Taxímetro

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 2,6 Km.

La igualdad de las distancias del odómetro, del taxímetro y de google Earth corrobora la precisión del sistema de medición del taxímetro, convirtiéndolo en un sistema de medición útil para generar un cobro por el servicio de transporte en taxis.

#### 4.3.2.5. Prueba 5

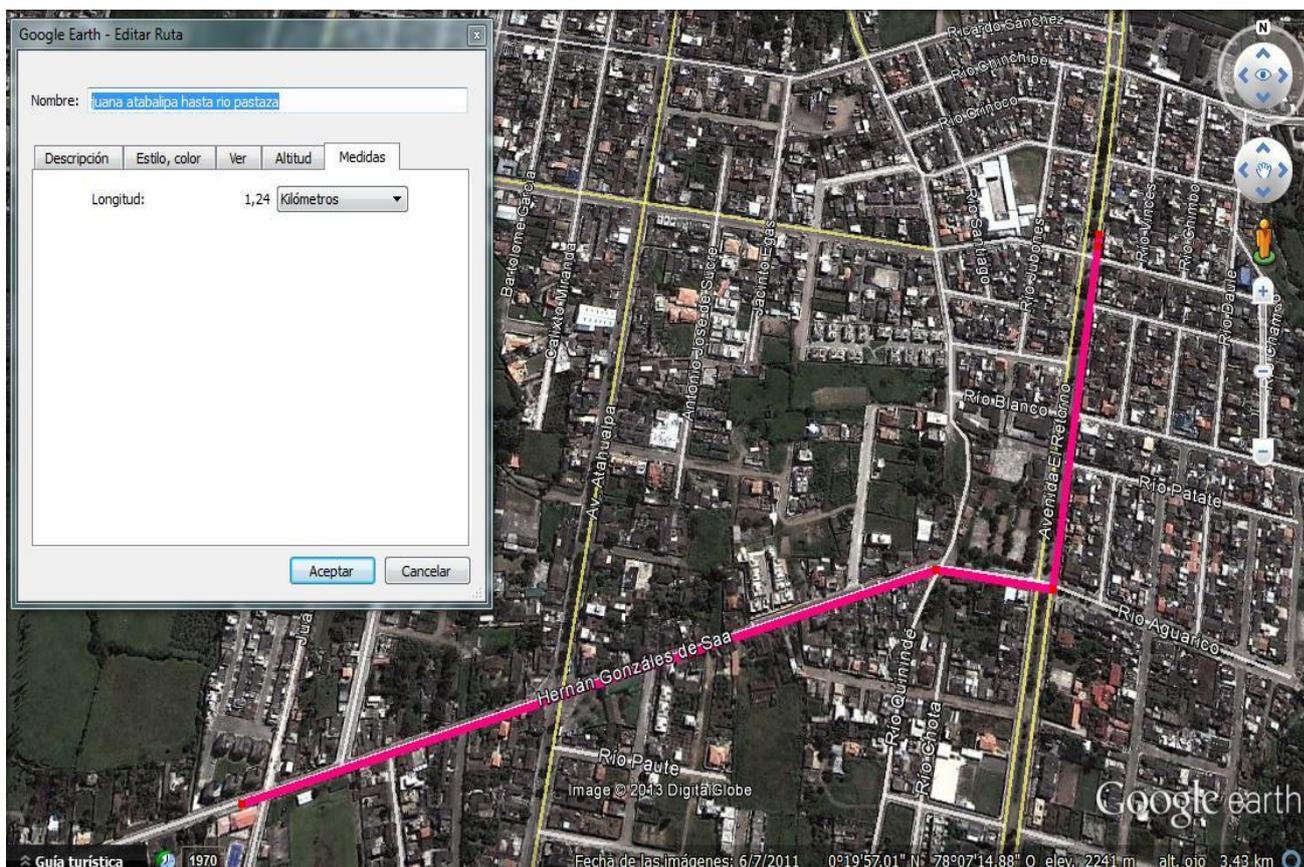


Figura 4.5 Ruta 5 <sup>91</sup>

<sup>91</sup> Fuente: Google Earth

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Hernán Gonzales de Saa y Juana Atabalipa			
Llegada: Av. El retorno y Río Pastaza			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (1.24 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
1.1 Km	00:02:43	Nocturna	\$ 0.90

Tabla 4.18 Prueba 5 de valores del taxímetro <sup>92</sup>

En esta prueba se procedería a cobrar la tarifa mínima establecida por la ley la cual es de Un Dólar con diez centavos.

#### 4.3.2.6. Prueba 6

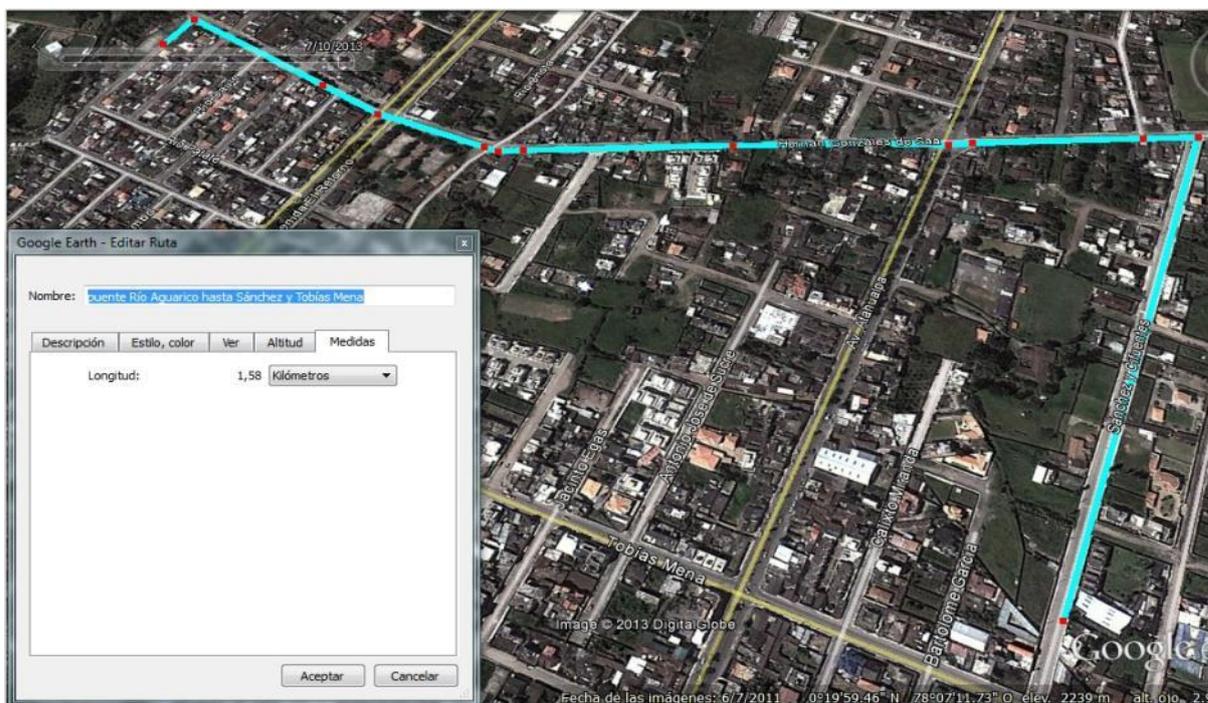


Figura 4.1 Ruta 6 <sup>93</sup>

<sup>92</sup> Fuente: Taxímetro

<sup>93</sup> Fuente: Google Earth.

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Puente Río Aguarico, Los Ceibos			
Llegada: Sánchez y Cifuentes y Tobías Mena			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (1.58 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
1.4 Km	00:02:48	Diurna	\$ 0.88

Tabla 4.19 Prueba 6 de valores del taxímetro <sup>94</sup>

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 1,5 Km.

**4.3.2.7. Prueba 7**

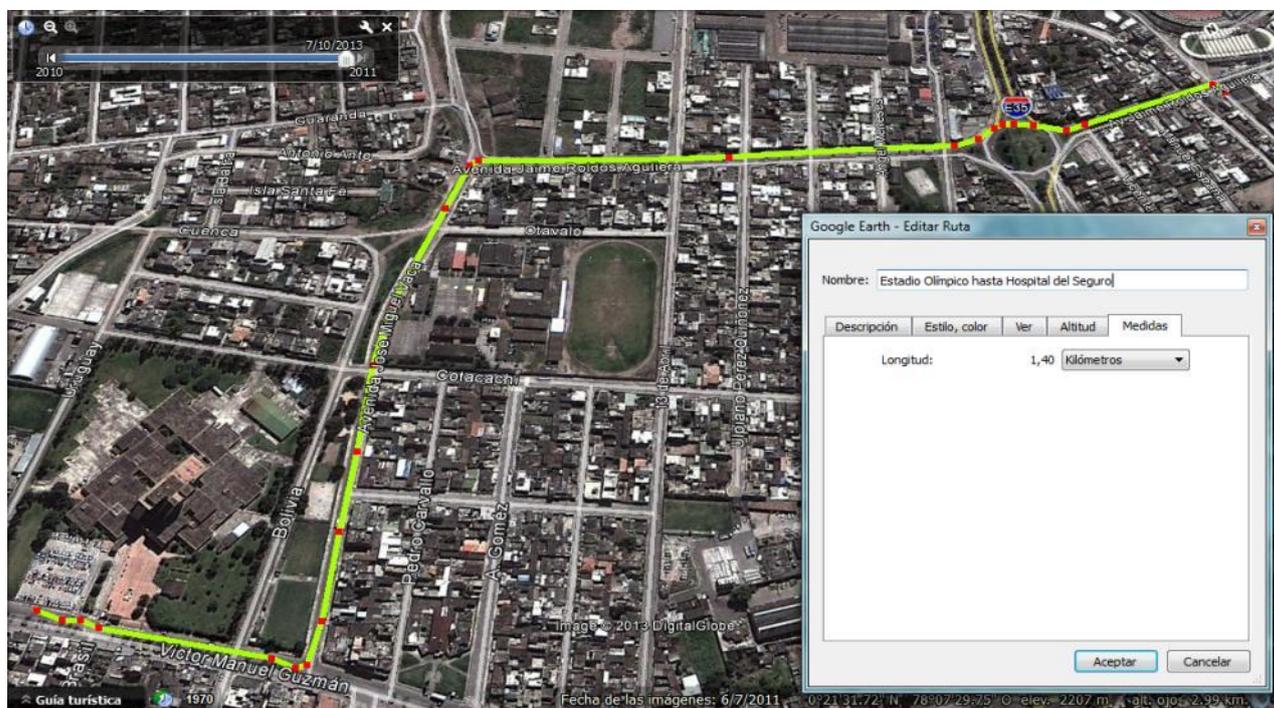


Figura 4.7 Ruta 7 <sup>95</sup>

<sup>94</sup> Fuente: Taxímetro

<sup>95</sup> Fuente: Google Earth

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Jaime Roldós, Estadio Olímpico			
Llegada: Víctor Manuel Guzmán y Brasil, Hospital del IESS			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (1.40 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
1.4 Km	00:00:59	Diurna	\$ 0.77

Tabla 4.20 Prueba 7 de valores del taxímetro<sup>96</sup>

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 1,5 Km.

#### 4.3.2.8. Prueba 8

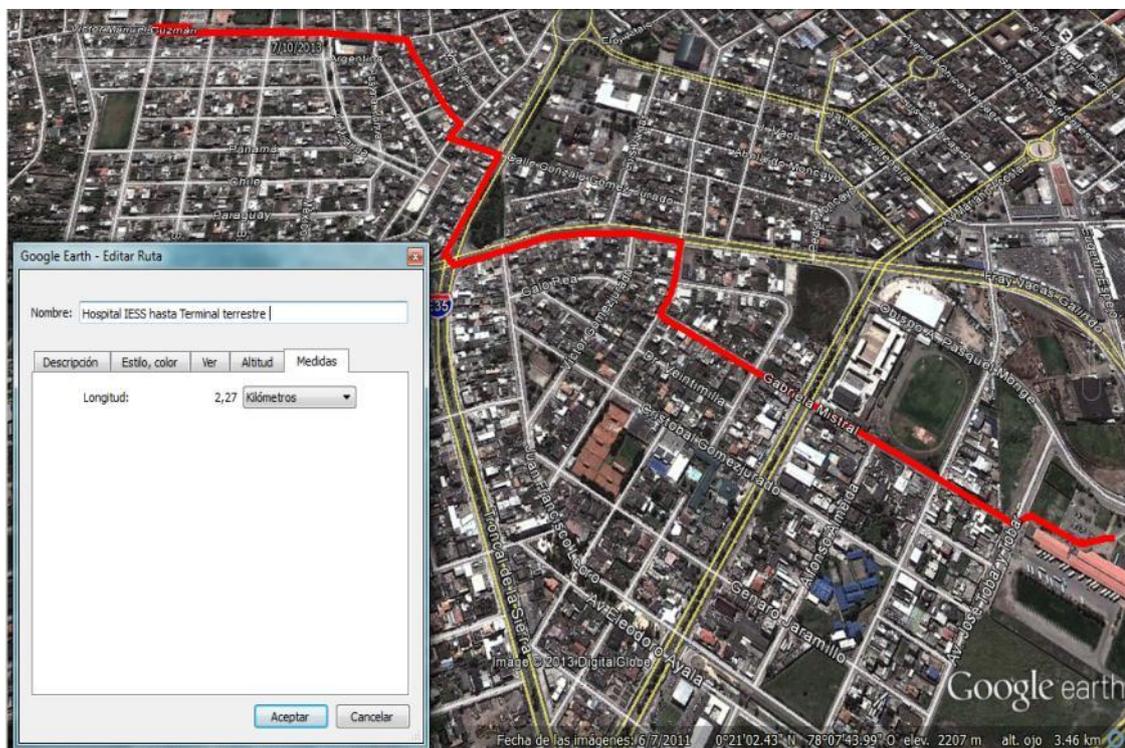


Figura 4.8 Ruta 8<sup>97</sup>

<sup>96</sup> Fuente: Taxímetro

<sup>97</sup> Fuente: Google Earth

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Víctor Manuel Guzmán y Brasil, Hospital del IESS			
Llegada: Terminal Terrestre de Ibarra			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (2.27 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
2.1 Km	00:02:25	Nocturna	\$ 1.18

Tabla 4.21 Prueba 8 de valores del taxímetro<sup>98</sup>

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 1,5 Km.

#### 4.3.2.9. Prueba 9

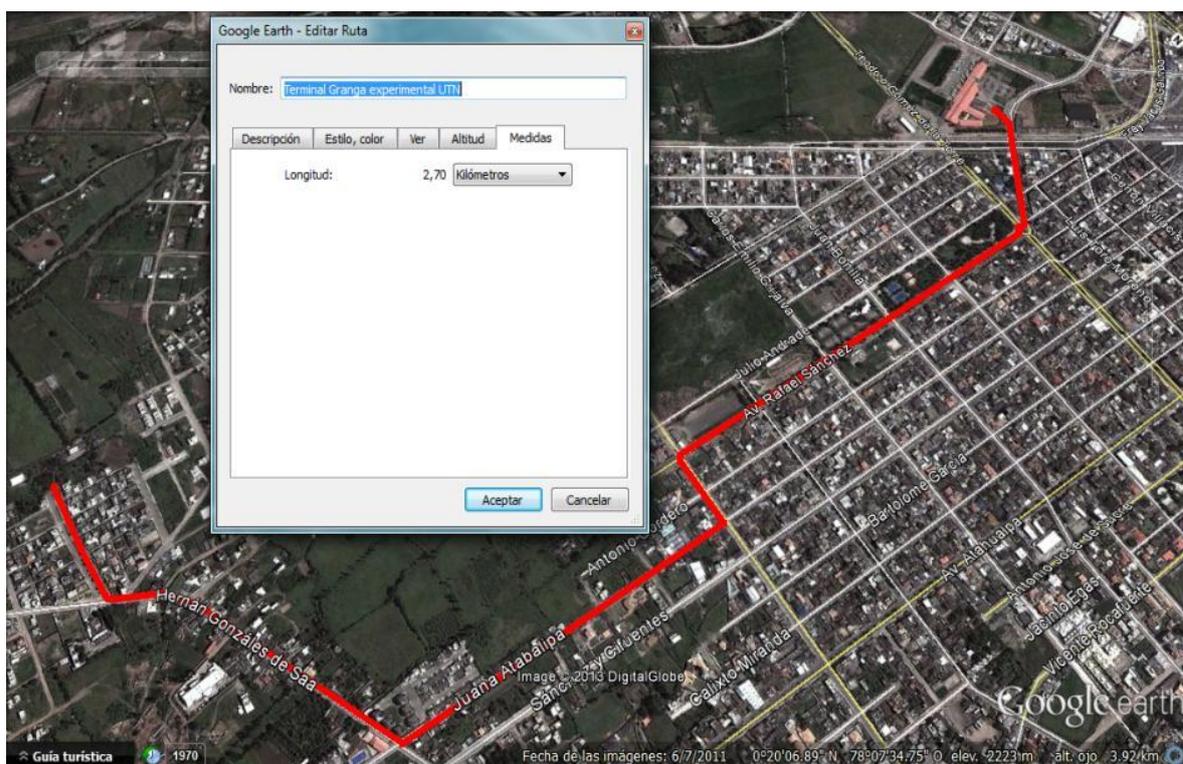


Figura 4.9 Ruta 9<sup>99</sup>

<sup>98</sup> Fuente: Taxímetro

<sup>99</sup> Fuente: Google Earth

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Terminal Terrestre de Ibarra			
Llegada: Hernán Gonzales de Saa, Granja Experimental UTN			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (2.70 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
2.6 Km	00:03:15	Diurna	\$ 1.23

Tabla 4.22 Prueba 9 de valores del taxímetro<sup>100</sup>

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 2.7 Km.

#### 4.3.2.10. Prueba 10

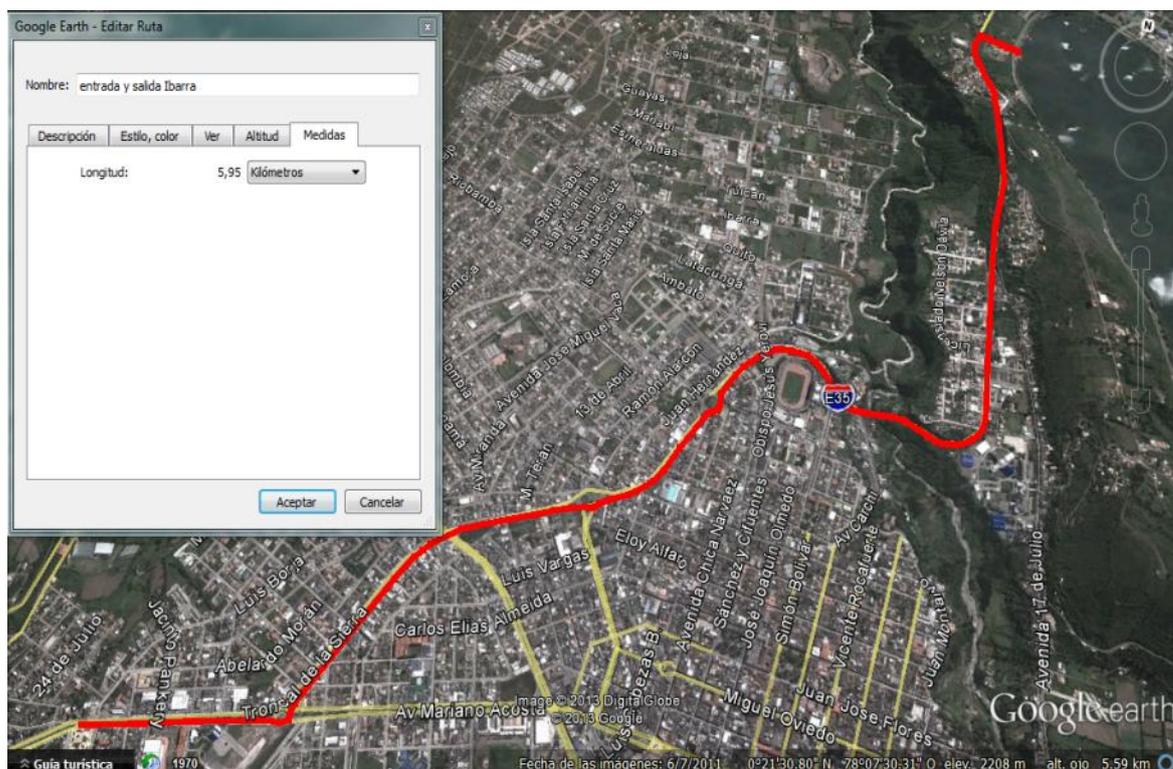


Figura 4.10 Ruta 10<sup>101</sup>

<sup>100</sup> Fuente: Taxímetro

<sup>101</sup> Fuente: Google Earth

Tabla de valores obtenidos con el TAXÍMETRO			
Inicio: Parque del Ejido de Ibarra			
Llegada: Laguna de Yahuarcocha			
Se siguió la ruta especificada en Google Earth. (5.95 Km)			
DISTANCIA	TIEMPO	TARIFA	VALOR
5.9 Km	00:06:15	Diurna	\$ 2.26

Tabla 4.23 Prueba 10 de valores del taxímetro <sup>102</sup>

En esta prueba tanto la distancia medida por el odómetro como la calculada por Google Earth fue de 5.9 Km.

En todas las pruebas se ha elegido rutas de tal forma que se cubra la ciudad de Ibarra con el servicio de taxi, teniendo la certeza de que el costo generado es el justo, y del cual se puede partir para hacer comparaciones o incluso una tabla tentativa de precios a cobrar por las diferentes rutas, la cual puede ser usada por aquellos taxis que no implementan un taxímetro para el cobro del servicio dentro del perímetro urbano de la ciudad de Ibarra.

---

<sup>102</sup> Fuente: Taxímetro

### 4.3.2.11. Resumen de rutas

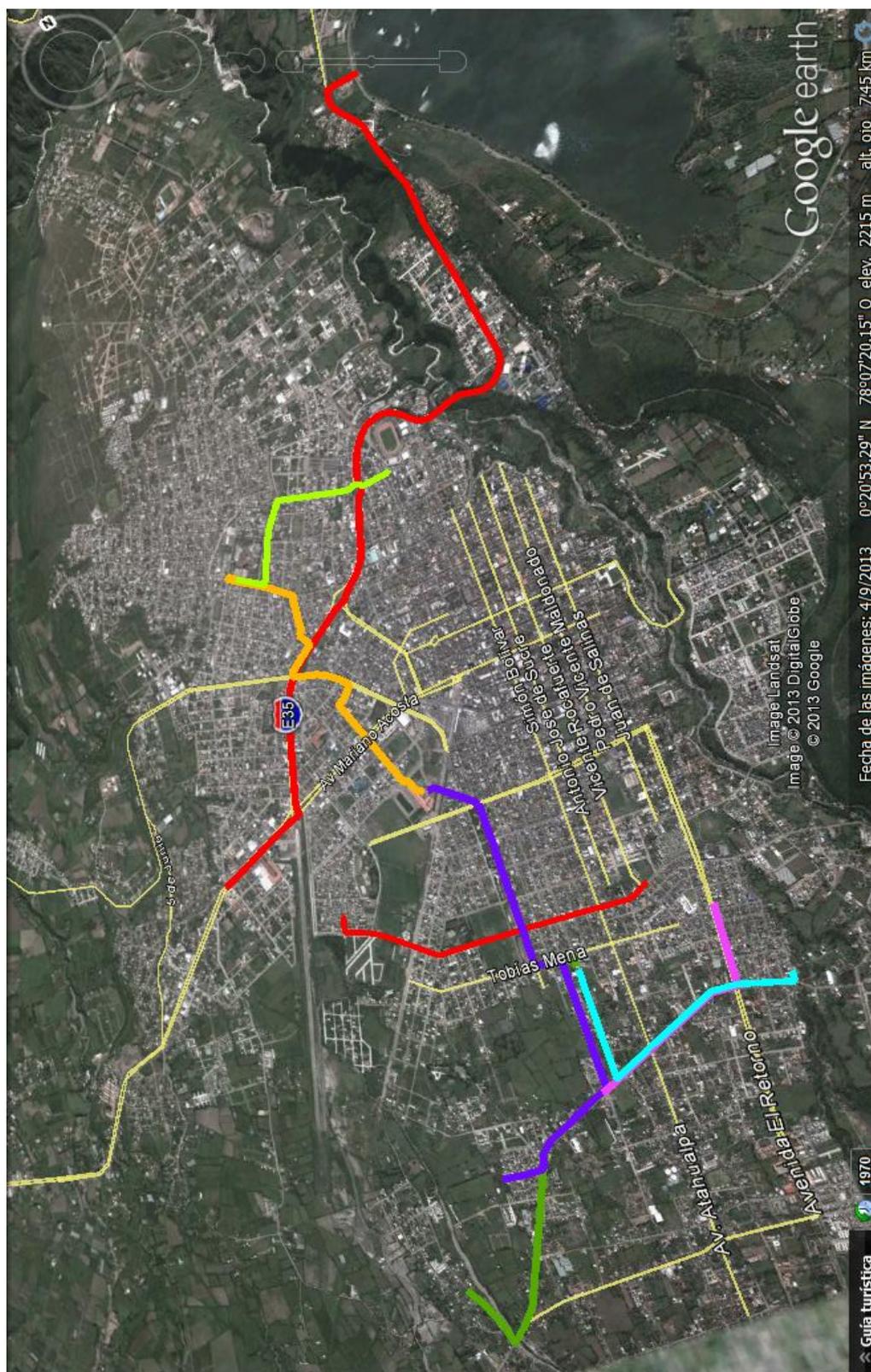


Figura 4.11 Resumen de rutas 103

<sup>103</sup> Fuente: Google Earth

## CAPÍTULO 5

### Conclusiones y Recomendaciones

#### **5.1. Conclusiones**

- Con este proyecto se fusionó al taxímetro con un método de seguridad antirrobo vehicular efectivo, el cual requiere una clave para acceder al encendido además de un sistema de alerta, rastreo y bloqueo satelital que evitan que cualquier persona pueda encenderlo o robarlo.
- Se logró una mejor comprensión del costo de la carrera, al mostrar en el taxímetro el arranque, el tiempo, la distancia y la tarifa, los cuales son parámetros para la generación de costo.
- El taxímetro es compatible con la mayoría de vehículos con odómetros tanto mecánicos como digitales, con vehículos con sistemas de inyección y de carburador, siendo un módulo muy versátil y competitivo.
- En las pruebas de campo se demostró que el taxímetro es un dispositivo muy confiable, con muy buen desempeño para vehículos de trabajo como es el caso del taxi ya que es muy preciso, con un porcentaje de confiabilidad del 99% al momento de calcular los precios ya que las pruebas comparativas con el odómetro del vehículo y con el software de google Earth así lo demuestran.
- El uso de herramientas informáticas de programación y simulación efectivizó el diseño del taxímetro, permitiendo perfeccionarlo antes de su montaje final.

- El sistema de rastreo satelital acoplado en el taxi, fue de gran ayuda al momento de encontrar al vehículo en el caso de no conocer su ubicación, y demostró tener mucha aproximación a la posición real, con un margen máximo de error de 50 metros, permitiendo encontrarlo fácilmente.
- Las alarmas que el módulo GPS Tracker envía resultaron de mucha utilidad ya que se puede conocer el estado del vehículo, y se puede conocer si algún evento irregular está sucediendo, para actuar de inmediato.
- Los dos métodos de bloqueo del vehículo, el bloqueo del arranque por medio del taxímetro, y el bloqueo de paso de combustible son efectivos para actuar en prevención o retención del vehículo en caso de intento de robo del automotor brindando el 100 por ciento de confianza de que el vehículo no podrá ser encendido sin autorización.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda complementar este proyecto con un sistema de facturación mediante impresora u otro sistema de facturación físico o virtual.
- Se recomienda verificar el tipo de sensor de velocidad que el vehículo a instalarse posee, el taxímetro es compatible con la mayoría de vehículos, pero el transductor que sirve de interfaz podría variar.
- Se sugiere realizar las conexiones tanto del Taxímetro y del GPS Tracker de la forma indicada en el manual de instalación ya que de no hacerlo puede provocar daños en los módulos o en el vehículo.
- Se recomienda instalar el módulo GPS Tracker en un lugar lo más oculto posible ya que ello asegurará que no sea fácil saber que el vehículo posee esta tecnología, por lo tanto será menos vulnerable, sin embargo al menos la antena GPS deberá tener línea de vista al cielo pero deberá de igual forma estar en un lugar poco visible.
- Se propone el presente trabajo escrito, como material bibliográfico para la realización de sistemas microprocesados relacionados con sistemas de gestión automotriz.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAMBLEA\_CONSTITUYENTE. (2011). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*.

Bettstetter, C. (2009). *uv producciones*. Recuperado el 8 de 11 de 2012, de uv producciones: [www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc](http://www.uv.es/~montanan/redes/trabajos/GPRS.doc)

CANELLO, P. (11 de 2006). *Mecánica Faulhaber*. Recuperado el 16 de 10 de 2013, de Modificación del sistema eléctrico en el motor de un kombi: <http://www.vwkombi.com.ar/mecanica/encendido/index.htm>

Collaguazo, G. (2008). *El Microcontrolador*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre . (2003). Resolución N° 001.

Ernesto. (25 de 05 de 2007). *Equipo eléctrico del automóvil*. Recuperado el 31 de 10 de 2012, de Equipo eléctrico del automóvil: <http://www.microcaos.net/ocio/motor/equipo-electrico-del-automovil/>

Filipus. (30 de 11 de 2010). *Autovaz Club*. Recuperado el 12 de 10 de 2012, de <http://www.autovazclub.com/t819-sistema-electrico-motor-de-arranque>

GSMspain. (s.f.). *GSMspain*. Recuperado el 07 de 10 de 2012, de GSMspain: <http://www.gsmspain.com/glosario/?palabra=GPRS>

Jurrien, R. (02 de 10 de 2007). *touch sensor for mobile damand*. Recuperado el 06 de 01 de 2013, de <http://www.letsgomobile.org/en/2235/touch-sensor/>

Letham, L. (2001). *GPS made easy*. Barcelona: paidotribo.

Microchip. (2004). Datasheet pic 18F4550.

Pahuaco, C. (27 de 07 de 2011). *los sensores electricos*. Recuperado el 07 de 01 de 2013, de los sensores electricos: <http://lossensoreselectricos.blogspot.com/2011/07/los-sensores.html>

Prado, B. (28 de 06 de 2009). *cobrando o carona*. Recuperado el 2012 de 11 de 15, de <http://bloglog.globo.com/blog/blog.do?act=loadSite&id=221&postId=17494&permalink=true>

*sabelotodo.com*. (s.f.). Recuperado el 03 de 07 de 2010, de sabelotodo: <http://www.sabelotodo.org/automovil/arranque.html>

Toscano, F. C. (7 de 12 de 2011). *El telegrafo*. Recuperado el 15 de 12 de 2012, de [http://www.telegrafo.com.ec/?option=com\\_zoo&task=item&item\\_id=22994&Itemid=14](http://www.telegrafo.com.ec/?option=com_zoo&task=item&item_id=22994&Itemid=14)

Villalobos, R. (04 de 2011). *Relés de uso automotriz*. Recuperado el 11 de 12 de 2012

# ANEXOS

- **ANEXO 1**

**Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial****Sección III  
CONTRAVENCIONES LEVES DE TERCERA CLASE**

Art. 141.- (Sustituido por el Art. 66 de la Ley s/n, R.O. 415-S, 29-III-2011).-  
Incurrir en contravención leve de tercera clase y serán sancionados con multa equivalente al quince por ciento de la remuneración básica unificada del trabajador en general, y reducción de 4,5 puntos en su licencia de conducir:

- a) Los conductores nacionales o extranjeros que, al descender por una pendiente, apaguen el motor de sus vehículos;
- b) El conductor que realice cualquier acción para evadir el pago de los peajes o peajes automáticos en los sitios legalmente establecidos;
- c) El conductor que conduzca un vehículo en sentido contrario a la vía normal de circulación, siempre que la respectiva señalización esté clara y visible;
- d) El conductor que transporte carga sin colocar en los extremos sobresalientes de la misma, banderines rojos en el día o luces en la noche, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la presente Ley, o sin observar los requisitos exigidos en los respectivos reglamentos;
- e) El conductor de un vehículo a diesel cuyo tubo de escape no esté instalado de conformidad con el reglamento;
- f) El propietario o conductor de un vehículo automotor que, en caso de emergencia o calamidad pública, luego de ser requeridos, se niegue a prestar la ayuda solicitada;
- g) Los conductores de vehículos a motor que, ante las señales de alarma o toque de sirena de un vehículo de emergencia, no dejen la vía libre;
- h) El conductor que detenga o estacione un vehículo automotor en lugares no permitidos, para dejar o recoger pasajeros o carga, o por cualquier otro motivo;
- i) El conductor que estacione un vehículo automotor en cualquier tipo de vías, sin tomar las precauciones reglamentariamente establecidas para evitar un accidente de tránsito o lo deje abandonado en la vía pública;

- j) El conductor de un taxi, que no utilice el taxímetro las 24 horas, altere su funcionamiento o no lo ubique en un lugar visible al usuario;
- k) Los conductores de un vehículo automotor que tenga, según el Reglamento, la obligación de tener cinturones de seguridad y no exija el uso a sus usuarios o acompañantes;
- l) El conductor que haga cambio brusco o indebido de carril;
- m) El conductor de un vehículo de transporte público masivo de pasajeros que cargue combustible cuando se encuentren prestando el servicio de transporte;
- n) Los conductores que lleven en sus brazos o en sitios no adecuados a personas, animales u objetos; o El conductor que conduzca un vehículo sin luces, en mal estado de funcionamiento, no realice el cambio de las mismas en las horas y circunstancias que establece el Reglamento o no utilice las luces direccionales luminosas antes de efectuar un viraje o estacionamiento;
- p) El conductor que adelante a un vehículo de transporte escolar mientras éste se encuentre estacionado, en lugares autorizados para tal efecto, y sus pasajeros estén embarcando o desembarcando;
- q) El conductor de vehículos de propiedad del sector público ecuatoriano que condujere el vehículo oficial fuera de las horas de oficina, sin portar el respectivo salvoconducto;
- r) Los conductores de vehículos de transporte público masivo que se negaren a transportar a los ciclistas con sus bicicletas, siempre que el vehículo se encuentre adecuado para transportar bicicletas;
- s) Los conductores nacionales o extranjeros que no respeten el derecho preferente de los ciclistas en los desvíos y avenidas y carreteras, cruce de caminos, intersecciones no señalizadas y ciclo vías;
- t) El conductor nacional o extranjero que invada con su vehículo, circulando o estacionándose, las vías asignadas para uso exclusivo de los ciclistas;
- u) Los conductores nacionales o extranjeros, de motocicletas, motonetas, bici motos, tricar y cuadrones que transporte un número de personas superior a la capacidad permitida, de conformidad con lo establecido el reglamento;
- v) Los conductores nacionales o extranjeros de motocicletas o similares que transporten a un número de personas superior a la capacidad permitida del vehículo;
- w) Quien altere la circulación y la seguridad peatonal, por colocar obstáculos en la vía pública sin la respectiva autorización o sin fijar los avisos correspondientes;

- x) El conductor nacional o extranjero que dejare en el interior del vehículo a niñas o niños solos, sin supervisión de un adulto;
- y) El que condujere un vehículo diferente al autorizado en el tipo de licencia que le corresponda; y,
- z) El conductor nacional o extranjero, controlador o ayudante de transporte público o comercial que maltrate de obra a los usuarios.

En los casos señalados en las contravenciones b), q), r), w), y); y, z) a los conductores

de automóviles, motocicletas, ciclistas y peatones en general, se los sancionará única y exclusivamente con la multa pecuniaria establecida en el presente artículo

- **ANEXO 2**

**Resolución tarifaria Consejo Nacional de Tránsito****CONSEJO NACIONAL DE  
TRANSITO Y TRANSPORTE  
TERRESTRES**

RESOLUCIÓN N ° 001- DIR-2003-CNTTT

EL CONSEJO NACIONAL DE TRANSITO Y TRANSPORTE  
TERRESTRES

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres es una entidad de Derecho Público, adscrita al Ministerio de Gobierno y Policía, con jurisdicción nacional y es autoridad máxima de tránsito y transporte terrestre en el país:

Que es necesario actualizar las tarifas de la transportación colectiva terrestre, tomando en cuenta la elevación de los costos de operación que inciden directamente, en la determinación de las mismas, conforme se desprende de los estudios realizados por el Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres;

Que conforme lo que dispone el literal l) del Artículo 23 de la Ley de Tránsito, es facultad del Consejo Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres fijar las tarifas; en tal virtud el Directorio del Consejo Nacional de Tránsito recoge y acepta los estudios técnicos en base a los cuales se fijan las diferentes tarifas del transporte público.

En uso de sus atribuciones legales,

RESUELVE:

Art. 1.- Fijar las tarifas del transporte público en sus diferentes modalidades, de acuerdo con el siguiente detalle:

1. PARA LA TRANSPORTACIÓN URBANA



## CONSEJO NACIONAL DE TRANSITO Y TRANSPORTE TERRESTRES

- Taxis:
 

Arrancada:	US\$ 0,35 diurno
	US\$ 0,40 nocturno
KM recorrido:	US\$ 0,26 diurno
	US\$ 0,30 nocturno
Minuto de espera:	US\$ 0,06 diurno
	US\$ 0,06 nocturno
Carrera mínima:	US\$ 1,00 diurno
	US\$ 1,10 nocturno

(el horario nocturno comprende desde las 22H00 hasta las 05h00).

El Consejo Nacional de Tránsito, en virtud de lo que dispone el literal g) del Artículo 27 de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestres, en concordancia con el literal b) del Artículo 113 del Reglamento de Aplicación a la ley de Tránsito y Transporte Terrestres, determina, el uso de los taxímetros de última tecnología en los vehículos de transporte público de pasajeros para el servicio de taxis, inicialmente en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca. El control lo efectuará la Dirección Nacional de Tránsito, Subjefaturas de Tránsito y la Jefatura de Tránsito de la Comisión de Tránsito del Guayas.

### 2. PARA LA TRANSPORTACIÓN INTRAPROVINCIAL E INTERPROVINCIAL.

Las tarifas se incrementarán en un porcentaje equivalente al veinticinco por ciento (25%) del valor de las tarifas en vigencia y aprobadas por el Consejo Nacional de Tránsito.

Las tarifas que corresponden al transporte interparroquial se incrementarán en un 20% en relación con aquellas vigentes en la actualidad. Los Cuadros Tarifarios de esta modalidad de transporte una vez definidos, serán puestos en conocimiento del Consejo Nacional de Tránsito para su aprobación definitiva.

El servicio selectivo o súper especial de transporte interprovincial de pasajeros y el especial intraprovincial, por encontrarse desregularizados, se ajustarán en base a la oferta y la demanda.

- **ANEXO 3**

Datasheet PIC 18F4550



**PIC18F2455/2550/4455/4550**  
**Data Sheet**

28/40/44-Pin High-Performance,  
Enhanced Flash USB Microcontrollers  
with nanoWatt Technology



# MICROCHIP PIC18F2455/2550/4455/4550

## 28/40/44-Pin High-Performance, Enhanced Flash USB Microcontrollers with nanoWatt Technology

### Universal Serial Bus Features:

- USB V2.0 Compliant
- Low Speed (1.5 Mb/s) and Full Speed (12 Mb/s)
- Supports Control, Interrupt, Isochronous and Bulk Transfers
- Supports up to 32 endpoints (16 bidirectional)
- 1-Kbyte dual access RAM for USB
- On-chip USB transceiver with on-chip voltage regulator
- Interface for off-chip USB transceiver
- Streaming Parallel Port (SPP) for USB streaming transfers (40/44-pin devices only)

### Power-Managed Modes:

- Run: CPU on, peripherals on
- Idle: CPU off, peripherals on
- Sleep: CPU off, peripherals off
- Idle mode currents down to 5.8  $\mu$ A typical
- Sleep mode currents down to 0.1  $\mu$ A typical
- Timer1 oscillator: 1.1  $\mu$ A typical, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1  $\mu$ A typical
- Two-Speed Oscillator Start-up

### Flexible Oscillator Structure:

- Four Crystal modes including High Precision PLL for USB
  - 8 user-selectable frequencies, from 31 kHz to 8 MHz
  - User-tunable to compensate for frequency drift
- Secondary oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Dual oscillator options allow microcontroller and USB module to run at different clock speeds
- Fail-Safe Clock Monitor
  - Allows for safe shutdown if any clock stops

### Peripheral Highlights:

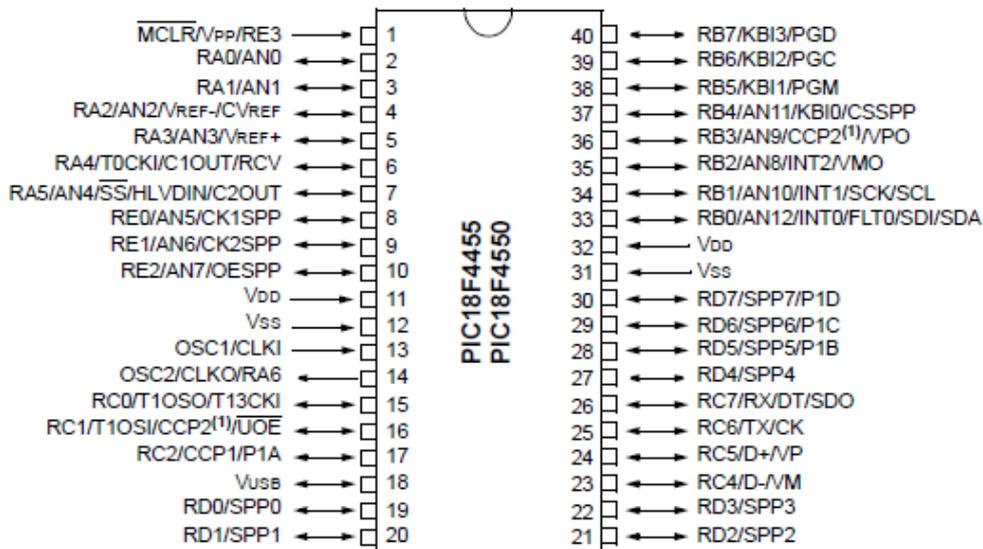
- High-current sink/source 25 mA/25 mA
- Three external interrupts
- Four Timer modules (Timer0 to Timer3)
- Up to 2 Capture/Compare/PWM (CCP) modules:
  - Capture is 16-bit, max. resolution 6.25 ns ( $T_{CY}/16$ )
  - Compare is 16-bit, max. resolution 100 ns ( $T_{CY}$ )
  - PWM output: PWM resolution is 1 to 10-bit
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
  - Multiple output modes
  - Selectable polarity
  - Programmable dead time
  - Auto-Shutdown and Auto-Restart
- Enhanced USART module:
  - LIN bus support
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module supporting 3-wire SPI™ (all 4 modes) and I<sup>2</sup>C™ Master and Slave modes
- 10-bit, up to 13-channels Analog-to-Digital Converter module (A/D) with programmable acquisition time
- Dual analog comparators with input multiplexing

### Special Microcontroller Features:

- C compiler optimized architecture with optional extended instruction set
- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash memory typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 years
- Self-programmable under software control
- Priority levels for interrupts
- 8 x 8 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
  - Programmable period from 41 ms to 131s
- Programmable Code Protection
- Single-Supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins
- Optional dedicated ICD/ICSP port (44-pin devices only)
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)

Device	Program Memory		Data Memory		I/O	10-bit A/D (ch)	CCP/ECCP (PWM)	SPP	MSSP		EAUSART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (bytes)	# Single-Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					SPI™	Master I <sup>2</sup> C™			
PIC18F2455	24K	12288	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F2550	32K	16384	2048	256	24	10	2/0	No	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4455	24K	12288	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3
PIC18F4550	32K	16384	2048	256	35	13	1/1	Yes	Y	Y	1	2	1/3

## 40-Pin PDIP



**Note 1:** RB3 is the alternate pin for CCP2 multiplexing.

### TO OUR VALUED CUSTOMERS

It is our intention to provide our valued customers with the best documentation possible to ensure successful use of your Microchip products. To this end, we will continue to improve our publications to better suit your needs. Our publications will be refined and enhanced as new volumes and updates are introduced.

If you have any questions or comments regarding this publication, please contact the Marketing Communications Department via E-mail at [docerrors@microchip.com](mailto:docerrors@microchip.com) or fax the Reader Response Form in the back of this data sheet to (480) 792-4150. We welcome your feedback.

#### Most Current Data Sheet

To obtain the most up-to-date version of this data sheet, please register at our Worldwide Web site at:

<http://www.microchip.com>

You can determine the version of a data sheet by examining its literature number found on the bottom outside corner of any page. The last character of the literature number is the version number, (e.g., DS30000A is version A of document DS30000).

#### Errata

An errata sheet, describing minor operational differences from the data sheet and recommended workarounds, may exist for current devices. As device/documentation issues become known to us, we will publish an errata sheet. The errata will specify the revision of silicon and revision of document to which it applies.

To determine if an errata sheet exists for a particular device, please check with one of the following:

- Microchip's Worldwide Web site; <http://www.microchip.com>
- Your local Microchip sales office (see last page)

When contacting a sales office, please specify which device, revision of silicon and data sheet (include literature number) you are using.

#### Customer Notification System

Register on our web site at [www.microchip.com](http://www.microchip.com) to receive the most current information on all of our products.

# PIC18F2455/2550/4455/4550

## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information for the following devices:

- PIC18F2455
- PIC18F2550
- PIC18F4455
- PIC18F4550
- PIC18LF2455
- PIC18LF2550
- PIC18LF4455
- PIC18LF4550

This family of devices offers the advantages of all PIC18 microcontrollers – namely, high computational performance at an economical price – with the addition of high endurance, Enhanced Flash program memory. In addition to these features, the PIC18F2455/2550/4455/4550 family introduces design enhancements that make these microcontrollers a logical choice for many high-performance, power sensitive applications.

### 1.1 New Core Features

#### 1.1.1 nanoWatt TECHNOLOGY

All of the devices in the PIC18F2455/2550/4455/4550 family incorporate a range of features that can significantly reduce power consumption during operation. Key items include:

- **Alternate Run Modes:** By clocking the controller from the Timer1 source or the internal oscillator block, power consumption during code execution can be reduced by as much as 90%.
- **Multiple Idle Modes:** The controller can also run with its CPU core disabled but the peripherals still operation requirements.
- **On-the-fly Mode Switching:** The power-managed modes are invoked by user code during operation, allowing the user to incorporate power-saving ideas into their application's software design.
- **Low Consumption in Key Modules:** The power requirements for both Timer1 and the Watchdog Timer are minimized. See **Section 28.0 “Electrical Characteristics”** for values.

#### 1.1.2 UNIVERSAL SERIAL BUS (USB)

Devices in the PIC18F2455/2550/4455/4550 family incorporate a fully featured Universal Serial Bus communications module that is compliant with the USB Specification Revision 2.0. The module supports both low-speed and full speed communication for all supported data transfer types. It also incorporates its own on-chip transceiver and 3.3V regulator and supports the use of external transceivers and voltage regulators.

#### 1.1.3 MULTIPLE OSCILLATOR OPTIONS AND FEATURES

All of the devices in the PIC18F2455/2550/4455/4550 family offer twelve different oscillator options, allowing users a wide range of choices in developing application hardware. These include:

- Four Crystal modes using crystals or ceramic resonators.
- Four External Clock modes, offering the option of using two pins (oscillator input and a divide-by-4 clock output) or one pin (oscillator input, with the second pin reassigned as general I/O).
- An internal oscillator block which provides an 8 MHz clock ( $\pm 2\%$  accuracy) and an INTRC source (approximately 31 kHz, stable over temperature and  $V_{DD}$ ), as well as a range of 6 user selectable clock frequencies, between 125 kHz to 4 MHz, for a total of 8 clock frequencies. This option frees an oscillator pin for use as an additional general purpose I/O.
- A Phase Lock Loop (PLL) frequency multiplier, available to both the high-speed crystal and external oscillator modes, which allows a wide range of clock speeds from 4 MHz to 48 MHz.
- Asynchronous dual clock operation, allowing the USB module to run from a high-frequency oscillator while the rest of the microcontroller is clocked from an internal low-power oscillator.

Besides its availability as a clock source, the internal oscillator block provides a stable reference source that gives the family additional features for robust operation:

- **Monitors the main clock source against a reference signal provided by the internal oscillator.** If a clock failure occurs, the controller is switched to the internal oscillator block, allowing for continued low-speed operation or a safe application shutdown.
- **Two-Speed Start-up:** This option allows the internal oscillator to serve as the clock source from Power-on Reset, or wake-up from Sleep mode, until the primary clock source is available.

# PIC18F2455/2550/4455/4550

## 1.2 Other Special Features

- **Memory Endurance:** The Enhanced Flash cells for both program memory and data EEPROM are rated to last for many thousands of erase/write cycles – up to 100,000 for program memory and 1,000,000 for EEPROM. Data retention without refresh is conservatively estimated to be greater than 40 years.
  - **Self-Programmability:** These devices can write to their own program memory spaces under internal software control. By using a bootloader routine, located in the protected Boot Block at the top of program memory, it becomes possible to create an application that can update itself in the field.
  - **Extended Instruction Set:** The PIC18F2455/2550/4455/4550 family introduces an optional extension to the PIC18 instruction set, which adds 8 new instructions and an Indexed Literal Offset Addressing mode. This extension, enabled as a device configuration option, has been specifically designed to optimize re-entrant application code originally developed in high-level languages such as C.
  - **Enhanced CCP Module:** In PWM mode, this module provides 1, 2 or 4 modulated outputs for controlling half-bridge and full-bridge drivers. Other features include auto-shutdown for disabling PWM outputs on interrupt or other select conditions and auto-restart to reactivate outputs once the condition has cleared.
  - **Enhanced Addressable USART:** This serial communication module is capable of standard RS-232 operation and provides support for the LIN bus protocol. Other enhancements include Automatic Baud Rate Detection and a 16-bit Baud Rate Generator for improved resolution. When the microcontroller is using the internal oscillator block, the EUSART provides stable operation for applications that talk to the outside world without using an external crystal (or its accompanying power requirement).
- 10-bit A/D Converter:** This module incorporates programmable acquisition time, allowing for a channel to be selected and a conversion to be initiated, without waiting for a sampling period and thus, reducing code overhead.
- Dedicated ICD/ICSP Port:** These devices introduce the use of debugger and programming pins that are not multiplexed with other microcontroller features. Offered as an option in select packages, this feature allows users to develop I/O intensive applications while retaining the ability to program and debug in the circuit.

## 1.3 Details on Individual Family Members

Devices in the PIC18F2455/2550/4455/4550 family are available in 28-pin and 40/44-pin packages. Block diagrams for the two groups are shown in Figure 1-1 and Figure 1-2.

The devices are differentiated from each other in six ways:

1. Flash program memory (24 Kbytes for PIC18FX455 devices, 32 Kbytes for PIC18FX550).
2. A/D channels (10 for 28-pin devices, 13 for 40/44-pin devices).
3. I/O ports (3 bidirectional ports and 1 input only port on 28-pin devices, 5 bidirectional ports on 40/44-pin devices).
4. CCP and Enhanced CCP implementation (28-pin devices have 2 standard CCP modules, 40/44-pin devices have one standard CCP module and one ECCP module).
5. Streaming Parallel Port (present only on 40/44-pin devices).

All other features for devices in this family are identical. These are summarized in Table 1-1.

The pinouts for all devices are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Like all Microchip PIC18 devices, members of the PIC18F2455/2550/4455/4550 family are available as both standard and low-voltage devices. Standard devices with Enhanced Flash memory, designated with an "F" in the part number (such as PIC18F2550), accommodate an operating V<sub>DD</sub> range of 4.2V to 5.5V. Low-voltage parts, designated by "LF" (such as PIC18LF2550), function over an extended V<sub>DD</sub> range of 2.0V to 5.5V.

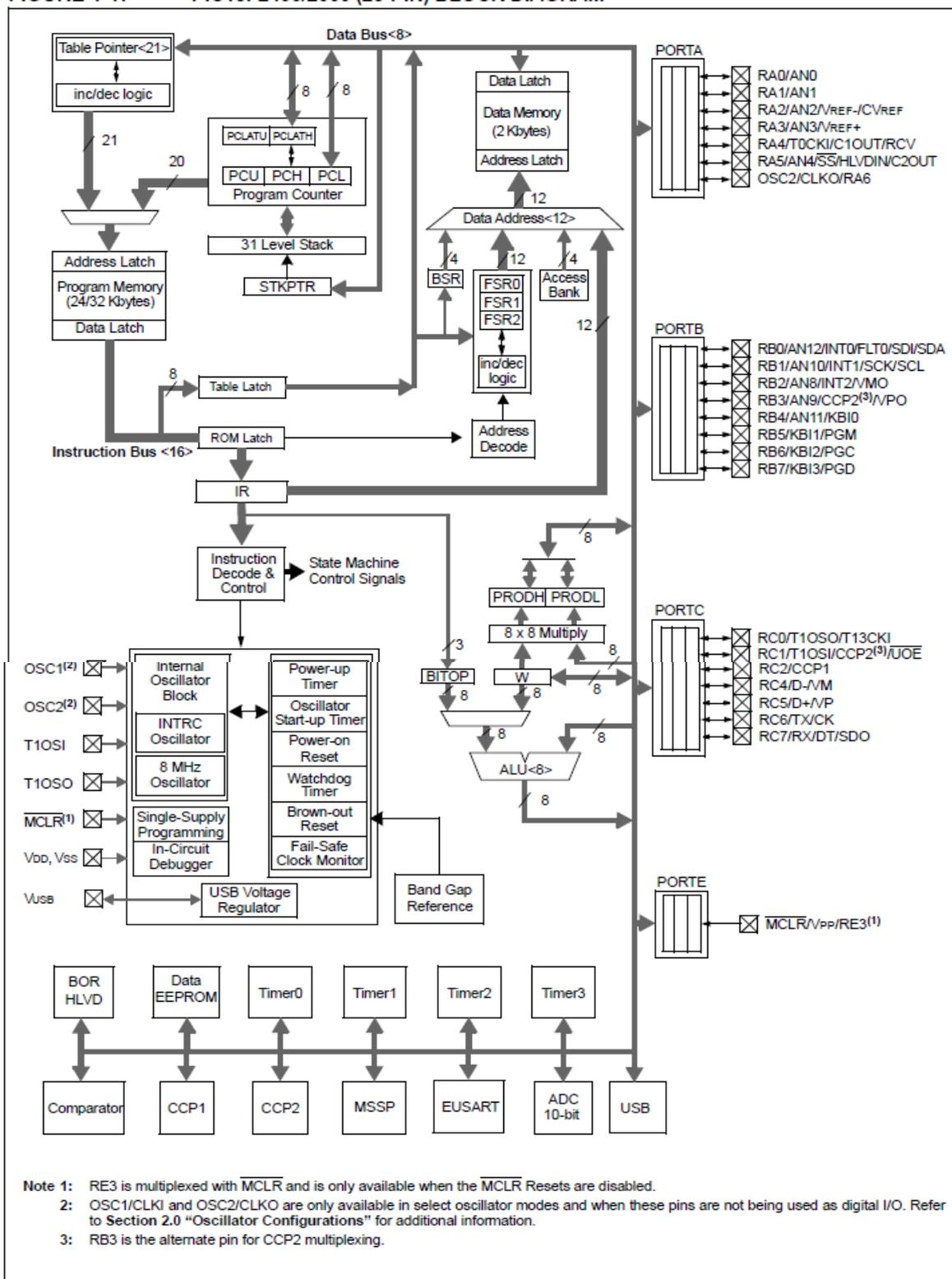
# PIC18F2455/2550/4455/4550

**TABLE 1-1: DEVICE FEATURES**

Features	PIC18F2455	PIC18F2550	PIC18F4455	PIC18F4550
Operating Frequency	DC – 48 MHz			
Program Memory (Bytes)	24576	32768	24576	32768
Program Memory (Instructions)	12288	16384	12288	16384
Data Memory (Bytes)	2048	2048	2048	2048
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	19	19	20	20
I/O Ports	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	1	1
Enhanced Capture/Compare/PWM Modules	0	0	1	1
Serial Communications	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART
Universal Serial Bus (USB) Module	1	1	1	1
Streaming Parallel Port (SPP)	No	No	Yes	Yes
10-bit Analog-to-Digital Module	10 Input Channels	10 Input Channels	13 Input Channels	13 Input Channels
Comparators	2	2	2	2
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT
Programmable Low-Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC	28-pin PDIP 28-pin SOIC	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP

# PIC18F2455/2550/4455/4550

FIGURE 1-1: PIC18F2455/2550 (28-PIN) BLOCK DIAGRAM









# PIC18F2455/2550/4455/4550

## 2.0 OSCILLATOR CONFIGURATIONS

### 2.1 Overview

Devices in the PIC18F2455/2550/4455/4550 family incorporate a different oscillator and microcontroller clock system than previous PIC18F devices. The addition of the USB module, with its unique requirements for a stable clock source, make it necessary to provide a separate clock source that is compliant with both USB low-speed and full speed specifications.

To accommodate these requirements, PIC18F2455/2550/4455/4550 devices include a new clock branch to provide a 48 MHz clock for full speed USB operation. Since it is driven from the primary clock source, an additional system of prescalers and postscalers has been added to accommodate a wide range of oscillator frequencies. An overview of the oscillator structure is shown in Figure 2-1.

Other oscillator features used in PIC18 enhanced microcontrollers, such as the internal oscillator block and clock switching, remain the same. They are discussed later in this chapter.

#### 2.1.1 OSCILLATOR CONTROL

The operation of the oscillator in PIC18F2455/2550/4455/4550 devices is controlled through two configuration registers and two control registers. Configuration registers, CONFIG1L and CONFIG1H, select the oscillator mode and USB prescaler/postscaler options. As configuration bits, these are set when the device is programmed and left in that configuration until the device is reprogrammed.

The OSCCON register (Register 2-2) selects the Active Clock mode; it is primarily used in controlling clock switching in power-managed modes. Its use is discussed in **Section 2.4.1 “Oscillator Control Register”**.

The OSCTUNE register (Register 2-1) is used to trim the INTRC frequency source, as well as select the low-frequency clock source that drives several special features. Its use is described in **Section 2.2.5.2 “OSCTUNE Register”**.

### 2.2 Oscillator Types

PIC18F2455/2550/4455/4550 devices can be operated in twelve distinct oscillator modes. In contrast with previous PIC18 enhanced microcontrollers, four of these modes involve the use of two oscillator types at once. Users can program the FOSC3:FOSC0 configuration bits to select one of these modes:

1. XT Crystal/Resonator
2. XTPLL Crystal/Resonator with PLL enabled
3. HS High-Speed Crystal/Resonator
4. HSPLL High-Speed Crystal/Resonator with PLL enabled
5. EC External Clock with Fosc/4 output
6. ECIO External Clock with I/O on RA6
7. ECPLL External Clock with PLL enabled and Fosc/4 output on RA6
8. ECPIO External Clock with PLL enabled, I/O on RA6
9. INTHS Internal Oscillator used as microcontroller clock source, HS Oscillator used as USB clock source
10. INTXT Internal Oscillator used as microcontroller clock source, XT Oscillator used as USB clock source
11. INTIO Internal Oscillator used as microcontroller clock source, EC Oscillator used as USB clock source, digital I/O on RA6
12. INTCKO Internal Oscillator used as microcontroller clock source, EC Oscillator used as USB clock source, Fosc/4 output on RA6

#### 2.2.1 OSCILLATOR MODES AND USB OPERATION

Because of the unique requirements of the USB module, a different approach to clock operation is necessary. In previous PICmicro® devices, all core and peripheral clocks were driven by a single oscillator source; the usual sources were primary, secondary or the internal oscillator. With PIC18F2455/2550/4455/4550 devices, the primary oscillator becomes part of the USB module and cannot be associated to any other clock source. Thus, the USB module must be clocked from the primary clock source; however, the microcontroller core and other peripherals can be separately clocked from the secondary or internal oscillators as before.

Because of the timing requirements imposed by USB, an internal clock of either 6 MHz or 48 MHz is required while the USB module is enabled. Fortunately, the microcontroller and other peripherals are not required to run at this clock speed when using the primary oscillator. There are numerous options to achieve the USB module clock requirement and still provide flexibility for clocking the rest of the device from the primary oscillator source. These are detailed in **Section 2.3 “Oscillator Settings for USB”**.

## • ANEXO 4

### Programa en MIKRO C

```

////////////////////////////////////
//                                     //
//      TAXÍMETRO                       //
//      Jefferson Esparza                //
////////////////////////////////////
// programa para la touch con pantalla de 128x64 con menú
unsigned short minutos=0;
unsigned short segundos=0;
unsigned short horas=0;

unsigned short minutoss=0; //para el estado del vehículo
unsigned short segundoss=0;
unsigned short horass=0;
int n_carreras;
int conta_aux=0;
int conta_aux_guardado=0;

unsigned long vueltas_totales;
unsigned short vueltas_totales0=0;
unsigned short vueltas_totales1=0;
unsigned short vueltas_totales2=0;

unsigned long vueltas_totales; //para el estado del vehículo
unsigned short vueltas_totales0=0;
unsigned short vueltas_totales1=0;
unsigned short vueltas_totales2=0;
int kilometross0;
int kilometross1;
int kilometross2;
int kilometross3;

int tablero=0;
double costo; int costo_entero=0;
int costo_centavos=0;
int costo_temp;
int kilometros=0;
int kilometros1;
int kilometros2;
int kilometros3;
int inicio=0;
int vueltas=0;
int salir;
int aux_pulsos=0;
int aux_hect=0;
int aux_p=0;

```

```

char minutos_char[15];
char segundos_char[7];
char horas_char[7];
char costo_char[7];
char n_carreras_char[7];
char pulsos_char[7]; char hectometros_char[7]; char costo_centavos_char[7]; char
costo_entero_char[7] char kilometros_char[7];
unsigned short distancia_entero=0;
unsigned short distancia_decimal=0;
int tarifa=0;
float INICIAL, KM;
int velocidad=0;
int velocidad_temp=0;
int vel1=0;
int vel2=0;
int vel3=0;
int w1;
int w2;
int w3;
int aux_vel=0;
float pi=3.1416;
float radio= .3;
float distancia, frecuencia;
float distancia2;
char distancia_char[15];
char velocidad_char[15];
char distancia_entero_char[15];
char distancia_decimal_char[15];
int auxiliar=0;
unsigned short distancia_decimal_short=0;
char coor_x,coor_y;
int x_coord, y_coord;
long juego_x, juego_y;
int cal_x_min, cal_y_min, cal_x_max, cal_y_max; // calibration constants
int pulsos_iniciales=0;
int pulsosxseg=0;
int clavei[]={1,2,1,3};// clave de fábrica
int aa=0;
int clave_master[]={3,2,1,2,3};
int clave[4]; //clave actual
int temporal[4]; //para el camio de clave es una temporal
int ii=0; //para los ciclos for
int bit_bloqueo=0;
int kk=0;//para el teclado
int h=0; //para escritura en la eeprom
//int led=0;
int master=0; //para la comparacion de master
int intentos=0; //numero de intentos
int bien=0; // bits de la clave correctos
int master_bien=0; //bits correctos de la clave master
int submenu=0;
int cancelar=0;

```

```

int pulsos=0; int hectometros=0;
int tiempo=0;
//subrutinas
const unsigned short Arial_Rounded_MT_Bold25x33[];
const code char menu1[1024];
unsigned char const vacio[1024];
const code char jeffo[1024] ;
const code char correcto[1024];
const code char error[1024];
const code char taxi_derecha_BMP[1024];
const code char taxi_izquierda_BMP[1024];
unsigned char const menu2[1024];
void grabar_eeprom ();
void teclado();
void compara_clave();
void teclado_bloqueado();
void cambia_clave();
void coordenadas();
void inserte_clave();
void cambio_clave();
void estado_vehiculo();
void compara_clave();
void teclado();
void menus();
void taximetro();
////////////////////////////////////
////////// configuracion de pines de la GLCD //////////////////////////////////
char GLCD_DataPort at PORTB;
sbit GLCD_CS1 at RD0_bit;
sbit GLCD_CS2 at RD1_bit;
sbit GLCD_RS at RD2_bit;
sbit GLCD_RW at RD3_bit;
sbit GLCD_EN at RD4_bit;
sbit GLCD_RST at RD5_bit;
sbit GLCD_CS1_Direction at TRISD0_bit;
sbit GLCD_CS2_Direction at TRISD1_bit;
sbit GLCD_RS_Direction at TRISD2_bit;
sbit GLCD_RW_Direction at TRISD3_bit;
sbit GLCD_EN_Direction at TRISD4_bit;
sbit GLCD_RST_Direction at TRISD5_bit;
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////interrupciones////////////////////////////////////
void interrupt_low(){
  if(TMR1IF_bit){
    conta_aux++;
    if(conta_aux>=100){ //espera 1000 ms para hacer los cálculos
      conta_aux=0; //encera el contador de 10ms
      pulsosxseg=TMROL-pulsos_iniciales; //pulsos_por_seg= pulsos finales - pulsos iniciales
      if(pulsosxseg==0){pulsosxseg=0;}
      if(pulsosxseg<0){pulsosxseg=-pulsosxseg; } //para cuando se dé un resultado negativo
      pulsos_iniciales=TMROL; //pulsos iniciales= pulsos finales
      velocidad=pulsosxseg*1.4;// para transformarle de 1 pulso/seg a su equivalente en KM/h
    }
  }
}

```

```

    if(velocidad>=120){velocidad=120;}
    if(velocidad<=12){
// si la veocidad es < a 12 Km/h (1pulso/s=1.4km/h) entonces 12 KM/h es 8.6 pulsos/seg
    segundoss++; //costo por SEGUNDO transcurrido si está detenido el taxi
    }
TMR1L=0B10011111;//restaura el valor inicial del TMR1 para que el conteo sea 10ms
TMR1IF_bit=0; //borra el flag de interrupcion del TMR1
}
    //para que se cuenten los minutos
    if(segundoss>=60){
    segundoss=0;
    minutoss++;
    if(minutoss>=60){
    minutoss=0;
    horass++;
    if(horass>=200){
    horass=0;
    } } }
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////obtencion de coordenadas////////////////////////////////////
void coordenadas(){
    x_coord = ADC_read(0);
    delay_ms(5);
    y_coord = ADC_read(1);
    y_coord=-y_coord-1023; //porque inicialmente está en el valor 1023, para encerar los
valores iniciales
    // IntToStr(y_coord,coor_y);
    //Glcd_Write_text(coor_y,1,2,0);
delay_ms(5); }
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////EEPROM////////////////////////////////////

void grabar_eeprom(){ // si no hay una clave en la posición 0
    if(EEPROM_Read(0)==0xFF){ // para no sobrescribir, si ya hay una clave
        for(h=0;h<4;h++){
            eeprom_write(h,clavei[h]); // escribir clave de fábrica (1,2,1,3)
        }
        if(EEPROM_read(30)==0xFF){ //para el bit de bloqueo
            eeprom_write(30,0);
            delay_ms(20); } }
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////teclado////////////////////////////////////
void teclado(){
    glcd_circle(24,46,15,1); //dibuja los margenes de los circulos para los botones
    Glcd_write_text("1",21,5,1); //visualiza
    glcd_circle(64,46,15,1);
    Glcd_write_text("2",61,5,1); //visualiza
    glcd_circle(104,46,15,1);
    Glcd_write_text("3",101,5,1); //visualiza
    kk=0;
    do{
        coordenadas();

```

```

if(x_coord>=100&&x_coord<=210 && y_coord>=280&&y_coord<=380){ //numero 3
  do{
    coordenadas();
    glcd_circle_fill(104,46,13,1);
    Glcd_write_text("3",101,5,1); //visualiza
  }while(x_coord>=20);
glcd_circle_fill(104,46,13,0);
Glcd_write_text("3",101,5,0);
kk=3;
}
if(x_coord>=300&&x_coord<=380 && y_coord>=280&&y_coord<=315){ //numero 2
  do{
    glcd_circle_fill(64,46,13,1);
    Glcd_write_text("2",61,5,1);
    coordenadas();
  }while(x_coord>=20);
glcd_circle_fill(64,46,13,0);
Glcd_write_text("2",61,5,0);
kk=2;
}
if(x_coord>=410&&x_coord<=460 && y_coord>=200&&y_coord<=260){ //numero 1
  do{
    glcd_circle_fill(24,46,13,1);
    Glcd_write_text("1",21,5,1); //visualiza
    coordenadas();
  }while(x_coord>=20);
glcd_circle_fill(24,46,13,0);
Glcd_write_text("1",21,5,0); //visualiza
kk=1;
}
}while(kk<=0);
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////bloqueo_teclado////////////////////////////////////
void teclado_bloqueado(){
Glcd_image(vacio);
kk=0;
  Glcd_write_text("¡¡SISTEMA BLOQUEADO!!",5,5,2);
  delay_ms(1000);
Glcd_image(vacio);
  delay_ms(50);
  master=0;
  bit_bloqueo=1; //activa el bit de bloqueo
  eeprom_write(30,bit_bloqueo); //graba el bit dse bloqueo en la memoria
do{
  Glcd_write_text(" Clave Master : ",2,1,1); //visualiza frase:clave master
  bien=0; //encera el numero de aciertos
  for(ii=0;ii<=4;ii++){ //ciclo finito hasta presionar 5 teclas
    teclado(); // obtener datos que se presionan en teclado
    aa=ii*10; //para separar el caracter *
    Glcd_write_text("*",20+aa,2,2); //disfrasa caracter ingresado
    if(clave_master[ii]==kk)

```

```

        bien++;          // comparacion de clave
    }
if(bien==5){    //si toda la clave es correcta
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_image(correcto);
    delay_ms(300);
    intentos=0; // restaura a cero los intentos
    master=1;   //activa el bit de ingreso de clave master correcta
    bit_bloqueo=0; // desactiva el bit de bloqueo
    eeprom_write(30,bit_bloqueo); //Graba el bit en la memoria
    //menus();
}
if(bien<=4){
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_image(error);
    delay_ms(1000);
    Glcd_image(vacio);
    bien=0; //Restaura a cero el numero de digitos acertados
}
}while(master<=0);
bit_bloqueo=0;
eeprom_write(30,bit_bloqueo);
intentos=0;
bien=0;
    for(h=0;h<4;h++){
        clave[h]=eeprom_read(h); //lee la clave actual de la EEprom
        delay_ms(100);
    }
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////inserte clave////////////////////////////////////
void inserte_clave(){
    Glcd_image(vacio);
    //Glcd_write_text("Inserte Clave",2,2,2);
    //Glcd_write_text("PRESIONE LA TOUCH",0,4,2);
    for(h=0;h<4;h++){
        clave[h]=eeprom_read(h); //lee la clave actual de la EEprom
        delay_ms(100);
    }
    delay_ms(50);
    Glcd_write_text(" Inserte Clave : ",2,1,2); //visualiza
    bien=0;
    for(ii=0;ii<=3;ii++){    //ciclo finito
        teclado(); // obtener datos que se presionan en teclado
        aa=ii*10;
        Glcd_write_text("*",20+aa,2,2); //disfrasa caracter ingresado
        if(clave[ii]==kk)
            bien++;          // comparacion de clave
    }
if(bien==4){    //si toda la clave es correcta
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_image(correcto);
}

```

```

    delay_ms(300);
    intentos=0; // restaura a cero los intentos
    submenu=1;
    auxiliar=1;
}
if(bien<4){
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_image(error);
    delay_ms(300);
    intentos++; // aumenta el numero de intentos
    bien=0; //Restaura a cero el numero de digitos acertados
}
if(intentos==3){ //si los intentos erroneos son 3
    do{
        intentos=0; //reniciar contador de intentos
        teclado_bloqueado(); //llama a teclado bloqueado
    }while(master<=0); //se queda asi mientras no se ingrese
} //la clave master de 2 digitos
bien=0; //si se desbloquea con la clave master resetea el numero de
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////Cambio clave////////////////////////////////////
void cambio_clave(){
    Glcd_image(vacio);
    do{
        Glcd_image(vacio);
        kk=0;
        delAY_MS(10);
        Glcd_Write_Text("clave actual",5,1,2);
        bien=0;
        for(ii=0;ii<=3;ii++){ //ciclo finito
            teclado(); // obtener datos que se presionan en teclado
            aa=ii*10;
            Glcd_write_text("*",20+aa,2,2); //disfrasa caracter ingresado
            if(clave[ii]==kk)// comparacion de clave con la tecla
                bien++; //aumentan los digitos acertados
        }
        if(bien!=4){ //si la clave no es correcta
            Glcd_image(vacio);
            Glcd_image(error);
            delay_ms(300);
            bien=0; //restaura los digitos acertados a cero
            intentos++;
            if(intentos==3){ //si los intentos erroneos son 3
                do{
                    intentos=0; //reniciar contador de intentos
                    teclado_bloqueado(); //llama a teclado bloqueado
                }while(master<=0);
            }
        }
    }
}
if(bien==4){ //si la clave es correcta
    Glcd_image(vacio);

```

```

    Glcd_image(correcto);
    delay_ms(300);
    bien=0;
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_Write_Text("clave nueva",0,1,2);
    for(ii=0;ii<=3;ii++){ //ingresa la nueva clave
        teclado();
        aa=ii*10;
        Glcd_write_text("*",20+aa,2,2); //disfrasa caracter ingresado
        temporal[ii]=kk; //la guarda en un archivo temporal
    }
    Glcd_image(vacio);
    Glcd_Write_Text("confirme clave:",0,1,2);
    bien=0;
    for(ii=0;ii<=3;ii++){ //ciclo finito

        teclado(); // obtener datos que se presionan en teclado
        aa=ii*10;
        Glcd_write_text("*",20+aa,2,2);
        if(kk==temporal[ii])// comparacion con la clave temporal
            bien++;
        }
    if(bien==4){ //si la comparacion de temporal es correcta
        Glcd_image(vacio);
        for(h=0;h<4;h++){ // ciclo
            eeprom_write(h,temporal[h]);//escribir en la EEPROM la clave cambiada
            bien=0;
        }
        for(h=0;h<4;h++){ //Lee de la EEPROM la clave actual
            clave[h]=eeprom_read(h); // carga la última clave usada
            delay_ms(10);
        }
        Glcd_image(vacio);
        Glcd_Write_Text("¡¡CLAVE CAMBIADA!!",1,1,2);
        delay_ms(1000);
        }
        else if(bien!=4){ //si no es correcta la confirmación de clave
            Glcd_image(vacio);
            Glcd_image(error);
            delay_ms(1000);
            bien=0; //encera el numero de aciertos } }
    }while(0); //Ciclo finito }
    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////Estado del vehículo////////////////////////////////////
    void estado_vehiculo(){
        Glcd_image(vacio);
        GLCD_WRITE_TEXT("VENTA",40,2, 1);
        GLCD_WRITE_TEXT(" POR",40,4, 1);
        GLCD_WRITE_TEXT("SEPARADO",40,6, 1);
        delay_ms(1000);
        do{
            coordenadas();

```

```

    }while(x_coord<=20);}
    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////menús////////////////////////////////////
void menus() {
    trisC=0x00;//define al puerto C como todas salidas
    if (submenu==1){
        //////////////////////////////////////
        //distancia=0;
        Glcd_image(vacio);
        submenu=0;
        cancelar=0;
        Glcd_Rectangle(2, 0, 62, 35, 1);
        Glcd_Rectangle(70, 36, 120, 60, 1);
        Glcd_write_text("ENCENDER", 10,1,1);
        Glcd_write_text("VEHICULO",10,3,1);
        Glcd_write_text("TAXIMETRO", 67,6,1);
        do{
            coordenadas();
            if(x_coord>=380&&x_coord<=550 && y_coord>=60&&y_coord<=220){
                do{
                    coordenadas();
                    // glcd_box(3, 21, 61, 39, 1);
                    Glcd_write_text("ENCENDER", 10,1,0);
                    Glcd_write_text("VEHICULO",10,3,0);
                    RC2_bit=1; //enciende el led conectado al C0
                    }while(x_coord>=20);
                    RC2_bit=0; //apaga el led del pin C0
                    //glcd_box(3, 21, 61, 39, 0);
                    Glcd_write_text("ENCENDER", 10,1,1);
                    Glcd_write_text("VEHICULO",10,3,1);      }
                    if(x_coord>=50&&x_coord<=320 && y_coord>=270&&y_coord<=400){
                        do{
                            coordenadas();
                            //glcd_box(71, 37, 119, 59, 1);
                            Glcd_write_text("TAXIMETRO", 67,6,0);
                        }while(x_coord>=20);
                        cancelar=1;      }
                    if(velocidad>=6){
                        cancelar=1;      }
                    }while(cancelar==0);
                    Glcd_image(taxi_derecha_BMP);
                    delay_ms(300);
                    Glcd_image(taxi_izquierda_BMP);
                    delay_ms(300);
                    Glcd_image(taxi_derecha_BMP);
                    delay_ms(300);
                    if(cancelar==1){
                        cancelar=0;
                        //PIE1.TMR1IE=0;
                        taximetro();
                    }
                }
            }
        }
    }
}
do{

```

```

    Glcd_image(menu1);
    coordenadas();
    }while(x_coord<=0);
    coordenadas();
if(x_coord>=230&&x_coord<=430 && y_coord>=290){ //&&y_coord<=400
estado_vehiculo();
delay_ms(150); }
if(x_coord>=450&&x_coord<=550 && y_coord>=120&&y_coord<=230){
inserte_clave();
delay_ms(150); }
if(x_coord>=100&&x_coord<=350 && y_coord>=220&&y_coord<=320){
cambio_clave();
delay_ms(150);
}}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////taxímetro////////////////////////////////////
void taximetro(){
if(tarifa==1){
RE1_bit=1; //BURBUJA ENCENDIDA
}

T1CON.TMR1ON=0;
TOCON.TMR0ON=0;
Glcd_image(vacio);
kilometros=0pulsos=0;
hectometros=0;
TMROH=0;
TMR0L=0;
segundoss=0;
minutoss=0;
horass=0;
conta_aux=0;
auxiliar=0;
tablero=0;
GLCD_WRITE_TEXT(" DISTANCIA RECORRIDA [Km]",0, 0, 0);
GLCD_WRITE_TEXT(" 0Km 0Hm ",8, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(" TIEMPO TRANSCURRIDO ",0, 2, 0);
GLCD_WRITE_TEXT(" 0 : 0 : 0 ",8, 3, 1);

GLCD_WRITE_TEXT(" COSTO DE LA CARRERA ",0, 4, 0);
GLCD_WRITE_TEXT(" ",10, 5, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("ON",60, 7, 0);
GLCD_WRITE_TEXT("INICIO",10, 7, 0);
do{
coordenadas();
if(x_coord>=370 && y_coord>=220 ){//INICIO
if(inicio==0){
RE1_bit=0; //BURBUJA APAGADA
T1CON.TMR1ON=1;
TOCON.TMR0ON=1;
TMR0L=0;

```

```

TMROH=0;
costo_entero=0; costo_centavos=0;
hectometros=0;
pulsos=0; kilometros=0;
segundoss=0;
minutoss=0;
horass=0;
vueltas=0;

GLCD_WRITE_TEXT("PAUSA ",10, 7, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("RESET",90, 7, 0);
}
if(inicio==1){          //para pausar
    T1CON.TMR1ON=0;
    TOCON.TMR0ON=0;
    GLCD_WRITE_TEXT("SEGUIR",10, 7, 1);
    delay_ms(120);
    //////////////////////////////////aparece costo grande////////////////////////////////////
    glcd_image(vacio);
    Glcd_Set_Font_Adv(&Arial_Rounded_MT_Bold25x33,1,_GLCD_horizontal); // Change font
    GLCD_WRITE_TEXT("TOTAL A PAGAR:",20, 0, 1);
    Glcd_Write_text_adv(", ", 65,20); // Write string
    Glcd_Write_text_adv("$", 10,20); // Write string
    Glcd_Write_text_adv(costo_entero_char, 32,20); // Write string
    Glcd_Write_text_adv(costo_centavos_char, 74,20); // Write string
    delay_ms(100);
    do{
        coordenadas();
    }while(x_coord<=20);
    glcd_image(vacio);
    GLCD_WRITE_TEXT("RESET",90, 7, 0);
    GLCD_WRITE_TEXT("ON",60, 7, 0);
    GLCD_WRITE_TEXT(" COSTO DE LA CARRERA ",0, 4, 0);
    GLCD_WRITE_TEXT("SEGUIR",10, 7, 1);
}
if(inicio==2){          //para seguir Y VOLVER A PAUSAR
    T1CON.TMR1ON=1;
    TOCON.TMR0ON=1;
    GLCD_WRITE_TEXT("PAUSAR",10, 7, 1);
    delay_ms(120);
    inicio=0; }
    inicio++;
    GLCD_WRITE_TEXT(" DISTANCIA RECORRIDA [Km]",0, 0, 0);
    inttostr(kilometros,kilometros_char);
    inttostr(hectometros,hectometros_char);
    GLCD_WRITE_TEXT(hectometros_char,50, 1, 1);
    GLCD_WRITE_TEXT(kilometros_char,0, 1, 1);
    GLCD_WRITE_TEXT("Km ",38, 1, 1);
    GLCD_WRITE_TEXT("Hm",90, 1, 1);
    GLCD_WRITE_TEXT(" TIEMPO TRANSCURRIDO ",0, 2, 0);
    inttostr(segundoss,segundos_char);
    inttostr(minutoss,minutos_char);

```

```

inttostr(horass,horas_char);
GLCD_WRITE_TEXT(segundos_char,80, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(minutos_char,35, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(horas_char,0, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",85, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",40, 3, 1);}
////////////////////////////////////
if(x_coord<=250 && y_coord>=350){      //RESET
if(tarifa==1){
RE1_bit=1; //BURBUJA ENCENDIDA      }
  TMR0H=0;   TMR0L=0;   kilometros=0;
  hectometros=0;  pulsos=0;  velocidad=0  velocidad_temp=0;
  T1CON.TMR1ON=0;
  TOCON.TMR0ON=0;
  inicio=0;
  conta_aux=0;
  segundoss=0;
  minutoss=0;
  horass=0;
  distancia=0;
  aux_p=0;      aux_pulsos=0;
  aux_hect=0;
  GLCD_WRITE_TEXT("      ",90, 7, 1);
  GLCD_WRITE_TEXT("INICIO",10, 7, 0);
  GLCD_WRITE_TEXT(" DISTANCIA RECORRIDA [Km]",0, 0, 0);
inttostr(kilometros,kilometros_char);
inttostr(pulsos,pulsos_char);
inttostr(hectometros,hectometros_char);
//GLCD_WRITE_TEXT(pulsos_char,90, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(hectometros_char,50, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(kilometros_char,0, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("Km  ",38, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("Hm",90, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(" TIEMPO TRANSCURRIDO ",0, 2, 0);
inttostr(segundoss,segundos_char);
inttostr(minutoss,minutos_char);
inttostr(horass,horas_char);
GLCD_WRITE_TEXT(segundos_char,80, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(minutos_char,35, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(horas_char,0, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",85, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",40, 3, 1); }
////////////////////////////////////PARA CAMBIAR MANUALMENTE A LA TARIFA NOCTURNA
if(x_coord>290 && x_coord<=370 && y_coord>=300){
TARIFA=!TARIFA;
if(tarifa==1&& INICIO==0 ){
RE1_bit=1; //BURBUJA ENCENDIDA      }
if(tarifa==0&& INICIO==0 ){
RE1_bit=0; //BURBUJA Apagada      }
GLCD_WRITE_TEXT("      ",0, 6, 1);
}
if (tarifa==0){

```

```

//INICIAL=0.3501;

costo=0.3501+(kilometros*0.26+hectometros*0.026+pulsos*0.026/255)+(segundoss*0.001+minut
toss*0.06+horass*3.6);    GLCD_WRITE_TEXT("TARIFA DIURNA",0, 6, 0);    }
    if (tarifa==1){
costo=0.40+(kilometros*0.30+hectometros*0.030+pulsos*0.030/255)+(segundoss*0.0013+minut
oss*0.08+horass*4.8);    GLCD_WRITE_TEXT("TARIFA NOCTURNA",0, 6, 0);    }
    costo_centavos=costo*100/1;
    costo_entero=costo_centavos/100;
    if(costo_centavos>=100){
    costo_centavos=costo_centavos-(100*costo_entero);
    }
if(inicio!=0 && inicio!=2){ // si no esta pausado
    coordenadas();
if(x_coord>=20 && y_coord<=200 ){
    glcd_image(vacio);
//////////////////////////////////////ap
arece el costo GRANDE
    do{
        GLCD_WRITE_TEXT("TOTAL A PAGAR:",20, 0, 1);
        if (aux_vel==0){vel1=velocidad; delay_ms(100); }
if (aux_vel==1){vel2=velocidad; delay_ms(100); }
if (aux_vel==2){vel3=velocidad; delay_ms(100);}
        aux_vel++;
if (aux_vel==3){ aux_vel=0; }
        //////////////////////////////////
w1=vel1-vel2;
if(w1<0){w1=-w1;}
w2=vel1-vel3;
if(w2<0){w2=-w2;}
w3=vel2-vel3;
if(w3<0){w3=-w3;}
if(w1>10 && w2>10){velocidad_temp=(vel2/2+vel3/2); }
if(w1>10 && w3>10){velocidad_temp=(vel1/2+vel3/2); }
if(w2>10 && w3>10){velocidad_temp=(vel1/2+vel2/2); }
if(W1<10&& w2<10 && w3<10) {(velocidad_temp=vel1/3+vel2/3+vel3/3);}

if(velocidad_temp>9) {
if(hectometros>=10){ //////////////////////////////////para calcular los kilometros
    kilometros++;
    TMROH=0;
    TMR0L=0;    }
pulsos=TMR0L; //////////////////////////////////
    hectometros=tmr0h;if(aux_p==1){
    TMROH=aux_hect;TMR0L=aux_pulsos;hectometros=tmr0h;
    pulsos=TMR0L;aux_p=!aux_p;    }}
if(velocidad_temp<9 ){if(aux_p==0){
    aux_pulsos=TMR0L;
    aux_hect=TMROH;

```

```

aux_p=!aux_p;
    }}
    if (tarifa==0){
costo=0.3501+(kilometros*0.26+hectometros*0.026+pulsos*0.026/255)+(segundos*0.001+minu
toss*0.06+horass*3.6);          }
        if (tarifa==1){
costo=0.40+(kilometros*0.30+hectometros*0.030+pulsos*0.030/255)+(segundos*0.0013+minut
oss*0.08+horass*4.8);          }
        costo_centavos=costo*100/1;
        costo_entero=costo_centavos/100;
        if(costo_centavos>=100){
            costo_centavos=costo_centavos-(100*costo_entero);        }
        inttostr(costo_entero,costo_entero_char);
        inttostr(costo_centavos,costo_centavos_char);
        Glcd_Set_Font_Adv(&Arial_Rounded_MT_Bold25x33,1,_GLCD_horizontal); // Change font
        Glcd_Write_text_adv("$", 8,20); // Write string
        Glcd_Write_text_adv(costo_centavos_char, 74,20); // Write string
        Glcd_Write_text_adv(",", 65,20); // Write string
        Glcd_Write_text_adv(costo_entero_char, 32,20); // Write string
        delay_ms(800);
        Glcd_Set_Font_Adv(&Arial_Rounded_MT_Bold25x33,0,_GLCD_horizontal); // Change font
        Glcd_Write_text_adv(costo_entero_char, 32,20); // Write string
        Glcd_Write_text_adv(",", 65,20); // Write string
        Glcd_Write_text_adv(costo_centavos_char, 74,20); // Write string
        coordenadas();
        }while(x_coord<=20);
        delay_ms(200);
        glcd_image(vacio);
        GLCD_WRITE_TEXT(" DISTANCIA RECORRIDA [Km]",0, 0, 0);
        GLCD_WRITE_TEXT(" 0Km 0Hm ",8, 1, 1);
        GLCD_WRITE_TEXT(" TIEMPO TRANSCURRIDO ",0, 2, 0);
        GLCD_WRITE_TEXT(" 0 : 0 : 0 ",8, 3, 1);

        GLCD_WRITE_TEXT(" COSTO DE LA CARRERA ",0, 4, 0);
        GLCD_WRITE_TEXT(" ",10, 5, 1);
        GLCD_WRITE_TEXT("ON",60, 7, 0);
        GLCD_WRITE_TEXT("PAUSAR",10, 7, 0);
        GLCD_WRITE_TEXT("RESET",90, 7, 0); }
        //////////////////////////////////////
        if (aux_vel==0){vel1=velocidad; delay_ms(100); }
        if (aux_vel==1){vel2=velocidad; delay_ms(100); }
        if (aux_vel==2){vel3=velocidad; delay_ms(100);}
        aux_vel++;if (aux_vel==3){ aux_vel=0; }w1=vel1-vel2;
        if(w1<0){w1=-w1;}w2=vel1-vel3;if(w2<0){w2=-w2;}
        w3=vel2-vel3;if(w3<0){w3=-w3;}if(w1>10 && w2>10){velocidad_temp=(vel2/2+vel3/2); }
        if(w1>10 && w3>10){velocidad_temp=(vel1/2+vel3/2); }
        if(w2>10 && w3>10){velocidad_temp=(vel1/2+vel2/2); }
        if(W1<10&& w2<10 && w3<10) {(velocidad_temp=vel1/3+vel2/3+vel3/3);}
        if(velocidad_temp>9) {
        if(hectometros>=10){ //////////////////////////////////////para calcular los kilometros
            kilometros++;

```

```

    TMROH=0;
    TMR0L=0;  }
pulsos=TMR0L; hectometros=tmr0h;
if(aux_p==1){
TMROH=aux_hect;
TMR0L=aux_pulsos;
hectometros=tmr0h;
pulsos=TMR0L;
aux_p=!aux_p;      }
GLCD_WRITE_TEXT(" DISTANCIA RECORRIDA [Km]",0, 0, 0);
inttostr(kilometros,kilometros_char);
inttostr(hectometros,hectometros_char);
GLCD_WRITE_TEXT("Km  ",38, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("Hm  ",90, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(hectometros_char,50, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(kilometros_char,0, 1, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("          ",0, 2, 1); //para borrar a los seg, min y hor mientras
camina
GLCD_WRITE_TEXT("          ",0, 3, 1);}
if(velocidad_temp<9){
if(aux_p==0){
aux_pulsos=TMR0L;
aux_hect=TMROH;
aux_p=!aux_p;    }
GLCD_WRITE_TEXT(" TIEMPO TRANSCURRIDO ",0, 2, 0);
inttostr(segundoss,segundos_char);
inttostr(minutoss,minutos_char);
inttostr(horass,horas_char);
GLCD_WRITE_TEXT(segundos_char,80, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(horas_char,0, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(minutos_char,35, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",40, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(":",80, 3, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("          ",0, 0, 1); // para borrar los Km y hect mientras esta
detenido
GLCD_WRITE_TEXT("          ",0, 1, 1);
////////////////////////////////////
//GLCD_WRITE_TEXT(velocidad_char,90, 6, 1);
////////////////////////////////////
GLCD_WRITE_TEXT(" COSTO DE LA CARRERA ",0, 4, 0);
inttostr(costo_centavos,costo_centavos_char);
GLCD_WRITE_TEXT(costo_centavos_char,50, 5, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("ctvs",100, 5, 1);
GLCD_WRITE_TEXT("$",8, 5, 1);
GLCD_WRITE_TEXT(",",40, 5, 1);
inttostr(costo_entero,costo_entero_char);
////////////////////////////////////le estoy
probando velocidad envez de costo
GLCD_WRITE_TEXT(costo_entero_char,12, 5, 1);
DELAY_MS(200);
}while(cancelar==0); //cancelar viene con 1 desde el submenu de encendido del carro }
////////////////////////////////////

```

```

////////////////////////////////////programa principal////////////////////////////////////
void main () {
INTCON=0B11100000;RCON.IPEN=1;PIR1.TMR1IF=0;PIE1.TMR1IE=1;
IPR1.TMR1IP=0;INTCON2.TMR1IP=0;INTCON2.TMR0IP=1;T1CON=0B11001001;TMR1H=0B000101
01;TMR1L=0B10011111;TOCON=0B10111000; TMR0L=0; TMR0H=0;conta_aux=0;
  grabar_eeeprom();//graba la clave de fábrica en la EEPROM
  for(h=0;h<4;h++){
    clave[h]=eeeprom_read(h);//lee la clave actual de la EEPROM
    delay_ms(100);      }
  bit_bloqueo=eeeprom_read(30); //LEE EL BIT DE BLOQUEO
  ADC_Init();
  Glcd_Init();
  ADCON1 = 0b00001100;
  TRISA = 0xff;          // RA0 i RA1 are analog inputs
  TRISC = 0 ;           // PORTC is output
  PORTC = 0 ;
  TRISE = 0 ;          // PORTC is output
  PORTE = 0 ;
  if(bit_bloqueo==1){
    teclado_bloqueado();
    master=0;
    for(h=0;h<4;h++){
      clave[h]=eeeprom_read(h);//lee la clave actual de la EEPROM
      delay_ms(100);
    }
  }

  do{
    menus(); //inicia el menú
    for(h=0;h<4;h++){
      clave[h]=eeeprom_read(h); // carga la última clave usada
      delay_ms(10);
    }
  }while(1); //ciclo infinito
}

```

• **ANEXO 5**



**PROFORMA DE TAXÍMETRO**

JEFFERSON ESPARZA

Teléfonos : 0993927447 / 06-2652415

Ibarra - Ecuador



CLIENTE "UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"  
 Dirección: Av. 17 de Julio  
 Fecha: 09 de octubre de 2013

Código:

Fax:

cantidad	DESCRIPCIÓN	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
	<b>HARDWARE</b>		
1	MICROPROCESADOR	14,00	14,00
1	PANTALLA GRÁFICA DE CRISTAL LIQUIDO CON SENSOR TOUCH	65,00	65,00
1	GPS tracker	184,00	184,00
2	ACTUADORES	6,00	12,00
1	CAJA	15,00	15,00
1	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	25,00	25,00
1	CABLEADO Y ACCESORIOS	30,00	30,00
1	SIRENA 6 TONOS	10,00	10,00
1	LETRERO LUMINOSO	45,00	45,00
	<b>SOFTWARE</b>		
1	programa preinstalado con aplicación de taxímetro	50,00	50,00

GARANZIA: <b>La garantía es de un año por fallas de fabricación; no cubre daños por mal manejo.</b>		
Son:	<b>\$ 504,00</b>	Subtotal 450,00
POR CONCEPTO DE UN TAXÍMETRO TOUCH CON SEGURIDAD VEHICULAR INCORPORADA, LOS PRECIOS ESTÁN SUJETOS A CAMBIOS, LOS COSTOS DE ENVÍO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN NO ESTÁN INCLUIDOS.		IVA 54,00
		<b>TOTAL USD 504,00</b>
PREGUNTE POR LAS APLICACIONES QUE SE VENDEN POR SEPARADO PARA ESTE PRODUCTO		

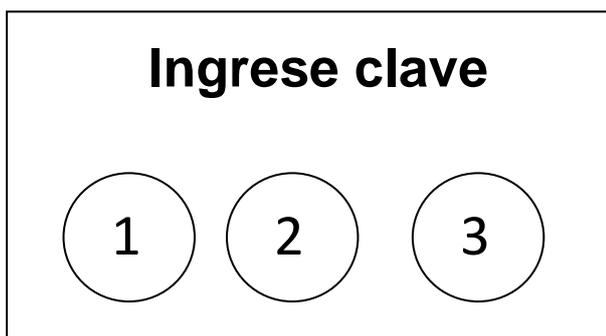
- **ANEXO 6**

## MANUAL DE USUARIO

### PANTALLA INICIAL



**Inicio del sistema.-** Al presionar en la pantalla sobre esta opción se deberá ingresar una clave de 4 dígitos para acceder al arranque del motor o la visualización de la aplicación como taxímetro. El teclado de ingreso de la clave se verá de la siguiente forma:



Se tiene tres intentos de ingreso de clave errónea previo al bloqueo del automotor, (la única forma de desbloquearlo es con una clave master de 5 dígitos proporcionada con el producto), el teclado para el ingreso de la clave master se visualizará como en la imagen anterior.

Cuando la clave es correcta en cualquier caso se visualizará una imagen como esta:



En el caso de que sea errónea se visualizará:



Lo cual significará que el número de intentos que quedan disminuirá en uno.

En el caso de que la clave sea la correcta se visualizará n 2 opciones



**Encender Vehículo.**- Mientras el switch de encendido del vehículo se encuentre en contacto, el presionar en este botón provocará que arranque el motor del automóvil.

**Taxímetro.**- El presionar sobre esta opción aparecerá la aplicación del taxímetro digital como en la siguiente imagen.



De no presionar el botón de taxímetro y si la velocidad del auto es mayor que 6Km/h el taxímetro aparecerá automáticamente.

Para iniciar el conteo de una carrera simplemente es necesaria la pulsación sobre el botón inicio, inmediatamente aparecerá pausa, como se muestra en la imagen.



Para pausar la carrera se deberá presionar sobre pausa, en cuyo caso se detendrán todos los valores de la pantalla, y en su lugar aparecerá el costo de la carrera en letras de tamaño grande, para regresar a la pantalla principal se deberá dar un tap en cualquier lado de la pantalla.

La pantalla tiene una opción no visible en la esquina superior izquierda, sobre la cual se puede presionar para visualizar el costo de la carrera maximizado, para regresar a la pantalla principal se deberá hacer un tap largo.

Al presionar RESET se enceran los valores de distancia y tiempo, y el costo inicia en lo establecido (0,35 dólares).

Se puede resetar en cualquier instante independientemente si está o no pausado el sistema. El reset además al presionarlo desaparece y en la esquina inferior izquierda el botón de inicio.

ON.- en cualquier instante si el vehículo está apagado, Mientras el switch de encendido del vehículo se encuentre en contacto, el presionar en este botón provocará que arranque el motor del automóvil.

## **El cambio de clave**

Para cambiar la clave se necesitará la clave actual, la nueva clave, y la confirmación de la nueva clave, antes de que aparezca (“clave cambiada”), el cual significará que el cambio ha sido exitoso.

## **Estado del Vehículo**

Esta opción será personalizable por separado para verificar estadísticamente el transcurso del kilometraje recorrido, costo total, numero de carreras en el día.

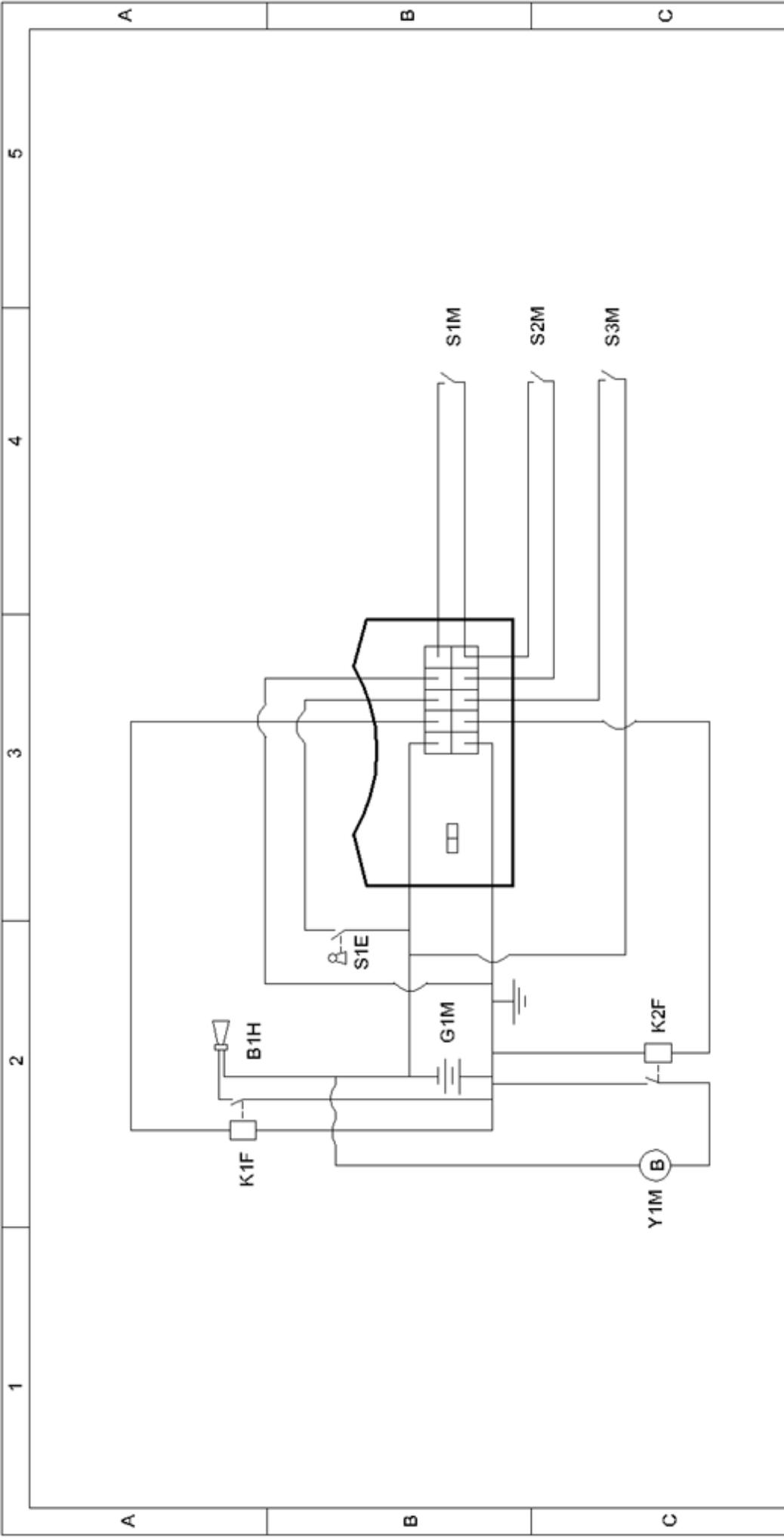
Además de esta opción se podrá implementar extras como la lectura/escritura de tarjetas SD para guardado de información del vehículo, la cual se podrá visualizar en cualquier computadora, (útil para que el dueño del taxi lleve un control de choferes).

Además de otras aplicaciones con la lectura de tarjetas SD para entretenimiento como reproducción de música MP3 almacenada en la misma.

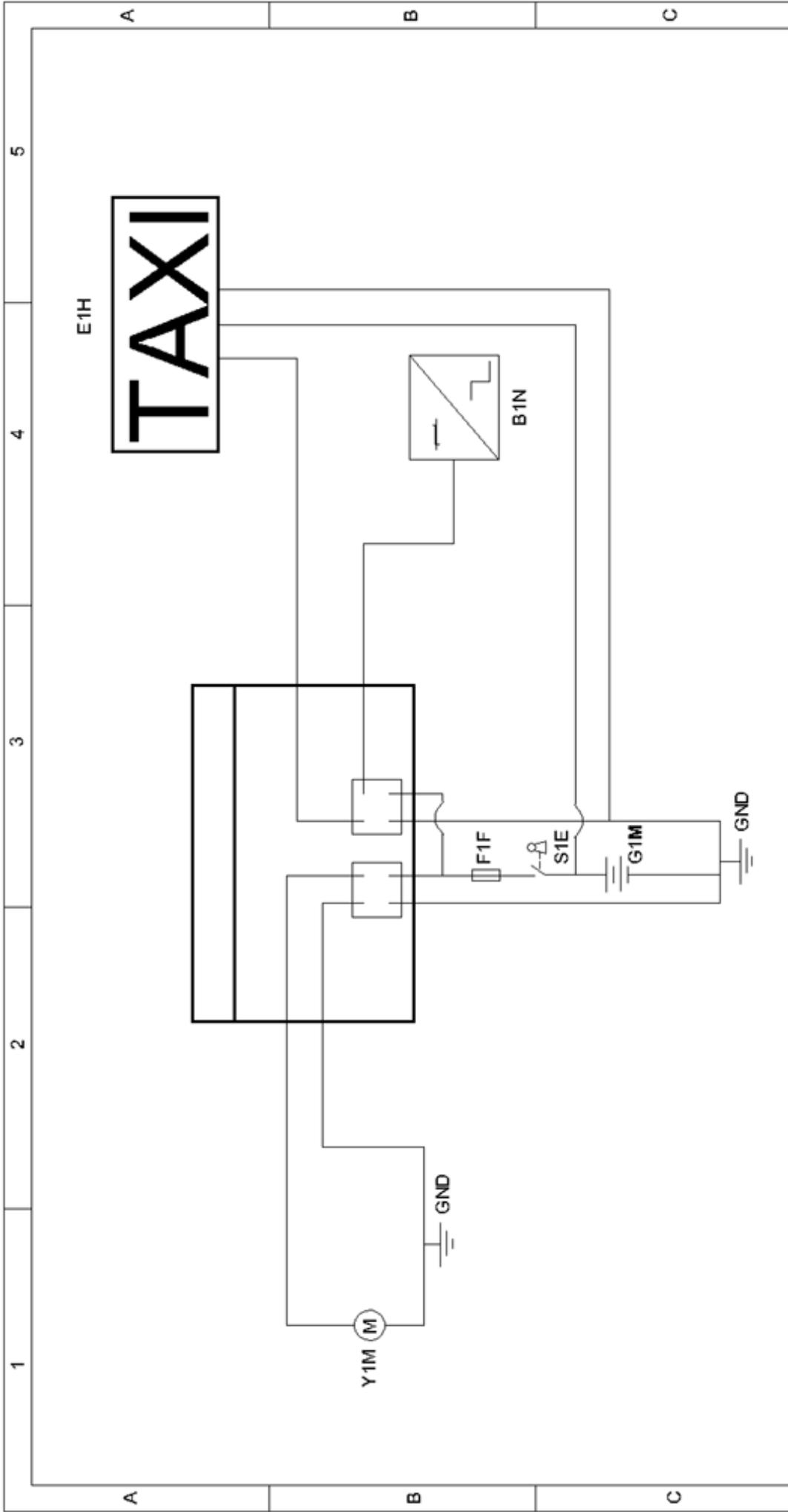
NOTA: estas aplicaciones son extras al taxímetro y deberán adquirirse por separado.

### **• ANEXO 7**

CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL GPS Y TAXÍMETRO



No. de orden	No. de pieza	Descripción	Cableado	Materiales		
				AWG	Nombre	Escala
1	G1M	Batería del vehículo 12V	AWG 16	Fecha	Nombre	Esca
2	K1F	Relé 12V 30A		Dib. 2013		
3	B1H	SIRENA 6 TONOS A 12V	Rev.			
4	S1E	Switch de ignición	Apro.			
5	S1M	Pulsador para reset				
6	S2M	Pulsador de pánico				
7	S3M	Sensores de las puertas				
8	K2F	Relé para desactivación de gasolina				
9	Y1M	Bomba de gasolina eléctrica				
			UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		Lámina 002	
			Edición	Modificación	Fecha	Nombre



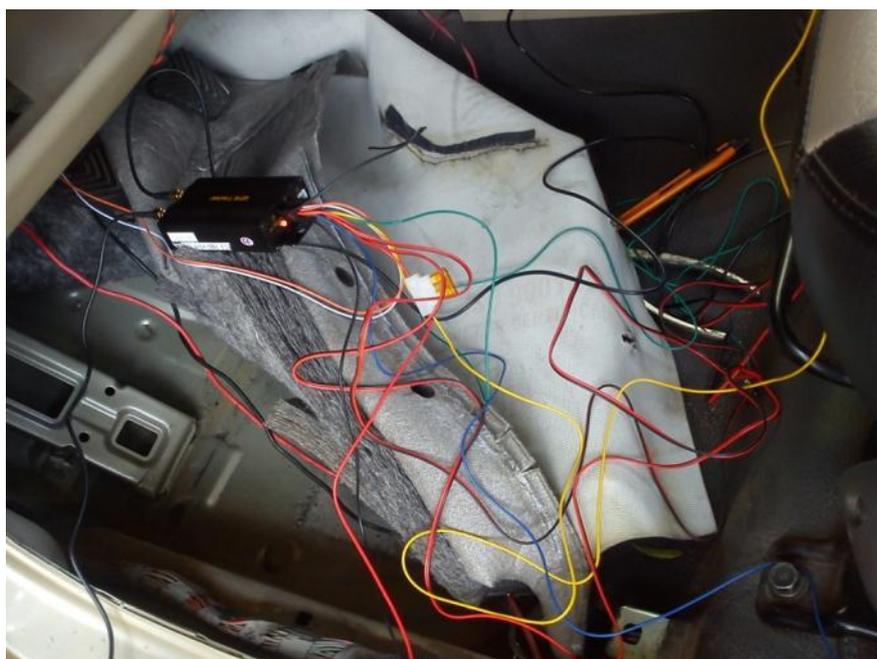
No. de orden	No. de pieza	Descripción	Edición	Modificación	Fecha	Nombre
1	G1M	Batería del vehículo 12V				
2	Y1M	Motor eléctrico de arranque				
3	S1E	Switch de ignición posición (ACC)				
4	F1F	Fusible principal (1A)				
5	B1N	Sensor de efecto Hall (VSS)				
6	GND	Tierra lógica				
7	E1H	Letrero luminoso de TAXI				
	1	2				

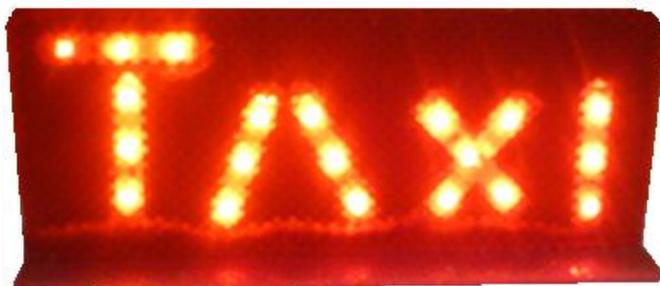
Cableado		AWG 16		Materiales	
Fecha	Nombre			Escala	
Dib. 2013	Jefferson E.			Esquema de conexión del Taxímetro	
Rev.				..	
Apro.					
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE				Lámina 002	

- ANEXO 8

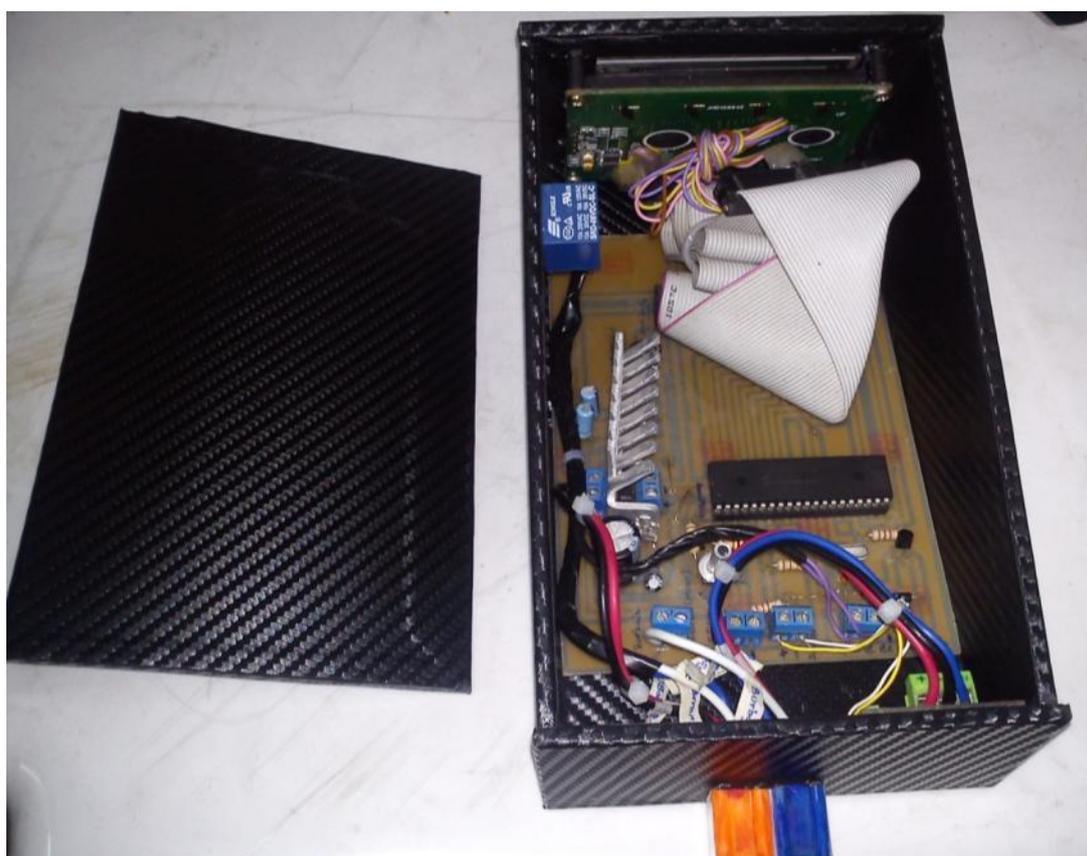
## FOTOGRAFÍAS

IMPLEMENTOS DEL MÓDULO GPSINSTALACIÓN DEL MÓDULO GPS EN EL VEHÍCULO

LETRERO DE TAXI (accesorio adicional para el taxímetro)



INTERIOR DEL TAXÍMETRO



### TAXÍMETRO EN FUNCIONAMIENTO



### VEHÍCULO DE PRUEBA PARA EL TAXÍMETRO

