

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ



**RASTREO SATELITAL Y BLOQUEO REMOTO
AUTOMOTRIZ EN BASE A EQUIPO GPS**

EMPRESA “BIGSOMER LTDA”

INFORME DE PASANTÍA

TÉCNICO UNIVERSITARIO SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

POSTULANTE

FLAVIO DAVID JIMÉNEZ SOTO

Tutor: Lic. Jorge Escobar Choquecalla

La Paz, Julio de 2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ACTA DE REVISIÓN INFORME DE PASANTÍA

RASTREO SATELITAL Y BLOQUEO REMOTO AUTOMOTRIZ

EN BASE A EQUIPO GPS

EMPRESA "BIGSOMER LTDA"

PRESENTADO POR: FLAVIO DAVID JIMÉNEZ SOTO

Requisito para la obtención del grado de:

TÉCNICO UNIVERSITARIO SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Director de carrera:

Ing. Cedric D. Rúa Rodríguez

Tribunal:

Lic. Juan Carlos Valencia Tarqui

Lic. Juan Marcelo Illanes Dorado

Lic. Vladimir Calsina Cota

Tutor:

Lic. Jorge Escobar Choquecalla

Calificación:

DEDICATORIA

**El presente trabajo va dedicado a mis
padres y hermanas que siempre me
apoyaron.**

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al Lic. Jorge Escobar Choquecalla por apoyarme con sus conocimientos y por colaborar con este informe.

INDICE

DIDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

INDICE

RESUMEN INFORME DE PASANTIA.....	1
CAPÍTULO I	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 La barra antirrobo	2
1.2.2 La alarma.....	3
1.2.3 El transponder	3
1.2.4 El localizador GPS.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	6
1.4 PLANTIAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN	7
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
CAPÍTULO II.....	10
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	10
2.1 AVL (AUTOMATIC VEHICLE LOCATION)	10
2.2 GPS (GLOBAL POSITION SYSTEM).....	10
2.2.1 RECEPTORES GPS.....	12
2.2.2 TIPOS DE RECEPTORES GPS.....	13
2.2.3 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM.....	13
2.2.4 FRECUENCIAS USADAS POR GSM	14
2.2.5 TECNOLOGÍAS CELULARES Y SATELITALES	15

2.2.6	ATT -AUTORIDAD DE REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y TRANSPORTES.....	16
2.2.7	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN GPS.....	17
2.2.8	DISPOSITIVO GPS - TRACKER TK 103-A.....	17
2.3	CARACTERÍSTICAS DEL RASTREO SATELITAL.....	28
2.4	CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO GPS.....	31
2.5	VEHICULOS CON SEGURIDAD DE FÁBRICA.....	32
2.6	SISTEMAS DE ENCENDIDO MOTORES A GASOLINA.....	34
2.6.1	SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL.....	34
2.6.2	SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON PLATINO.....	35
2.6.3	SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON GENERADOR INDUCTIVO.....	35
2.6.4	SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRONICO.....	36
2.6.5	SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS).....	37
2.6.6	SISTEMA DE ENCENDIDO EN MOTOCICLETAS.....	38
2.6.7	ENCENDIDO POR DESCARGA DE CONDENSADOR (CDI- CAPACITOR DISCHARGE IGNITION).....	40
2.6.8	DISPOSITIVOS DE PARADA MOTORES DIESEL.....	41
2.6.9	DISPOSITIVO DE PARADA ELECTRICO (ELAB).....	41
2.6.10	ESO (ENGINE SHUTOFF SOLENOID).....	42
2.6.11	FSS (FUEL SHUT OFF SOLENOID).....	43
2.7	RELÉ.....	44
2.8	INTERRUPTOR MAGNÉTICO.....	45
CAPÍTULO III.....		47
DESARROLLO.....		47
3.1	COORDINACIÓN CON EL CLIENTE.....	47
3.2	EVALUACIÓN, COTIZACIÓN Y COMPRA DE MATERIALES.....	47
3.3	ARMADO DE CABLE PARA EL DISPOSITIVO GPS.....	48
3.4	HERRAMIENTAS USADAS EN LAS INSTALACIONES.....	49

3.5	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES.....	50
3.6	PASOS DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS.....	50
3.7	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN VEHÍCULOS LIVIANOS.....	54
3.8	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN MOTOCICLETAS.....	54
3.9	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN VEHÍCULOS A DIESEL.....	55
3.10	INSTALACIÓN DE ANTENAS.....	56
3.11	INTERRUPTOR DE APERTURA DE PUERTA.....	57
3.12	MANTENIMIENTOS A LOS DISPOSITIVOS GPS.....	58
3.13	APORTES A LA EMPRESA.....	64
3.14	PROYECTOS.....	68
CAPÍTULO IV.....		71
4.1	CONCLUSIONES.....	71
4.2	RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....		73
ANEXO 1.....		76
ANEXO 2.....		77
ANEXO 3.....		78
ANEXO 4.....		79

RESUMEN INFORME DE PASANTIA

El presente informe describe los trabajos realizados durante la pasantía en los talleres de la empresa de rastreo satelital BIGSOMER LTDA. situada en la ciudad de La Paz.

La empresa brinda servicios de localización, rastreo de vehículos y personas para aplicaciones logísticas, distribución de productos y administración de flotas de vehículos.

El principal trabajo realizado fue la instalación de equipos GPS para el sistema de rastreo satelital.

El informe de pasantía está organizado por capítulos que se describen a continuación:

Capítulo I

Planteamiento del problema, establece el objetivo general y analiza varias soluciones.

Capítulo II

Describe los fundamentos teóricos aplicados a la pasantía.

Capítulo III

Describe el desarrollo de la pasantía.

Capítulo IV

Conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo el robo de vehículos se ha vuelto una preocupación latente en nuestro país, su perfeccionamiento técnico han vuelto obsoletas las alarmas comunes, siendo necesario nuevas alternativas tecnológicas para aumentar la seguridad en los vehículos.

Con el avance tecnológico, la fusión existente entre la electrónica aplicada y la ingeniería automotriz, se ha vuelto más compacta y conjunta. Por ello, existen innumerables aplicaciones que día a día mejoran el desempeño, control y seguridad de los vehículos.

El sistema de posicionamiento global mediante satélites (GPS: Global Positioning System) representa uno de los más importantes avances tecnológicos de las últimas décadas.

La integración entre el vehículo y el sistema de posicionamiento global ha permitido tener conocimiento de la ubicación de cualquier tipo de vehículo móvil, en cualquier momento y lugar del globo terrestre.

1.2 ANTECEDENTES

La seguridad ante los robos, es una prioridad para cualquier conductor, son varias las soluciones técnicas adoptadas que persiguen restringir el acceso al vehículo a únicamente aquellas personas autorizadas, estos sistemas llamados antirrobo son los siguientes:

1.2.1 La barra antirrobo

Se instala generalmente entre el volante y pedal no siempre tiene una efectiva medida disuasoria ya que puede ser desmontado por los ladrones.

1.2.2 La alarma

Emite un fuerte sonido que en pocos casos genera que se abandone el intento de robo porque al desconectar la batería del automóvil ésta deja de funcionar.

1.2.3 El transponder

Utiliza una llave que lleva incorporado un código digital. Si alguien intenta poner en marcha el motor con otras llaves, el sistema se dará cuenta y bloqueará al vehículo. Pero no evita el robo del vehículo si éste es remolcado.

1.2.4 El localizador GPS

Encabeza la lista de los nuevos accesorios de seguridad que la tecnología moderna ha permitido instalar en los autos.

Se trata de un sistema de localización que cuenta con un equipo GPS que permite ubicar un automóvil en un mapa a través de una plataforma e incluso permiten inmovilizar el automóvil.

Existen varias empresas que se dedican al servicio de rastreo satelital en nuestro país, algunas de estas empresas son:

a) MONNET

MONNET es una empresa de tecnología que se dedica a desarrollar y operar para el mercado empresarial, dos modernos servicios: Monitoreo Satelital de Vehículos & Personas y Servicios Corporativos Móviles.

b) UBICAR

Es la única Red Internacional de Seguridad con cobertura en toda Latinoamérica, que provee soluciones y servicios de localización, protección y monitoreo electrónico de vehículos, personas y propiedades.

Opera en el mercado boliviano desde el año 2002, atendiendo de manera eficiente a clientes y usuarios.

Utiliza una amplia gama de dispositivos electrónicos de control, posibilitando satisfacer las necesidades específicas de clientes corporativos y particulares.

c) TRACKNET

Es una empresa internacional que brinda una poderosa herramienta, que le permite conocer la localización en tiempo real de: Bienes, Personas, Vehículos, Animales, Activos y Carga, contribuyendo a la seguridad y vigilancia. Llevan la vanguardia del sector, gracias a la implementación de los últimos sistemas de Alta Tecnología y estableciendo convenios estratégicos con clientes. Además proporcionan información de cada dispositivo en tiempo real, lo que permite controlar la gestión y la logística, conocer la forma, el manejo de cada conductor, dentro normas internacionales de manejo defensivo, garantizando de esta manera la seguridad de los conductores y ocupantes del vehículo y garantizando un buen uso de sus vehículos.

d) BIGSOMER

Brindan servicios de localización y rastreo de vehículos y personas para aplicaciones logísticas, distribución de productos, administración de flotas de vehículos, fuerza de ventas y aplicaciones comerciales.

e) BOLTRACK

Empresa de RASTREO, SEGURIDAD, LOGÍSTICA SATELITAL para flota de vehículos. Entre las múltiples aplicaciones de sus equipos y servicios se encuentran: el rastreo de vehículos particulares y flotas de empresas, vehículos de transporte de pasajeros y carga, control de rutas de vehículos, rastreo y logística de maquinaria pesada, localización de personas, monitoreo de activos e instalaciones industriales.

f) DETEGIS

Es la primera empresa boliviana que ofrece soluciones de Rastreo Satelital de Vehículos utilizando herramientas propias, desarrolladas por profesionales bolivianos.

g) TRS

Brinda servicios de seguimiento vehicular automático para el Servicio de Transporte Municipal, SETRAM, para 61 buses PUMAKATARI con su centro de monitoreo en las oficinas del SETRAM.

h) GPS-BOLIVIA

Empresa dedicada al Rastreo Satelital con GPS en Bolivia lo que le permite ver en vivo el desplazamiento de su vehículo desde cualquier computador conectado al internet, donde puede ubicar o vigilar su vehículo familiar o de trabajo en tiempo real.

i) SATELICAR

Fundada en el año 2003; es una empresa de alta tecnología dedicada a la provisión de servicios de información a medida con alta vocación de servicio.

Tiene su domicilio principal en la ciudad de Cochabamba, República Plurinacional de Bolivia.

Brindamos un sistema integrado de administración y control, cuya función principal es localizar sus Unidades en cartografía digital georreferenciada en tiempo real, además de tener las herramientas necesarias para gestionar la geológica y la geoestadística.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Instalar equipo GPS para localizar vehículos en territorio nacional mediante el uso de tecnología de rastreo satelital y bloqueo remoto en caso de robo.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Se detallan a continuación los objetivos específicos:

- Identificar según el tipo de vehículo, el sistema de ignición de combustible utilizado; sistema de encendido por chispa en motores a gasolina o sistema de alimentación en motores Diesel
- Disponer los insumos necesarios para la instalación así como también el equipo GPS con sus accesorios, sensores o actuadores según el tipo de instalación requerida
- Preparar el dispositivo GPS con los accesorios, sensores o actuadores según los requerimientos del vehículo
- Dar mantenimiento al equipo GPS para que el vehículo no deje de reportar posición

1.4 PLANTIAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchos propietarios de movibilidades eligen el uso del sistema de rastreo satelital a raíz de los elevados índices robos. En los últimos 13 años el promedio de robo de vehículos por años fue de 4053, a partir del año 2000 al 2012.¹

La instalación del dispositivo GPS ¿Reducirá el porcentaje de robos de vehículos en nuestro país? ¿Será solo una medida disuasoria contra los robos? ¿Será menos efectivo que otros sistemas antirrobo?

¹ Número de vehículos robados INE año 2000-2012, Tabla 1

1.5 JUSTIFICACIÓN

La cantidad de autos robados en Bolivia de enero a marzo de 2014 aumentó 14% con relación al primer trimestre del 2013 de 239 a 273 informó la Dirección Nacional de Prevención del Robo de Vehículos (DIPROVE). Solamente 84 motorizados, el 31%, fueron recuperados.²

Un informe oficial remitido por DIPROVE detalla que, a nivel nacional, el 2011 se registró el robo de 2.500 automóviles y un número similar de motocicletas, haciendo un total de más de **5 mil motorizados extraviados**, de los cuales, sólo se logró recuperar **1.600**, un 30 por ciento del total.

Durante 2010, DIPROVE logró recuperar 1.072 vehículos robados de los cuales 523 fueron devueltos a sus propietarios.

El análisis señala que si bien el número de rescates no es significativo, constituye un hito en la lucha contra las bandas delictivas organizadas conformadas por ciudadanos nacionales y extranjeros que se dedican a sacar autos por puntos fronterizos, además de desmantelarlos y venderlos por partes en ferias itinerantes.³

En la siguiente tabla se puede apreciar la cantidad de vehículos robados por año y por departamentos en territorio nacional.⁴

² http://www.la-razon.com/index.php?_url=/ciudades/Cantidad-robo-crece-primer-trimestre-Bolivia_0_2034396555.html

³ <http://www.boliviav.net/2012/01/6-mil-vehiculos-fueron-robados-en.html>

⁴ <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30903>

BOLIVIA: NÚMERO DE VEHÍCULOS ROBADOS, SEGÚN DEPARTAMENTO													
DESCRIPCION	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012(p)
BOLIVIA	3.118	3.965	4.797	4.912	4.327	3.850	3.285	2.869	3.153	3.543	4.113	5.150	5.613
Chuquisaca	18	69	43	162	206	303	163	117	140	143	169	271	182
La Paz	1.550	1.677	1.797	611	679	740	835	630	560	481	443	418	585
Cochabamba	268	678	607	1.450	1.343	895	463	474	525	466	696	1.340	1.144
Oruro	7	20	17	62	78	102	158	123	120	155	109	129	150
Potosí	5	15	25	43	31	67	65	55	34	38	52	69	83
Tarija	30	56	193	175	112	127	272	210	199	196	222	216	647
Santa Cruz	1.207	1.327	1.871	1.829	1.421	1.085	767	724	913	1.244	1.176	1.184	1.038
Beni	3	71	189	467	373	411	455	392	422	655	1.004	1.137	1.361
Pando	30	52	56	113	84	120	107	144	240	165	242	386	423

Fuente: POLICÍA NACIONAL
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
(p): Preliminar

Tabla 1 Número de vehículos robados, según departamento.
Fuente: <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30903>

Ubicar SRL, la empresa internacional de seguridad que opera en Bolivia, logró recuperar **391 vehículos** en 12 años de trabajo mediante la localización y rastreo satelital por GPS.⁵

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

NOMBRE Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA

“BIGSOMER LTDA”, está ubicada en la Calle 18 de Calacoto N° 8022, entre Sánchez Bustamante y Patiño, Edificio PARQUE 18, Of. PB 3 en la ciudad La Paz Bolivia.

⁵ http://www.la-razon.com/index.php?_url=/suplementos/financiero/Ubicar-SRL-recupero-vehiculos-anos_0_1780022078.html

CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

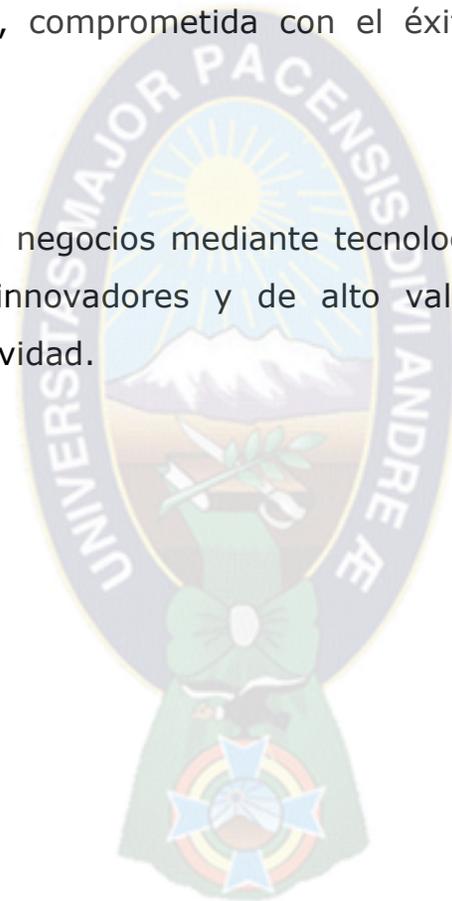
Brinda servicios de localización y rastreo de vehículos y personas para aplicaciones logísticas, distribución de productos, administración de flotas de vehículos, fuerza de ventas y aplicaciones comerciales.

VISIÓN

Una empresa de excelencia en la entrega de soluciones tecnológicas, de alcance internacional, comprometida con el éxito de clientes y socios de negocios.

MISIÓN

Brindar soluciones de negocios mediante tecnología de punta, desarrollando servicios creativos, innovadores y de alto valor agregado, con calidad, seguridad y competitividad.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 AVL (AUTOMATIC VEHICLE LOCATION)

Término usado para nombrar el sistema orientado a la localización automática de vehículos por medio de quipos con tecnología GPS.

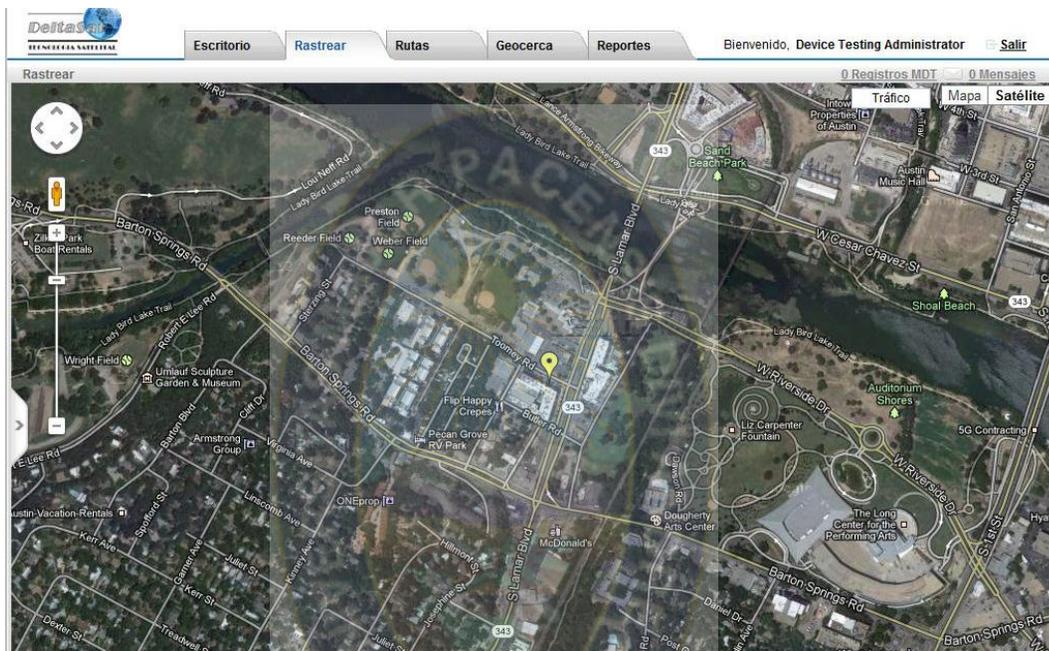


Fig. 1 AVL (Automatic vehicle location)
Fuente: Internet

2.2 GPS (GLOBAL POSITION SYSTEM)

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20 200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red como se muestra en la figura de abajo, de los que recibe las señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales (es decir, la distancia al satélite). Por "triangulación" calcula la posición en que este se encuentra. En

el caso del GPS, la triangulación se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada real del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.⁶

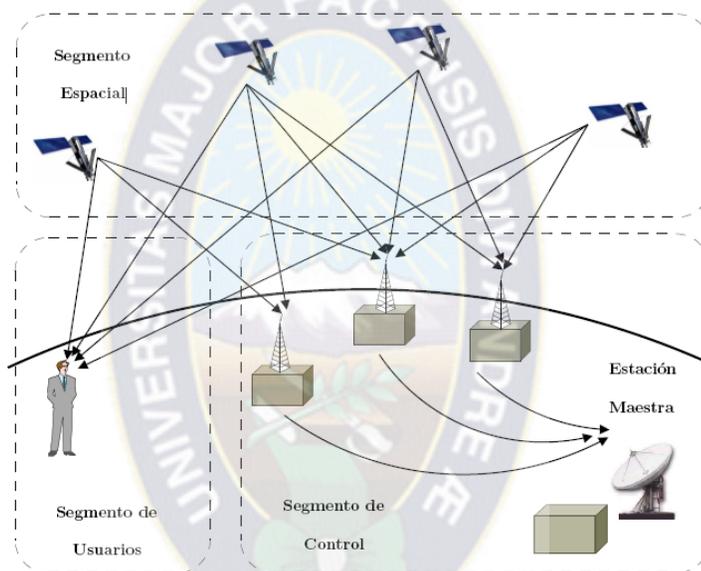


Fig.2 Funcionamiento del sistema GPS
Fuente: Herring T.: "The Global Positioning System", Scientific American, 1996

Cada uno de estos satélites da la vuelta al mundo dos veces al día, transmitiendo constantemente su identificación personal, trayectoria, posición respecto a un eje de coordenadas situado en el centro de la Tierra, y tiempo.

Por otro lado, se encuentra el denominado segmento de control, esto es, una estación maestra situada en Colorado Springs (EE.UU.) enlazada con una

⁶ Diseño e Implementación de un Sistema con Gps y control de Seguridad Vehicular con Comunicación GSM, David Alejandro Cerda Sánchez, Iván Patricio Pazmiño Días

serie de estaciones monitoreadas, cada una de las cuales sigue a los satélites que se encuentran a su vista, transmitiendo la información entre estos satélites y la estación maestra.

El propósito de este intercambio de información no es otro que el de permitir al satélite transmitir una señal que es cuidadosamente cronometrada.

Finalmente se encuentra el segmento de usuarios, donde un observador mediante un receptor GPS puede determinar su posición y tiempo resolviendo un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas; observando las señales de cuatro satélites.

2.2.1 RECEPTORES GPS

El receptor GPS es un sistema microprocesado con una capacidad de procesamiento suficiente para poder resolver el sistema de ecuaciones planteado. Consta de una etapa que procesa y extrae las señales de los satélites, y una etapa procesadora de alto desempeño. Cada canal extrae la señal de un satélite, y mediante el procesamiento adecuado se puede utilizar la información que este provee en la resolución del sistema de ecuaciones. El sistema de ecuaciones basado en cálculos de distancias y tiempos de propagación es un sistema no lineal, por lo que la resolución es en realidad una aproximación.

Explicado de una forma más práctica, cada vez que un observador solicita al receptor GPS la posición en la que se encuentra, el aparato compara la hora en que el mensaje fue enviado con la hora en que este fue recibido. Esta diferencia de tiempo le dice al GPS lo lejos que el observador se encuentra de un satélite en particular, a lo que se añaden las mediciones de distancias efectuadas con respecto a otros satélites, de tal manera que su posición queda triangulada.

Además si se mantiene el GPS constantemente actualizado, también se puede llegar a saber datos como la velocidad y la dirección a la que se está navegando.

2.2.2 TIPOS DE RECEPTORES GPS

Existen dos tipos de receptores GPS: Los secuenciales y los multicanal (o continuos). Los primeros cuentan con un único canal, lo que supone que son más lentos y no ofrecen tanta precisión como los multicanal, que disponen de un mínimo de 4 canales. Actualmente, los GPS secuenciales han quedado desfasados, comercializándose casi únicamente los multicanal.

2.2.3 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM, proviene de "Groupe Special Mobile") es un sistema estándar, completamente definido, para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por internet, acceso seguro a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS) o mensajes de texto.

GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS y difiere en su mayor velocidad de transmisión, el uso de una arquitectura de red ligeramente distinta y sobre todo en el empleo de diferentes protocolos de radio (W-CDMA).

La Asociación GSM (GSMA o GSM Association), este estándar es el más extendido en el mundo, con un 82% de los terminales mundiales en uso. GSM cuenta con más de 3.000 millones de usuarios en 212 países distintos,

siendo el estándar predominante en Europa, América del Sur, Asia y Oceanía, y con gran extensión en América del Norte.

La utilidad del estándar GSM ha sido una ventaja tanto para consumidores (beneficiados por la capacidad de itinerancia y la facilidad de cambio de operador sin cambiar de terminal, simplemente cambiando la tarjeta SIM) como para los operadores de red (que pueden elegir entre múltiples proveedores de sistemas GSM, al ser un estándar abierto que no necesita pago de licencias).

2.2.4 FRECUENCIAS USADAS POR GSM

El interfaz de radio de GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia, por asuntos legales de disponibilidad de frecuencias no asignadas.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 – 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	1-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa
	E-GSM 900	975 – 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 – 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 – 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con 1800

Tabla 2 Fuente: www.gsmworld.com/roaming/gsminfo/cou_ec.shtml

GSM provee recomendaciones, no requerimientos. Las especificaciones GSM definen las funciones y los requisitos de la interfaz en detalle, pero no dicen nada respecto al hardware.

La razón de esto, es limitar lo menos posible a los diseñadores y en cambio permitir a los operadores de telefonía celular comprar equipos de diferentes proveedores.

2.2.5 TECNOLOGÍAS CELULARES Y SATELITALES

GSM.- El sistema global para las comunicaciones móviles (GSM, proviene del francés groupe special mobile) es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital 2.

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (red local/intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto. GSM se considera, por su velocidad de transmisión y otras características, un estándar de segunda generación (2G). Su extensión a 3G se denomina UMTS (Sistema Universal de Comunicaciones Móviles) y difiere en su mayor velocidad de transmisión, el uso de una arquitectura de red ligeramente distinta y sobre todo en el empleo de diferentes protocolos de radio.

GPRS.- General Packet Radio Service (GPRS) o servicio general de paquetes vía radio es una extensión de GSM para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). Existe un servicio similar para los teléfonos móviles que permite velocidades de transferencia de 56 a 144 Kbps 3. Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre del punto de acceso (APN). Con GPRS se pueden utilizar servicios como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la world wide web (www). Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario debe especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario, y muy

raramente una dirección IP, todo proporcionado por el operador de red. La transferencia de datos de GPRS se cobra por volumen de información transmitida en kilo o megabytes, mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente de si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. Por este motivo, se considera más adecuada la conexión conmutada para servicios como la voz que requieren un ancho de banda constante durante la transmisión, mientras que los servicios de paquetes como GPRS se orientan al tráfico de datos. La tecnología GPRS como bien lo indica su nombre es un servicio (Service) orientado a radio enlaces (Radio) que da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes (Packet) en dichos radio enlaces.

2.2.6 ATT -AUTORIDAD DE REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y TRANSPORTES

En Bolivia la ATT es la autoridad encargada de la de homologación de dispositivos GPS. ⁷

La homologación es el procedimiento realizado por la ATT de verificación de la compatibilidad de funcionamiento y operación de equipos o terminales con una red de telecomunicaciones de acuerdo a los estándares nacionales elaborados por la ATT y probados por el Ministerio de Obras Publicas, Servicios y Vivienda, así como a los estándares internacionales principalmente para:

- Proteger de interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones de operadores o proveedores autorizados, garantizando la utilización apropiada del espectro radioeléctrico.
- Verificar que los equipos o terminales tengan las características técnicas adecuadas para el tipo de servicio autorizado.

⁷ ATT, <http://observatorio.att.gob.bo/numequip/uploads/ATT-DJ-RA%20TL%200529.pdf>

2.2.7 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN GPS

Existe un protocolo al cual se apegan todos los fabricantes de receptores GPS, el cual indica cuales son las posibles sentencias transmitidas de manera serial y escuchadas por el receptor, cada una de las cuales contiene información diferente.

La NMEA es una institución (National Marine Electronic Association) dedicada a establecer un estándar para la comunicación de dispositivos periféricos marinos, ya que hace algunas décadas atrás, cada marca manejaba su propia forma de comunicarse (protocolo de datos), a fin de hacer más fácil la comunicación entre diversos dispositivos (tanto a nivel del protocolo de datos como de la interfaces eléctrica), se creó esta institución en la cual participan fabricantes, distribuidores, instituciones educacionales y otros interesados en equipos periféricos marinos, esta institución no tiene ánimo de lucro, la última versión del protocolo NMEA es la 0183.

Este protocolo se caracteriza por que transmite sentencias, cada una de las sentencias comienza con "\$", y termina con (CR: Carriage Return, LF: Line Feed), los 2 caracteres que preceden a "\$" son los que identifican el equipo (Para los GPS "GP"), los siguientes 3 caracteres indican la sentencia que se está enviando, hay 3 tipos de sentencias que son de consulta (Query Sentences), de origen del equipo (Proprietary Sentences) y de envío (Talker Sentences).⁸

2.2.8 DISPOSITIVO GPS - TRACKER TK 103-A

Este producto tiene funciones de SMS / GPRS / transmisión de datos por Internet permite rastreo de vehículos, como Carros, Motos, Camionetas o Camiones, y programar acciones como limitar un área geográfica, parar el motor del vehículo en caso de robo, funciones espías en el vehículo, avisar SOS en caso de robo, secuestro o accidente.

⁸ <http://geolocalizacion.blogspot.com/2011/01/lenguaje-del-gps-nmea.html>, <http://5hertz.com/tutoriales/?p=299>

Este es un dispositivo de tamaño pequeño que puede instalarse en lugares escondidos dentro de un vehículo.⁹



Fig.3 GPS Tracker

Fuente: <http://g02.s.alicdn.com/kf/HT14PhhFTxdXXagOFbXf/220731508/HT14PhhFTxdXXagOFbXf.jpg>

1) Partes dispositivo GPS Tracker

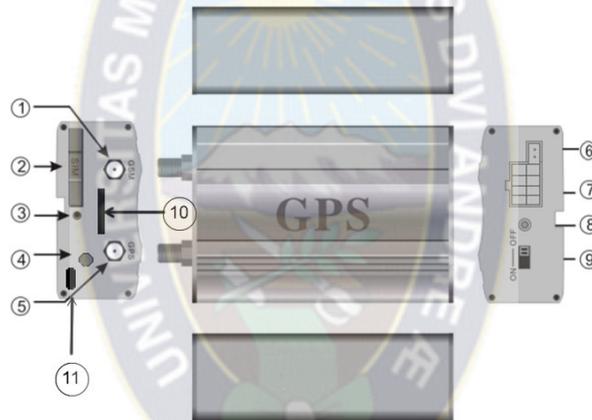


Fig. 4 Partes equipo GPS

Fuente: <https://localizadorgpstracker.com.mx/localizador-gps-para-vehiculos/64-comprar/202-manual-tk-103-2>

1. Enchufe de antena GSM.
2. Ranura para tarjeta SIM.
3. Botón para extracción de tarjeta SIM.
4. Enchufe Jack de MICROFONO.

⁹ <http://www.gpsalarm.eu/es/gps-tracker-alarma/2-vehiculo-gps-gsm-tracker-de-alarma-con-parada-del-motor-a-distancia.html>

5. Enchufe de antena GPS.
6. Enchufe sensor de MOVIMIENTO.
7. Enchufe para cables de ALIMENTACION y ACCESORIOS.
8. Led indicador de GPS - GSM y PRENDIDO.
9. Swich para BATERIA de RESPALDO.
10. Entrada de tarjeta de memoria microSD
11. Conexión para cargar batería por microUSB

2) Especificaciones Técnicas dispositivo GPS Tracker

- Dimensiones. 83 * 54 * 26mm
- Band 850/900/1800/1900Mhz
- Precisión del GPS 5mts.
- Tiempo de la primera revisión en frío 45s
- Estado caliente 35s
- Voltaje del sistema de energía del vehículo 12 Vts o 24 Vts
- Puerta de entrada de corriente para automóvil 0 Vts (activación negativa) 12 o 24 Vts para (activación positiva)
- ACC: 12 o 24 Vts
- Sensor: 0 Vts
- Botón SOS: 0 Vts
- Batería recargable cambiabile 3.7 Vts 800mAh Li-Ion
- Temperatura de almacenamiento. -40 ° C a +85 ° C
- Operación Temperatura. -20 ° C a +55 ° C

- Humedad 5% - 95% sin condensación.

3) Batería interna de respaldo

Permite la operación automática de la unidad por más de 10 horas de rastreo detallado y funcionalidades extendidas. Protección contra apagado por exceso de temperatura para optimizar la vida útil de la batería.

4) Harnnes dispositivo GPS

Color	Significado	Descripción
Rojo	IN	Fuente Positiva
Naranja	OUT	Sirena / Claxon
Blanco	IN	IGN
Verde	IN	Control de puerta +
Rojo		Reset
Negro	IN	Fuente Positiva
Amarillo	OUT	Control relé
Azul	IN	Control de puerta -
Rojo/Negro	IN	Botón de pánico

Tabla 3 Fuente: elaboración propia.

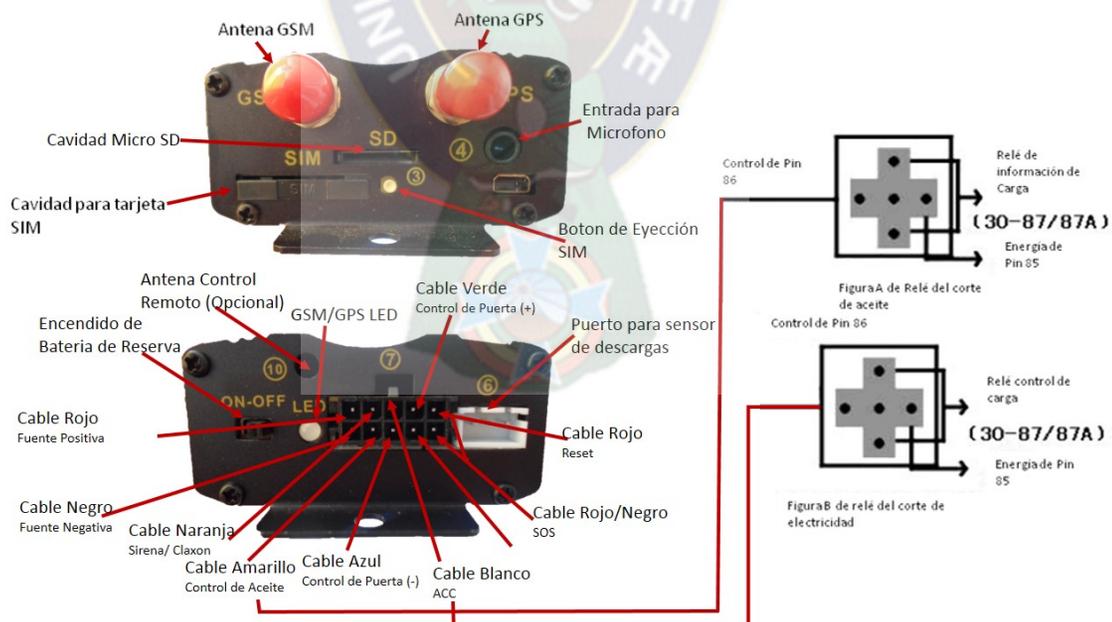


Fig. 5 Harnnes equipo GPS

Fuente: <https://localizadorgpstracker.com.mx/productos/localizadores-gps/localizador-gps-para-vehiculos-tk-103-2.html>

5) Entradas dispositivo GPS

Cuenta con 3 entradas que pueden ser ocupadas de acuerdo a las necesidades ubicadas en el harnnes I/O. El uso más común para estas entradas lo encontramos en la asignada para el botón de pánico e interruptores de apertura de puerta.

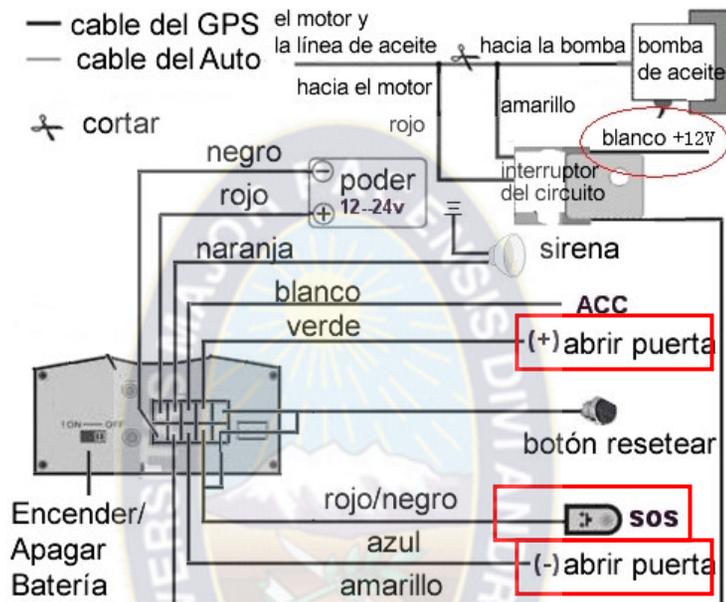


Fig. 6 Entradas del equipo GPS

Fuente: <https://localizadorgpstracker.com.mx/localizador-gps-para-vehiculos/64-comprar/202-manual-tk-103-2>

6) Salidas dispositivo GPS

El GPS Tracker cuenta adicionalmente con 2 salidas ubicadas también dentro el harnnes I/O, para controlar el relé de la bomba de combustible, alarma o el relé del sistema de encendido en motores a gasolina.

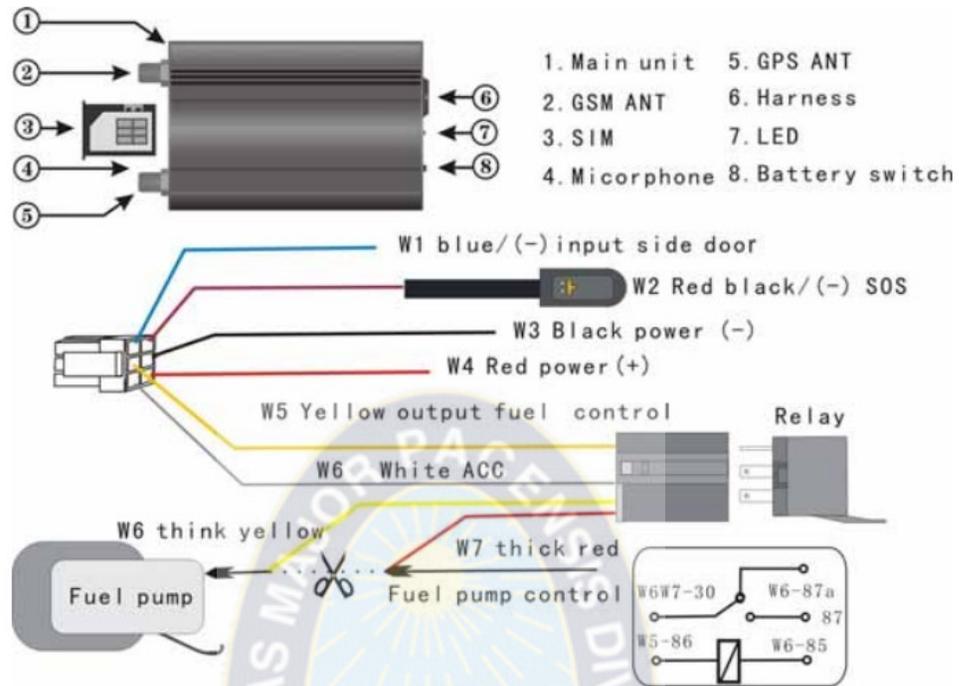


Fig. 7 Salidas del equipo GPS cables naranja y amarillo

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/p-detail/A-distancia-del-veh%C3%ADculo-sistema-de-seguimiento-gps-ox-et101b-con-funci%C3%B3n-de-gran-alcance-300001194782.html>

El cable de color naranja se conecta a la sirena y el cable amarillo es el que se conecta al relé de la bomba de combustible, en la Fig. 8 se muestra con detalle la conexión del relé a la bomba de combustible o sistema de encendido.

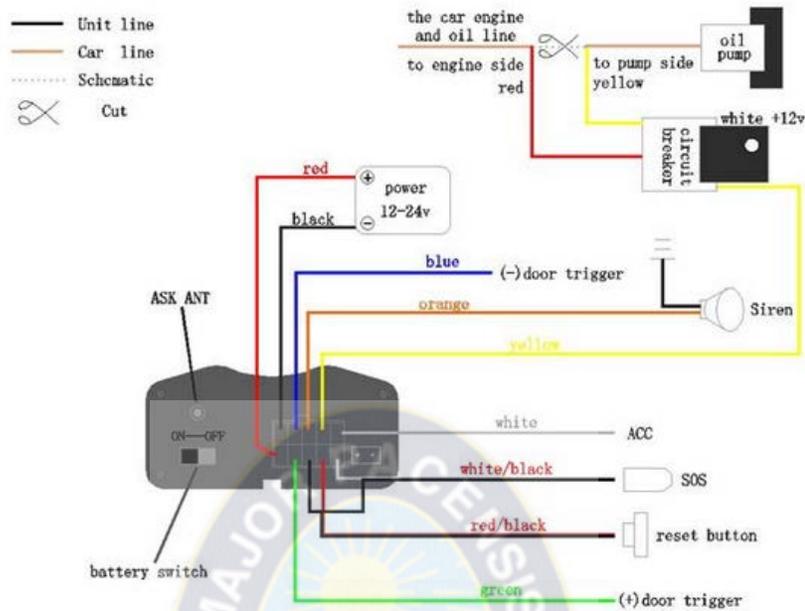


Fig. 8 GPS TK103A

Fuente: http://es.aliexpress.com/store/product/Vehicle-Car-GSM-SMS-GPS-Tracker-TK103B-Real-time-tracking-Device-Alarm-System/433113_1579023141.html?storeId=433113

7) Antena dispositivo GPS Tracker

La antena GPS es la encargada de recibir las correspondientes señales enviadas por los satélites.¹⁰

8) SIM CARD

La tarjeta SIM, lo que hace es facilitarnos mediante un número autorizado, el acceso a una red digital de comunicación 2G (GSM) ó 3G UMTS, utilizando diferentes protocolos de radiofrecuencia (W-CDMA).¹¹

9) Tarjeta SD

SD proviene de las siglas ("Secure Digital") ó seguridad digital, debido a que cuenta con un cifrado de seguridad en el Hardware para protección de datos, algo que se utiliza muy poco por el usuario final. Es una pequeña tarjeta de

¹⁰ <http://www.elgps.com/documentos/reradiante.html>

¹¹ <http://www.htcspain.com/foro/samsung-omnia-i900-117/funciona-el-gps-sin-la-sim-33430/index2.html>

memoria basada en tecnología flash para almacenar, en el caso de los GPS para almacenar coordenadas.¹²

10) Pulsadores de pánico/asalto.

Este es un dispositivo de seguridad contra asalto debe ser colocado estratégicamente y de manera oculta, de manera tal que al momento del asalto se puedan presionar el pulsador en forma disimulada, para enviar una señal al localizador automático de vehículos AVL, que ordene una acción de respuesta silenciosa, como por ejemplo la ejecución de un llamado telefónico o la activación de una señal luminosa.



Fig. 9 Pulsador de pánico

Fuente: http://www.evorm.lv/lv/pakalpojumi/gps_sekosana/gps_trauksmes_poga

11) Bocina

La bocina es un dispositivo que hace mucho ruido o llama la atención cuando un interruptor detecte una señal. El GPS activa la alarma en respuesta a un disparador o interruptor.

12) Disparadores o interruptor (Door trigger)

Los disparadores de puertas son switches que operan cuando las puertas del carros abren o cierran, los disparadores generan una señal ya sea positiva o negativa -dependiendo del fabricante- cuando la puerta del carro abre, esta señal viaja por medio de un cable hasta GPS y es por medio de esta señal que el GPS sabe que la puerta está abierta.

¹² http://www.informaticamoderna.com/Memoria_SD.htm

Por otro lado si la puerta se cierra el disparador no envía señal alguna al GPS del carro lo cual será entendido como que la puerta está cerrada.

Si el coche es de 2 puertas tendrá 2 disparadores y si es de 4 puertas tendrá 4 disparadores es por medio de los disparadores que el GPS del carro reconoce el estado de las puertas, luego procesa la información y ejecuta órdenes.

En la mayoría de los carros los disparadores tienen polaridad negativa, es decir, al abrir la puerta envían una señal negativa o tierra al GPS del carro, sin embargo hay unos pocos que tienen polaridad positiva, es decir, al abrir la puerta envían una señal positiva al GPS del carro. En la figura siguiente se observa el diagrama de un disparador de puertas con polaridad positiva y como luce con la puerta del carro cerrada. La señal de voltaje no llega hasta el GPS ya que el switch o disparador se encuentra abierto impidiendo el paso de la señal.



Fig. 10 Disparador con la puerta cerrada

Fuente: <http://autoestereo.blogspot.com/2013/04/como-instalar-una-alarma-tu-carro.html>

En la siguiente figura se observa el diagrama de un disparador de puertas con polaridad positiva y como luce con la puerta del carro abierta. En este caso el disparador o switch se encuentra cerrado permitiendo el paso de la señal positiva de voltaje +12V hacia el módulo central del carro.

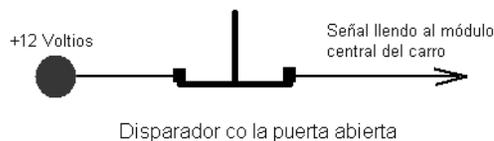


Fig. 11 Disparador con la puerta abierta

Fuente: <http://autoestereo.blogspot.com/2013/04/como-instalar-una-alarma-tu-carro.html>

13) iButton

El iButton es un mecanismo seguro de identificación de conductor que pueda ser utilizado para saber quién está conduciendo un vehículo y/o controlar la ignición del vehículo, control de acceso electrónico, entre otros.

El iButton es un chip computarizado dispuesto en una cápsula de acero inoxidable. Cada iButton cuenta con una dirección única e inalterable grabada con láser en el chip dentro de la cápsula. Esta dirección (ej. 18000013406C1001) es utilizada como clave o identificador para cada iButton.

Los siguientes accesorios son requeridos para usar la característica iButton:

Llavero lector iButton	Lector iButton con LED	iButton
		

Fig. 12 Fuente: http://www.maximintegrated.com/en/products/ibutton/ibuttons/blue_dot.cfm , <http://www.eldes.lt/products-and-services/wireless-and-accessories/touch-memory-ibutton-with-plastic-holder/> , <http://www.rapidonline.com/Electronic-Components/Serial-Number-Ibutton-Ds1990r-f5-73-5034>

14) Interfaz Analógica

La interfaz analógica para un GPS se conectan por medio de entradas que miden resistencia y pueden trabajar con cualquier tipo de sensores que reflejen cambios en sus valores resistivos, para medir ciertos cambios en fenómenos físicos, por ejemplo, temperatura, peso, presión, tensión, niveles de agua, humedad, etc. La resistencia medida es presentada como un mensaje que procesa el GPS.

15) Sensor de Temperatura

El sensor de de temperatura es un dispositivos que transforman los cambios de temperatura en señales eléctricas que son procesados por el equipo GPS se instala dentro de un lugar que se quiera medir la temperatura (caja refrigerada), el cual monitorea la temperatura constantemente y la envía periódicamente por medio del dispositivo de localización vehicular GPS hacia el localizador automático de vehículos AVL.¹³

16) Sensor de impacto (choque)

El sensor de choque actúa cuando se golpea, empuja o mueve de alguna forma el vehículo, el sensor envía una señal al GPS indicando la intensidad del movimiento. Dependiendo de la magnitud del choque, el GPS emite una señal de aviso o bien hace sonar una señal completa.

- El sensor tiene sólo tres elementos principales:
- Un contacto eléctrico central en un recipiente cilíndrico.
- Muchos contactos eléctricos en el fondo del recipiente
- Una bola metálica que se puede mover libre dentro del recipiente.

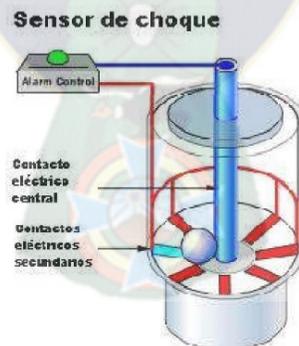


Fig. 13 Sensor de choque

Fuente: Construcción de un Prototipo para el Bloqueo Central del Vehículo vía Telemática, Calderón Muñoz Carlos Eduardo

¹³ <http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php> , <http://www.megasatelital.com/sensor-temperatura.html>

En cualquier posición de reposo, la bola metálica está tocando a la vez el contacto central y uno de los contactos pequeños. Esto completa un circuito, enviando una corriente eléctrica al GPS. Cada uno de los pequeños contactos está conectado a la central así, mediante circuitos separados. Cuando se mueve el sensor, golpeando o agitándolo, la bola rueda alrededor del recipiente. Al rodar fuera de uno de los contactos pequeños, se rompe la conexión entre ese contacto y el central. Esto abre el circuito, avisando al GPS que la bola se ha movido. Al rodar, pasa sobre los otros contactos, cerrando cada circuito y abriéndolo otra vez, hasta que la bola se para.

Si el sensor recibe un golpe más duro, la bola rueda un distancia mayor, pasando sobre más contactos hasta que pare. Cuando esto ocurre, el GPS recibe cortas señales de corriente desde cada circuito individual. Basándose en cuántas señales recibe y cuánto tiempo duran, la central puede determinar la dureza del golpe. Para pequeños movimientos, en los que la bola sólo rueda de un contacto al siguiente, la central no debería disparar la alarma.

Para movimientos ligeramente más fuertes alguien sacudiendo el vehículo, por ejemplo emitirá una señal de aviso: un pitido de la bocina y un destello de las luces. Cuando la bola rueda una buena distancia, la central enciende la sirena completamente.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL RASTREO SATELITAL

Las características que brinda el rastreo satelital en automóviles se detallan a continuación:¹⁴

a. Seguimiento en tiempo real

¹⁴ BIGSOMER LTDA, <http://bigsomer.com/serloc.php>

UBICAR, http://www.ubicar.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=31

UBICAR, http://www.ubicar.com.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=32

El usuario puede monitorear la última posición reportada por el dispositivo instalado en su vehículo.

b. Reportes generales

Reportes de: horas trabajadas, kilometraje, velocidad excesiva, entrada y salida a puntos de interés o geocercas.

c. Alertas personalizadas

- Excesos de velocidad y corte de poder.

d. Registro de mantenimiento del vehículo

Esta función provee al cliente con un registro personalizado del mantenimiento preventivo del vehículo, generando alertas y recordatorios en función al recorrido, agregando eficiencia al servicio de mantenimiento.

e. Monitoreo de nivel de combustible

Mediante un dispositivo analógico se podrá monitorear el nivel de combustible, como medio de prevención contra robo de combustible.

Incorpora un sensor de medición de consumo de combustible, con transmisión de datos en tiempo real, que se visualiza a través del servidor web donde se puede observar la cantidad de combustible en el tanque en tiempo real, alerta de consumo fuera de lo normal, alerta de carga de combustible y un gráfico de consumo de combustible.

f. Control de Temperatura

Permite controlar la temperatura dentro del vehículo, para garantizar que el ambiente sea el óptimo para productos que duran poco, entre otros.

Incorpora un sensor de temperatura, desarrollado específicamente para vehículos que requieran el monitoreo de la temperatura según necesidades de la mercadería transportada.

En el servidor web se puede observar alertas por umbrales de temperatura, configurar temperatura máxima y temperatura mínima, salidas de rango, temperatura en línea y reportes gráficos del control de temperatura.

g. Apertura de Puerta

Permite conocer cuando y donde abren las puertas de contenedores a través de una alerta en el servidor web.

h. Inmovilizador remoto

Está encargado de no dejar funcionar el motor del automóvil en caso de robo.

i. Botón de Pánico

Genera una alerta en la plataforma web, en caso de emergencia.

j. Identificador de Conductor

Identifica quién está conduciendo el vehículo, mediante botones de identificación pre-asignados.

k. Zumbador para Alertas

Un zumbador será activado en el vehículo en función de las alertas especificadas por el cliente (ej.: exceso de velocidad).

l. Cámara para el interior del vehículo

Permite monitorear la actividad dentro del vehículo ya sea realizando tomas fotográficas que se envíen a la plataforma o realizando grabaciones de video que luego podrán ser descargadas.

2.4 CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO GPS

La instalación del dispositivo GPS puede ser instalado en cualquier lugar de cualquier tipo de vehículo siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:¹⁵

- No exposición al agua
- No exposición directa a la luz solar
- Lejos de fuentes de calor excesivas como la calefacción o el motor
- Lejos de fuentes de frío excesivo como refrigeradores o sistemas de aire acondicionado
- No fijado a una estructura de excesiva vibración
- Algunos GPS tienen una antena GPS interna que asegura comunicaciones GPRS dentro de condiciones vehiculares normales. La unidad no debe ser instalada dentro de estructuras metálicas que puedan actuar como una jaula de Faraday, lo cual puede disminuir la intensidad de señal
- Las antenas externas de algunos GPS deben ser dispuestas de tal manera que las obstrucciones metálicas entre ésta y su línea de vista al cielo sean mínimas, y con su parte superior dispuesta hacia arriba. En la mayoría de los casos es recomendable utilizar antena GPS externa
- La ubicación del dispositivo puede ser de tal manera que permanezca oculto, los LEDs indicadores no deben ser visibles pero es recomendado algún acceso a ellos para situaciones de falla y diagnóstico. La misma recomendación es válida para el acceso físico al puerto serial de la unidad

¹⁵ Romero Flores, Lenin Cristóbal



Fig. 14 Lugares donde habitualmente se instalan los dispositivos GPS
 Fuente: Registro personal, 7/11/2014, 6/1/2015



Fig. 15 Lugares donde el fabricante recomienda instalar los dispositivos GPS
 Fuente: Internet

2.5 VEHICULOS CON SEGURIDAD DE FÁBRICA

La mayoría de los vehículos actuales, vienen equipados de fábrica con un sistema de seguridad antirrobo. Los fabricantes de automóviles incorporan a los mismos sistemas que garantizan que solo el usuario autorizado pueda hacer uso del vehículo.

Uno de los sistemas que vienen de fábrica es el trasponder:

a. Trasponder

El sistema inmovilizador automotriz ha sido diseñado con el propósito de evitar la operación forzada del vehículo en intentos de robo (Inmovilizadores Automotrices Antirrobo). Este sistema funciona con un código que está grabado en la llave llamado Key ID, si el código ID transmitido por la llave no coincide con el pregrabado en el ICM (Modulo de Control del Inmovilizador), el ECM (Modulo de Control Electrónico) impide la inyección, deshabilitando el motor. Por consiguiente cada vehículo tiene un juego de llaves que contienen

un único código ID, el cual es registrado en el ICM. Por lo que, además de otros sistemas antirrobo, el sistema inmovilizador reduce drásticamente el número de robos de vehículos.¹⁶



Fig. 16 Alerta en el tablero de instrumentos del inmovilizador trasponder
Fuente: Internet

Otro sistema que viene de fábrica es el GPS pero que solo sirve para navegación, solo guía al conductor a su destino no realiza rastreo satelital.

b. GPS integrados de fábrica

Este uso permite a los conductores un apoyo muy útil a la conducción, especialmente en ciudades o rutas con las que no están familiarizados. Los GPS llevan programas con voz que le dan instrucciones al conductor sobre los movimientos que deben hacer para seguir la ruta correcta (giros, toma de salidas o entradas desde unas vías a otras, etc.); estas indicaciones de voz, permiten al conductor fijar su atención en la carretera. En el caso de existir un copiloto, este puede ver, en todo momento, en la pantalla del GPS, el movimiento continuo planificado del vehículo, indicando en nombre de las calles, vías, etc.¹⁷

¹⁶ <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/172-inmovilizadores-automotrices-antirrobo>

¹⁷ <http://www.euroresidentes.com/gps/que-es-el-gps.htm>



Fig. 17 Vehículo con GPS integrado de fábrica, Peugeot

Fuente: <http://noticias.destacados.cl/2013/04/11/peugeot-presento-su-gama-de-modelos-equipados-con-gps/>

2.6 SISTEMAS DE ENCENDIDO MOTORES A GASOLINA

2.6.1 SISTEMA DE ENCENDIDO CONVENCIONAL

Sistema necesario e independiente capaz de producir el encendido de la mezcla de combustible y aire dentro del cilindro en los motores de encendido por chispa. En los motores de gasolina resulta necesario producir una chispa entre dos electrodos separados en el interior del cilindro en el momento justo y con la potencia necesaria para iniciar la combustión.

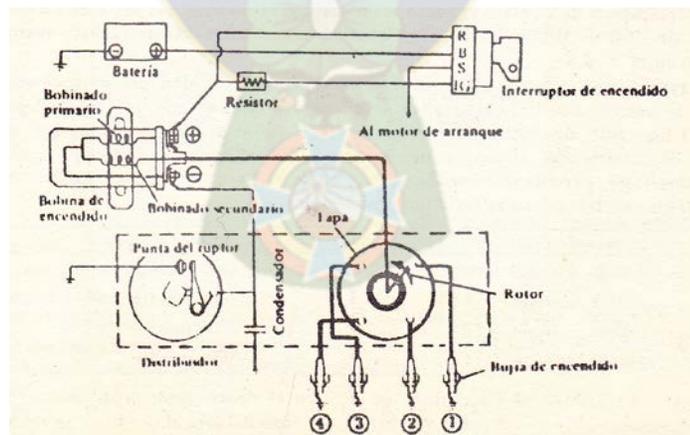


Fig. 18 Sistema de encendido convencional

Fuente: Manual de Automoviles Japoneses, W. Varela

2.6.2 SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON PLATINO

Para obtener un nivel de energía importante en la bobina es necesario cortar la conducción de una corriente importante que circula por el circuito primario de encendido, pero esto compromete la duración de la vida de los platinos, por el efecto del arco eléctrico que se produciría en ellos. Por ello se comenzó a utilizar un transistor como elemento de interrupción de dicha corriente, de manera que el platino controle solo la corriente de base de dicho transistor (pocos mA).¹⁸

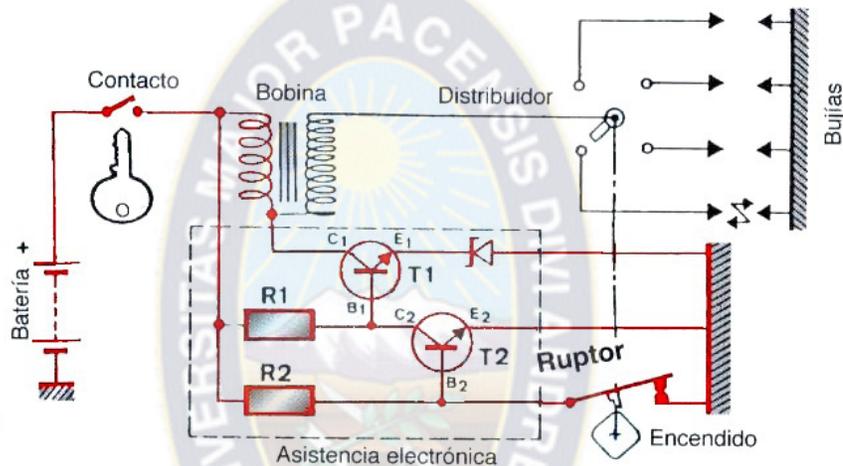


Fig. 19 Sistema de encendido transistorizado
Fuente: Internet

2.6.3 SISTEMA DE ENCENDIDO TRANSISTORIZADO CON GENERADOR INDUCTIVO

El generador inductivo se usa de forma masiva principalmente debido a su fiabilidad y bajo costo de fabricación.

Cuando el interruptor de encendido se cierra, circula una corriente del orden de los 5 amperes por la bobina, cerrando el circuito a tierra por medio del transistor de potencia en el módulo. Si el encendido se mantiene en esta condición el módulo interrumpe la circulación de corriente transcurridos 2 a 3

¹⁸ Oscar Solorza Toledo, Sistema de encendido, <http://es.slideshare.net/JulioChinoBitlxcamey/6909213-sistemasdeenendido>

segundos, como una manera de proteger el sistema si no se da arranque. En esta fase en la bobina se satura el campo magnético. Luego al dar arranque gira el eje del distribuidor, el generador inductivo entregará la señal entre los terminales correspondientes del módulo. La señal pasa a una etapa de inversión (análoga / digital), para transformarla en señal cuadrada. Esta señal es tratada por el módulo en relación al tiempo en que debe estar energizado el primario de la bobina, para luego pasar a la etapa de excitación del transistor de potencia. Los niveles altos de la señal dejan al transistor conduciendo y los niveles bajos lo llevan a estado de corte para producir la chispa.

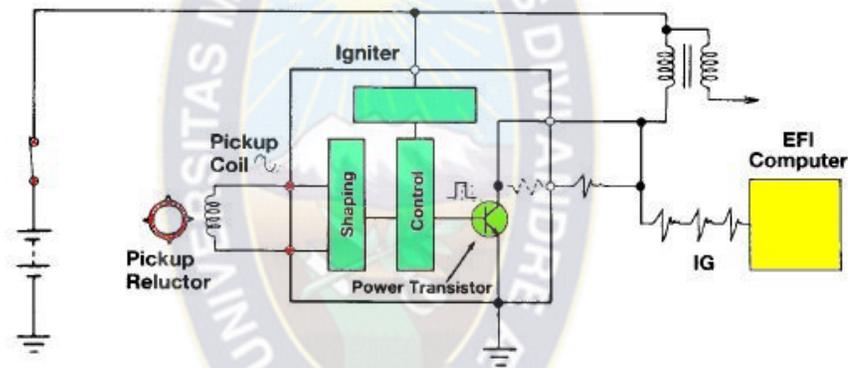


Fig. 20 Sistema de encendido transistorizado con generador inductivo
Fuente: Internet

2.6.4 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRONICO

Las características principales de este tipo de sistema de encendido es que ahora el módulo de encendido es controlado no por un generador de impulso, sino que por el Computador del Motor, de esta manera el módulo de encendido pasa a ser otro actuador de la ECU.

Ignition Spark Generation

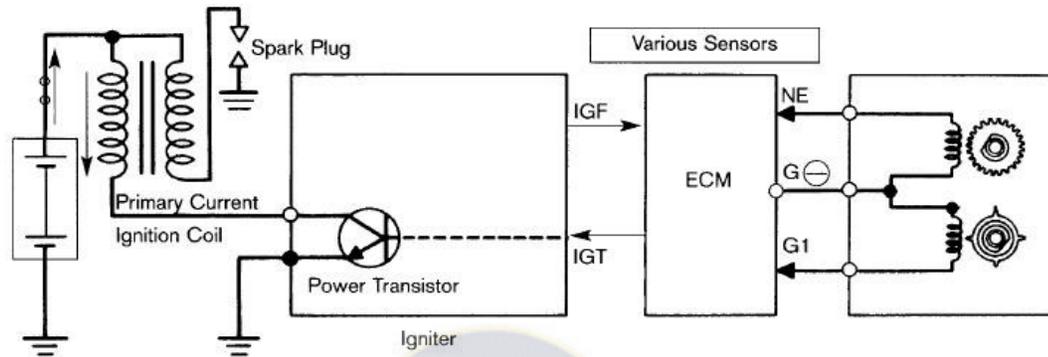


Fig. 21 Sistema de encendido electrónico
Fuente: Internet

2.6.5 SISTEMA DE ENCENDIDO SIN DISTRIBUIDOR (DIS)

El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (Distributorless Ignition System), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías.

Una evolución en el sistema DIS ha sido integrar en el mismo elemento la bobina de encendido y la bujía (se eliminan los cables de alta tensión). A este sistema se le denomina sistema de encendido directo o también conocido como encendido estático integral, para diferenciarle del anterior aunque los dos eliminen el uso del distribuidor.¹⁹

¹⁹ Sistema de encendido DIS, <http://www.aficionadosalamecanica.com/>

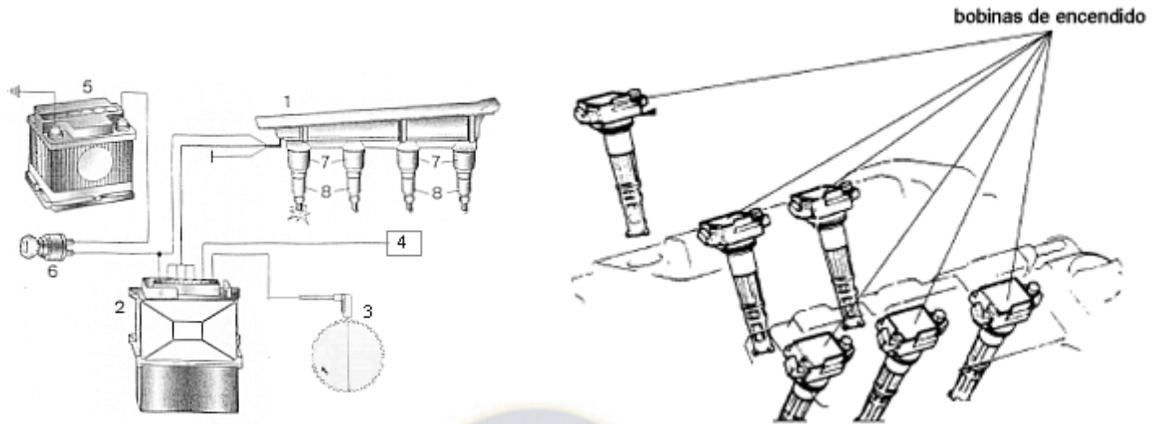


Fig. 22 Sistema de encendido sin distribuidor DIS
Fuente: Internet

2.6.6 SISTEMA DE ENCENDIDO EN MOTOCICLETAS

En los motores de combustión interna se han utilizado diversos sistemas de encendido, que pueden ser clasificados en dos grandes categorías:

Encendido por magneto y encendido por batería. La mayoría de motores pequeños (tales como los utilizados en cortadoras de césped, sierras motorizadas, etc.), usan el encendido por magneto. La mayoría de motores de motocicleta han utilizado encendido por magneto hasta hace pocos años, cuando los motores de cuarto tiempos para motocicletas empezaron a usar el sistema de encendido por baterías.²⁰

²⁰ William H. Crouse, Donald L. Anglin, Mecánica de la motocicleta.

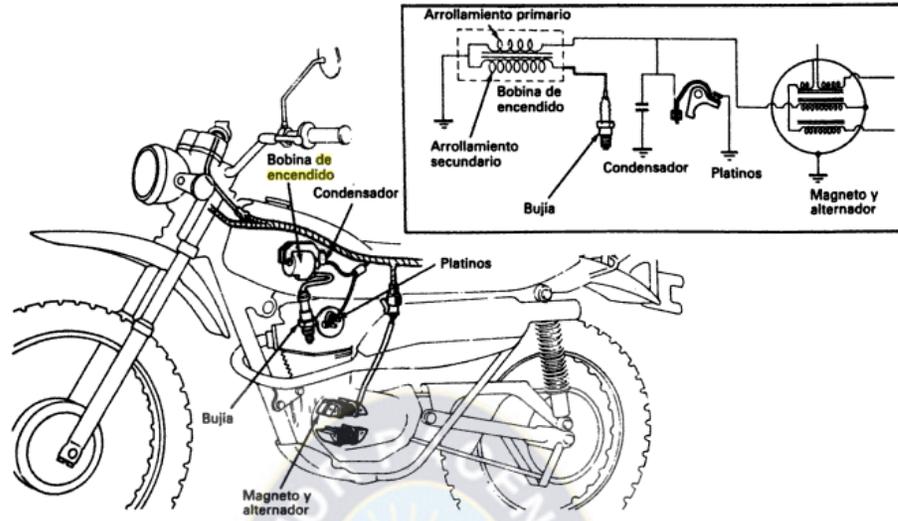


Fig. 23 Sistema de encendido de una motocicleta por magneto. (Honda Motor Company, Ltda.)
Fuente: William H. Crouse, Donald L. Anglin, Mecánica de la motocicleta

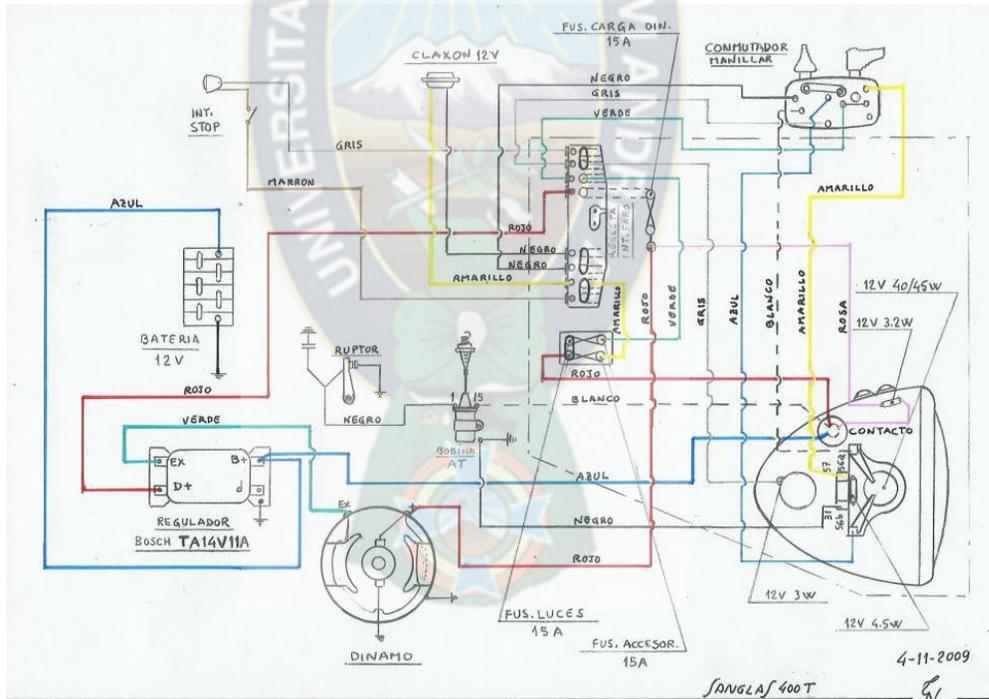


Fig. 24 Sistema de encendido de una motocicleta por batería. (Sanglaf)
Fuente: Internet

2.6.7 ENCENDIDO POR DESCARGA DE CONDENSADOR (CDI- CAPACITOR DISCHARGE IGNITION)

Este sistema carece normalmente de platinos (o ruptor) aunque realiza exactamente la misma función, es decir, produce chispas en las bujías en el momento oportuno. Este sistema utiliza varios componentes electrónicos, tales como un gran condensador, diodos y transistores análogos a los empleados en los modernos sistemas electrónicos de encendido para automóviles, así como un rectificador de silicio (SCR).

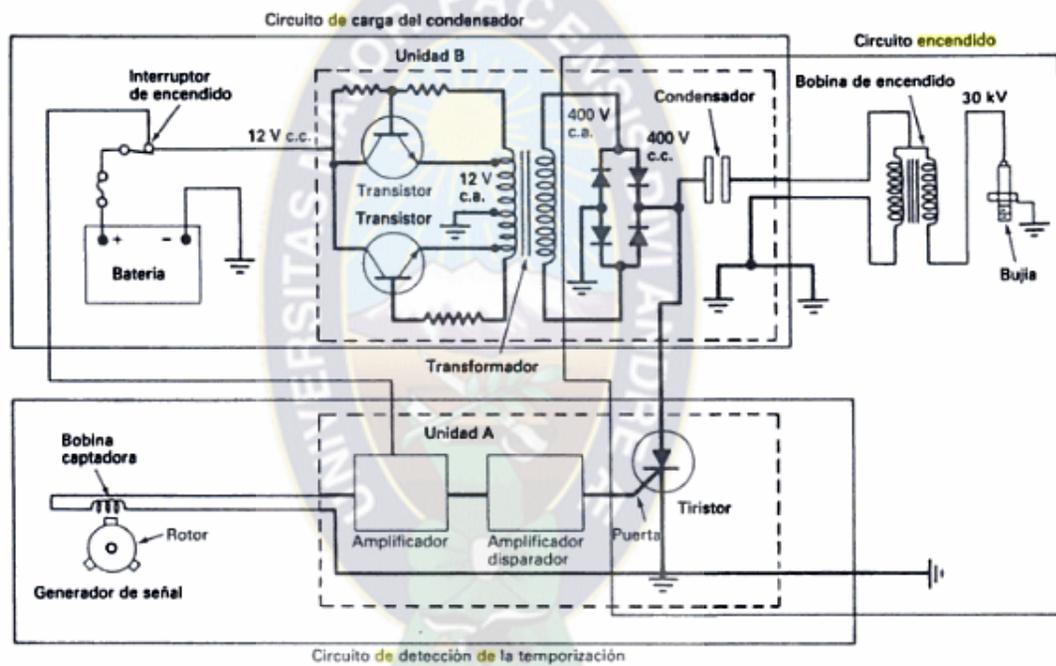


Fig. 25 Esquema de un sistema de encendido por descarga de condensador (CDI). (Kawasaki Heavy Industries, Ltda.)

Fuente: Internet

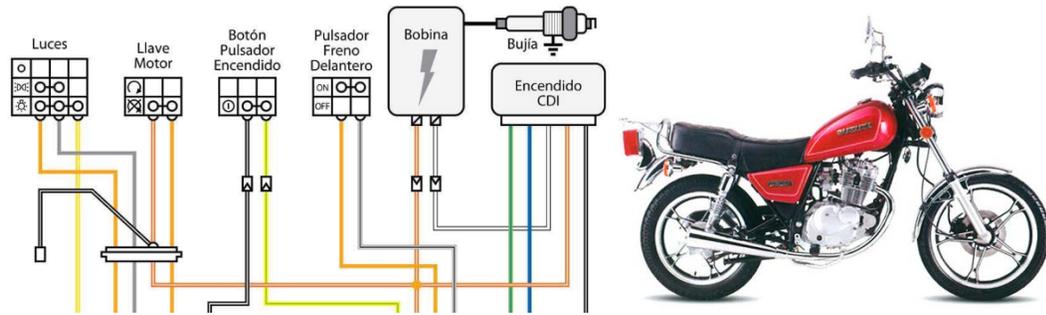


Fig. 26 Circuito eléctrico. (Suzuki GN125H)

Fuente: Internet

2.6.8 DISPOSITIVOS DE PARADA MOTORES DIESEL

La parada del motor diesel se efectúa interrumpiendo la entrada de combustible. Debido al principio de funcionamiento (autoinflamación), el motor Diesel solo puede pararse cortando la alimentación de combustible. La bomba de inyección se puede equipar opcionalmente con un dispositivo de parada eléctrico.

2.6.9 DISPOSITIVO DE PARADA ELECTRICO (ELAB)

Una válvula electromagnética de corte de alimentación de combustible va montada en la parte superior de la cabeza distribuidora de la bomba de inyección. Cuando está conectada, es decir, con el motor Diesel en marcha, el electroimán mantiene abierto el orificio de entrada al recinto de alta presión. Al quitar el contacto mediante el interruptor correspondiente, la bobina del electroimán queda sin corriente. El campo magnético se anula y el muelle presiona el inducido contra el asiento de la válvula, con lo que se obtura el orificio de llegada a la cámara de alta presión y el émbolo distribuidor deja de alimentar combustible.²¹

²¹ Dispositivo de parada Bomba VE , <http://es.slideshare.net/Henriquecarvalhob/catalogo-bomba-ve-httpunidadeinjetorablogspotcombr-31145292>

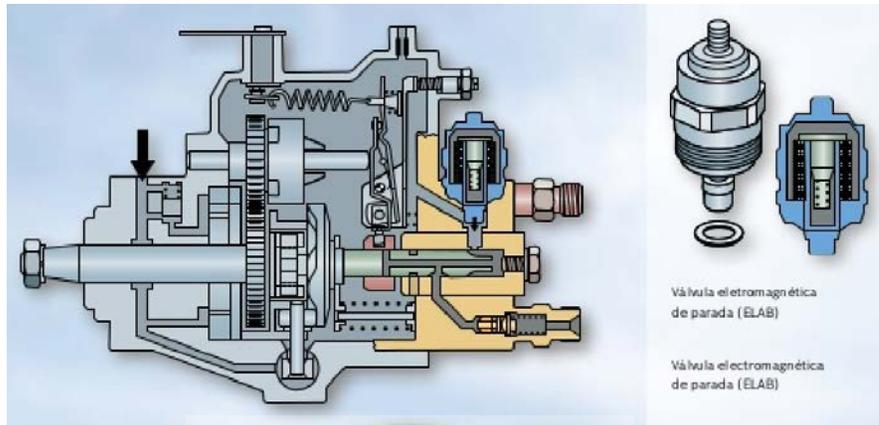


Fig. 27 Bomba Inyectora rotativa Bosch

Fuente: <http://es.slideshare.net/Henriquecarvalhob/catalogo-bomba-ve-httpunidadeinjetorablogspotcombr-31145292>

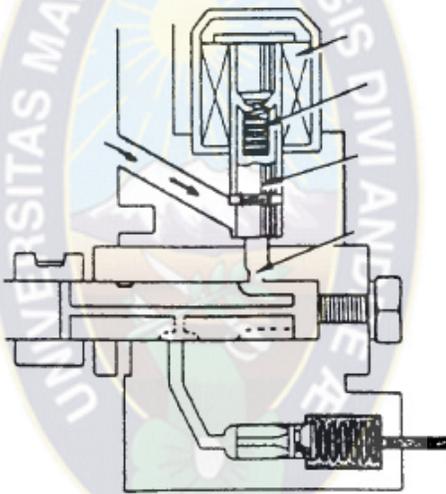


Fig. 28 Dispositivo de parada eléctrico (ELAB)

Fuente: Internet

2.6.10 ESO (ENGINE SHUTOFF SOLENOID)

El solenoide corta el abastecimiento de combustible hacia el pistón principal, cuando se desconecta el interruptor del encendido.

En la mayoría de los motores, la detención o apagado, se realiza, interrumpiendo el pasaje de combustible a los inyectores. Cuando se pone en contacto el interruptor del encendido, el pasaje de corriente que circula por un bobinado, genera campo magnético, que logra habilitar un pasaje de combustible, al levantar una válvula. Al apagar el interruptor del encendido,

desaparece el campo magnético y un resorte que antes se había comprimido, se extiende obligando a la válvula a obstruir el mencionado pasaje.

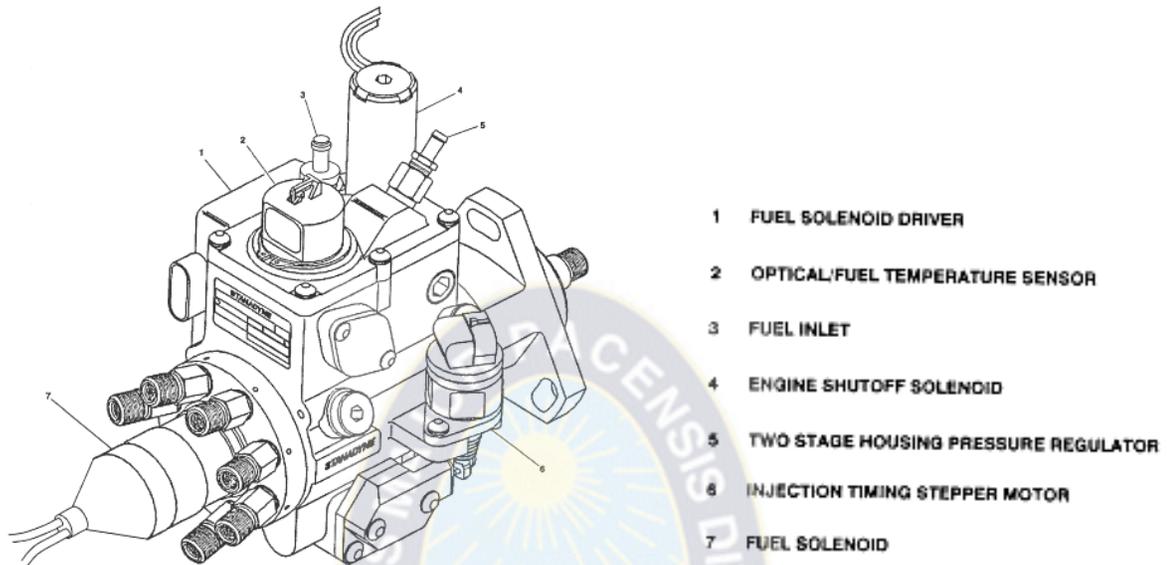


Fig. 29 Solenoide de apagado de motor (General Motors Corporation)
Fuente: Internet

2.6.11 FSS (FUEL SHUT OFF SOLENOID)

El FSS es la forma en que los camiones pueden encender y apagar el motor.

Con el interruptor de encendido apagado, el eje del solenoide debe estar hacia abajo y la palanca de la bomba de inyección debe estar en la posición de apagado (sin suministro de combustible a la bomba de inyección). Cuando se gira el interruptor de encendido a la posición (arranque) el eje del solenoide debe jalar hacia arriba (eje retraída en el solenoide) y la palanca de la bomba debe estar en la posición de marcha (de combustible que se suministra a la bomba de inyección). Cuando se suelta la llave de contacto a la posición ON el eje del solenoide debe permanecer en esa posición y la palanca de la bomba debe permanecer en la posición de marcha (combustible que se suministra a la bomba de inyección).²²

²² <http://www.justanswer.com/dodge/0udth-1997-dodge-pickup-cummins-engine-the-fuel-shut-off-valve.html>



Fig. 30 Bomba Inyectora lineal Bosch P7100
Fuente: Internet

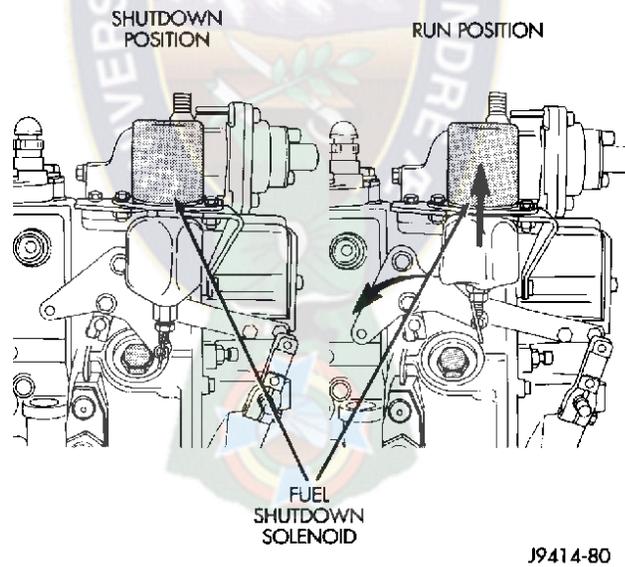


Fig. 31 Dispositivo de corte de combustible (FSS)
Fuente: Internet

2.7 RELÉ

El Relé es un interruptor operado magnéticamente. El relé se activa o desactiva cuando el electroimán es energizado.

Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo. Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados.²³

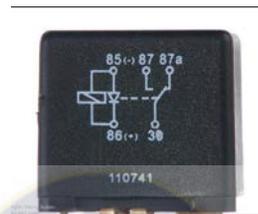


Fig. 32 Relé de cinco contactos
Fuente: Internet

2.8 INTERRUPTOR MAGNÉTICO

a) Interruptor Reed

Consta de dos electrodos fijos en los extremos de un bulbo generalmente de vidrio transparente, acoplados a estos electrodos hay dos láminas separadas una de las cuales está construida muy flexible de un material ferromagnético. Cuando se acerca un imán, la atracción sobre la lámina ferromagnética la encorva y se produce el contacto con la otra lámina cerrando el circuito. Si se separa el imán, de nuevo vuelve la lámina atraída a su posición original y el circuito se abre. Estos interruptores son muy utilizados en los sistemas de seguridad y las alarmas para la detección de la apertura y cierre de puertas y ventanas.²⁴

²³ Relé, Relay – Relevador, http://unicrom.com/Tut_relay.asp

²⁴ Proyectos eléctricos con sensores, <http://www.sabelotodo.org/electrotecnia/electrosensores.html>

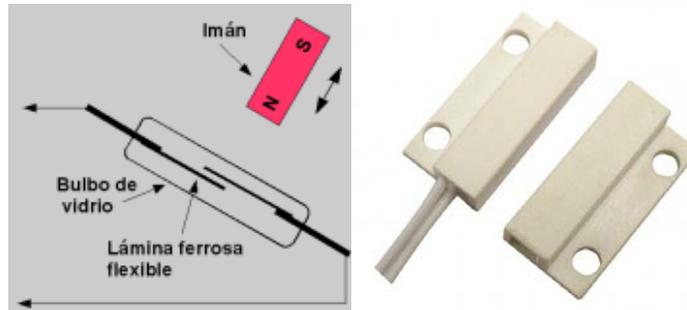


Fig. 33 Esquema del Interruptor Reed

Fuente: Internet

b) Sensores de contacto

Se emplean para detectar el final del recorrido o la posición límite de componentes mecánicos. Por ejemplo: saber cuándo una puerta o una ventana que se abren automáticamente están ya completamente abiertas y por lo tanto el motor que las acciona debe pararse.

Los principales son los llamados fines de carrera. Se trata de un interruptor que consta de una pequeña pieza móvil y de una pieza fija que se llama NA, normalmente abierto, o NC, normalmente cerrado.



Fig. 34 Final de carrera, símbolo de un final de carrera

Fuente: Internet

La pieza NA está separada de la móvil y sólo hace contacto cuando el componente mecánico llega al final de su recorrido y acciona la pieza móvil haciendo que pase la corriente por el circuito de control.

La pieza NC hace contacto con la móvil y sólo se separa cuando el componente mecánico llega al final de su recorrido y acciona la pieza móvil impidiendo el paso de la corriente por el circuito de control. Según el tipo de fin de carrera, puede haber una pieza NA, una NC o ambas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

3.1 COORDINACIÓN CON EL CLIENTE

El proceso de instalación del dispositivo GPS para vehículos comienza cuando el área comercial de la empresa termina con el procedimiento de pago y firma de contrato. La coordinación con el cliente se realiza vía correo electrónico o por teléfono, es el área de GPS y el cliente quienes acuerdan el lugar, la fecha y la hora para efectuar la instalación, desinstalación o mantenimiento del dispositivo GPS. Habitualmente se da un espacio de tiempo según el número de instalaciones para poder armar el o los cables de los dispositivos GPS.

3.2 EVALUACIÓN, COTIZACIÓN Y COMPRA DE MATERIALES

Luego de acordar con el cliente la instalación de uno o varios vehículos se realiza una evaluación y cotización de los materiales a utilizar. Una vez aprobado el presupuesto por gerencia de GPS se procede con la compra de los mismos de distintas ferreterías y verificando la calidad de los mismos.

Los componentes y materiales usados para las instalaciones son relés de 12V y 24V, cables Nº 10, cintas aislantes, precintos de 15 cm, 20 cm y 40 cm, borneras, terminales planas, diodos y cableducto corrugado.



Fig.35 Materiales utilizados en las instalaciones de dispositivos GPS
Fuente: Registro fotográfico personal

3.3 ARMADO DE CABLE PARA EL DISPOSITIVO GPS

La preparación de un cable GPS demora entre de 45 a 60 minutos y comienza con el soldado del fusible de protección del GPS, la conexión de los cables al relé y la aislación de la línea principal con cableducto corrugado y cinta aislante.



Fig. 36 Relé de cinco contactos

Fuente: Internet

Según el voltaje de la batería que utilizan los vehículo se arma el cable de GPS con relés de 12V o 24V, el relé utilizado es de 5 pines y soporta corrientes de 20/30 amperes.

Se conecta un diodo entre los pines 85 y 86 del relé para proteger al dispositivo GPS.

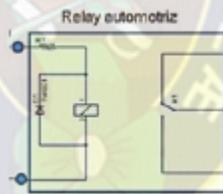


Fig. 37 Conexión de diodo al relé

Fuente: Internet

Se enchufan terminales planas a los cables y pines del relé (87^a, 30), se conectan los pines (85, 87) el pin 86 del relé se conecta mediante una terminal plana a una de las entradas del dispositivo GPS según la configuración de este, finalmente se colocan borneras a los extremos de los cables y a continuación se conectara al interruptor de encendido del vehículo. A continuación desde el localizador automático de vehículos AVL se realizan pruebas de funcionamiento del cable y GPS antes de instalarlo en un vehículo.

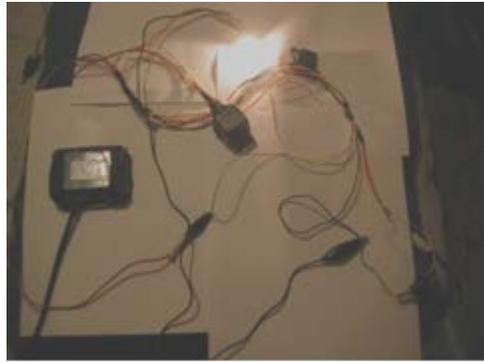


Fig. 38 Cable armado del GPS y prueba de corte fuera del vehículo
Fuente: Registro fotográfico personal

En los motores a gasolina el cable del equipo GPS se instala en la línea que alimenta el devanado primario de la bobina del sistema de encendido o en el relé de la bomba de gasolina. En los motores Diesel se instala en la línea que alimenta al solenoide de parada.

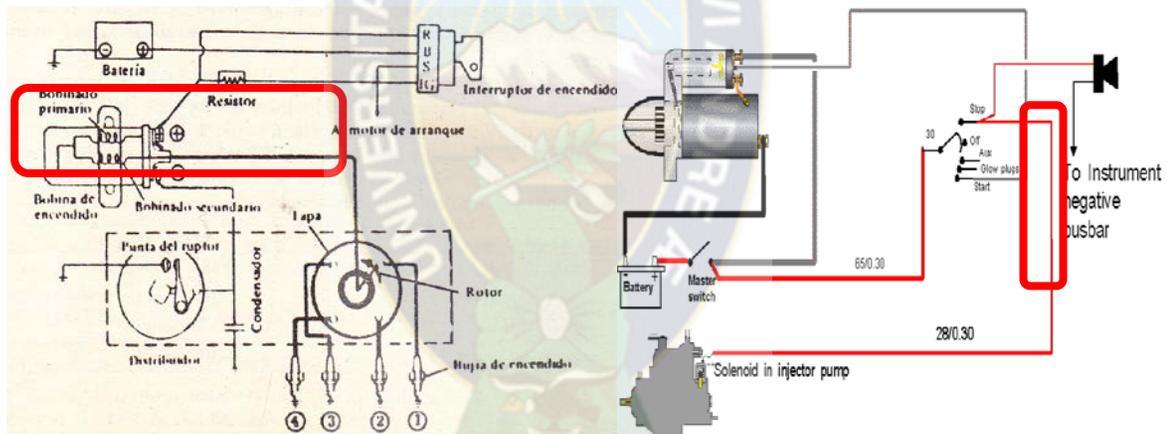


Fig. 39 Esquema electrico instalación disp. GPS motor a gasolina y Diesel
Fuente: Manual de Automoviles Japoneses, W. Varela

3.4 HERRAMIENTAS USADAS EN LAS INSTALACIONES

Las herramientas que se manejan en las instalaciones comprenden de llaves mixtas, llaves torx, llaves allen, dados, destornilladores, alicates, trinquete, cardan y estilete. Adicionalmente se utiliza tester y focos pilotos.



Fig. 40 Herramientas que se utilizan en la instalaciones de dispositivos GPS
 Fuente: Registro fotográfico personal

3.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES

Muchas de las instalaciones de los dispositivos GPS se realiza fuera de los talleres o donde el cliente lo solicitara, generalmente un parqueo, una planta, la calle y en otras ciudades. Algunas medidas de seguridad aplicadas fueron el uso de casco duro para la protección de la cabeza, guantes para la protección de las manos, overol para la protección personal en el área de trabajo, auriculares por el excesivo ruido generado por el taladro eléctrico y gafas protectoras para evitar la entrada de objetos extraños a los ojos.

3.6 PASOS DE INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS

Cada instalación del dispositivo GPS demoraba entre 1 hora a 3 horas según la complejidad del vehículo, lugar de instalación y condiciones ambientales.

Datos del vehículo:

DATOS DEL VEHÍCULO

MARCA:	NISSAN
MODELO:	FRONTIER
TIPO DE VEHÍCULO:	CAMIONETA
AÑO:	2012
COLOR:	PLATA
KILOMETRAJE:	91716
DISPOSITIVO GPS:	Tracker TK 103-A

Paso 1

En el lugar de la instalación se realiza una inspección visual del vehículo para posteriormente ver donde se instalará el dispositivo GPS.



Fig. 41 Inspección visual del vehículo. Lugar: La Paz, parqueo C. Aspiazu N° 454 entre C. Sánchez Lima y Av. 20 de Octubre, Registro: Camioneta Nissan Frontier, 2012, Fecha de la fotografía: 15 de septiembre de 2014

Paso 2

A continuación se enciende el motor y se verifica que no aparezcan alertas en el tablero de instrumentos, se examina que las luces de guiñadores, alta, baja y parada estén funcionando, cualquier irregularidad observada se anota en la hoja de orden de trabajo.



Fig. 42 Inspección del tablero de instrumentos
Fuente: Registro fotográfico personal

Paso 3

Luego de estas verificaciones se procede al desarmado de la cubierta de la columna vertical del volante de dirección y el tablero de instrumentos.



Fig. 43 Desarmado de la cubierta de la columna vertical del volante de dirección
Fuente Registro fotográfico personal

Paso 4

Una vez desarmada la cubierta del volante de dirección se accede al interruptor de contactos y se verifica con un multímetro cuál de los cables es el positivo que alimenta al sistema de encendido, también se realiza el mismo procedimiento para encontrar el cable de ignición.

En el cable positivo encontrado mediante un corte se conecta el cable del dispositivo GPS.



Fig. 44 Localizando cable del sistema de encendido, Lugar: La Paz, parqueo C. Aspiazu N° 454 entre C. Sánchez Lima y Av. 20 de Octubre, Registro: Camioneta Nissan Frontier, 2012, Fecha de la fotografía: 15 de septiembre de 2014

Paso 5

Se conecta el cable negativo del dispositivo GPS al chasis del vehículo, luego se comprueba el funcionamiento del dispositivo GPS desde la plataforma de rastreo satelital.

Paso 6

Dependiendo de la movilidad se busca un lugar adecuado para acomodar el dispositivo GPS y asegurarlo.



Fig. 45 Lugar de instalacion del dispositivo GPS, Lugar: La Paz, parqueo C. Aspiazu N° 454 entre C. Sánchez Lima y Av. 20 de Octubre, Registro: Camioneta Nissan Frontier, 2012, Fecha de la fotografía: 15 de septiembre de 2014

Paso 7

En último lugar se procede al armado de todas las partes, verificación por parte del propietario del encendido del motor, luces y tablero de instrumentos. Se termina con el llenado de datos del vehículo en la orden de trabajo y la firma del cliente.

3.7 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN VEHÍCULOS LIVIANOS

Para la instalación del dispositivo GPS en vehículos livianos a carburador o inyección electrónica se siguen los pasos mencionados anteriormente. Algunas consideraciones al respecto:

Verificar con el encargado del vehículo el correcto funcionamiento del freno de mano, encendido-apagado del motor, tablero de instrumentos y de luces con el motor encendido, este paso es importante debido a que durante el desarmado se podría desconectar accidentalmente algún cable o provocar algún corto circuito que en los vehículos a inyección electrónica la ECU no permitiría el encendido del motor o surgirían alertas en el tablero de instrumentos por lo que es preferible hacer todas las pruebas necesarias así evitar problemas complejos que demoraría más tiempo con un perjuicio para el cliente.

3.8 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN MOTOCICLETAS

Para la instalación del dispositivo GPS en motocicletas se prórroga más el tiempo de instalación a causa del desarmado de varios accesorios que se tienen que quitar para tener acceso al ramal de cables eléctricos donde se alojará el dispositivo GPS. Después de quitar todos los accesorios y el asiento de la motocicleta, se cierra la llave de paso de combustible, se desconecta la tripa de alimentación y finalmente se retira el tanque de combustible.

Después se siguen los mismos pasos de instalación que para vehículos livianos con la excepción que el tipo de GPS instalado es más pequeño y los cables del sistema de encendido se localizan cerca al eje de dirección.



Fig. 46 Desmontado del tanque de combustible, Lugar: El Alto, garaje Zona Norte 16 de Julio, Registro: Motocicleta Suzuki 200, Fecha de la fotografía: 16 de octubre de 2014



Fig. 47 Localizando cables sistema de encendido, Lugar: El Alto, garaje Zona Norte 16 de Julio, Registro: Motocicleta Suzuki 200, Fecha de la fotografía: 16 de octubre de 2014

3.9 INSTALACIÓN DE DISPOSITIVO GPS EN VEHÍCULOS A DIESEL

Para la instalación de dispositivos GPS en vehículos Diesel se siguen los mismo procedimientos que para vehículos livianos y solo en aquellos vehículos con solenoides de parada: FSS, ELAB y ESO, no en motores con bomba inyectora regulada por medios mecánicos, en esos casos solo se conectan los cables positivo y negativo del dispositivo GPS a una fuente de alimentación eléctrica del vehículo. El apagado del motor con regulación

mecánica funciona jalando una palanca ubicada en la cabina del conductor que se conecta por medio de un cable al regulador mecánico de la bomba inyectora, cuando es jalada esta palanca gira los émbolos de la bomba inyectora, no permitiendo la inyección de combustible al motor.



Fig. 48 Instalación del dispositivo GPS en camiones, Lugar: El Alto Av. Juan Pablo II, Río Seco lado Monterrey, Registro: Camión Fotón FL3100, Fecha de la fotografía: 12 de marzo de 2015

3.10 INSTALACIÓN DE ANTENAS

También se instalaron dispositivos GPS de distintos modelos que incorporan antenas GPS y GPRS. La manera de acomodarlas es con vista hacia el cielo y en lugares planos según indicaciones de los fabricantes por lo que la instalación demora más tiempo.



Fig. 49 Instalación de antenas para dispositivos GPS, Fecha de la fotografía: 18 de junio de 2014, 25 de junio de 2014

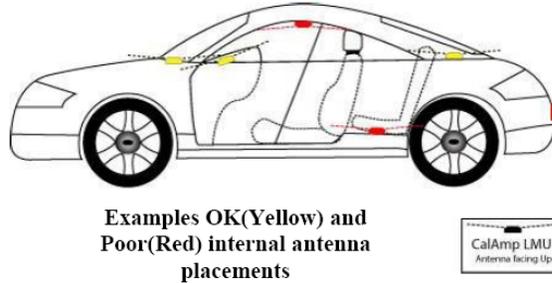


Fig. 50 Lugares recomendados por el fabricante para la instalación de antenas
Fuente: Internet

3.11 INTERRUPTOR DE APERTURA DE PUERTA

La instalación del interruptor para detectar la apertura de puerta surge porque el cliente requiere controlar que los productos que salen de fábrica lleguen a su destino en las mismas proporciones.

Previamente se planifica dónde y cómo se instalará el interruptor dentro del contenedor acoplado al vehículo así como los materiales a utilizar.

La instalación comienza colocando cableducto corrugado debajo de la cabina del conductor y asegurándolo al chasis del vehículo hasta llegar a la parte trasera. En el piso se realiza una perforación para que ingrese cable eléctrico y se conecte con el interruptor de apertura de puerta.

El interruptor magnético envía una señal hacia la plataforma de rastreo satelital cuando la puerta se encuentra abierta, en la plataforma se visualiza esta señal en forma de alerta.



Fig. 51 Contenedor y acceso a la cabina del conductor, Lugar: La Paz, vivienda Z. Achumani entre Calle 22 y Gral. Inofuentes, Registro: Camión JAC HFC1048K, 2013, Fecha de la fotografía: 29 de noviembre de 2014



Fig. 52 Cableducteado hacia el interruptor de apertura de puerta, Lugar: La Paz, vivienda Z. Achumani entre Calle 22 y Gral. Inofuentes, Registro: Camión JAC HFC1048K, 2013, Fecha de la fotografía: 29 de noviembre de 2014

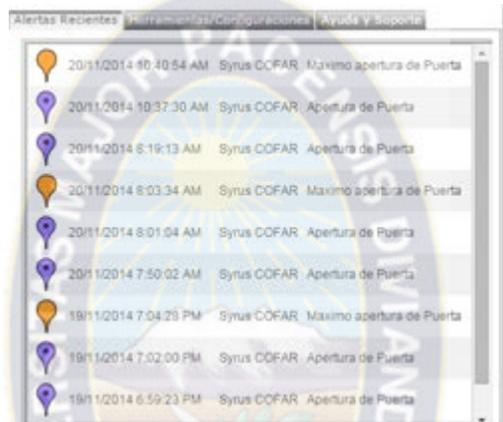


Fig. 53 Alerta de apertura de puerta en plataforma AVL
Fuente: Registro fotográfico personal

3.12 MANTENIMIENTOS A LOS DISPOSITIVOS GPS

Los mantenimientos a los dispositivos GPS se realizan cuando dejaban de reportar posición por más de un día. Se comunica al cliente sobre el problema y se coordina el día, lugar y hora para la revisión del dispositivo GPS.

A continuación algunos casos de mantenimientos a los dispositivos GPS:

CASO 1: TERMINAL DESCONECTADA

Vehículo: Camión Nissan FUSO, en presencia del propietario y el chofer, se procedió a desmontar el dispositivo GPS para comprobar su funcionamiento. Como el GPS no mostraba signo de actividad se continuó con la revisión de las conexiones en la columna del volante, encontrándose sin la tapa

superior la columna del volante y el cable negativo del GPS desconectado del cuerpo de la chapa de contacto, como se muestra:



Fig. 54 Cable negativo del GPS desconectado, Lugar: El Alto, parqueo Av. 6 de Marzo frente Zona Franca Comercial, Camión Nissan FUSO, Fecha de la fotografía: 2 de junio de 2014

En la revisión, el chofer mencionó que después de la instalación del GPS, el camión fue llevado al electricista porque presentaba problemas en el encendido y apagado, pero no precisó en qué fecha para determinar la correlación del problema. Asimismo, comentó que el electricista habría dejado el vehículo en las condiciones mencionadas, es decir sin la tapa de la columna superior.

Luego de reconectar el cable negativo a la chapa de contacto, el GPS comenzó a funcionar y reportar.

También se verificó el estado en las conexiones del relay, sin presentar este ningún problema. Finalmente se reinstaló y aseguró el dispositivo GPS en el camión comprobando el funcionamiento del encendido, sin presentarse ningún problema.

De la revisión se comprobó que el GPS no mostraba signo de actividad debido a que en las conexiones en la columna del volante, el cable negativo del GPS se encontraba desconectado del cuerpo de la chapa de contacto,

mismo que al conectarlo permitió que el GPS comience a funcionar y reportar.

Por lo señalado se concluyó que la falla se debió a la desconexión del cable a tierra y no al funcionamiento interno del GPS.

CASO 2: CABLE NEGATIVO DESCONECTADO

Camión Nissan FUSO: revisando la información de los eventos registrados por un camión, se verificó que el mismo reportaba cortes de poder, como se verifica:



Fecha	Tipo	Nombre
18/07/2014 9:15:39 AM	Codigo de Evento	(08) Corte de Poder
18/07/2014 9:09:13 AM	Codigo de Evento	(08) Corte de Poder
18/07/2014 9:01:57 AM	Codigo de Evento	(08) Corte de Poder
18/07/2014 8:59:23 AM	Codigo de Evento	(08) Corte de Poder
18/07/2014 8:48:42 AM	Codigo de Evento	(08) Corte de Poder
18/07/2014 7:28:31 AM	Codigo de Evento	(11) Detenido

Fig. 55 Alerta corte de poder en plataforma
Fuente: Registro fotográfico personal

Se realizó la revisión del GPS en el vehículo, encontrándose el dispositivo GPS sin funcionamiento, evidenciándose a través de los leds del dispositivo que este no tenía alimentación ni reportaba actividad, ya que estos se encontraban apagados.



Fig. 56 Dispositivo GPS sin funcionamiento, Lugar: El Alto, parqueo Av. 6 de Marzo frente Zona Franca Comercial, Camión Nissan FUSO, Fecha de la fotografía: 30 de julio de 2014

El chofer manifestó que no podía apagar el motor a causa del dispositivo GPS, de igual manera el precalentador del motor y que escucha ruidos extraños atrás del camión. A partir de la observación del chofer se realizaron las siguientes pruebas para verificar si efectivamente el causante del problema indicado es el GPS:

1ra Prueba.- Consistió en desconectar el cable conectado a la chapa de contacto (Nº 30- relay) y colocar un foco piloto y cerrar el circuito a tierra para determinar el funcionamiento correcto del relay. El foco piloto se encendió lo que indicaba que por el relay circulaba corriente eléctrica sin problemas. Descartándose de esta manera un mal funcionamiento del Relay.



Fig. 57 Prueba de funcionamiento cables GPS, Lugar: El Alto, parqueo Av. 6 de Marzo frente Zona Franca Comercial, Camión Nissan FUSO, Fecha de la fotografía: 30 de julio de 2014

2da Prueba.- Consistió en retirar de la chapa de contacto el relay y todas las conexiones del dispositivo GPS. El chofer movió el vehículo a otra ubicación dentro de las instalaciones, para luego proceder al apagado del motor, no logrando apagar el vehículo a través de la chapa de contacto, comprobándose que el problema del apagado no se debía a la instalación del dispositivo GPS, por el contrario se debía a causas propias del vehículo.

3ra Prueba.- Se revisó la continuidad en el cable negativo del conector al GPS, donde el multímetro no medía resistencia, por lo que se retiró la cinta que cubría la bornera, encontrándose el cable desconectado. Esta desconexión causaba que el GPS no funcione.



Fig. 58 Cable GPS desconectado, Lugar: El Alto, parqueo Av. 6 de Marzo frente Zona Franca Comercial, Camión Nissan FUSO, Fecha de la fotografía: 30 de julio de 2014

Posteriormente se instaló el GPS en un lugar distinto al anterior para evitar su manipulación y también se aseguró el cable negativo a la chapa metálica del vehículo.



Fig. 59 Instalación dispositivo GPS, Lugar: El Alto, parqueo Av. 6 de Marzo frente Zona Franca Comercial, Camión Nissan FUSO, Fecha de la fotografía: 30 de julio de 2014

Posteriormente se verificó en la plataforma de rastreo satelital el funcionamiento correcto del dispositivo GPS, comprobándose que se encontraba reportando correctamente.

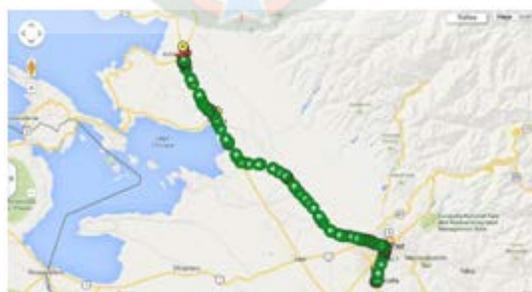


Fig. 60 Rastreo satelital vehiculo, GPS reportando
Fuente: Registro fotográfico personal

CASO 3: FUSIBLE EXTRAÍDO

En el camión marca VW Worker 9.150 se procedió a la revisión del dispositivo GPS comenzando por la inspección del fusible de protección del GPS, encontrándose sin el mismo, razón por lo que el GPS no reportaba; luego de las verificaciones se colocó un nuevo fusible de las mismas características y asegurándolo con precintos, cinta aislante y dejando reportando el GPS.



Fig. 61 Fusible de GPS desconectado, Lugar: El Alto, planta Av. Juan Pablo II, Ex tranca, C. Martin Lutero, Registro: Camión VW Worker 9.150, Fecha de la fotografía: 09 de enero de 2015

CASO 4: FUSIBLE Y GPS QUEMADOS

En el camión Camión VW Worker 9.150 se realizaron las siguientes pruebas:

La primera prueba comenzó con la revisión del fusible de protección que se localiza en la línea del cable (color rojo) que alimenta al GPS. El fusible fue retirado de su encapsulado y probado con un multímetro, no midiendo continuidad por estar quemado, también se probó el voltaje en los extremos del encapsulado proveniente de la chapa de contacto, obteniendo el voltaje de 24V.

Por lo observado anteriormente, se procedió al cambio por un fusible nuevo de las mismas características, pero al conectarlo a su encapsulado nuevamente se quemaba, por seguridad se retiró el GPS para su revisión.

En las oficinas se verificó que un componente electrónico del GPS estaba quemado.

Para verificar la causa por la que se quema el GPS y fusible, se realizaron pruebas con un foco de 24 V-10W, uno conectado al positivo del cable que alimenta al GPS y el otro a la ignición; asimismo, se efectuaron varios arranques para probar si estos se quemaban debido a los picos elevados de voltaje durante el arranque del motor, pero estos permanecían encendidos.

A partir de estas pruebas se instaló un nuevo GPS y también 2 fusibles de protección en el cable positivo y la ignición del nuevo GPS.



Fig. 62 Pruebas electricas en cables GPS, fusibles nuevos instalados, Lugar: El Alto, planta Av. Juan Pablo II, Ex tranca, C. Martin Lutero, Registro: Camión Nissan Cóndor, Fecha de la fotografía: 6^o de Enero de 2015

Se pidió al personal técnico de mantenimiento de los vehículos examinar que los valores de voltaje del sistema eléctrico que comprende el alternador, dinamo, regulador de voltaje y batería estén dentro los parámetros técnicos establecidos por el fabricante.

3.13 APORTES A LA EMPRESA

- a) Desarrollo de circuito electrónico para probar cambios en el puerto de salida de equipos GPS.



Fig. 63 Circuito electrónico de pruebas,
Fuente: Registro fotográfico y elaboración propia

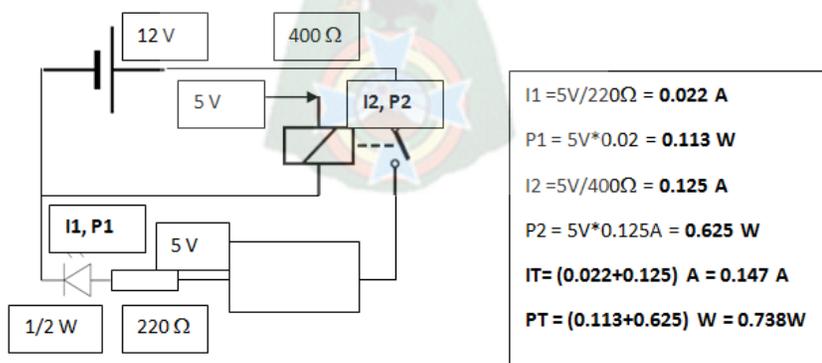
El diagrama eléctrico está constituido por un transistor regulador de tensión "U1" el cual realiza la reducción de voltaje desde (7-25) V. a 5 V., lleva tres terminales, V_i voltaje de entrada, V_o voltaje de salida y la terminal central GND. También lleva un relé que funciona como un interruptor el cual está conectado a una fuente de alimentación externa "-", "+" que, por medio de una bobina activada por "g" acciona un contacto que permite abrir o cerrar el circuito eléctrico que enciende o paga el diodo led "LED" y de esta manera probar el estado del puerto de salida del dispositivo GPS (Tracker).

Componentes utilizados

1 R=220Ω, 1/2 W

1 Relé = DC 12V, 10A, 400Ω

1 Regulador de Voltaje = LM7805, 1A, V_e : 7-25, V_s : 5



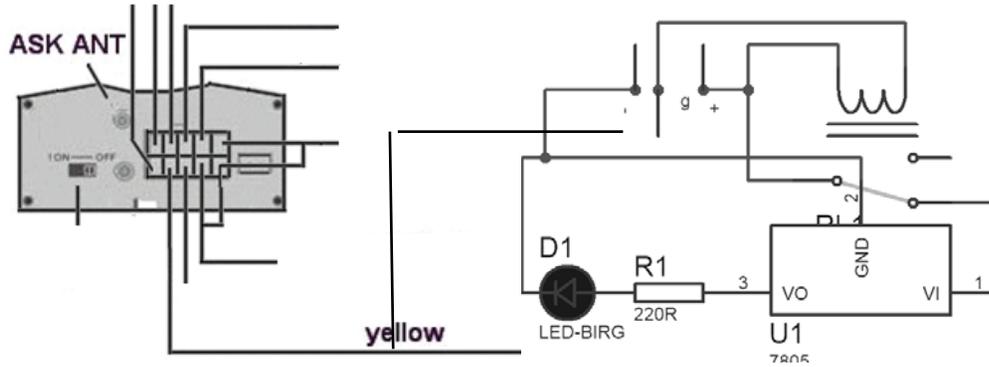


Fig. 64 Diagrama electrónico, prueba puerto salida GPS (Tracker)
Fuente: elaboración propia

b) Enchufe para pruebas de bloqueo remoto en vehículo para cualquier marca equipo GPS. Existe una diversidad de dispositivos GPS con cables que realizan distintas funciones a los que se tiene que configurar.

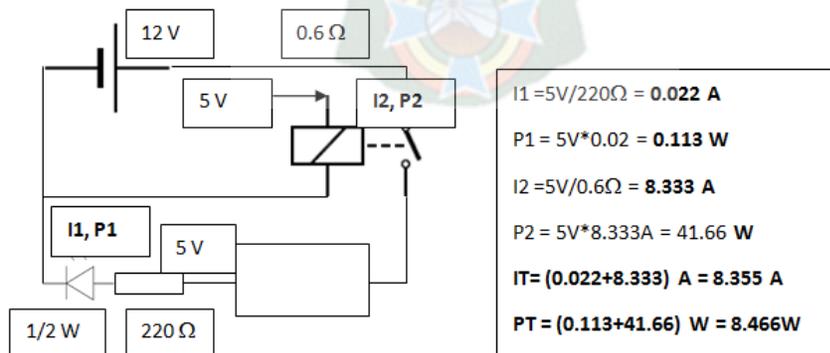
El diagrama eléctrico la conexión "J1" con "g" permite alimentar al equipo GPS con energía eléctrica proveniente de la batería del automóvil y actuar sobre "SW1" y "RL1" que activan o desactivan "D1".

Componentes utilizados

1 R=220Ω, 1/2 W

1 Relé = DC 12V, 10A, 0.6Ω

1 Regulador de Voltaje = LM7805, 1A, Ve: 7-25, Vs: 5



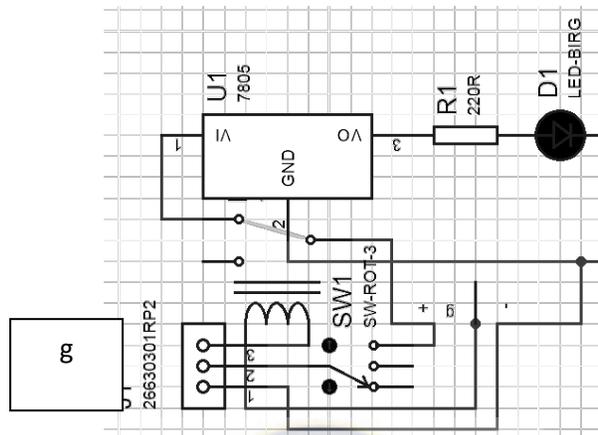


Fig. 65 Diagrama electrónico enchufe GPS
Fuente:Elaboración propia

c) Circuito eléctrico para pruebas de funcionamiento de cables GPS en instalaciones masivas. Se realizaron instalaciones en flotas de vehículos, el armado de los cables se hacía de manera rápida por lo que para evitar problemas durante las instalaciones se realizaron pruebas de funcionamiento de los cables GPS antes de las instalaciones lo que reducía el factor de error humano.

El diagrama eléctrico está constituido por un switch "SW1" de tres contactos que es accionado manualmente para cambiar la alimentación a los focos "L1, L2" cuando se cambia al circuito el voltaje de alimentación "BAT1" 12 o 24 Voltios, el otro switch "SW" permite probar el paso de la tensión eléctrica por el cable del GPS.

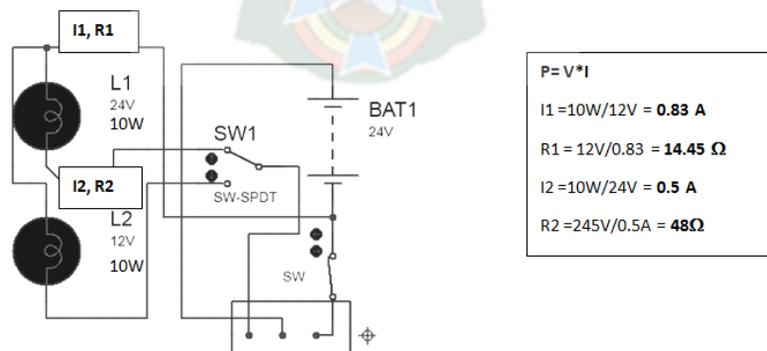


Fig. 70 Circuito eléctrico para instalaciones masivas
Fuente: Registro fotográfico y elaboración propia

3.14 PROYECTOS

Se presentaron dos proyectos denominados mecanismo de apertura de tapa de combustible y mecanismo para la detección de giro de tambor en camiones mixer, creé dos prototipos, pero los proyectos no se concretaron por los costos de fabricación de las piezas que implicaban gastos adicionales para la empresa.

Diseño mecánico, simulación y construcción de un mecanismo de apertura de tapa de combustible para controlar la extracción de combustible.

Este mecanismo consiste en una chapa metálica en forma de "L" que gira sobre un eje, al abrir la tapa de combustible la chapa metálica hace contacto con un sensor de contacto que se conecta al puerto de entrada del equipo GPS, éste manda una señal a la plataforma de rastreo satelital indicando que la tapa de combustible está abierta.



Fig. 72 Mecanismo de apertura de tapa de combustible
Fuente: Registro fotográfico y elaboración propia

Para este proyecto se utilizó un sensor de contacto el cual estaría conectado a una de las entradas "IN" del dispositivo GPS (Tracker) donde permitiría saber cuándo la tapa del tanque de combustible estaría abierta. Al conectar a tierra "SW1", el GPS enviaría el dato al localizador automático vehicular

AVL donde el cliente visualizaría o escucharía una alerta sonora avisando que a tapa fue abierta.

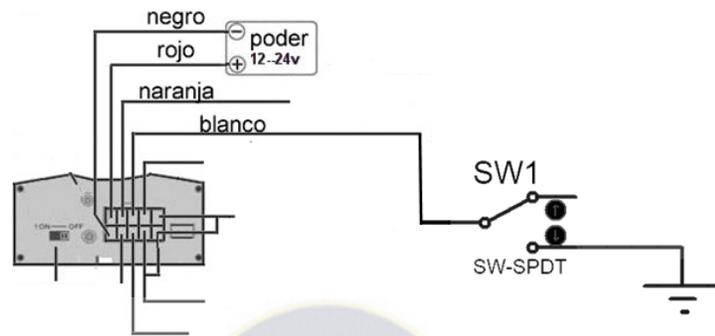


Fig. 73 Diagrama eléctrico, apertura de tapa de combustible GPS (Tracker)
Fuente: elaboración propia

Diseño mecánico, simulación y construcción de un mecanismo para la detección de giro de tambor en camiones mixer.

El mecanismo consiste en una leva que cuando gira a la derecha activa un pulsador mecánico que se conecta a un puerto de entrada del dispositivo GPS lo que permite identificar que el tambor mixer está en proceso de mezclado. Cuando el tambor mixer gira a la izquierda otro pulsador se activa indicando que se está evacuando la mezcla.



Fig.74 Camion mixer, Lugar: La Paz, planta, Z. Chuquiaguillo, C. Cochapampa, Fecha de la fotografía: 7 de abril de 2014



Fig. 75 Mecanismo para la detección de giro de tambor en camiones mixer, Fuente: Registro fotográfico 13 marzo de 2014, Diseño propio

Para este proyecto se utilizó 2 sensores de contacto SW1, SW2 como se muestra en el diagrama siguiente los cuales estarían conectados a las entradas "IN" del dispositivo GPS (Tracker) donde permitirían saber el sentido de giro del tambor del camión. Al conectar a tierra "SW1 o SW2" según el sentido de giro del tambor, el programa del GPS enviaría el dato al localizador automático vehicular AVL donde el cliente visualizaría una alerta visual indicando el giro del tambor.

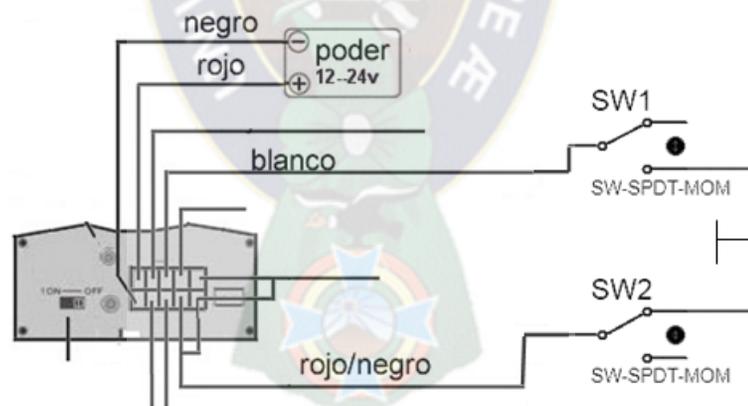


Fig. 76 Diagrama eléctrico, detección de giro de tambor en camiones mixer GPS (Tracker) Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

Durante los trabajos realizados en la empresa de rastreo satelital se instaló equipos GPS en movilidades de tipo jeeps, camionetas, vagonetas, camiones, furgonetas, microbuses y motos de las marcas Volkswagen, Sinotruck, Hino, Mercedes Benz, Volvo, Fotón, International, Suzuki, Honda, Mazda y Hyunda; para tal efecto se tuvo que coordinar con los clientes fechas, horas y lugares de instalación fuera o dentro de la ciudad, elaborar lista de materiales para determinados proyecto de instalación así como también el presupuesto de los mismo y dar mantenimiento a los equipos GPS para su correcto funcionamiento.

Esta tecnología de rastreo satelital instalada en vehículos permitió monitorear la última posición reportada por el dispositivo GPS y también saber las horas trabajadas, kilometraje, velocidad excesiva, entrada y salida a puntos de interés, mantenimiento preventivo del vehículo, etc. En nuestro país el uso de la tecnología GPS es utiliza más por empresas que manejan flota de vehículos, y recientemente por empresas de transporte de pasajero interdepartamental para el control de velocidad de buses.

Considero que el trabajar en el área de rastreo satelital fue gratificante por la experiencia adquirida, y que me permitió también aplicar los conocimientos aprendidos en la carrera de Mecánica Automotriz.

4.2 RECOMENDACIONES

- Antes de instalar el equipo GPS verificar con el propietario del vehículo el correcto funcionamiento de los indicadores del tablero de instrumentos, así como también de las luces
- Antes de instalar el equipo GPS revisar el correcto funcionamiento del freno de mano, especialmente en bajadas

- Levantar un inventario de los componentes internos y externos que lleve el vehículo del cliente
- En instalaciones afuera de la ciudad llevar en lo posible todo tipo de herramientas relacionadas al campo automotriz
- Seguir los procedimiento de instalación en el orden mencionado
- Familiarizarse con herramientas informáticas de diseño electrónico y mecánico para resolver problemas reales que se presentan en el campo automotriz.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] TOYOTA SERVICE. Manual de entrenamiento – Inyección Electrónica de Combustible, Pág. 58 (Señal de encendido del motor)
- [2] Service BOSCH. Bomba rotativa de inyección Tipo VE, Pág. 32 (Parada)
- [3] Técnica del automóvil. BOSCH Regulación electrónica Diésel EDC.
- [4] W.Varela R. Manual de Automóviles Japoneses, Pág. 69 (Encendido y circuitos eléctricos)
- [5] F.Niess. Electricidad automotriz, Pág. 52 (Encendido)
- [6] Imprenta gráfica SCALA. Mecánica de motocicletas, Pág. 77-78 (Encendido electrónico)
- [7] Oscar Solorza Toledo, Sistema de encendido,
<http://es.slideshare.net/JulioChinoBItIxcamey/6909213>
sistemasdeenendido
- [8] www.rnds.com.ar. ¿Qué es y qué significa GPS?
- [9] **Manual motor D12D camiones FN,ND,FM volvo.pdf**, Pág. 16,
(Introducción - Sistema de combustible, sistema de alimentación)
www.maquinariaspesadas.org/
- [10] **6 mil vehículos fueron robados en Bolivia el 2011** , Publicado por Alberto Medrano, 26 de enero de 2012,
<http://www.boliviav.net/2012/01/6-mil-vehiculos-fueron-robados-en.html>
- [11] **Robo de autos crece 14% el primer trimestre en Bolivia**, La Razón (Edición Impresa) / Micaela Villa / La Paz 15 de abril de 2014,
http://www.la-razon.com/index.php?_url=/ciudades/Cantidad-robo-crece-primer-trimestre-Bolivia_0_2034396555.html

- [12] **Ubicar SRL recuperó 391 vehículos en doce años**, La Razón / Édgar Toro, 17 de febrero de 2013, http://www.la-razon.com/index.php?_url=/suplementos/financiero/Ubicar-SRL-recupero-vehiculos-anos_0_1780022078.html
- [13] **Instituto Nacional de Estadística, Número de vehículos robados**, <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30903>
- [14] **1997 Dodge: pickup..cummins engine..The fuel shut off valve**, <http://www.justanswer.com/dodge/0udth-1997-dodge-pickup-cummins-engine-the-fuel-shut-off-valve.html>
- [15] **Fuel Shut off Solenoid (FSS)**, <http://www.cumminsforum.com/forum/94-98-engine/569868-fuel-shut-off-solenoid-fss.html>
- [16] **The FSS (Fuel Shut off Solenoid)**, <http://articles.mopar1973man.com/2nd-generation-12v-dodge-cummins/67-fuel-system-including-injection-pump/462-fuel-shut-off-solenoid-fss>
- [17] Edward Ralbovsky, **An Introduction to Compact and Automotive Diesels**, Pág. 102-104, Electronic Fuel Injection, https://books.google.com.bo/books?id=53T6cP_c0osC&pg=PA270&dq=fuel+shutoff+solenoid&hl=es&sa=X&ei=v6YuVcuXNczCggT1zYGwBQ&ved=0CEAQ6AEwAzgK#v=onepage&q=fuel%20shutoff%20solenoid&f=false
- [18] William H. Crouse, Donald L. Anglin, **Mecánica de la motocicleta**, Pág 249-250, Sistemas de Encendido , https://books.google.com.bo/books?id=XWcbIUJUpKEC&pg=PA249&lp g=PA249&dq=motocicleta+sisntema+de+encendido+convencional+mot ocicletas&source=bl&ots=Q3FEDrRzT8&sig=ZU_GUGF287TDoOBtiR8I2

UGhBpw&hl=es&sa=X&ei=vT40VbyFKMWxggS8iYD4Dw&ved=0CEkQ6AEwCg#v=onepage&q=motocicleta%20sistema%20de%20encendido%20convencional%20motocicletas&f=false

- [19] Dispositivo de parada Bomba VE , Pág. 11,
<http://es.slideshare.net/Henriquecarvalhob/catalogo-bomba-ve-httpunidadeinjetorablogspotcombr-31145292>



ANEXO 1

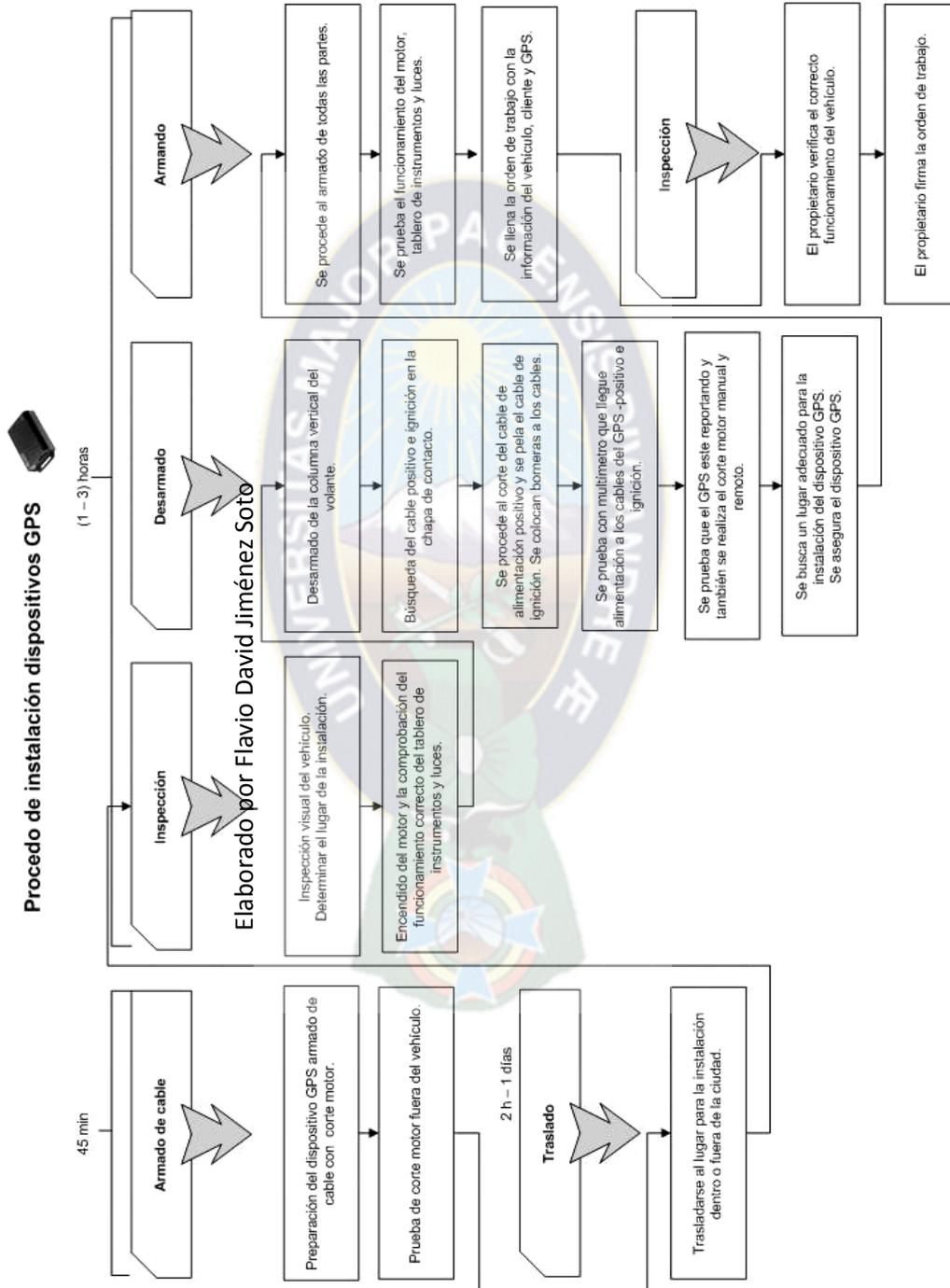
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Las actividades desarrolladas se desprenden de los objetivos específicos asignados, que permitieron además el logro del objetivo general, a continuación se presenta el periodo de ejecución de las actividades.

AÑO	MES	HORAS
2014	MARZO	8:30 am-18:30 pm
	ABRIL	
	MAYO	
	JUNIO	
	JULIO	
	AGOSTO	
	SEPTIEMBRE	
	OCTUBRE	
	NOVIEMBRE	
	DICIEMBRE	
	2015	
FEBRERO		
MARZO		

ANEXO 2

En el diagrama siguiente se muestran los pasos que se realiza para la instalación de dispositivos GPS en general.



ANEXO 3

Cálculos Técnicos

Datos GPS:

$$V = 12V$$

$$I = 40mA = 0.04 A$$

Calculo de la potencia consumida por el GPS

$$P = 12V * 0.04A = 0.48 W \text{ (Potencia consumida por un dispositivo GPS)}$$

Datos medidos con pinza amperimétrica en una movilidad con todos sus accesorios en funcionamiento determinaron un consumo de corriente de 20A. Cable a utilizar según la tabla siguiente:

AWG Nº	Tamaño del cable, corte de área seccional mm ²	Corriente Máxima [A]	Potencia generada [W]		
			12 V	24 V	220 V
	1.0	10	20	240	2200
	1.5	15	80	360	3300
	2.5	20	240	480	4400
	4.0	30	360	720	6600
10	6.0	35	420	840	7700
	10.0	50	600	1200	11000
	16.0	70	840	1680	15400
	25.0	90	1080	2160	19800

Fuente: Internet

ANEXO 4

Número de vehículos robados por departamento, según tipo de vehículo.
(POLICIA NACIONAL-INE)

BOLIVIA: NÚMERO DE VEHÍCULOS ROBADOS POR DEPARTAMENTO, SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO										
DESCRIPCIÓN	BOLIVIA	CHUQUISACA	LA PAZ	COCHABAMBA	ORURO	POTOSÍ	TARIJA	SANTA CRUZ	BENI	PANDO
2007*										
Robo de Vehículos	2.869	117	630	474	123	55	210	724	392	144
Automovil	1.414	54	467	268	87	33	67	421	8	9
Camion/Tracto camión	60	1	24	10	5	0	1	17	0	2
Camioneta	267	6	52	36	14	9	18	121	2	9
Omnibus	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Microbus	89	1	62	8	8	2	4	3	1	0
Motocicleta	1.006	48	21	149	8	4	112	160	380	124
Tractor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros motorizados	31	7	2	3	1	7	8	2	1	0
2008										
Robo de Vehículos	3.153	140	560	525	120	34	199	913	422	240
Automovil	1.521	71	422	264	91	25	68	569	3	8
Camion/Tracto camión	58	0	26	6	2	0	1	23	0	0
Camioneta	241	10	49	58	15	2	23	78	1	5
Omnibus	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0
Microbus	64	4	43	4	6	1	1	5	0	0
Motocicleta	1.243	55	11	192	5	6	101	231	415	227
Tractor	11	0	3	1	0	0	0	4	3	0
Otros motorizados	12	0	4	0	1	0	5	2	0	0

2009										
Robo de Vehículos	3.544	143	481	466	155	38	196	1.244	655	165
Automovil	1.585	69	367	229	108	30	34	729	11	7
Camion/Tracto camión	60	0	17	12	7	1	0	20	1	2
Camioneta	323	8	44	30	10	1	20	201	3	6
Omnibus	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Microbus	65	0	36	9	10	1	1	7	1	0
Motocicleta	1.475	66	6	185	15	5	137	275	636	150
Tractor	8	0	0	0	1	0	0	5	2	0
Otros motorizados	25	0	10	1	3	0	4	6	1	0
2010										
Robo de Vehículos	4.112	169	443	696	109	51	222	1.176	1.004	242
Automovil	1.588	94	321	254	79	39	52	729	10	10
Camion/Tracto camión	72	1	20	22	2	1	1	20	3	2
Camioneta	257	0	37	18	14	2	15	165	1	5
Omnibus	4	0	3	1	0	0	0	0	0	0
Microbus	60	3	36	9	1	2	2	6	0	1
Motocicleta	2.095	71	16	390	11	7	148	242	989	221
Tractor	10	0	2	1	0	0	0	4	1	2
Otros motorizados	26	0	8	1	2	0	4	10	0	1

2011										
Robo de Vehículos	5.150	271	418	1.340	129	69	216	1.184	1.137	386
Automovil	1.666	81	283	336	90	36	40	792	8	0
Camion/Tracto camión	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Camioneta	344	25	56	98	12	16	10	125	2	0
Omnibus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microbus	111	14	41	18	10	1	12	15	0	0
Motocicleta	3.000	151	24	878	17	16	154	247	1.127	386
Tractor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros motorizados	25	0	10	10	0	0	0	5	0	0
2012										
Robo de Vehículos	5.503	182	585	1.144	150	83	647	1.038	1.361	313
Automovil	1.722	57	395	334	70	57	151	594	52	12
Camion/Tracto camión	53	2	21	11	2	3	1	12	0	1
Camioneta	272	5	43	27	15	3	33	133	4	9
Omnibus	13	0	9	0	1	0	2	1	0	0
Microbus	99	1	67	10	12	6	0	3	0	0
Motocicleta	3.287	113	30	756	49	13	452	280	1.304	290
Tractor	12	0	6	0	0	0	0	5	1	
Otros motorizados	45	4	14	6	1	1	8	10	0	1

2013 (p)										
Robo de Vehículos	5.001	137	526	971	88	87	646	860	1.121	565
Automovil	1.168	47	321	242	53	47	68	386	3	1
Camion/Tracto camión	40	2	9	11	4	2	1	9		2
Camioneta	212	3	38	27	3	6	11	117	3	4
Omnibus	3		2			1				
Microbus	81	1	44	13	2	3		18		
Motocicleta	3.457	84	100	674	25	22	559	324	1.111	558
Tractor	7	0	2	1	0	0	0	4	0	0
Otros motorizados	33		10	3	1	6	7	2	4	0

Fuente: POLICÍA NACIONAL
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

(p): Preliminar

(*) a partir del 2007 la fuente de información presenta mayor nivel de desagregación.