



**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS
TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE**



TEMA:

**SISTEMA DE RASTREO POR GPS
CON CONSULTAS VÍA GSM PARA LA LOCALIZACIÓN
DE VEHÍCULOS DE LA ESCUELA DE MANEJO
TRAVICESI**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**SALVADOR ROBERTO ACOSTA
EDWIN LADISLAO GARCÍA MINEROS**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE
TÉCNICO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE**

Abril, 2014

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA.

AUTORIDADES

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ
RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA
VICERRECTOR ACADEMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA
DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. HUGO ORTIZ SALDAÑA

Presidente

Ing. JOSÉ MAURICIO RIVERA

Primer vocal

ING OMAR OTONIEL FLORES

Segundo vocal

Abril, 2014

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. José Mauricio Rivera, Ing. Omar Otoniel Flores Cortez, Ing. Hugo Joel Ortiz

Zaldaña

a las 12:30p.m. del día Miércoles, 4 de Diciembre de dos mil trece.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

1-Salvador Roberto Acosta Carnet 28-4540-2011
2-Edwin Ladislao García Carnet 27-2666-2010

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:
"Sistema de rastreo por GPS con consultas vía GSM para la localización de vehículos
de la escuela de manejo TRAVICESI"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

TÉCNICO EN INGENIERIA DE SOFTWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA
DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

APROBADO

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE
GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, 4 de diciembre de dos mil trece.

F. _____

PRIMER VOCAL

Ing. José Mauricio Rivera

F. _____

SEGUNDO VOCAL

Ing. Omar Otoniel Flores Cortez

F. _____

PRESIDENTE

Ing. Hugo Joel Ortiz Zaldaña

Agradecimientos

Le doy gracias a Dios por permitirme terminar con éxito mi carrera Profesional.

Con todo mi cariño a mi familia, que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba.

Gracias a mis Asesores, Profesores por el apoyo incondicional para la realización de mi tesis.

Salvador Roberto Acosta.

Índice

INTRODUCCIÓN	i
CAPITULO I: SITUACIÓN ACTUAL	1
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
1.5 DELIMITACIONES.....	4
1.5.1 Geográfica	4
1.5.2 Temporal	4
1.5.3 Organizacional.....	4
1.6 ALCANCES	5
1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	6
1.7.1 Factibilidad Económica.....	6
1.7.2 Factibilidad Técnica	9
1.7.3 Descripción General.	13
CAPITULO II: DOCUMENTACION TÉCNICA	14
2.1 MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	14
2.1.1 Sistemas Embebidos y su Software.	14
2.1.2 Software de los Sistemas Embebidos.	14
2.1.3 Características del Software embebido.	15

2.1.4	Diferencias entre el software y el software de sistemas embebido.....	16
2.1.5	Diseño de sistemas embebidos.....	18
2.1.6	Programación en tiempo real.....	19
2.1.7	Electrónica Básica.	20
2.1.8	Historia e Información de Arduino.....	26
2.1.9	Tecnología de radio comunicaciones.	29
2.1.10	Tipos de Manuales	33
2.2	MARCO TEÓRICO DE SOLUCIÓN.....	35
2.2.1	Esquema del funcionamiento del dispositivo GPS.....	36
2.2.2	Manual de Usuario.....	37
2.3	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	40
2.3.1	Arduino Mega R3.....	44
CAPITULO III: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....		51
3.1	Propuesta de la solución.....	51
3.1.1	Desarrollo de la solución.	54
3.2	Conclusiones	60
3.3	Recomendaciones	61
Bibliografía.....		63
Anexos		64
Matriz de Congruencia.....		64
Firmware de Control		65

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tiene por objetivo realizar la implementación de un sistema de rastreo de un vehículo en la escuela de manejo TRAVICESI, Esta empresa es reconocida por su calidad de servicio, los cuales busca mejorar con la implementación de dicho proyecto.

Actualmente el vehículo de la empresa cuenta con una ruta autorizada, pero se hace difícil verificar que dicha ruta sea la correcta, teniendo como consecuencia pérdidas económicas y un servicio poco eficiente.

Por esta razón, tras analizar las posibles soluciones a la problemática del control de la ruta del vehículo, el sistema de rastreo permitirá ubicarlo en cualquier momento.

El capítulo dos contiene el marco teórico de referencia, marco teórico de solución y marco teórico conceptual, el cual tiene como objetivo mostrar toda la documentación técnica recolectada, e historia sobre el GPS, además sobre conceptos relacionados a la temática, al igual que las investigaciones generales hechas anteriormente, sobre sus aplicaciones y desarrollo a lo largo de la historia.

También cuenta con un grupo selecto de conceptos que se utilizarán a lo largo del desarrollo de este proyecto. Esto se refiere a las ideas básicas que forman la base para los argumentos.

Además cuenta con la definición que engloba conceptos importantes sobre el tema, una breve descripción del manual de usuario.

El tercer capítulo contiene información sobre la propuesta de solución que se realizará en la escuela de manejo Travicesi, para mejorar el sistema de control de ruta en uno de los vehículos, mediante la implementación de un prototipo , además se desarrolla el diseño, programación, algunas imágenes y videos que se anexarán en portafolio electrónico en formato de página web.

Se presenta una breve conclusión y recomendaciones para mantener en óptimas condiciones el dispositivo.

CAPITULO I: SITUACIÓN ACTUAL

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La Empresa TRAVICESI, empresa dedicada a la enseñanza formal de clases de manejo con 26 años de experiencia, se encuentra ubicada en la Colonia La Rábida, 37 calle Oriente No.2 San Salvador, Cuentan con dos sucursales una en San Salvador y la otra en Colonia Escalón.

Proporciona a sus clientes clases de manejo en las siguientes modalidades automóviles, motocicletas camionetas, además de trámites de licencia, servicio a domicilio, cuenta con personal ampliamente calificado, horarios accesibles, además proporciona clases para principiantes y avanzados entre otros.

Así como también cuentan con 50 vehículos que poseen sistema doble de frenos para mayor seguridad, más de 20 instructores masculinos y femeninos, tienen a disposición computadoras para realizar los exámenes en línea.

La empresa cuenta para las clases de manejo con una flotilla de vehículos propios para el uso de sus estudiantes, los vehículos de la Empresa están a disposición de los empleados, debido a la considerable cantidad de usuarios que utilizan los automotores, esto ocasiona una deficiencia en el control de las rutas autorizadas, cuya situación se presta para que los vehículos sean utilizados por los empleados para otras actividades ajenas a las de la Empresa, incurriendo en gastos innecesarios de gasolina, multas, robos y problemas mecánicos.

1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cómo beneficiaría la implementación de un prototipo de localización de un vehículo en la Empresa TRAVICESI?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El sistema de rastreo móvil se desarrollará con el fin de supervisar el comportamiento de la ruta de un vehículo, en La escuela de manejo TRAVICESI, para mejorar el servicio que proporciona, ya que al tener demasiados usuarios se vuelve difícil llevar un control eficiente de la línea de trabajo.

Por lo tanto es necesaria la implementación de un sistema computacional que brinde la posibilidad de monitorear la ruta de un vehículo que circula en el área asignada, mediante la recopilación de una bitácora de conducción y así mejorar el sistema actual.

El servicio de localización proporcionará la posición exacta del vehículo.

Por lo tanto, es necesario encontrar la manera de disminuir considerablemente todos estos gastos a la mayor brevedad posible, dada la situación se estima necesario implementar el sistema y un manual que permita utilizar el prototipo, supervisar y administrar las actividades de su empleado desde su oficina.

Mediante esta nueva implementación del sistema, se obtendrían beneficios tales como:

Ubicación: permitiría acceder a la ubicación exacta del vehículo, velocidad y tiempo.

Confiabilidad: generaría un ambiente laboral más ameno entre la empresa y sus empleados.

Extender la vida útil de los vehículos: se obtendría una disminución en los gastos de refacciones y combustible.

Mayor prestigio en el ámbito de seguridad: permitiría el control de la ruta y evitaría posibles accidentes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema de localización móvil vía GPS con consultas vía GSM, para la empresa TRAVICESI, que ayude a un mejor control de la ruta de un vehículo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diseñar un sistema computacional que realice la función de localización en un vehículo.
- Implementar este sistema en un vehículo de la empresa con la finalidad de mejorar la supervisión de su unidad.
- Diseñar un manual de usuario para facilitar el uso de sistema computacional de rastreo.

1.5 DELIMITACIONES

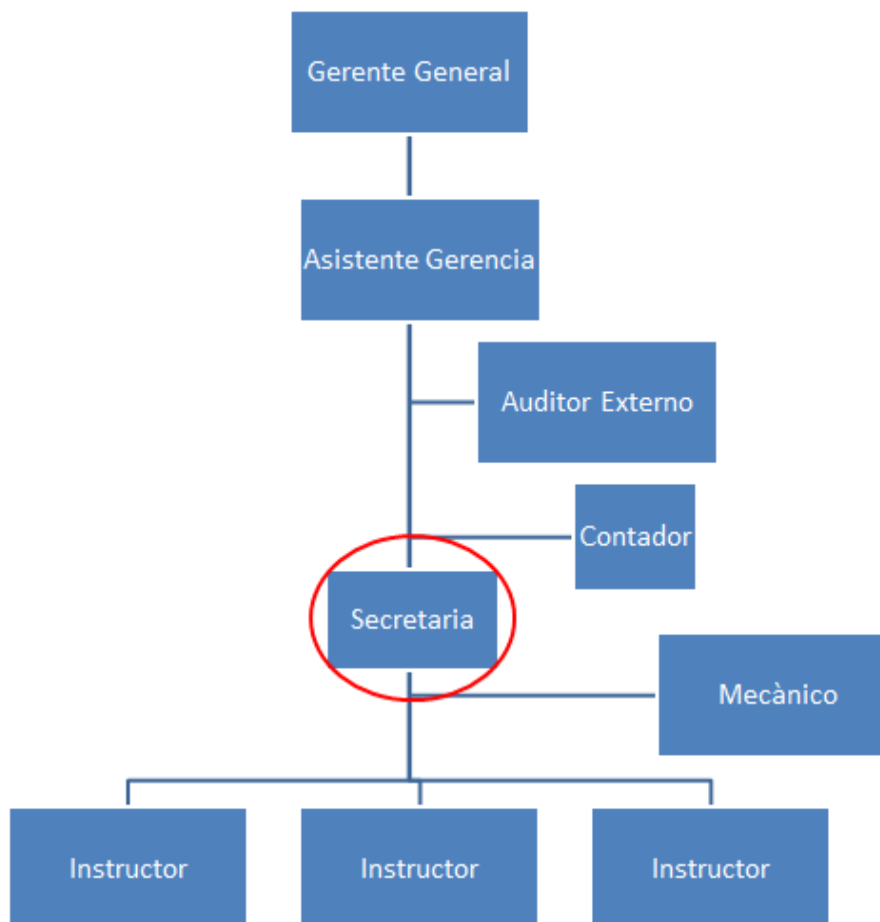
1.5.1 Geográfica

Empresa TRAVICESI ubicada en Colonia la rábida, 37 calle OTE., No.2
San Salvador.

1.5.2 Temporal

Inicio 1 de septiembre 2013 y finalización 30 de octubre 2013

1.5.3 Organizacional



1.6 ALCANCES

En la realización de este proyecto que se llevará a cabo en la escuela de manejo Travicesi, el cual pretende implementar un sistema de rastreo por GPS, en el siguiente cuadro se muestran las principales promesas con sus respectivos productos.

PROMESA	PRODUCTO
Diseñar un sistema computacional GPS capaz de mejorar el servicio mediante un el control de la ubicación del vehículo.	Prototipo de sistema de rastreo móvil.
Instalación de prototipo funcional en un vehículo de la escuela de manejo Travicesi.	Mensaje de texto con la ubicación del vehículo.
Desarrollar un manual, para el uso del sistema computacional.	Entrega del documento impreso.

1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

1.7.1 Factibilidad Económica

A continuación se presentan factibilidad económica de los más importantes componentes, necesarios para realizar el proyecto, sistema de rastreo móvil.

Las tablas son una muestra de cotizaciones hechas a los productos por internet, ya que en nuestro país no se cuentan con estos componentes electrónicos.

TABLA 1

Micro controladores			
Marca	Arduino mega	PICDuino	SANusb
precio	\$28,7	\$22.88	\$71.00
envió	incluido	\$4.50	\$16.83
URL del producto	http://dx.com/es/p/arduino-mega-2560-r3-microcontroller-board-red-150607	http://www.slicmicro.com/picduino-net-p-1003.html	http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-498376424-placa-ferramenta-sanusb-pic-18f2550cabo-usbjumpers-JM
Total en dólares	\$28.70	\$27.38	\$87.83

Elección del micro controlador: se ha seleccionado la plataforma Arduino Mega ya que su software es libre, cuenta con librerías fáciles de usar además se pueden utilizar expansiones llamadas shield.

TABLA 2

Módulos GSM			
Marca	GPS / GPRS / GSM Módulo V3.0	SIM900 GPRS / GSM Shield	Arduino GSM Shield
Precio	\$85.	\$43.99	\$69.00
Envío	\$ 6.00	gratis	sin especificar
URL del producto	http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Modulo_V3.0_(SKU:TEL0051)	http://www.ebay.com/bhp/arduino-gsm-shield	http://store.arduino.cc/ww/index.php?main_page=product_info&cPath=11_5&language=es&products_id=244
Total en dólares	\$95.50	\$43.99	\$ 69.00

Elección del módulo GSM: en este caso no se utilizará Shield de Arduino por el conflicto de pines, se utilizará GPS/GPRS/GSM Shield V3.0 por su versatilidad.

Tabla 3

Módulos GPS			
Marca	GPS/GPRS/GSM Shield V3.0	Manolins MA13004280 02 GPS	Serial GPS Module
Precio	\$89.50	\$41.70	\$24.48
Envío	\$6.00	incluido	gratis
URL del produc to	http://www.dfrobot.com/wiki/index.php/GPS/GPRS/GSM_Module_V3.0_(SKU:TE_L0051)	http://dx.com/es/p/manolins-ma13004280-02-gps-module-expansion-board-w-tf-works-with-official-arduino-boards-215077	http://www.ebay.com/itm/SkyLab-GPS-Module-MT3329-SKM53-with-Embedded-GPS-Antenna-Arduino-Compatible-l-/281108831892
Total en dólares	\$95.50	\$41.70	\$24.48

Elección del módulo GPS: en este caso no se utilizará Shield de Arduino por el conflicto de los pines RX, TX, se utilizará, GPS/GPRS/GSM Shield V3.0 Módulo por su compatibilidad y confiable conexión.

TABLA 4

SOFTWARE			
Características	Arduino IDE	Google Map	servicio GSM
Precio	Gratis	online	\$10.00
URL del software	http://arduino.cc/en/Main/Software	https://maps.google.com/sv/maps?client=firefox-a&hs=j7X&rls=org.mozilla:en-US:official&channel=fflb&q=logger+gps&bav=on.2,or.r_cp.r_qf.&bvm=bv.50768961,d.dmg.pv.xjs.s.en_US.E_1kRF_UP4s.O&utm=1&ie=UTF-8&hl=es&sa=N&tabb=w/	Movistar Claro Tigo

El software utilizado es gratuito y se utilizará un servicio de telefonía, el costo será de 10 dólares mensuales.

1.7.2 Factibilidad Técnica

A continuación se presenta una investigación técnica de los componentes a utilizar, que cumplan con las especificaciones de la plataforma Arduino.

El módulo GSM fue escogido ya que cuenta con la habilidad de conectarse a la red de telefonía móvil, una cobertura nacional. Y proporciona información a cualquier dispositivo telefónico.

El módulo GPS será seleccionado con el propósito de localizar la posición de cualquier dispositivo, mediante coordenadas siendo compatible con Arduino.

TABLA 1.1

MICROCONTROLADOR (PORCENTAJE MÍNIMO DE ACEPTACION = 85%)							
Características	Ponderación	Arduino MEGA R3		PICDuino 18f2550		SANusb	
		Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Conexión USB	15%	2	30%	2	30%	2	30%
ID de programación	30%	2	60%	0	0%	0	0%
Tamaño Físico	20%	1	20%	2	40%	2	40%
Salidas Digitales	20%	2	40%	1	20%	1	20%
Alimentación secundaria	15%	2	30%	1	15%	0	0%
Total	100%		180%		105%		90%
			90%		52%		45%

Escala de puntuación: 0 = malo; 1 = regular; 2 =bueno

Elección: Por evaluación técnica se elige el Arduino MEGA R3 ya que este posee los requisitos mínimos de funcionabilidad necesarios para ser considerado apto para el proyecto, su ID de programación es un entorno sencillo basado en el lenguaje de programación C++ y el software de

desarrollo es de uso libre, este puede ser alimentado con voltajes de 5 a 12 voltios.

TABLA 2.1

Módulos GSM (PORCENTAJE MÍNIMO DE ACEPTACION = 85%)							
Características	Ponderación	GPS/GPRS/GSM Shield V3.0		SIM900 GPRS / GSM Shield		Arduino GSM Shield	
		Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Conexión (Numero de pines)	30%	2	60%	2	60%	2	60%
Voltaje que soportan los Contactos	30%	2	60%	2	60%	2	60%
Bandas de frecuencia	10%	2	20%	2	20%	1	10%
Dimensiones	10%	2	20%	1	10%	1	10%
Potencia de transmisión	20%	2	40%	2	40%	2	40%
Total	100%		200%		190%		180%
			100%		95%		90%

Escala de puntuación: 0 = malo; 1 = regular; 2 =bueno

Elección: GPS/GPRS/GSM Shield V3.0 ya que cuenta con 4 bandas GPRS / GSM
Módulo ManCom Pro es un módulo inalámbrico ultra compacta y confiable; Es un tablero de arranque y del sistema mínimo de SIM908 módulo GSM / GPRS

de cuatro bandas. Puede comunicarse con los controladores a través de comandos.

TABLA 3.1

Módulos GPS (PORCENTAJE MÍNIMO DE ACEPTACION = 85%)							
Características	Ponderación	GPS/GPRS/GSM Shield V3.0		Manolins MA1300428002 GPS		Serial GPS Module	
		Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje	Valor	Porcentaje
Numero de vías de control	30%	2	60%	2	60%	1	30%
Voltaje que soportan los Contactos	30%	2	60%	2	60%	2	60%
Activación a tiempo real	10%	2	20%	2	20%	1	10%
Dimensiones	10%	2	20%	1	10%	1	10%
Corriente que soportan los Contactos	20%	2	40%	1	20%	2	40%
Total	100%		200%		190%		160%
			100%		80%		80%

Escala de puntuación: 0 = malo; 1 = regular; 2 =bueno

Módulo GPS/GPRS/GSM Shield V3, este módulo es el que reúne las características de compatibilidad con Arduino.

1.7.3 Descripción General.

TABLA 1 Y TABLA 1.1

Se Utilizara el micro controlador Arduino Mega ya que cuenta con su respetivo software libre, librerías, aunque Picduino tiene un menor costo pero no cumple con las especificaciones técnicas para el desarrollo de nuestro dispositivo.

TABLA 2 Y 2.1

Elección del módulo GSM: en este caso no se utilizará Shield de Arduino por el conflicto de pines, por lo tanto se utilizará GPS/GPRS/GSM Shield V3.0.

TABLA 3 Y 3.1

GPS/GPRS/GSM Shield V3.0, este módulo es el que reúne las características de compatibilidad con Arduino, Mientras que Manolins MA1 300428002 GPS tiene un costo similar pero entra en conflicto con el módulo Shield GSM.

CAPITULO II: DOCUMENTACION TÉCNICA

2.1 MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

2.1.1 Sistemas Embebidos y su Software.

Un sistema es un objeto complejo cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente; puede ser material o conceptual. Todos los sistemas tienen composición, estructura y entorno, pero sólo los sistemas materiales tienen mecanismo, y sólo algunos sistemas materiales tienen figura (forma). Según el “sistemismo”, todos los objetos son sistemas o componentes de otro sistema. (Mario Bunge, 1999).

2.1.2 Software de los Sistemas Embebidos.

Las computadoras se utilizan para controlar una amplia gama de sistemas, desde máquinas domésticas y controladores de juegos, hasta el total de las plantas manufactureras. Estas computadoras interactúan directamente con dispositivos de hardware. Su software debe reaccionar a eventos generados por el hardware y emitir a menudo señales de control de respuesta a tales eventos. Estas señales dan por resultado una acción, como el inicio de una llamada telefónica, el movimiento de un carácter en la pantalla, la apertura de una válvula o el despliegue del status del sistema. El software de dichos sistemas está embebido en el hardware del sistema, con frecuencia en la memoria de sólo lectura, y por lo general responde, en tiempo real, a eventos del entorno del sistema. Por tiempo real se entiende que el sistema de software tiene un

plazo para responder a los eventos externos. Si éste no se cumple, entonces el sistema hardware-software global no funcionará correctamente.

2.1.3 Características del Software embebido.

Es muy importante desde el punto de vista económico, porque ahora casi todos los dispositivos eléctricos incluyen software. Por consiguiente, existen muchos más sistemas de software embebido que de otros tipos.

- La respuesta en tiempo real

Es la diferencia crítica entre los sistemas embebidos y otros sistemas de software, tales como los sistemas de información, los basados en la Web o los de software personal, cuyo propósito fundamental es el procesamiento de datos (Sommerville Ian, 2011).

. Para sistemas que no son de tiempo real, la corrección de un sistema se puede definir al especificar cómo las entradas del sistema se mapean a las salidas correspondientes que debe producir el sistema. En la respuesta a la entrada, el sistema debe generar una salida correspondiente y, muchas veces, deben almacenarse algunos datos. Por ejemplo, si se elige un comando *create* en un sistema de información de pacientes, entonces la respuesta correcta del sistema es crear una base de datos con un nuevo registro del paciente, y que confirmar que lo ha hecho; dentro de los límites razonables.

Sin embargo, en un sistema de tiempo real, la corrección depende tanto de la respuesta de una entrada como del tiempo que tarde en generar dicha respuesta. Si el sistema aplaza mucho la respuesta, entonces la respuesta requerida puede resultar ineficaz. Por ejemplo, si el software embebido que controla el sistema de frenado de un automóvil es muy lento, puede ocurrir un accidente al ser imposible detener a tiempo el vehículo.

Por consiguiente, el tiempo es inseparable en la definición de sistema de software de tiempo real:

La respuesta oportuna es un factor importante en todos los sistemas embebidos, aunque no todos estos sistemas requieren una respuesta muy rápida. Por ejemplo, el software de la bomba de insulina es un sistema embebido. No obstante, aun cuando requiere verificar el nivel de glucosa en intervalos periódicos, no precisa responder muy rápidamente a eventos externos. El software de la estación meteorológica a campo abierto también es un sistema embebido, aunque de nuevo, no requiere una respuesta rápida a eventos externos.

2.1.4 Diferencias entre el software y el software de sistemas embebido.

Los sistemas embebidos por lo general operan de manera continua es decir, su operación no tiene fin. Comienza cuando el hardware se activa y deben ejecutarse hasta que el hardware se desactiva. El sistema de tiempo real puede

incluir mecanismos de actualización que soporten reconfiguración dinámica, de forma que el sistema pueda actualizarse mientras se encuentra en servicio.

Las interacciones con el entorno del sistema son incontrolables e impredecibles. En sistemas interactivos el ritmo de la interacción se controla mediante el sistema y, al limitar las opciones del usuario, los eventos a procesar se conocen por adelantado. En contraste, los sistemas embebidos de tiempo real deben responder en cualquier momento a sucesos inesperados. Esto conduce a un diseño de sistemas de tiempo real basados en concurrencia, con algunos procesos que se ejecutan en paralelo.

Puede haber limitaciones físicas que afecten el diseño de un sistema. Ejemplos de esto incluyen las limitaciones en la energía disponible al sistema y el espacio físico que ocupa el hardware. Dichas limitaciones pueden generar requerimientos para el software embebido, tal como la necesidad de conservar energía y así prolongar la vida de la batería. Las limitaciones de tamaño y peso pueden significar que el software debe hacerse cargo de algunas funciones debido a la necesidad de restringir el número de chips usados por el sistema.

Tal vez se requiera interacción directa con el hardware. En los sistemas interactivos y en los sistemas de información, hay una capa de software (los controladores del dispositivo) que ocultan cierto tipos de dispositivos a dichos sistemas, tales como teclados, ratones y pantallas. En contraste, los sistemas

embebidos deben interactuar con una amplia gama de dispositivos de hardware que tienen controladores de dispositivos separados.

Los conflictos de protección y fiabilidad pueden dominar el diseño de sistema. Muchos sistemas embebidos controlan dispositivos cuyas fallas pueden tener altos costos humanos y económicos. Por lo tanto, la confiabilidad es crítica y el diseño del sistema debe garantizar comportamiento crítico para la protección en todo momento. Con frecuencia, eso conduce al diseño a un enfoque conservador, en el que se usan técnicas de probada eficacia en vez de técnicas más recientes que pueden introducir a nuevos modos de falla.

Sistemas embebidos Los sistemas embebidos pueden considerarse como sistemas reactivos; esto es, deben reaccionar ante los eventos a la velocidad de ese entorno (Berry, 1989; Lee, 2002). A menudo, los tiempos de respuesta se rigen por las leyes de la física en vez de ser elegidos por la conveniencia humana. Esto está en contraste con los otros tipos de software en que el sistema controla la velocidad de la interacción. Por ejemplo, el procesador de texto usado para escribir este libro, puede comprobar la ortografía y la gramática, y no hay límites prácticos en el tiempo que tarda para ello.

2.1.5 Diseño de sistemas embebidos.

En el proceso del diseño para sistemas embebidos es un proceso de ingeniería en el que los diseñadores de software deben considerar a detalle el diseño y el rendimiento del hardware del sistema. Parte del proceso del diseño del sistema

puede comprender la decisión de cuáles capacidades del sistema de tiempo real embebidos en productos y el consumidor, como los sistemas de teléfonos celulares, los costos y consumos de energía del hardware son críticos. Para soportar sistemas embebidos pueden usarse procesadores específicos, y en algunos sistemas tal vez diseñarse y construirse hardware de propósito especial.

Ello significa que, en la mayoría de los sistemas de tiempo real, es poco práctico un proceso de diseño de software descendente, en el diseño comience con modelo abstracto que se descomponga y se desarrolle en una serie de etapas. Las decisiones de bajo nivel en hardware, software de soporte y temporización del sistema deben considerarse al inicio del proceso (Sommerville Ian, 2011).

2.1.6 Programación en tiempo real.

Los lenguajes de programación para el desarrollo de sistemas embebidos deben incluir instalaciones para acceder al hardware del sistema, y debe ser factible predecir la temporización de operaciones particulares en dichos lenguajes. Los sistemas de tiempo real duros se programan todavía en ocasiones en lenguajes ensamblador, de modo que puede cumplirse los plazos ajustados. También se usan ampliamente los lenguajes a nivel de sistemas, tales como C, que permitan la generación de un código eficiente.

La ventaja de usar lenguaje de programación de sistemas C es que se permite el desarrollo de programas muy eficientes. Sin embargo, dichos lenguajes no incluyen sentencias para soportar concurrencia a la gestión de los recursos compartidos.

Puesto que los sistemas de tiempo real deben satisfacer sus restricciones de temporización, no podrán usar desarrollo orientados para sistemas embebidos. El desarrollo orientado a objetos implica ocultar representaciones de datos y dar acceso a valores atribuidos a través de operaciones definidas en el objeto. Esto quiere decir hay una significativa carga de rendimiento en los sistemas orientados a objetos, debido a que se requiere código adicional para mediar el acceso a los atributos y manejar las llamadas a las operaciones. La consecuente pérdida de rendimiento puede hacer imposible cumplir con los plazos de tiempo real (Sommerville Ian, 2011).

2.1.7 Electrónica Básica.

- El voltaje.

En el estudio del fenómeno de la electricidad existe un concepto fundamental que es el voltaje entre dos puntos de circuito eléctrico (También llamado “Tensión”, “Diferencia de potencia” o “caída de potencia”). Expliquémoslo con un ejemplo.

Si entre dos puntos de un conductor no existe diferencia de cargas eléctricas, el voltaje entre ambos puntos es cero. Si entre esos dos puntos aparece un desequilibrio de cargas, aparecerá un voltaje entre ambos puntos, el cual será mayor a medida que la diferencia de cargas sea también mayor. Este voltaje es el del conductor. No obstante, si los dos puntos tienen un equilibrio de cargas entre sí pero están unidos mediante un material no conductor (lo que se llama material “aislante”), existirá un voltaje entre ellos pero no habrá paso de electrones (Óscar Torrente, 2013).

Generalmente, se suele decir que el punto del circuito con mayor exceso de cargas positivas (o dicho de otra forma: con mayor carencia de cargas negativas) es el que tiene “potencial” más elevado, y el punto con mayor exceso de cargas negativas es el que tiene el “potencial” más reducido. Pero no olvidemos nunca que el voltaje siempre se mide entre dos puntos: no tiene sentido decir “el voltaje de este punto”, sino “el voltaje de este punto con respecto al este otro”; de ahí sus otros nombres de “diferencia de potencia” o “caída de potencial”.

- La intensidad de la corriente:

Es la magnitud eléctrica que se define como la cantidad de carga eléctrica que pasa en un determinado tiempo a través de un punto concreto de un material conductor. Podemos imaginar que la intensidad de corriente es similar en cierto sentido al caudal del agua que circula una tubería: que pase más o menos

cantidad de agua por la tubería en un determinado tiempo sería análogo a que pase más o menos cantidad de electrones por un cable eléctrico en ese mismo tiempo.

- La potencia.

La potencia de un componente eléctrico/electrónico, se define como la energía suministrada por este en unos segundos.

Una fuente de alimentación, con la palabra potencia se hace referencia a la energía eléctrica aportada por esta al circuito en un segundo. En ambos casos (ya sea potencia suministrada o generada), la potencia es un valor intrínseco propio del componente o generador, respectivamente. Su unidad de medida es un vatio (W), pero también es equivalente a mili vatios ($1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$), o kilovatios ($1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$) (Óscar Torrente, 2013).

Cuando una determinada fuente de alimentación aporta energía eléctrica, esta puede ser consumida por los distintos componentes del circuito de diversas maneras: la mayoría de veces es gastada en forma de calor debida al efecto de la resistencia interna intrínsecas de cada componente (el llamado “efecto joule”), pero también puede ser consumida en forma de luz (si ese componente es una bobina, por ejemplo), o en forma de movimiento (si ese componente es un motor, por ejemplo), o en forma de sonido (si ese componente es un altavoz, por ejemplo), o en una mezcla de varias.

Además, hay que saber que los materiales conductores pueden soportar hasta una cantidad máxima de potencia suministrada, más allá de la cual se corre el riesgo de sobrecalentarlos o dañarlos.

- Señales Digitales y señales analógicas.

Las señales eléctricas se pueden clasificar de varias formas de varias maneras según sus características físicas. Una de las clasificaciones posibles es distinguir entre señales digitales y analógicas.

Señales Digitales son aquellas que solo tienen un número finito de valores posibles (a lo que comúnmente se llama “valores discretos”). Como ejemplo: se considera como señal digital, el color emitido de un semáforo, es fácil ver que esta es un tipo digital, porque solo puede tener tres valores concretos, diferenciados y sin posibilidad de transición progresiva entre ellos: rojo y verde. Un caso particular de señal digital es la señal binaria, donde el número de valores posibles es solo 2. Conocer este tipo de señales es importante porque en la electrónica es muy habitual trabajar con voltajes. Señal analógica es aquella que tiene infinitos valores posibles dentro de un rango determinado.

- Fuente de alimentación eléctrica.

Es el elemento responsable de generar la diferencia de potencial necesaria para que fluya la corriente eléctrica por un circuito y así pueden funcionar los dispositivos conectados a este. El término “pila” sirve para denominar a los

generadores de electricidad basados en procesos químicos normalmente no reversibles y, por lo tanto, son generadores, no recargables; mientras en el término “batería” se aplica generalmente a dispositivos electrónicos semi-reversibles que permiten ser recargados, aunque estos términos no son una definición formal estricta. El término “acumulador” se aplica indistintamente a uno u otro tipo (así como a otros tipos de generadores de tensión, como los condensadores electrónicos) siendo pues un término neutro capaz de englobar y describir a todos ellos (Óscar Torrente, 2013).

Se distinguen las pilas/baterías por la disolución química interna responsable de la generación de la diferencia de potencial dentro sus polos, se encuentra que las pilas (“acumuladores no recargables”) más extendidas actualmente en el mercado son las de tipo alcalino, y las baterías (“acumuladores recargables”) más habitualmente son por un lado las de níquel-cadmio (Ni-Cd) y sobre todo níquel-hidruro metálico (NiMH), y por otros las de ion-litio (Li-ion) y las de polímero de ion-litio (LiPo). De todos los tipos de baterías, las LiPo son que tienen una densidad de carga más elevada pero son las más caras.

- Microcontrolador.

Un micro controlador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es

capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas.

Por definición, un microcontrolador (también llamado comúnmente “micro”) ha de incluir en su interior tres elementos básicos.

- CPU (Unidad Central de Proceso)

Es la parte encargada de ejecutar cada instrucción y de controlar que dicha ejecución se realice correctamente. Normalmente, estas instrucciones hacen uso de datos disponibles previamente (los “datos de salida”), que podrán ser utilizados (o no) por la siguiente instrucción.

- Diferentes tipos de memorias.

Son en general (Oscar Torrente, 2013) las encargadas de alojar tanto las instrucciones como los diferentes datos que estas necesitan. De esta manera posibilitan que toda esta información (instrucciones y datos) esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder a trabajar con ella en cualquier momento. Generalmente encontramos dos tipos de memorias las que su contenido se almacena de forma permanente incluso tras cortes de alimentación eléctrica (llamadas “persistentes”), y las que su contenido se pierde al dejar de recibir alimentación (llamadas “volátiles”). Según las características de la información a guardar, esta se grabará en un tipo u otro de memoria de forma automática, habitualmente.

Diferentes patillas de E/S (Oscar Torrente, 2013) son las encargadas de comunicar el microcontrolador con el exterior. En las patillas de entrada del microcontrolador, se conectarán sensores para que este poder recibir datos provenientes de su entorno, y sus patillas de salida se conectarán actuadores para que el microcontrolador pueda enviarle órdenes e así interactuar con el medio físico. De todas formas, muchas patillas de la mayoría de microcontroladores no son exclusivamente de entrada o de salida, sino que pueden ser utilizadas indistintamente para ambos propósitos.

Es decir, (Oscar Torrente, 2013) un microcontrolador es un computador completo (aunque con prestaciones limitadas) en un solo chip, el cual está especializado en ejecutar constantemente un conjunto de instrucciones predeterminadas. Estas instrucciones irán teniendo en cuenta en cada momento la información obtenida y enviada por las patillas de E/S y reaccionarán en consecuencia. Lógicamente, las instrucciones serán diferentes según el uso que se quiera dar al microcontrolador.

2.1.8 Historia e Información de Arduino.

Arduino es en realidad tres cosas:

Una Placa de hardware que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las patillas de E/S del microcontrolador) que permite conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Las placas base de circuitos (por sus siglas en inglés “PCBs”) son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzadas, cerámica o plástico) sobre las cuales aparecen láminas para conectar eléctricamente, a través de los caminos conductores, diferentes componentes electrónicos soldados a ella. Una placa PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico (en contraposición de una breadboard, perfboard o similar) pero, al contrario de estas una vez fabricada, su diseño es bastante difícil de modificar. Así pues, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna (Oscar Torrente, 2013).

Un software (más en concreto, “un entorno de desarrollo”) gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS, Windows). También es importante conocer que el lenguaje Processing (lenguaje de programación de la placa) está construido internamente con el código escrito en lenguaje Java, mientras que el lenguaje Arduino se basa internamente en el código C/C++.

- El Origen de Arduino.

Arduino nació en el año 2005 en Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia), centro académico donde las estudiantes se dedicaban a experimentar con la interacción entre humanos y diferentes dispositivos (muchos de ellos basados en microcontroladores) para conseguir generar espacios únicos, especialmente artísticos. Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para

utilizar en las aulas que fuera de bajo coste, que funcionase bajo cualquier sistema operativo y que contase con documentación adaptada a gente que quisiera empezar de cero. La idea original fue, pues, fabricar la placa para uso interno en la escuela.

No obstante, el Instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder en el olvido todo desarrollo del proyecto Arduino se había ido llevando a cabo durante aquel tiempo, se decidió liberarlo y abrirlo a “la comunidad” para que todo el mundo tuviera la posibilidad de participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias y mantenerlo “vivo”. Y así ha sido: la colaboración de muchísima gente ha hecho que Arduino poco a poco haya llegado a ser lo que actualmente: un proyecto de hardware y software libre y de ámbito mundial.

El principal responsable de la idea y diseño de Arduino, y la cabeza visible del proyecto es llamado “Arduino team”, formado por Massimo Banzi (profesor en aquella época del Instituto Ivrea), David Cuartielles (profesor de la Escuela de Artes y Comunicación de la Universidad de Malmo, Suecia), David Mellis (por aquel entonces estudiante de Ivrea y actualmente miembro del grupo de investigación High-Low Tech del MIT Media Lab), Tom Igoe (Profesor de la escuela de Artes Tisch de Nueva York), y Gianluca Martino (responsable de empresa fabricante de los prototipos de placas.

- Software Arduino.

IDE (Óscar Torrente, 2013) es un programa en conjunto concreto de las instituciones, ordenadas y agrupadas de forma adecuada y sin ambigüedades que pretende obtener un resultado determinado, un microcontrolador es “programable”, cuando permite grabar en su memoria de forma permanente el programa que dicho microcontrolador ejecute. Si no se introduce ningún programa en la memoria del microcontrolador, este no sabrá que hacer.

Las siglas de IDE vienen de Integrated Development Environment, lo que traducido a nuestro idioma significa Entorno de Desarrollo Integrado. Esto es simplemente una forma de llamar al conjunto de herramientas software que permite a los programadores poder desarrollar (es decir, básicamente escribir y probar) sus propios programas con comodidad. En el caso de Arduino, necesitamos un IDE que nos permita escribir y editar nuestro programa (también llamado “Sketch” en el mundo Arduino), que permita probar que no haya cometido ningún error además permita, cuando sea seguro de que el sketch es correcto, grabarlo en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino para que este se convierta a partir de entonces en un ejecutor autónomo de dicho programa.

2.1.9 Tecnología de radio comunicaciones.

- Sistemas inalámbricos.

Los servicios que cubre la telefonía inalámbrica (cordless/ wireless) están destinados a suministrar el acceso a las redes fijas públicas a personas en movimiento con desplazamientos cortos (José Manuel, 2013).

- La tecnología de celulares.

Antes de explicar en detalle el sistema de telefonía móvil GSM y sus características, es muy conveniente introducir el concepto "celular, en el cual se basan todos los sistemas de telefonía móvil actuales y gracias al cual es posible la reutilización de frecuencias (limitadas en número y, por lo tanto, un bien escaso y sujeto a la concesión de licencia por las distintas Administraciones de cada país para su explotación).

- Estructura de una red de telefonía móvil.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define en el reglamento de Radiocomunicaciones el servicio móvil como el servicio de radiocomunicaciones que se presta entre estaciones móviles y terrestres o entre estaciones móviles. Se diferencia por lo tanto del servicio fijo en la existencia de, al menos, un terminal cuya ubicación varía con el tiempo, requiriéndose el mantenimiento de la conversación telefónica en todo momento (José Manuel, 2013).

- Sistemas GSM.

En este capítulo se van a exponer los sistemas de 2º generación (2G siendo el GSM uno de los más representativos, tanto por sus excepcionales

Características técnicas como por el gran éxito alcanzado a nivel mundial, desplazando a muchos de los otros en uso y contribuyendo a que los anteriores, de tipo analógico, quedasen relegados a un segundo plano. El gran cambio que introdujeron los sistemas de 2G, frente a los 1G, fue la digitalización, lo que la oferta de nuevos servicios, como el de mensajes cortos (SMS). También, en estos sistemas, por primera vez, se introdujo la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module), lo que vino a independizar al usuario del terminal.

- GSM

El GSM (el nombre deriva del comité Groupe Speciale Mobile del CEPT, establecido en 1982) o sistema global para comunicaciones móviles es el intento Europeo de unificar los distintos sistemas móviles digitales y sustituir a los más de diez analógicos en uso hasta entonces, todos ellos muy costosos.

GSM se planteó como un sistema multioperador y el estándar fue diseñado con la posibilidad de que varios operadores pudieran compartir el espectro. Así, la señalización y las interfaces permiten que el usuario pueda elegir la red a la que desea conectarse. En la mayor parte de los países existen tres o más operadores de GSM en su territorio, compitiendo entre sí.

- Los servicios que ofrece GSM.

El estándar de telefonía móvil GSM facilita la existencia de una serie de servicios añadidos los de la telefonía fija, tales como el envío de datos desde

300 a bits hasta 9,6 kbits (o 14,4 kbits con un esquema de codificación mejorado y en buenas condiciones del canal radio), sin necesidad de un modem externo a través de una tarjeta para conexión con el puerto serie del ordenador (José Manuel, 2013).

- Servicio de mensajes cortos (SMS).

En un principio, los mensajes SMS se definieron en el estándar GSM como un medio para que los operadores de red enviaran información sobre el servicio a los abonados, sin que estos pudieran responder ni enviar mensajes a otros clientes.

Este tipo de mensajes se denominaban MT-SM (Mobile Terminand-Short Message, es decir, mensajes que llegan al terminal del usuario). Sin embargo, la empresa Nokia desarrolló un sistema para permitir la comunicación bidireccional por SMS y los mensajes enviados por los usuarios pasaron a denominarse MO-SMS (Mobile Originated, originados en el terminal del usuario). Los mensajes de texto son procesados por un SMSC (Short Message Service Center) o centro de servicio de mensajes cortos), que se encarga de Almacenarlos hasta que son enviados y de conectar con el resto de elementos de la red GSM.

- Arquitectura de una red GSM.

En GSM se especifican entidades funcionales e interfaces normalizadas. De este modo, siempre que se cumplan las especificaciones normalizadas, los equipos de todos los fabricantes serán interoperables, se podrán comunicar, y un operador podrá comprar sus equipos a distintos fabricantes, evitando así la posibilidad de crear mercados cautivos.

2.1.10 Tipos de Manuales

Pueden distinguirse los manuales de:

- **Organización:** este tipo de manual resume el manejo de una empresa en forma general. Indican la estructura, las funciones y roles que se cumplen en cada área.
- **Departamental:** dichos manuales, en cierta forma, legislan el modo en que deben ser llevadas a cabo las actividades realizadas por el personal. Las normas están dirigidas al personal en forma diferencial según el departamento al que se pertenece y el rol que cumple.
- **Política:** sin ser formalmente reglas en este manual se determinan y regulan la actuación y dirección de una empresa en particular.
- **Procedimientos:** este manual determina cada uno de los pasos que deben realizarse para emprender alguna actividad de manera correcta.

- **Técnicas:** estos manuales explican minuciosamente como deben realizarse tareas particulares, tal como lo indica su nombre, da cuenta de las técnicas.
 - **Puesto:** determinan específicamente cuales son las características y responsabilidades a las que se acceden en un puesto preciso.
 - **Múltiple:** estos manuales están diseñados para exponer distintas cuestiones, como por ejemplo normas de la empresa, más bien generales o explicar la organización de la empresa, siempre expresándose en forma clara.
 - **Finanzas:** tiene como finalidad verificar la administración de todos los bienes que pertenecen a la empresa. Esta responsabilidad está a cargo del tesorero y el controlador.
 - **Sistema:** debe ser producido en el momento que se va desarrollando el sistema. Está conformado por otro grupo de manuales.
 - **Calidad:** es entendido como una clase de manual que presenta las políticas de la empresa en cuanto a la calidad del sistema. Puede estar ligado a las actividades en forma sectorial o total de la organización.
- (Andres, 2010)

Para la implementación del proyecto se hará uso de un manual del tipo usuario ya que ira dirigido, al uso del sistema de rastreo móvil.

2.2 MARCO TEÓRICO DE SOLUCIÓN.

La implementación de sistema de rastreo móvil en la escuela de manejo Travicesi contara con los siguientes puntos para su realización e instalación

- Diseño del sistema computacional.
- Procedimiento de la instalación.

Y continuación para el manejo del sistema se elaborará un manual para el usuario.

- Diseño del sistema computacional.

El sistema computacional constas de múltiples dispositivos los cuales se presentan a continuación

- Arduino mega 2560.

Que será la central de procesamiento del sistema, ya que desempeña la función de unir los dispositivos

- GSM/GPS/GPRS sheild v3.

El sheild será la unidad que recibirá y enviara los datos obtenidos del GPS y GSM al arduino, teléfono celular.

- Materias primas.

En el salvador la tecnología de posicionamiento global está restringida a empresas, los insumos necesarios tendrán que ser adquiridos desde otros países mediante la compra de estos dispositivos por internet.

- Procedimiento de la instalación.

Encontrar un espacio libre para poder colocar el dispositivo, y que contenga los siguientes requisitos.

- Que exista una conexión de 7 a 12 voltios.
- Que no interfiera con los equipos electrónicos, mecánicos.
- Que sea de difícil accesos para terceros.
- Que no entre en contacto con el ambiente exterior.
- Que la ubicación sea viable para la recepción, emisión.

Si cumple las características anteriores se procederá a su implementación.

2.2.1 Esquema del funcionamiento del dispositivo GPS.

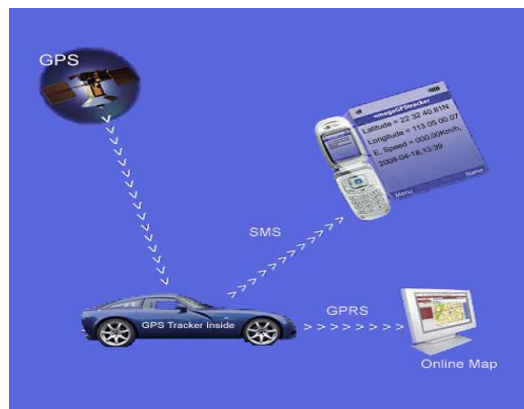


Figura 2.2.1. Descripción gráfica del funcionamiento de un sistema de rastreo.

2.2.2 Manual de Usuario.

1°. Desde un celular mandar un mensaje de texto con el código “LgpsH” al número asignado al dispositivo móvil. Ejempló # 7555-5551.



Figura 2.2.1. Imagen haciendo referencia al envío de mensajes de texto.

2°. Esperar la respuesta del dispositivo acoplado al vehículo con la información de la posición en coordenadas, en formato de mensaje de texto.

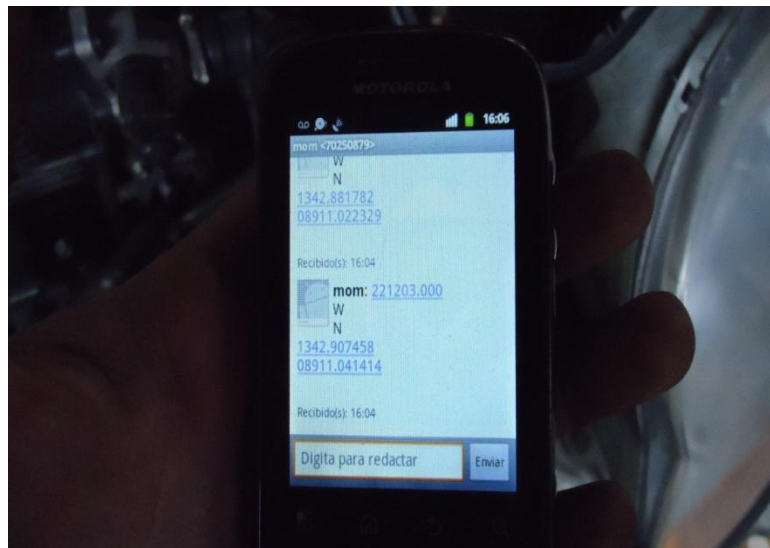


Figura 2.2.4. Se muestra las coordenadas recibidas por SMS.

Una vez obtenida la respuesta con las coordenadas de la ubicación del vehículo pasar al siguiente numeral.

3° dirigirse hacia la barra de tareas y hacer click inicio / programas / (carpeta) Google Chrome/ Google Chrome (aplicación), como se muestra en la Figura 2.4.5.

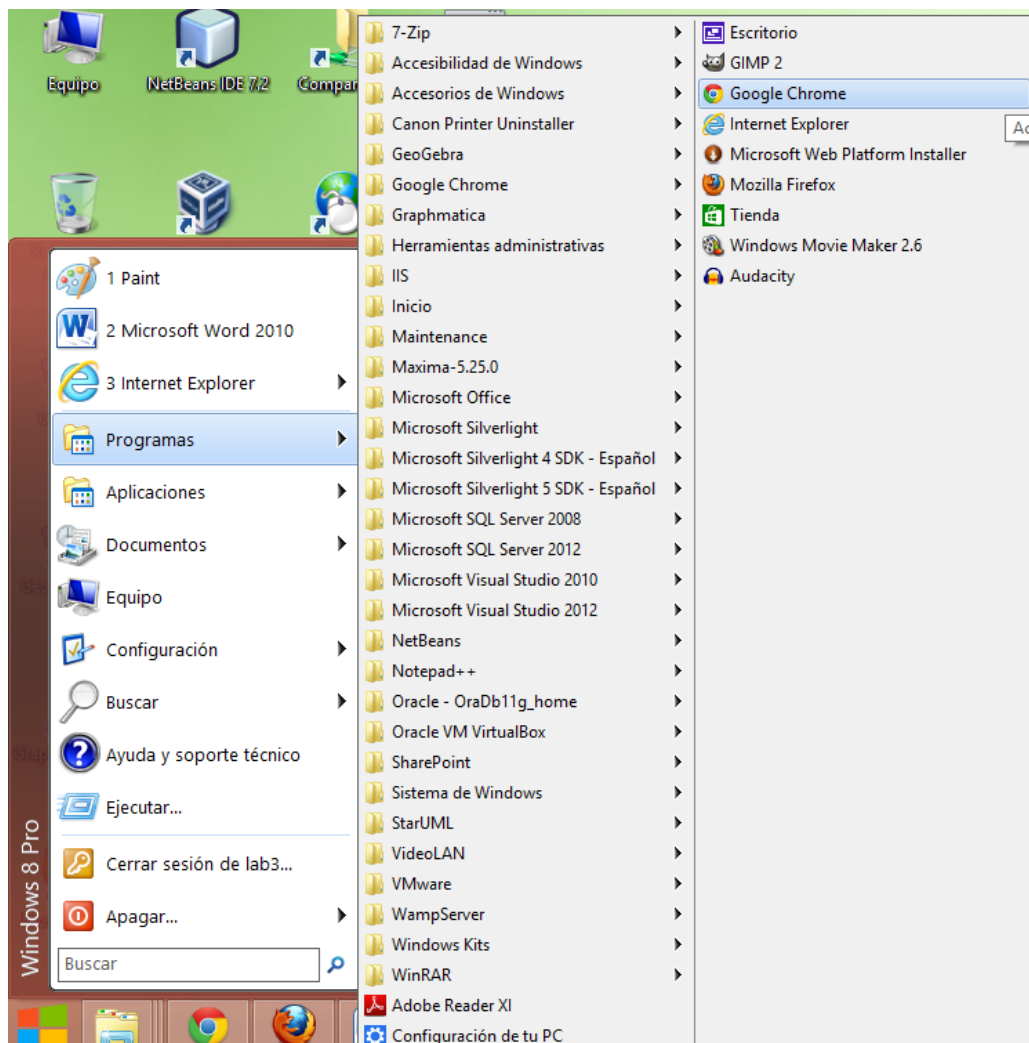


Figura 2.2.5. Muestra la ubicación del navegador web.

4° dirigirse al barra de direcciones del navegador y digitar Google maps.

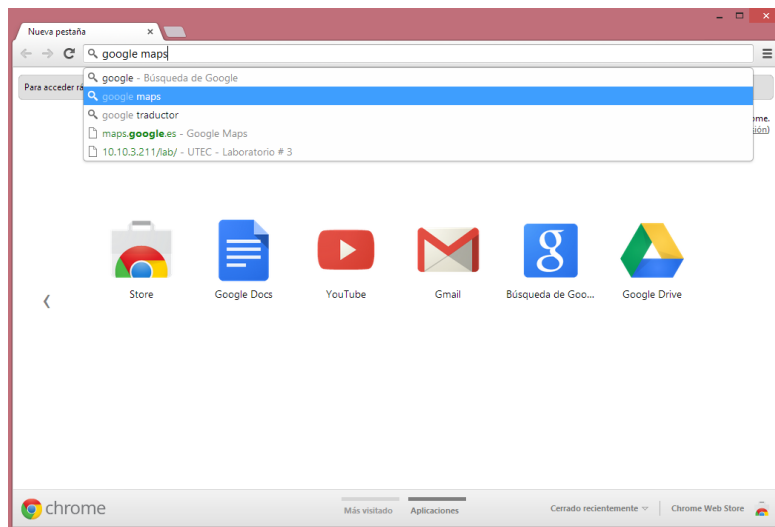


Figura 2.2.6. Se digita en el navegador una dirección.

5° Ingresar las coordenadas que se recibieron como mensaje de texto, como se muestra en figura 2.2.4, luego presionar el botón de búsqueda.

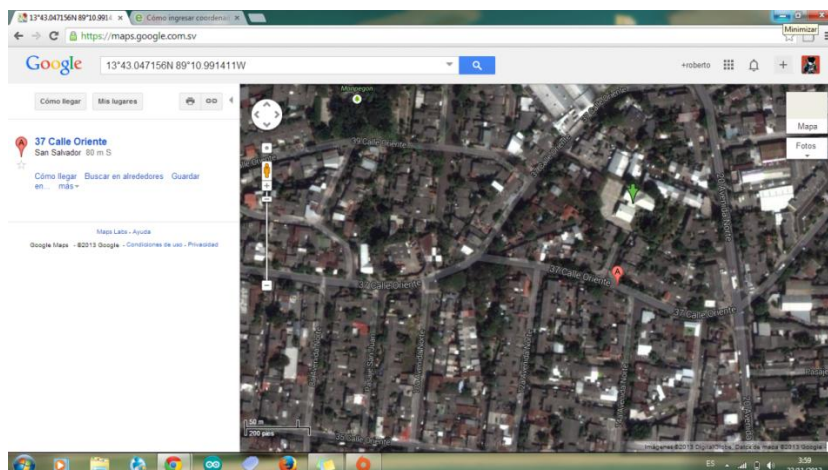


Figura 2.2.7 Resultado obtenido 5:41pm de 21 de 2013, será mostrada la ubicación del vehículo en Google Maps.

2.3 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

GPS.

(Global Positioning System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global) (Aunque se le suele conocer más con las siglas GPS su nombre más correcto es NAVSTAR GPS) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de una persona, un vehículo o una nave, con una precisión de hasta centímetros.

GSM.

(Group Special Mobile o Global System for Mobile Communications) El Group Special Mobile fue el organismo que se encargó de la configuración técnica de una norma de transmisión y recepción para la telefonía celular europea y el Global System es el sistema europeo de telefonía móvil digital a 900 MHz.

Sistema computacional.

Un sistema computacional se compone de recursos humanos, recursos físicos (hardware), y recursos lógicos (software) que trabajan en conjunto para el procesamiento de una información.

Rastreo Vehicular Automatizado.

El sistema de Rastreo Vehicular Automatizado (RVA) o AVL, acrónimo de Automatic Vehicle Location, se aplica a los sistemas de localización remota en tiempo real, basados generalmente en el uso de

un GPS y un sistema de transmisión que es frecuentemente un módem inalámbrico. El sinónimo europeo es Tele localización.

Satélite artificial.

Un satélite artificial es una nave espacial fabricada en la Tierra o en otro lugar del espacio y enviada en un vehículo de lanzamiento, un tipo de cohete que envía una carga útil al espacio. Los satélites artificiales pueden orbitar alrededor de asteroides, planetas. Tras su vida útil, los satélites artificiales pueden quedar orbitando como basura espacial.

Tarjeta SIM.

Una tarjeta SIM (acrónimo en inglés de subscriber identity module, en español *módulo de identificación de abonado*) es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos, Móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al puerto USB. Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

Antena.

La Antena es aquel dispositivo que permite la recepción y el envío de ondas electromagnéticas hacia un espacio libre. Por ejemplo una antena transmisora lo que hace es transformar voltajes en ondas electromagnéticas y la receptora realiza un proceso similar pero al revés.

Telecomunicación.

La telecomunicación, o telecomunicaciones indistintamente, es el estudio y aplicación de la técnica que diseña sistemas que permitan la comunicación a larga distancia a través de la transmisión y recepción de señales. Típicamente estas señales se propagan a través de ondas electromagnéticas, pero es extensible a cualquier medio que permita la comunicación entre un origen y un destino como medios escritos, sonidos, imágenes o incluso personas. Tele Comunicación

Telefonía móvil.

La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

Bandas de frecuencia.

Las bandas de frecuencia son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones.

Red de telecomunicación.

Se entiende por red de telecomunicación al conjunto de medios (transmisión y conmutación), tecnologías (procesado, multiplexación, modulaciones),

protocolos y facilidades en general, necesarios para el intercambio de información entre los usuarios de la red. La red es una estructura compleja. Para su estudio suele dividirse en dos grandes bloques componentes:

Microcontrolador.

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un micro controlador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

Módulo.

En programación un módulo es una porción de un programa de computadora. De las varias tareas que debe realizar un programa para cumplir con su función u objetivos, un módulo realizará, comúnmente, una de dichas tareas (o varias, en algún caso).

Componente electrónico.

Se denomina componentes electrónicos a aquel dispositivo que forma parte de un circuito electrónico. Se suele encapsular, generalmente en un material cerámico, metálico o plástico, y terminar en dos o más terminales o

patillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos, normalmente mediante soldadura, a un circuito impreso, para formar el mencionado circuito.

2.3.1 Arduino Mega R3.

Generalidades.

El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega2560. Cuenta con 54 entradas / salidas digitales pines (de los cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el micro controlador, basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA a CC o batería para empezar.

Alimentación.

Los Arduino Mega puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. La fuente de alimentación se selecciona automáticamente.

Externa (no USB) de potencia puede venir con un adaptador de corriente alterna a corriente continua (pared-verruga) o la batería. El adaptador se puede conectar al conectar un centro de 2.1mm-positivo clavija en jack de alimentación de la placa. Conduce de una batería se pueden insertar en los encabezados de pines Gnd y Vin del conector de alimentación.

La junta puede operar en un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se proporcionan menos de 7V, sin embargo, el pin de 5V puede proporcionar menos de cinco voltios y el tablero puede ser inestable. Si se utiliza más de 12V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son los siguientes:

- VIN. La tensión de entrada a la placa Arduino cuando se utiliza una fuente de alimentación externa (en lugar de 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Se puede suministrar tensión a través de esta clavija, o, si el suministro de tensión a través de la toma de poder, acceder a él a través de esta clavija.
- 5V. Este pin como salida una 5V regulada por el regulador en el tablero. La junta se puede suministrar corriente, ya sea a partir de la entrada de alimentación (7 - 12 V), el conector USB (5V), o el pasador de VIN de la junta (7-12V). El suministro de tensión a través de los pines de 5V o 3.3V no pasa por el regulador, y puede dañar la placa.
- 3.3 V. Una tensión de alimentación 3,3 generado por el regulador incluido. Consumo de corriente máxima es de 50 mA.
- GND. pins de tierra.
- IOREF. Este pin en la placa Arduino proporciona la tensión de referencia con el que el micro controlador opera. Un escudo correctamente configurado puede leer el voltaje pin IOREF y seleccione la fuente de

alimentación adecuada o habilitar traductores de tensión en las salidas para trabajar con el 5V o 3.3V.

Memoria.

El Atmega2560 tiene 256 KB de memoria flash para almacenar el código (de 8 KB que se utiliza para el cargador de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de memoria EEPROM

Entradas y salidas.

Cada uno de los 54 pines digitales en los Mega se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode()`, `digitalWrite()`, y `digitalRead()` funciones. Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una pull-up interna resistor (desconectado de manera predeterminada) de 20-50 kOhms. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

- Serie: 0 (RX) y 1 (TX); serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); serie 2: 17 (RX) y 16 (TX); serie 3: 15 (RX) y 14 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie TTL. Clavijas 0 y 1 están también conectados a los correspondientes pasadores de la ATmega16U2 de USB a TTL chip de serie.
- Las interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (alarma 1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3), y 21 (interrupción 2) Estos pines pueden ser configurados para activar una

interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.

- PWM: 2 a 13 y 44 a 46 Proporcionar 8-bit de salida PWM con la `analogWrite ()` función.
- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS) Estos pines compatible con la comunicación SPI utilizando la biblioteca de SPI . Los pines SPI también desatado en la cabecera ICSP, que es físicamente compatible con el Uno, Duemilanove y Diecimila.
- LED: 13. Hay un built-in LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es valor HIGH, el LED está en encendido, cuando la pin es LOW, es apagado.
- TWI: 20 (SDA) y 21 (SCL) Apoyo TWI comunicación a través de la biblioteca `wire`. Tenga en cuenta que estos pines no están en la misma ubicación que los pines de inmersión recíproca en el Duemilanove o Diecimila.

El Mega2560 tiene 16 entradas analógicas, cada una de las cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes). Por defecto se mide desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el pin AREF y `analogReference ()` la función.

Hay un par de los otros pines en el circuito:

- AREF. Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Se utiliza con `analogReference()`.
- Restablecer. Trae esta línea LOW para reiniciar el microcontrolador. Normalmente se utiliza para agregar un botón de reinicio a los escudos que bloquean el uno en el tablero.

Comunicación.

El Arduino Mega2560 tiene un número de instalaciones para la comunicación con un ordenador, Arduino otro, u otros micro controladores.

El Atmega2560 proporciona cuatro UART para TTL (5V) de comunicación serie. Un ATmega16U2 en los canales bordo de uno de estos a través de USB y proporciona un puerto COM virtual con el software en el equipo (máquinas con Windows se necesita un archivo. `inf`, pero lo hará máquinas OSX y Linux reconocer la tarjeta como un puerto COM automáticamente. El software de Arduino incluye un monitor de serie que permite simples datos de texto que se envían desde y hacia el tablero. El RX y TX LED en el tablero parpadea cuando los datos se transmiten a través de la ATmega8U2/ATmega16U2 conexión chip y USB al ordenador (pero no para la comunicación en serie en los pines 0 y 1).

Características

Microcontroladores	Atmega2560
Tensión de funcionamiento	5V

Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limites)	6-20V
Digital I / O Pins	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente por I DC/ O pin	40 mA
Corriente DC por Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB utilizadas por bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

GPS / GPRS / GSM Módulo V3.0.

Este es un GPS / GPRS / GSM escudo de DFRobot. Este escudo con un motor de GSM / GPRS cuatribanda funciona en las frecuencias EGSM 900MHz/DCS 1800MHz y GSM850 MHz / PCS 1900MHz. También es compatible con la tecnología GPS para la navegación por satélite. Es posible que el robot y el sistema de control para enviar mensajes y utilizar la red GSM.

Se controla a través de comandos AT (GSM07.07, 07.05 y SIMCOM realizados EN los comandos). Y el diseño de esta pantalla le permite conducir la función GPS GSM y directamente con el ordenador y la placa Arduino. Incluye una antena SMD de alta ganancia para GPS y GSM. Este escudo GPS / GPRS /

GSM utiliza una SIM908 chip integrado de SIMCom. Featuring una interfaz estándar de la industria y la función GPS, la combinación de ambas tecnologías permite mercancías, vehículos y personas para realizar un seguimiento de la perfección en cualquier lugar y en cualquier momento con la cobertura de la señal.

Especificación:

- Fuente de alimentación: 6-12v.
- Bajo consumo de energía (100mA @ 7v - Modo GSM).
- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz.
- Multi-slot clase 10 GPRS.
- La tecnología GPS de la ayuda para la navegación por satélite.
- Embeded antenas de alta ganancia SMD para GPS y GSM.
- Apoyar directamente 4 * 4 botonera.
- Interruptor de control de USB / Arduino.
- Superficie del tablero: Oro de la inmersión.

CAPITULO III: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Propuesta de la solución

Tomando como referencia todas las problemáticas mencionadas anteriormente en el capítulo uno, y mediante la investigación realizada, surge la propuesta para mejorar el sistema actual de control de la ruta de un vehículo.

Para la instalación del prototipo, se necesitará un espacio libre en el vehículo, que proporcionará la escuela de manejo Travicesi, posteriormente se realizarán las pruebas necesarias del sistema de rastreo móvil.

Es necesario que el sistema esté libre de interferencias electromagnéticas para evitar errores en los datos de los satélites.

El prototipo de rastreo satelital es un sistema computacional diseñado a partir de componentes específicos, basados en circuitos integrados, estos componentes son necesarios para la realización de un seguimiento continuo a uno de los vehículos, mediante un dispositivo instalado en un compartimiento oculto, el cual brindará información sobre su ubicación, mediante la utilización de un GPS y una red GSM que será la encargada de transmitir la información proporcionada mediante la contratación del servicio de línea pos pago o prepago a una empresa de telecomunicaciones.

Para realizar el prototipo de rastreo será necesaria la contratación de un servicio de red celular proporcionada por una empresa de telecomunicaciones, que brinde mensajería instantánea y cobertura nacional, poseer una cuenta en un banco, para realizar compras por internet ya que algunos componentes no se encuentran en el país, algunos de los componentes serán adquiridos en otros países.

Se realizará la implementación del prototipo de rastreo móvil en una empresa que no disponga de este servicio o desee mejorar su sistema actual de control de rutas, mediante un prototipo de rastreo móvil que será programado con un IDE de la plataforma Arduino, la instalación se hará en un compartimiento no visible del vehículo, para un mejor rendimiento, así evitar cualquier interferencia y se contará con un manual de usuario para su correcta utilización.

El sistema de rastreo móvil estará compuesto por un módulo GPS/GPRS/GSM v3 que realiza la función de red y GPS, una placa Arduino que será la unidad de control del dispositivo, los satélites que serán los encargados de proporcionar la posición global, la red de celular que administrará la transmisión de los datos y el vehículo que realizará la función de transportar el dispositivo.

Su funcionamiento será de proporcionar la información de la ubicación del vehículo, suministrada por satélites mediante coordenadas y la triangulación que realizará el modulo GPS, que serán transmitidas por un módulo GSM

dentro de una red de telefonía, mediante la solicitud realizada desde un celular, enviando un mensaje de texto con una clave alfanumérica a un dispositivo acoplado al vehículo.

El proyecto está dirigido a la escuela de manejo Travicesi, para mejorar el sistema actual de control de rutas de la flota de vehículos, es urgente encontrar una solución al problema, ya que la empresa no cuenta con el sistema propuesto anteriormente.

Se diseñará a partir de la necesidad de realizar un seguimiento en tiempo real a uno de los vehículos que circulan en las carreteras y mejorar el sistema actual de vigilancia de la escuela de manejo Travicesi, con dicha implementación se pretende mejorar la problemática.

Para el diseño del manual se requerirá de la herramienta grafica como Paint y Word.

Aspecto que se deberán tomar en cuenta para el desarrollo de los productos finales que se implementara en la escuela de manejo Travicesi:

Sera necesario contar con los suficientes recursos económicos ya que uno de los productos tiene un valor aproximado de ciento cincuenta dólares (\$150).

Otro de los factores a tomar en cuenta es el tiempo que se requiere para que el producto llegue a nuestro país desde Hong Kong, aproximadamente 30 días.

Su construcción es realmente fácil pero su programación se vuelve compleja, uno de los principales componentes que se utilizarán es integrado y por ser nuevo en el mercado existen pocas personas que lo han utilizado.

3.1.1 Desarrollo de la solución.

El desarrollo de este proyecto surge mediante el análisis y la observación de las necesidades de la empresa, ya que esta no cuenta con un sistema que determine automáticamente la ubicación de su unidad, con la implementación de este prototipo se pretende mejorar el uso de las unidades, al igual permitiría llevar un registro general de las actividades que se realiza en uno de los vehículos, verificando en un mapa digital su ubicación geográfica.

- El sistema necesita de varios componentes para funcionar, se utilizarán los siguientes componentes:

Módulo GPS/GPRS/GSM Module V3.0, será adquirido por internet ya que en el país no se distribuye. Que a continuación se muestra:



Figura 6. Imagen del módulos GPS/GSM



Figura 7. Micro controlador Arduino mega 2560.

- Se acopla el módulo GPS con la placa Arduino como se muestra en la siguiente figura

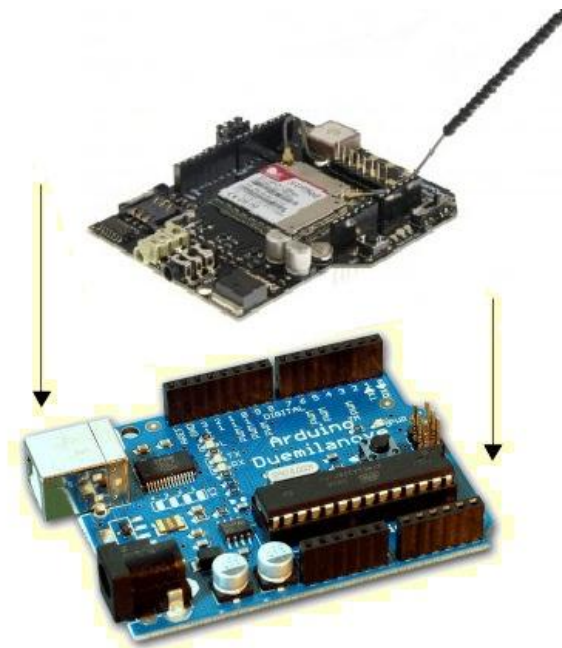


Figura 8. Imagen de la unión del módulo con la placa Arduino.

- El Arduino IDE 1.0.5 es el software que se utilizará para programar el Arduino mega 2560 y verificar el estatus del módulo GPS.

Para la implementación del proyecto, es necesario conocer el lenguaje de programación de IDE de Arduino.



Figura 8. Pantalla principal IDE

A continuación el sketch que se cargara a la placa Arduino.

// Product name: GPS/GPRS/GSM Module V3.0

// # Product SKU : TEL0051

// # Version : 0.1

// # Description:


```

// # El bosquejo para conducir el modo de GPS a través de la interfaz USB

// # Steps:

// # 1. Gire el interruptor S1 en el Prog (lado derecho)

// # 2. Girar el interruptor S2 para el lado del USB (lado izquierdo)

// # 3. Conecte la cubierta del puente GSM / GPS para el lado GSM

// # 4. Sube el boceto a la placa Arduino (Asegúrese de apagar otro monitor de
serie)

// # 5. Gire el interruptor S1 a la comunicación (a la izquierda)

// # 7. RST de la placa hasta que el START LED está encendido

void setup()

{

// Init los pasadores de impulsión para la función GSM

pinMode(3,OUTPUT);

pinMode(4,OUTPUT);

pinMode(5,OUTPUT);

//Output GSM Timing

digitalWrite(5,HIGH);

```

```

    delay(1500);

    digitalWrite(5,LOW);

}

void loop()

{

    digitalWrite(3,HIGH);// desHabilitado GSM TX、RX

    digitalWrite(4,HIGH);// desHabilitado GPS TX、RX

}

```

Después de haber cargado el código anterior, abrir el monitor serial e ingresar los comandos AT que se muestran continuación en el IDE.

Ejemplo: AT + CGPSIPR = 9600 después presionar enviar.

Pasos:

Enviar: AT

Enviar: AT + CGPSIPR = 9600 (establecer la velocidad de transmisión)

Enviar: AT + CGPSPWR = 1 (encender la fuente de alimentación del GPS)

Enviar: AT + CGPSRST = 1 (GPS reinicio en modo de autonomía)

Como se muestra en las siguientes imágenes.

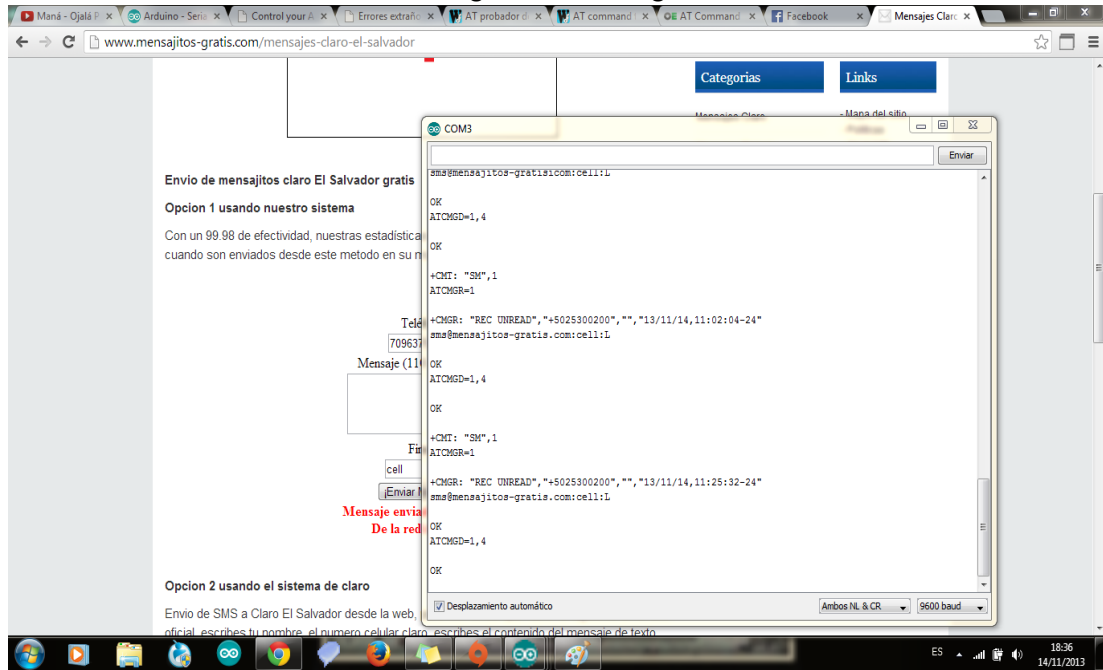


Figura 9. Pantalla del monitor serial CoolTem.

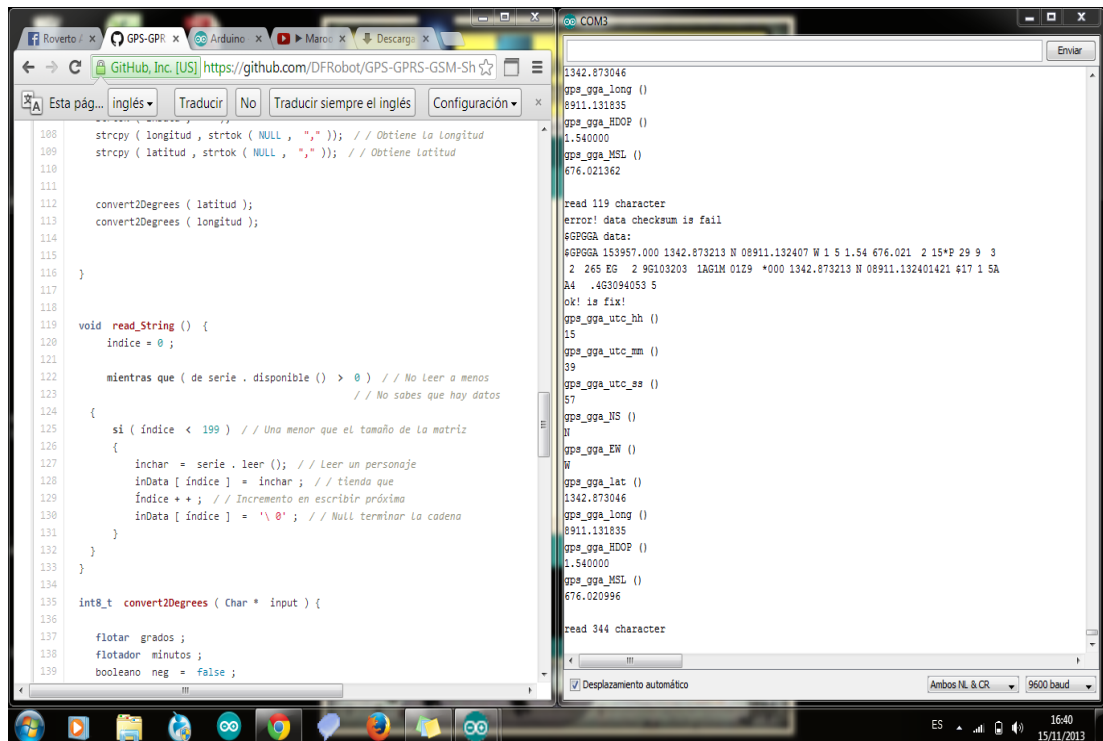


Figura 10. Pantalla del monitor serial, con los resultados del GPS.

3.2 Conclusiones

En conclusión los sistemas de rastreo móvil presentan una gran importancia para la sociedad, dicha tecnología facilita la recuperación de los vehículos mediante coordenadas de posicionamiento global.

El GPS es una herramienta que ha demostrado, que su utilidad es mayor que su costo, ya que los beneficios y aplicaciones son diversos. Además permite a las sociedades establecer su ubicación en el globo terráqueo mediante coordenadas.

El GSM es un sistema de gran importancia a nivel mundial, porque permite la movilidad de una red, además es parte importante de la infraestructura de la sociedad, ya que se utiliza para las comunicaciones, red celular e internet.

Al utilizar una red inalámbrica móvil, no se requiere de cables ya que es alimentada por baterías.

Los sistemas computacionales son indispensables para el desarrollo de la humanidad, ya que realizan las tareas más complejas, los sistemas embebidos están en todas partes, de allí la importancia del conocimiento de la electrónica, si no fuera por ella no tendríamos el mundo moderno de hoy.

Los satélites de comunicaciones son tan importantes, porque de ellos depende las comunicaciones mundiales, internet, clima entre otros, a pesar de que estas

supercomputadoras llamadas satélites están a miles de metros, lejos de la tierra, cumplen una serie de funciones para mantener conectado al mundo.

3.3 Recomendaciones

Recomendaciones para la escuela de manejo Travicesi.

Los empleados que utilicen el vehículo donde se encuentre instalado el prototipo de rastreo satelital, no deberán conocer la ubicación del dispositivo, para evitar daños y manipulación.

La tarjeta SIM siempre deberá disponer de saldo permanente para su funcionamiento.

Si fuere necesario reemplazar la batería de emergencia, consultar con el diseñador del prototipo.

Si fuese robado o extraviado el dispositivo de rastreo satelital, informar al diseñador del prototipo y a las autoridades correspondientes para su recuperación.

Recomendaciones para mantener el correcto funcionamiento del dispositivo, es necesario verificar los siguientes aspectos:

- La tarjeta SIM debe mantenerse siempre con saldo disponible para que no afecte su funcionamiento.

- La batería de emergencia dura aproximadamente 3 días, si en caso la batería principal del vehículo llegará a fallar.

Si el dispositivo llegará a fallar, contactar con el diseñador del prototipo.

Bibliografía

- Bolton, W. (2010). *Mecatrónica : sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica*. México, D.F.: Alfaomega.
- Huidobro, J. M. (2013). *Comunicaciones móviles : sistemas GSM, UMTS y LTE*. México, D. F.: Alfaomega.
- Neri Vela, R. (1989). *Satélites de comunicaciones*. México, D.F.: McGraw Hill.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software*. Madrid: Pearson Educación.
- Torrente Artero, Ó. (2013). *Arduino : curso práctico de formación*. México, D. F.: Alfaomega Grupo Editor.
- Valdano, J. W. (2004). *Introducción a los sistemas de microcomputadora embebidos* . México, D.F.: International Thomson Editores.

Anexos

Matriz de Congruencia

Matriz de congruencia		
Tema: Sistema de rastreo por GPS con consulta vía GSM para la localización de vehículo en la Escuela de Manejo TRAVICESI.		
Enunciado del problema: ¿Cómo beneficiaría la implementación de un prototipo de localización de un vehículo en la Empresa TRAVICESI?		
Objetivo general: Implementar un sistema de localización móvil vía GPS con consultas vía GSM, para la empresa TRAVICESI, que ayude a un mejor control de la ruta de un vehículo.		
Obj. Especifico 1: • Diseñar un sistema computacional que realice la función de localización en un vehículo.	Obj. Especifico 2: • Implementar este sistema en un vehículo de la empresa con la finalidad de mejorar la supervisión de su unidad.	Obj. Especifico 3: • Diseñar un manual de usuario para facilitar el uso de sistema computacional de rastreo.
Alcance 1: Diseñar un sistema computacional GPS capaz de mejorar el servicio mediante un el control de la ubicación del vehículo.	Alcance 2: Instalación de prototipo funcional en un vehículo de la escuela de manejo Travicesi.	Alcance 3: • Diseñar un manual de usuario para facilitar el uso de sistema computacional de rastreo.
Producto 1: Prototipo de sistema de rastreo móvil.	Producto 2: Mensaje de texto con la ubicación del vehículo.	Producto 3: Entrega del documento impreso.

Firmware de Control

```
#ifndef DEBUG
#define DEBUG
#endif

#include "gps_gsm_sim908.h"
char *phone_num = "#####";
char inchar;
void setup()
{
  gps_init ();   //init GPS pin
  #ifdef DEBUG
    Serial.begin (9600); //serial0 connect computer
    while (!Serial);
  #endif
  Serial1.begin (9600);   //serial1 connect GPS
  while (!Serial1);
  #ifdef DEBUG
    Serial.println ("start GPS! ");
  #endif
  delay(5000);
  gsm_disable ();
  gps_enable ();
  start_gps ();   //open GPS
  gsm_enable ();
```

```

        gps_disable ();
    }
    void loop()
    {
        gsm_enable ();
        gps_disable ();
        if(Serial1.available()>0)
        {
            inchar=Serial1.read();
            Serial.print(inchar);           //Display the GPS/GPRS/GSM Module status
            if(inchar=='T')
            {
                delay(10);
                inchar=Serial1.read();
                if (inchar=='I')           //When the GSM module get the message, it will
                display the sign '+CMTI "SM", 1' in the SoftwareSerial port
                {
                    delay(10);
                    Serial.println(" ");
                    Serial1.println("AT+CMGR=1");
                    Serial.println(" ");
                    //When Arduino read the sign, send the "read" AT command to the module
                    delay(10);
                }
            }
            else if (inchar=='L')

```

```

{
  delay(10);
  inchar=Serial1.read();
  if (inchar=='H')          //Thw SMS("LH") was display in the
SoftwareSerial port, and Arduino has recognize it.
  {
    delay(10);
    Serial.println(" ");
    Serial.println( "incio 2" );
    Serial.println(" ");
    gsm_disable ();
    gps_enable ();
    delay(10);
    int stat = gps_get_gga ();  // read data from GPS, return 0 is ok
                                //true if fix
                                //send_message (phone_num, gps_gga_utc_s ());
    gsm_begin_msg (phone_num);
    gsm_send_msgln (gps_gga_utc_s ());
    gsm_send_msgln (gps_gga_EW_s ());
    gsm_send_msgln (gps_gga_NS_s ());
    gsm_send_msgln (gps_gga_lat_s ());
    gsm_send_msgln (gps_gga_long_s ());
    gsm_stop_send ();
    delay(10);
                                while (1);
                                //

```

```

switch (stat) {
case 0:
    #ifdef DEBUG
    Serial.println ("data checksum is ok");
    #endif
    break;
case 1:
    #ifdef DEBUG
    Serial.println ("error! data checksum is fail");
    #endif
    break;
case 2:
    #ifdef DEBUG
    Serial.println ("GPGGA ID is error!");
    #endif
    break;
case 3:
    #ifdef DEBUG
    Serial.println ("data is error!");
    #endif
    break;
    #ifdef DEBUG
Serial.println(" ");
    Serial.println ("GPGGA data:");
Serial.println(" ");

```

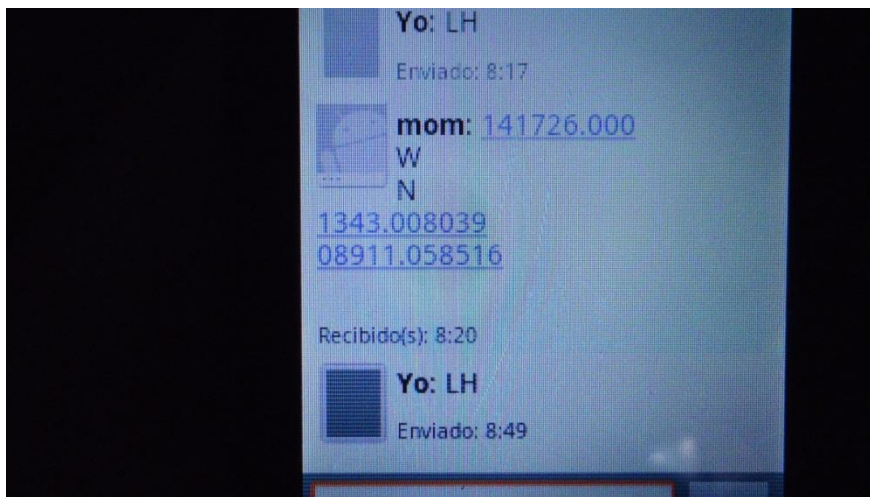
```

    gps_gga_print ();    //for test
Serial.println(" ");
    #endif
}

    delay(500);
Serial.println(" ");
        Serial1.println("AT+CMGD=1,4"); //Delete all message
        Serial.println(" ");
Serial.println( "FIN" );

    delay(500);
}
} }

```



Fotografía 1. Mensaje de texto recibido con las coordenadas del dispositivo instalado en el vehículo, 22 de noviembre de 2013, 8:49AM

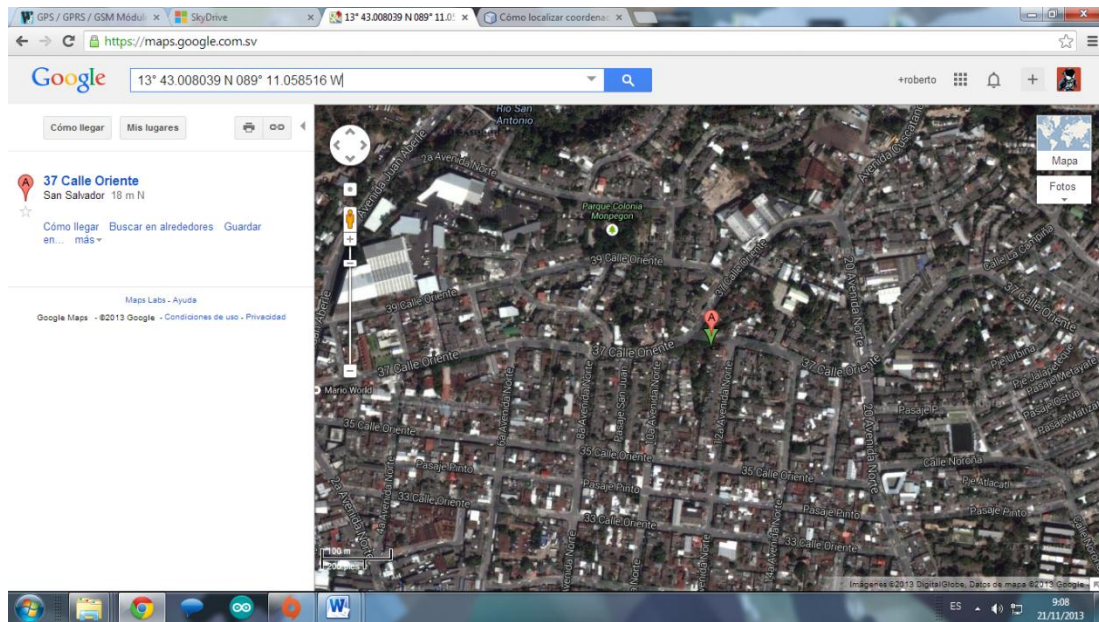


Imagen 1. Capturada de pantalla del escritorio, en la cual se muestra la ubicación del vehículo, en el navegador Google Maps.

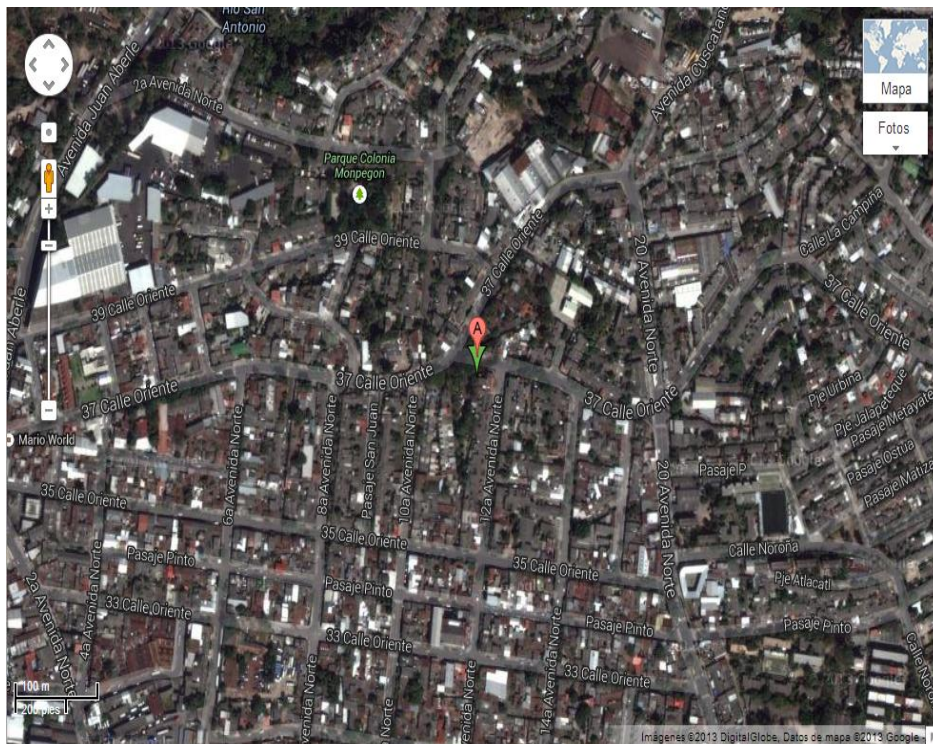


Imagen 2. Aumento de la imagen 1, donde se muestra la ubicación del vehículo.



Fotografía 2. Vehículo de la escuela de manejo Travicesi donde se realizó la implementación del prototipo.