

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CPU DE CAMIONES DE CARGA BASADOS EN LOS PROTOCOLOS J1708/J1587 UTILIZANDO LA RED GSM/GPRS

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Graterón Z., Luis E.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CPU DE CAMIONES DE CARGA BASADOS EN LOS PROTOCOLOS J1708/J1587 UTILIZANDO LA RED GSM/GPRS

Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli

Tutor Industrial: Ing. Tullio Javier Mejia

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Graterón Z., Luis E.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008



JNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 19 de noviembre de 2008

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Luis Graterón, titulado:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CPU
DE CAMIONES DE CARGA BASADOS EN LOS PROTOCOLOS
J1708/J1587 UTILIZANDO LA RED GSM/GPRS”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

Prof. Héctor Lizarraga
Jurado

Prof. William Jota
Jurado

Prof. Carolina Regoli
Prof. Guía



Edificio Escuela de Ingeniería Eléctrica, piso 1, oficina 201, Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas 1051, D.F.
TELÉFONOS. (VOZ) +58 212 6053300 (FAX) +58 212 6053105
Mail: eie-com@elecrisc.ing.ucv.ve

DEDICATORIA

Dedicada a Dios, a mi Madre, a mi Padre, a mi familia y a todas las personas que han estado a mi lado apoyándome a lo largo de esta etapa de mi vida.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A Beatriz Estella Zambrano, mi Madre, quien incondicionalmente me ha apoyado en todos los proyectos de mi vida.

A Hugo León Graterón, mi Padre, por haber sido en vida todo un ejemplo de hombre a seguir.

A Mercedes Fontelo, compañera incondicional en las buenas y en las malas, fuente de inspiración y motivación.

A mis compañeros de la universidad.

A todos los profesores quienes con su aporte me han llevado hasta donde estoy.

A Tulio Javier Mejia y Louis Gerardo Holder quienes me dieron su voto de confianza y me ofrecieron la oportunidad de participar en este proyecto.

A todo el personal de las compañías “Corporación Tecnova 247, C.A.” y “Redescomm, C.A.” quienes siempre me prestaron su total e incondicional colaboración y apoyo para la realización de este trabajo.

A la profesora Carolina Regoli, mi tutora, quien me ayudó con el desarrollo de este trabajo.

A María Auxiliadora, persona comprometida con la escuela y sus estudiantes.

Graterón Z., Luis E.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL
CPU DE CAMIONES DE CARGA BASADOS EN LOS
PROTOCOLOS J1708/J1587 UTILIZANDO LA RED GSM/GPRS**

Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli. **Tutor Industrial:** Ing. Tullio Javier Mejia.
Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Corporación
Tecnova 247, C.A.

Palabras Claves: Sistemas de Rastreo Satelital; Vehículos de Carga; Redes de Datos GPRS.

Resumen. Se diseñó un sistema para la compañía “Corporación Tecnova 247, C.A.” ubicada en la ciudad de Caracas, que permite conocer de manera remota los parámetros de funcionamiento de camiones de carga, tales como velocidad, nivel de fluidos, temperatura, códigos de fallas, entre otros, siempre y cuando estén equipados con computadores que utilicen los protocolos de comunicación SAE J1708 y J1587. Se inició realizando el estudio completo de ambos protocolos así como de los equipos de transmisión o modem GSM/GPRS. Basados en los requisitos propios del diseño y tomando en cuenta las limitaciones propias de cada una de las etapas de la transmisión se diseñó una interfaz física y lógica capaz de establecer la comunicación entre la red de datos de los camiones y el modem. Posteriormente, se determinaron todos los parámetros correspondientes a la transmisión de los datos considerando factores de costos en la transmisión, velocidad de las redes, frecuencia de variación de las variables a sensar, entre otras. Finalmente, se realizaron pruebas de transmisión y se entregaron manuales contentivos de toda la información necesaria para la implementación del sistema.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
LISTA DE ACRÓNIMOS	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes y justificación	3
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Objetivo general	4
1.4 Objetivos específicos	5
1.5 Metodología	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Topología de Red en Bus	6
2.2 Interfaz RS-485	6
2.3 Conector Deutsch	7
2.4 Ruido Eléctrico	8
2.5 Modelo ISO-OSI	8
2.5.1 Capa física o capa 1:	10
2.5.2 Capa de enlace de datos o capa 2:	10
2.5.3 Capa de red o capa 3:	11
2.5.4 Capa de transporte o capa 4:	11
2.5.5 Capa de sesión o capa 5:	12

2.5.6 Capa de presentación o capa 6:.....	12
2.5.7 Capa de aplicación o capa 7:	13
2.6 SAE.....	13
2.7 Redes en Vehículos	14
2.8 Protocolo J-1708.....	15
2.9 Protocolo J-1587.....	17
2.10 CAN Bus	19
2.11 Otros Protocolos	20
2.12 GSM.....	20
2.12.1 Orígenes del GSM.....	21
2.12.2 Especificaciones Técnicas	21
2.12.3 Arquitectura General del Sistema GSM.	22
2.13 GPRS	23
2.13.1 Funciones del Nodo SGSN.....	24
2.13.2 Funciones del Nodo GGSN	24
2.14 EDGE.....	25
2.15 GPS.....	27
2.16 AVL	29
2.17 Sistemas de Control de Flotas.....	30
2.18 Comandos AT	31
CAPÍTULO III	33
DESARROLLO DEL DISEÑO	33
3.1 Electrónica y Computadores dentro de los Vehículos.....	33
3.2 Análisis del Protocolo SAE J-1708	36
3.3 Análisis del Protocolo SAE J-1587	40
3.4 Variables a Sensar en el Camión.....	42
3.5 AVL	43
3.6 Servidor.....	45
3.7 Tarjeta Controladora.....	46
3.8 Topología de la Red.....	49

3.9 Limitantes	50
3.10 Estimación en el Número de Transmisiones.....	51
3.11 Paquete a Enviar	52
3.12 Funciones del Software.....	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
BIBLIOGRAFÍA	60
GLOSARIO.....	61
ANEXOS.....	62
Anexo 1. Dispositivo AVL y Antena GPS	62
Anexo 2. Tarjeta Controladora con Caja Protectora	63
Anexo 3. Equipo Completo para Realizar la Instalación	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Presencia Conector Deutsch en Camiones Mack [3].....	7
Figura 2: Capas del Modelo ISO-OSI [6]	9
Figura 3: Ejemplo de una Red de Datos dentro de un Vehículo [9].....	15
Figura 4: Equivalencia entre Modelo ISO-OSI y Protocolos J-1708 / J-1587 [8]	18
Figura 5: Estructura de una Red GSM/GPRS [11].....	22
Figura 6: Nodos en una Red GPRS [13]	24
Figura 7: Evolución de las Tecnologías de Voz y Datos [15].....	27
Figura 8: Orbitas de Satélites GPS [17]	28
Figura 9: Vehículos Fabricados por Volvo [20].....	34
Figura 10: Topología de Conexión de Subsistemas [20]	35
Figura 11: Comparación entre Modelo OSI y Protocolos SAE [20]	36
Figura 12: Diagrama Electrónico de un Nodo J-1708 [20].....	37
Figura 13: Formato de Mensaje J-1708 [20].....	38
Figura 14: Formato de Mensaje J-1587 [20]	40
Figura 15: Ejemplo Mensaje [20]	41
Figura 16: Diagrama de Conexiones Externas [21].....	43
Figura 17: Diagrama de Bloques de Arquitectura del Equipo AVL [21]	45
Figura 18: Circuito Impreso para la Tarjeta Controlador	46
Figura 19: Tarjeta Controladora Ensamblada	47
Figura 20: Diagrama Tarjeta Controladora	48
Figura 21: Topología de Red Utilizada [21]	49

LISTA DE ACRÓNIMOS

ABS	Antilock Brake System
ADC	Analog – to – Digital Converter
AGCH	Access Grant Channel
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AT	Attention
AUC	Authentication Center
AVL	Automatic Vehicle Localization
BCCH	Broadcast Control Channel
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver Station
CAN	Controller Area Network
CDMA	Code Division Multiple Access
CPU	Central Processing Unit
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
CSPDN	Circuit Switched Public Data Network
DAC	Digital – to – Analog Converter
DNS	Domain Name Server
DR	Dead Reckoning
DTC	Diagnostic Trouble Codes
EBCDIC	Extended Binary Coded Decimal Interchange Code
ECS	Electronic Control Suspension
ECU	Electronic Control Unit
EDGE	Enhanced Data Rates for GPS Evolution
EECU	Engine Electronic Control Unit

EIA	Electronic Industries Alliance
EIR	Equipment Identity Register
FACCH	Fast Associated Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTP	File Transfer Protocol
GECU	Gear Electronic Control Unit
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPDS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
http	Hypertext Transfer Protocol
ICU	Immobilization Control Unit
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
IPX	Internetwork Packet Exchange
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
LLC	Logical Link Control
MAC	Medium Access Control
ME	Mobile Equipment

MID	Message Identification
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MPEG	Moving Picture Experts Group
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Softswitch Center
NIC	Network Interface Card
NS	Network Subsystem
OBDII	On – Board Diagnostics II
OSI	Open System Interconnection
PCB	Printed Circuit Board
PCH	Paging Channel
PCN	Personal Communication Network
PCS	Personal Communication System
PDN	Public Data Network
PDU	Protocol Data Unit
PID	Parameter Identification
POP	Post Office Protocol
POTS	Plain Old Telephone Service
PSPDN	Packet Switched Public Data Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
RACH	Random Access Channel
RDF	Radio Direction Finding
RTT	Radio Transmission Technology
RVA	Rastreo Vehicular Automatizado
SACCH	Slow Associated Control Channel
SAE	Society of Automotive Engineers
SCH	Synchronization Channel
SDCCH	Stand Alone Dedicated Control Channel
SGSN	Serving GPRS Support Node

SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPX	Sequenced Packet Exchange
SSH	Secure Shell
TCH	Traffic Channel
TCP	Transmission Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TECU	Transmission Electronic Control Unit
TIFF	Tagged Image File Format
UDP	User Datagram Protocol
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VAN	Vehicle Area Network
VECU	Vehicle Electronic Control Unit
VLR	Visitor Location Register
VPN	Virtual Private Network
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones hoy en día se han convertido en una herramienta indispensable en muchas áreas, ya que en el fondo todo se reduce a la necesidad de compartir información de manera remota. Últimamente se ha observado el gran desarrollo de las comunicaciones inalámbricas, lo cual favorece la transmisión de datos, sin importar la distancia ni la ubicación geográfica.

Parte del desarrollo de las comunicaciones inalámbricas ha estado dedicado a las redes de telefonía celular. Ha sido tal el impacto de esta tecnología que hoy en día cualquier persona tiene acceso a un equipo celular. En los últimos años el atractivo de poder realizar una llamada desde cualquier lugar ha sido superado por la capacidad de poder utilizar el teléfono celular como un computador personal, teniendo acceso a Internet, correo electrónico, procesador de palabras, hojas de cálculo, aplicaciones multimedia, entre muchas otras opciones disponibles en equipos celulares de última generación.

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) es un sistema estándar para comunicación que utiliza teléfonos celulares que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono como si fuera un computador personal y puede enviar y recibir mensajes de correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a una red LAN/Intranet, así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS).

En las redes GSM instaladas en Venezuela la transmisión de datos está soportada por la red GPRS que es un servicio de datos orientado a paquetes. Está disponible para los usuarios GSM y para los teléfonos móviles que funcionen con el sistema IS-136. Permite velocidades de transferencia entre 56kbps y 114kbps.

En otro orden de ideas, también se ha observado un gran avance tecnológico en los vehículos durante los últimos años. Se puede encontrar computadores dentro de los vehículos encargados de controlar el rendimiento, emitir reportes de funcionamiento o incluso detectar y corregir fallas, en zonas como el motor, frenos, sistema de refrigeración, sistema eléctrico, entre otros.

Los camiones Mack comercializados en el país a partir del año 1995 cuentan con un sistema denominado V-Mack. Este sistema utiliza los protocolos J-1708 y J-1587 para comunicar todos los sensores y computadoras del camión utilizando un canal común. Una característica incluida en el sistema es la posibilidad de conectar un computador personal para tomar las lecturas de los distintos sensores y adicionalmente conocer los códigos de fallas generados por los computadores del vehículo. Nuestro trabajo se basó en establecer una conexión inalámbrica que permita la transmisión de la información y códigos de falla generados por los sensores hacia un servidor remoto.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1 Antecedentes y justificación

En Venezuela actualmente se encuentran tres operadoras de telefonía celular. Dos de ellas, Digitel y Movistar ya cuentan con la tecnología GSM en funcionamiento, mientras que la operadora Movilnet anunció planes de instalación de cobertura GSM. Adicionalmente, Digitel y Movistar están realizando grandes esfuerzos para instalar en la mayor parte de su área de cobertura soporte para la red de datos GPRS. Esto nos permite garantizar, que al menos en un principio, nuestro diseño podrá funcionar en gran parte del territorio nacional.

Por otra parte la sociedad de ingenieros automotrices mejor conocida como SAE por sus siglas en inglés, es una organización dedicada al desarrollo de estándares para la industria aeroespacial y para vehículos particulares y comerciales. Para este trabajo se han encontrado dos normas formuladas por SAE, la J-1587 y la J-1708 que se refieren respectivamente a la capa de aplicación y a la capa física y permiten conocer todas las características necesarias para poder comunicar cualquier dispositivo externo con la red de datos del vehículo. La computadora instalada en los vehículos trabaja con datos en formato binario que pueden ser leídos y transmitidos por el equipo de transmisión de datos (MODEM).

1.2 Planteamiento del problema

Para las empresas transportistas los vehículos son sus activos de mayor importancia. De allí surge la necesidad de conocer en todo momento la ubicación y el estado de funcionamiento de su flota de camiones.

La empresa CORPORACIÓN TECNOVA, C.A. está considerando la posibilidad de ofrecer un servicio orientado al sector de transporte de carga que ofrezca las siguientes características:

- Ubicación satelital
- Seguimiento de ruta
- Monitoreo a distancia del funcionamiento del camión

Este sistema está concebido para ser utilizado como medida de seguridad en caso de robo o hurto y como parte del mantenimiento preventivo de las unidades, pudiendo ahorrar costos de reparación y lucro cesante ayudando a detectar las fallas a tiempo. Para disponer de la opción de monitoreo a distancia del funcionamiento del camión, es necesario diseñar un sistema que sea capaz de tomar lecturas del computador del camión y transmitirlas a un servidor remoto utilizando el equipo de rastreo satelital propiedad de “Corporación Tecnova”.

1.3 Objetivo general

Diseñar un sistema capaz de enviar datos de interés, a un usuario remoto desde el CPU abordo de los camiones de carga fabricados a partir del año 1995 y que cumplan con los estándares SAE J-1708 y J-1587.

1.4 Objetivos específicos

- Investigar y documentar las tecnologías involucradas
- Instalar y configurar los equipos utilizando las interfaces adecuadas
- Diseñar la topología de red a utilizar
- Elegir los parámetros del camión a ser transmitidos
- Establecer un mecanismo de inicio y parada para la transmisión
- Desarrollar un procedimiento para la detección de errores en la transmisión
- Realizar pruebas de transmisión
- Determinar las funciones que deben ser desempeñadas por el software
- Elaboración de manuales de operación

1.5 Metodología

Inicialmente se procedió a recopilar información correspondiente a todos los protocolos y tecnologías que están presentes en el diseño del sistema de transmisión.

El estudio de los protocolos J-1708 y J-1587 como primera etapa de la investigación fue de vital importancia para conocer exactamente como es entregada la información por parte de la red presente dentro del camión.

Como segunda etapa de la investigación se estudiaron las tecnologías de transmisión conociendo a fondo sus capacidades y limitantes. Una tercera etapa del estudio estuvo comprendida por las adaptaciones necesarias para conectar todos los equipos en sus distintas etapas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta un desarrollo teórico de los conceptos principales involucrados a lo largo de este trabajo.

2.1 Topología de Red en Bus

Una topología de red define como se conectan y comunican los distintos dispositivos entre sí. Las redes pueden tener una topología física la cual se refiere a la disposición física de los dispositivos y medios. Y una topología lógica que define como acceden los dispositivos a los medios para enviar datos. [1]

Una topología de red en bus también conocida como bus lineal conecta todos los dispositivos utilizando un solo cable. En estos casos, varios dispositivos comparten el mismo canal de transmisión, haciendo necesario una topología lógica de la red capaz de controlar el acceso al medio y evitar colisiones. [1]

2.2 Interfaz RS-485

La interfaz RS-485 también conocida como EIA-485 lleva el nombre el comité que la convirtió en estándar en el año 1983. Es un protocolo de comunicaciones con topología en bus contenido en la capa física del modelo OSI. Está definido como un sistema de transmisión multipunto diferencial sobre un par trenzado. Este hecho le proporciona protección contra el ruido generado por campos magnéticos adyacentes. [2]

Al ser una transmisión diferencial, por cada uno de los hilos se envía una copia de los datos, siendo cada copia idéntica pero de signo contrario. Así el ruido que se aprecia en uno de los hilos afecta por igual al otro hilo, de este modo el receptor puede filtrar el ruido porque las señales de ruido se cancelan entre sí. [1]

Entre las características que resaltan de la interfaz se encuentran las siguientes:

- Interfaz diferencial.
- Conexión multipunto y transmisión en serie.
- Hasta 32 estaciones en un mismo par trenzado.
- Velocidad máxima de 10 Mbps en distancias menores a 12 metros.
- Longitud máxima de alcance de 1.200 metros con velocidades de transmisión de 100 kbps.
- Diferencia de tensión mínima entre hilos de 200mV.
- Comunicación Half – Duplex.

2.3 Conector Deutsch



Figura 1: Presencia Conector Deutsch en Camiones Mack [3]

El conector Deutsch que se observa en la figura 1 es la interfaz física presente en los vehículos de carga cuyos sistemas se comunican utilizando los protocolos J-1587 y J-1939. El conector de 6 pines fue el que primero se implementó en sistemas que únicamente manejan el protocolo J-1587. El segundo conector que posee 9 pines es de utilización más reciente e integra junto al protocolo J-1587 una versión mejorada del protocolo con mayor velocidad denominado J-1939. [4]

2.4 Ruido Eléctrico

El ruido se refiere a cualquier interferencia en el medio físico que dificulta al receptor la detección de la señal de datos. El cableado de cobre es susceptible a muchas fuentes de ruido que son inevitables pero deben mantenerse en un nivel lo más bajo posible. [1]

Cuando la señal es analógica, el ruido será perjudicial en la medida que lo sea su amplitud respecto a la señal principal. Cuando las señales son digitales, si el ruido no es capaz de producir un cambio de estado, dicho ruido será irrelevante. [5]

Dentro de los vehículos es muy común trabajar en ambientes de alto ruido eléctrico, generalmente atribuidos a malos aterramientos y ruidos introducidos por el motor y otros componentes. Por tal motivo es muy útil trabajar con interfaces diferenciales como RS-485 que reducen sus efectos al mínimo.

2.5 Modelo ISO-OSI

Para solucionar el problema de incompatibilidad e incapacidad de comunicación entre los diferentes sistemas de red, la Organización Internacional de Normalización ISO investigó los esquemas de red existentes para encontrar un conjunto de normas. Como resultado de la investigación, se creó un modelo de red

que podía ayudar a los fabricantes a crear redes que fuesen compatibles y que pudiesen operar con otras redes. [1]

El modelo de referencia OSI, lanzado en 1984, fue el esquema descriptivo que creó la ISO. Este modelo proporcionó a los fabricantes un conjunto de normas que podían facilitar una mayor compatibilidad e interoperabilidad entre los diferentes tipos de tecnologías de red producidas por las empresas de todo el mundo. [1]

Como se observa en la figura 2 el modelo de referencia OSI tiene siete capas numeradas, cada una representa una función de la red en particular.



Figura 2: Capas del Modelo ISO-OSI [6]

Esta separación de las funciones de la red se llama división en capas y proporciona las siguientes ventajas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas y sencillas.
- Facilita la normalización de los componentes de la red, al permitir el desarrollo y el soporte de múltiples fabricantes.
- Permite que diferentes tipos de hardware y software de red se comuniquen entre sí.

- Impide que los cambios de una capa afecten a las otras, por lo que se puede desarrollar más rápidamente.
- Divide la comunicación de la red en partes más pequeñas para hacer más fácil su comprensión y entendimiento así como la detección de fallas.

2.5.1 Capa física o capa 1:

La capa física define las especificaciones eléctricas, mecánicas y procedimentales y funcionales para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Las siguientes características se definen mediante las especificaciones de la capa física: [1]

- Niveles de voltaje.
- Cronometraje de los cambios de voltaje.
- Velocidad de los datos físicos.
- Distancias máximas de transmisión.
- Conectores físicos.

2.5.2 Capa de enlace de datos o capa 2:

La capa de enlace de datos proporciona un tránsito de datos fiables a través de un enlace físico. De este modo, la capa de enlace de datos se ocupa de lo siguiente:

- Direccionamiento físico.
- Topología de la red.
- Acceso a la red.
- Notificación de errores.
- Distribución ordenada de tramas.
- Control de flujo. [1]

2.5.3 Capa de red o capa 3:

La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y una selección de ruta entre dos sistemas clientes que pueden estar ubicados en redes geográficamente separadas. Además, la capa de red se ocupa del direccionamiento lógico. Ejemplos de los protocolos de capa 3 son los siguientes: [1]

- IP (Internet Protocol).
- IPX (Internetwork Packet Exchange)
- AppleTalk

2.5.4 Capa de transporte o capa 4:

La capa de transporte segmenta los datos del sistema del “host” remitente y los reordena en el flujo de datos en el sistema del “host” receptor. El límite entre la capa de transporte y la capa de sesión puede imaginarse como el límite entre los protocolos de aplicación de los de flujo de datos. Mientras que las capas de aplicación, presentación y sesión se preocupan por los temas de aplicación, las cuatro capas inferiores se preocupan por los temas del transporte de datos. [1]

La capa de transporte intenta proporcionar un servicio de transporte de datos que proteja a las capas superiores de los detalles de la implementación del transporte. Específicamente, lograr un transporte fiable entre dos “host” es el objetivo de la capa de transporte. Al proporcionar un servicio de comunicación, la capa de transporte establece, mantiene y finaliza adecuadamente los circuitos virtuales. [1]

Para suministrar un servicio fiable, se emplea la detección y recuperación de errores en el transporte y la información en el control de flujo. Ejemplos de protocolos en la capa 4 son los siguientes: [1]

- TCP (Transmission Control Protocol)
- UDP (User Datagram Protocol)
- SPX (Sequenced Packet Exchange)

2.5.5 Capa de sesión o capa 5:

La capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos “host”. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos “host” y administra el intercambio de datos. Además de regular la sesión, esta capa ofrece abastecimiento para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio e informa de problemas en las capas de sesión, presentación y aplicación. [1]

2.5.6 Capa de presentación o capa 6:

La capa de presentación asegura que la información que se envía desde la capa de aplicación de un sistema se va a poder leer en la capa de aplicación de otro sistema. Esta capa traduce múltiples formatos de datos empleando un formato común. Una de las tareas más importantes de esta capa es el cifrado y el descifrado. Ejemplos de estándares de la capa seis, son los siguientes: [1]

- PICT
- TIFF
- JPEG
- MIDI
- MPEG

2.5.7 Capa de aplicación o capa 7:

La capa de aplicación es la capa OSI más cercana al usuario. Proporciona servicios de red, como acceso e impresión de los archivos para las aplicaciones del usuario. Difiere de otras capas en que no proporciona servicio a ninguna otra capa OSI, sino sólo a las aplicaciones externas al modelo OSI. Ejemplos de dichas aplicaciones son los programas de hojas de cálculo y los procesadores de texto. También sincroniza y establece un acuerdo en los procedimientos para la recuperación de errores e integridad en el control de datos. [1]

2.6 SAE

La asociación SAE internacional es una organización para profesionales de la ingeniería relacionados con las industrias aeroespacial, automotriz y de vehículos comerciales. Esta sociedad se encarga de desarrollar estándares para la ingeniería de vehículos motorizados de todo tipo, incluyendo automóviles, camiones, botes, aeronaves, etc. [7]

SAE ha establecido un número de estándares que también han sido utilizados en industrias distintas a la automotriz. Los estándares más populares conocidos por el consumidor promedio son: [7]

- Medición de la potencia de los automóviles utilizando la unidad de caballos de fuerza (“SAE Net Horsepower”)
- Estándares de clasificación de aceites para motores.
- Medidas para herramientas de medición
- DTC's (“SAE Diagnostic Trouble Codes”). Gran cantidad de vehículos ya han sido equipados con un sistema de diagnóstico conocido como diagnóstico a bordo II (OBD-II “On-Board Diagnostics II”). En caso de ocurrir una falla en algún sistema del automóvil, una luz indicadora en el tablero del vehículo

alertará al conductor. El computador del automóvil almacenará un código relacionado con la falla. [7]

2.7 Redes en Vehículos

A mediados de los años noventa se popularizó la implementación de redes de datos dentro de los vehículos para conectar los distintos sistemas. La electrónica presente dentro de los automóviles ha permitido avances en cuanto a eficiencia y seguridad.

Motores que trabajan de manera más limpia y economizan más combustible, transmisiones más eficientes, sistemas de seguridad dinámicos, lujos y comodidades son solo algunos ejemplos de las aplicaciones de las computadoras dentro de los vehículos.

Tal es la integración de la electrónica dentro de un automóvil, que se ha venido utilizando el término mecatrónica como sustitución de la tradicional mecánica automotriz. Esto ha traído como consecuencia que los mecánicos automotrices cada vez necesiten adicional a las herramientas tradicionales, computadores y herramientas electrónicas de diagnósticos para poder realizar el mantenimiento y reparación de los vehículos.

Las comunicaciones dentro de los vehículos viajan en forma serial sobre un canal común para todos los subsistemas, permitiendo disminuir la cantidad de cableado entre los subsistemas. Un subsistema es un simple controlador electrónico el cual está conectado a un controlador presente en la transmisión, motor, panel de instrumentos, etc. La suma de todos los subsistemas en un vehículo representa la red entera, la cual se denomina VAN (Vehicle Area Network). En la figura 3 se observa una distribución típica de una red de datos presente en un vehículo. [8]

La industria de vehículos pesados prefiere una topología en la cual se conectan todos los subsistemas a un mismo bus. Sin embargo, algunos vehículos de carga usan dos canales de transmisión, uno para las funciones correspondientes al tren motor y el segundo es utilizado para compartir información y funciones de diagnóstico. Se prefiere el uso de dos enlaces ya que el ancho de banda disponible por canal no es suficiente para soportar las tres funciones mencionadas. [8]

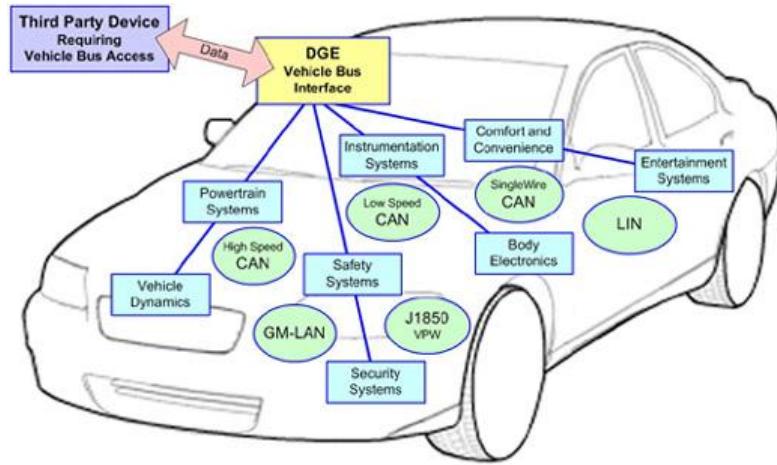


Figura 3: Ejemplo de una Red de Datos dentro de un Vehículo [9]

Debido a lo anterior, los componentes dentro de un vehículo han necesitado de redes mucho más veloces, hoy en día se encuentran en el mercado vehículos de lujo que cuentan con una instalación de fibra óptica de alta velocidad que sustituyen a las anteriores líneas de cobre trenzado.

2.8 Protocolo J-1708

El protocolo SAE J-1708 define para la red instalada dentro de un vehículo la capa física y parte de la capa de enlace de datos. Básicamente establece los requerimientos de hardware y protocolo mínimos para cada uno de los subsistemas conectados. [8]

En cuanto a la capa física se definen los siguientes parámetros:

- El número máximo de subsistemas o en nuestro caso unidades de control electrónicas (ECU) que pueden conectarse en un mismo bus. Se establecen como máximo 20 nodos en la red.
- Utiliza una topología de red en bus, donde todos los subsistemas acceden al mismo canal utilizando una norma de acceso para evitar colisiones o intentos de acceso simultáneos. La velocidad de transmisión se establece en 9.600bps.
- Las características eléctricas son tomadas del estándar RS-485. Los tiempos de espera para el uso del canal están determinados por ecuaciones matemáticas, sin embargo, cada subsistema debe ser capaz de esperar al menos 50μs para intentar transmitir. [8]

Con respecto a la capa de enlace de datos, este protocolo comparte funciones junto al protocolo J-1587. Sin embargo, J-1708 se encarga de definir que la estructura de un mensaje debe poseer al menos las siguientes características: [8]

- Longitud máxima de 21 bytes y mínima de 2 bytes.
- Cada mensaje debe estar constituido al menos de un identificador, los datos y una suma de comprobación.
- Debido a la ausencia de un carácter de inicio o carácter de parada, solo identificando el silencio en la línea de transmisión es posible conocer si un mensaje ha sido recibido completamente. El mismo principio se aplica para determinar la disponibilidad del canal para transmitir. [8]

Otras funciones de este protocolo son:

- Minimizar en lo posible los tiempos de inactividad del bus, desarrollando procedimientos de acceso eficiente al canal.

- Desarrollar subsistemas con capacidades de almacenaje en buffer que eviten la pérdida de información recibida desde otros subsistemas.
- Reconocer mensajes incompletos y proveer técnicas específicas de recuperación de información.
- Retransmitir mensajes cuyas transmisiones han sido abortadas luego de ocurrir una colisión.
- Diseñar subsistemas que sean capaces de recuperarse de una falla sin necesidad de reiniciar el sistema completo.
- Crear documentación completa que permita conocer el funcionamiento de los componentes durante la operación del vehículo. [8]

2.9 Protocolo J-1587

El protocolo J-1587 complementa la definición de la capa de enlace de datos y define la capa de aplicación. Las capas intermedias no están definidas para estas redes. [8]

Con respecto a la capa de enlace de datos, el protocolo J-1587 establece lo siguiente:

- Define el primer carácter de la trama como “MID” o identificador de mensaje. Es encargado de indicar el subsistema que está enviando el mensaje.
- Define un identificador de parámetro o “PID” que indica la variable que está siendo enviada en el mensaje. Un subsistema puede ser capaz de enviar en un mismo mensaje distintas variables, separadas por sus respectivos identificadores de parámetros. [8]

El resto de la definición del protocolo está dedicada a la capa de aplicación y contempla lo siguiente:

- Le asigna un número único “MID” a cada subsistema del vehículo.
- Define completamente los identificadores de parámetros “PID” y le atribuye escalas y longitudes de datos a cada uno de estos. [8]

Otras características que recaen sobre este protocolo son:

- Una solicitud puede estar separada de su respuesta por varios mensajes enviados por otros subsistemas.
- Varias solicitudes pueden empacarse en un solo mensaje.
- No existen especificaciones para los tiempos razonables de respuesta.
- Si algún parámetro es necesitado por más de un subsistema de manera constante, es preferible que sea configurado para ser difundido de manera automática.
- La información a transmitir debe ser enviada en la menor cantidad posible de paquetes.
- Crear documentación completa que permita conocer el funcionamiento de los componentes durante la operación del vehículo. [8]

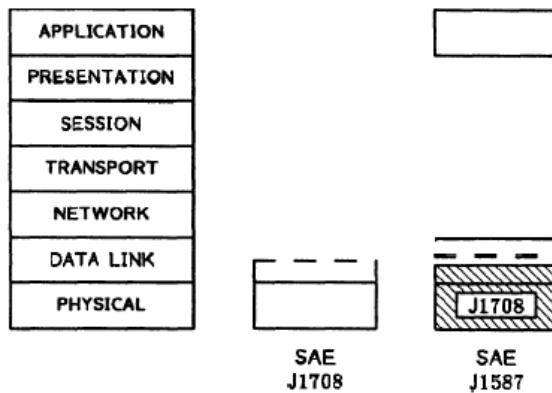


Figura 4: Equivalencia entre Modelo ISO-OSI y Protocolos J-1708 / J-1587 [8]

La figura 4 muestra la relación entre el modelo OSI y los protocolos J-1708 y J-1587.

2.10 CAN Bus

CAN Bus es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología en bus para la transmisión de mensajes en ambientes distribuidos, además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPUs. El protocolo de comunicaciones CAN proporciona los siguientes beneficios: [10]

- Es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus.
- El procesador anfitrión “host” delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas.
- Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto.

CAN fue desarrollado inicialmente para aplicaciones en los automóviles y por lo tanto la plataforma del protocolo es resultado de las necesidades existentes en el área automotriz. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO, “International Organization for Standardization”) define dos tipos de redes CAN: una red de alta velocidad (hasta 1Mbps), bajo el estándar ISO 11898-2, destinada para controlar el motor e interconectar las unidades de control electrónico (ECU); y una red de baja velocidad tolerante a fallas de menor velocidad (menor o igual a 125kbps), bajo el estándar ISO 11519-2/ISO 11898-3, dedicada a la comunicación de los dispositivos electrónicos internos de un automóvil como son control de puertas, techo corredizo, luces y asientos. [10]

2.11 Otros Protocolos

En los últimos años cada grupo automotriz ha desarrollado su propia tecnología de comunicación entre los componentes de los vehículos ocasionando la existencia de más de 130 protocolos en el mercado. Sin embargo, se están uniendo esfuerzos para lograr un estándar en la industria único. El estándar CAN Bus parece ser la solución más utilizada últimamente y se vislumbra como el posible estándar único de la industria automotriz.

2.12 GSM

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) se ha convertido en el estándar más utilizado a nivel mundial para las comunicaciones celulares. La asociación GSM estima que el 82% del mercado móvil global utiliza esta tecnología, lo cual representa más de tres billones de usuarios a lo largo de 212 países. Entre las ventajas que ha traído la estandarización de esta tecnología a nivel mundial, podemos ubicar las siguientes: [11]

- Acuerdos internacionales entre operadoras permiten a los subscriptores utilizar sus equipos celulares en distintos países del mundo a través del roaming internacional.
- Los operadores pueden elegir entre distintos fabricantes de tecnología GSM para equipar sus redes, promoviendo la competencia y reduciendo costos.
- Número único a nivel mundial de acceso a servicios de emergencia a través del número telefónico 112.
- Servicios alternativos a la voz, como la mensajería de texto, que posteriormente fue implementada en otras plataformas celulares. [11]

2.12.1 Orígenes del GSM.

En 1982 la CEPT “*Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications*” creó el GSM “*Groupe Spécial Mobile*” para desarrollar un estándar para un sistema de telefonía móvil que pudiera ser utilizado en el continente europeo. En 1987 fue firmado acuerdo entre 13 países para implementar un sistema celular común a lo largo de Europa. [11]

En 1989, la responsabilidad del GSM fue transferida a la ETSI “*European Telecommunications Standards Institute*” y en el año 1990 fueron publicadas las especificaciones GSM en su fase I. La primera red GSM fue implementada en Finlandia. Para finales del año 1993 más de un millón de subscriptores estaban utilizando redes GSM manejadas por 70 operadores a lo largo de 43 países. [11]

2.12.2 Especificaciones Técnicas

- GSM es una red celular, ya que los teléfonos se conectan a la red ubicando celdas cercanas.
- Las redes GSM operan en cuatro distintas frecuencias, 850Mhz, 900Mhz, 1800Mhz y 1900Mhz. Su uso se adapta a las regulaciones de uso del espectro radioeléctrico presentes en cada país.
- La potencia de transmisión del teléfono celular está limitada a 2W en el caso de las redes GSM850/900 y a 1W para las redes GSM1800/1900.
- La modulación utilizada en GSM es la GMSK.
- La utilización de las frecuencias y los canales puede variar de una red a otra, sin embargo para un sistema GSM-900 se envía información desde el celular a la red utilizando el rango de frecuencias 890-915Mhz, y para la comunicación en sentido contrario se utiliza el rango de frecuencia 935-960Mhz. Generalmente utilizando esta técnica se obtienen 124 canales RF. [11]

2.12.3 Arquitectura General del Sistema GSM.

La red GSM está dividida en distintas secciones. En la figura 5 se observa la distribución general de la red.

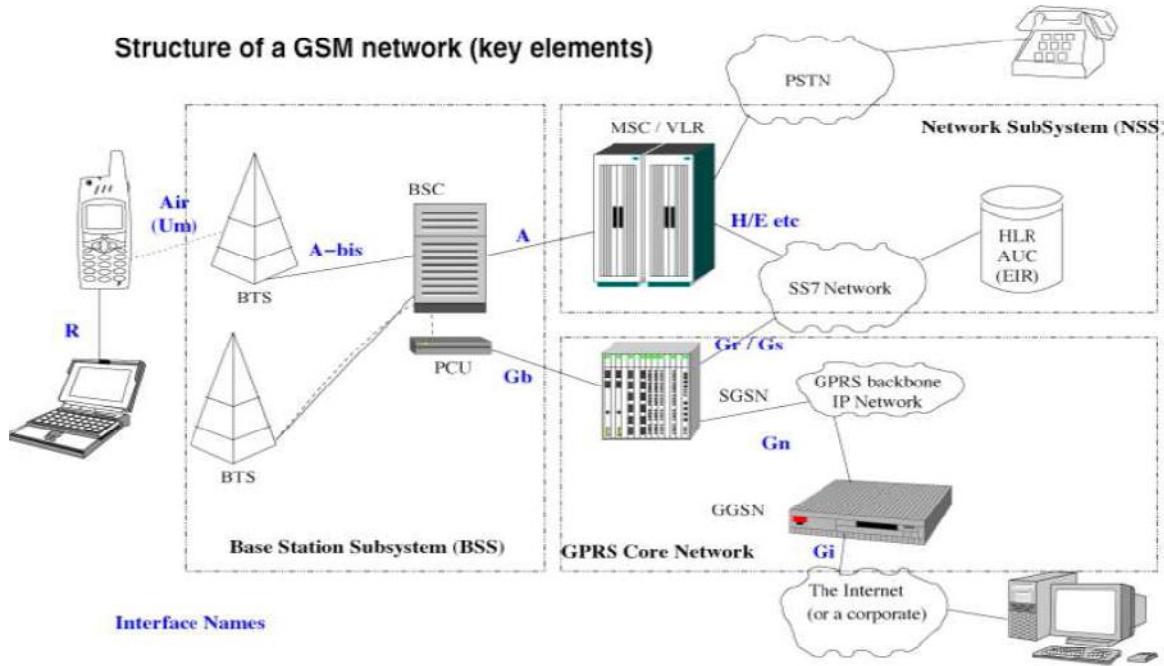


Figura 5: Estructura de una Red GSM/GPRS [11]

- BSS “*Base Station Subsystem*” conformada por las radio bases BTS y sus controladores.
- El núcleo de la red formado por redes y subsistemas commutados.
- El núcleo de la red GPRS, parte opcional que permite conexiones a Internet basadas en transferencia de paquetes.

2.13 GPRS

La tecnología GPRS (“General Packet Radio Service”) es la evolución lógica desde las redes actuales GSM de segunda generación, hacia las redes de 3G (UMTS/WCDMA) y como tal habrá una transición gradual en la que varias tecnologías convivirán durante algún tiempo. [12]

El paso importante que se da con GPRS es que se pasa a utilizar el canal de radio de una manera mucho más eficiente (se introduce la commutación de paquetes utilizando el protocolo IP), algo similar a lo que va a ocurrir con la 3G, por lo que muchas aplicaciones que se introduzcan ahora sobre GPRS se pueden trasladar sin mayores dificultades a las futuras redes y entonces los usuarios experimentarán un aumento de la velocidad, pero no un cambio en como son. [12]

Es una solución de estándar abierto que proporciona compatibilidad multi – operador. Sobre las redes actuales GSM en operación se implanta muy fácilmente, con baja inversión económica, añadiendo nuevos nodos de datos por paquetes (SGSN y GGSN) y actualizando los existentes para proporcionar una ruta de encaminamiento para los paquetes de datos entre el terminal móvil y un nodo de pasarela. El nodo GGSN, que hace de pasarela, hace posible la interrelación con redes externas de datos por paquetes para acceder a Internet y a las intranets de las empresas. [12]

Es necesario incorporar dos nodos lógicos para gestionar las aplicaciones GPRS en las redes GSM, tal como se observa en la figura 6.

- Nodo de soporte GPRS servidor (SGSN)
- Nodo de soporte GPRS pasarela (GGSN)

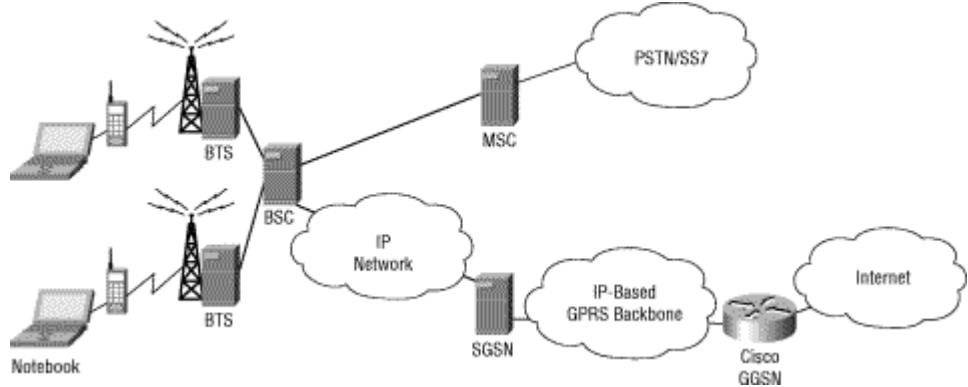


Figura 6: Nodos en una Red GPRS [13]

2.13.1 Funciones del Nodo SGSN

- Cifrado y autenticación.
- Gestión de la movilidad.
- Gestión lógica del enlace hacia el MS.
- Datos de facturación.
- Enrutamiento y transferencia de paquetes.
- Conexión con el HLR, MSC y BSC.

2.13.2 Funciones del Nodo GGSN

- Interface hacia las redes IP y X.25.
- Gestión de la movilidad.
- Asignación de los abonados al SGSN.
- Direccionamiento hacia las redes fijas.
- Gestión de la seguridad.
- Datos de facturación.

GPRS ofrece a los usuarios móviles mayor velocidad de transmisión de datos que GSM sólo (pudiendo llegar, en teoría, hasta 115 kb/s, que equivale a 8 slots x 14,4 kb/s), pero en la práctica se alcanza aproximadamente la mitad o menos, ya que sólo se usan algunos de los 8 slots de tiempo “canales” disponibles por cada portadora GSM y resulta especialmente adecuado para el tráfico en ráfagas, típico de Internet. Dicho de una manera muy simple, varios canales de radio se utilizan combinados para aumentar la velocidad, con lo que se consigue una gestión eficaz de la interfaz de comunicaciones, pudiendo enviar voz y datos al mismo tiempo. [12]

Con los dispositivos móviles GPRS, de los que hay definidos 3 tipos según permitan o no la simultaneidad de llamadas de voz y datos, los usuarios podrán estar “siempre conectados” con Internet móvil, de manera que, por ejemplo, los correos electrónicos llegarán al instante, sin necesidad de interrogar al servidor. GPRS proporciona conectividad IP de extremo a extremo y hace sencillas las comunicaciones. [12]

GPRS ofrece configuración de la conexión casi instantánea y permite la opción de facturar por datos transmitidos realmente en lugar de por tiempo de conexión, lo que viene a romper la barrera que encuentran los usuarios para disfrutar plenamente de Internet. Como todas las tecnologías de transmisión de datos por paquetes, GPRS utiliza sólo los recursos y el ancho de banda de la red mientras se transmiten los datos. Así se utiliza con la máxima eficacia el ancho de banda de radio disponible, un recurso bastante escaso. [12]

2.14 EDGE

EDGE es el acrónimo para “Enhanced Data rates for GSM of Evolution” (Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM). También conocida como EGPRS (“Enhanced GPRS”). [14]

Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS. Esta tecnología funciona con redes GSM. Aunque EDGE funciona con cualquier GSM que tenga implementado GPRS, el operador debe instalar las actualizaciones necesarias, además no todos los teléfonos móviles soportan esta tecnología. [14]

EDGE, o EGPRS, puede ser usado en cualquier transferencia de datos basada en conmutación por paquetes, como lo es la conexión a Internet. Los beneficios de EDGE sobre GPRS se pueden ver en las aplicaciones que requieren una velocidad de transferencia de datos, o ancho de banda alta, como video y otros servicios multimediales. [14]

Además de usar GMSK (“Gaussian Minimum-Shift Keying”), EDGE usa 8PSK (“8 Phase Shift Keying”) para los cinco niveles superiores de nueve esquemas totales de modulación y codificación. En los cuatro primeros niveles se utiliza GPRS propiamente dicho. La utilización de 8PSK produce una palabra de 3 bits por cada cambio en la fase de la portadora. Con esto se triplica el ancho de banda disponible que brinda GSM. El nivel del esquema que se utilice para transmitir depende de la relación C/I (portadora/interferente), el cual será más alto cuanto más grande sea el valor de C/I. Al igual que GPRS, EDGE usa un algoritmo de adaptación de tasas, que adapta el esquema de modulación y codificación (MCS) usado para la calidad del canal de radio y así el índice binario (“bit rate”) y la robustez de la transmisión de datos. EDGE agrega una nueva tecnología que no se encuentra en GPRS, la Redundancia Incremental, la cual, en vez de re-transmitir los paquetes de información alterados, envía más información redundante que se combina en el receptor, lo cual incrementa la probabilidad de decodificación correcta. [14]

EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 kbps en modo de paquetes, con lo cual cumple los requisitos de la ITU para una red 3G, también ha sido aceptado por la ITU como parte de IMT-2000, de la familia de estándares 3G.

También mejora el modo de circuitos de datos llamado HSCSD, aumentando el ancho de banda para el servicio. EDGE fue estrenado en las redes GSM de Estados Unidos en el año 2003. [14]

Para la implementación de EDGE por parte de un operador, la red principal, o “core network”, no necesita ser modificada, sin embargo, las estaciones bases, BTS, sí deben serlo. Se deben instalar transceptores compatibles con EDGE, además de nuevas terminales (teléfonos) y un software que pueda decodificar/codificar los nuevos esquemas de modulación. [14]

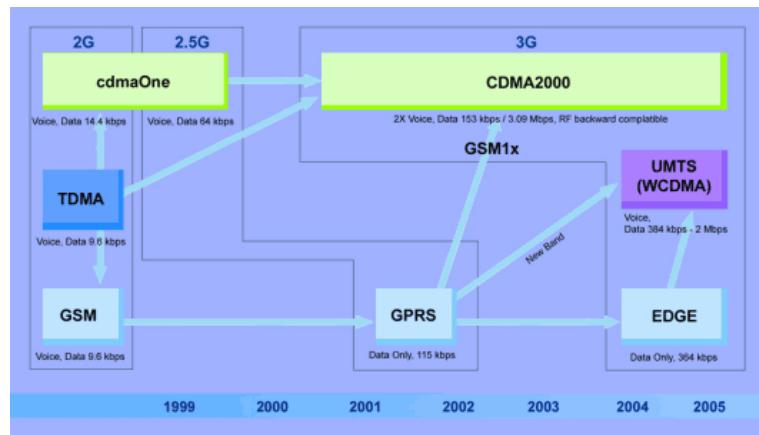


Figura 7: Evolución de las Tecnologías de Voz y Datos [15]

2.15 GPS

Denominado GPS por sus siglas en inglés (“Global Positioning System”) es un sistema que permite determinar en cualquier parte del mundo la posición de cualquier objeto con una precisión que puede alcanzar el orden de los centímetros, aunque es más común que en la mayoría de los dispositivos la precisión sea de unos pocos metros. Este sistema fue instalado y actualmente es operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. [16]

Su funcionamiento está basado en una red de 27 satélites, ver figura 8, (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo a una distancia de 20.200km, sincronizados de manera tal que cubren toda la superficie de la tierra. Cualquier dispositivo GPS para lograr obtener una posición válida debe al menos recibir la señal de 3 de estos satélites. Cada uno de los satélites envía su posición y su reloj, datos que le permite al dispositivo calcular el retraso de las señales o la distancia a cada satélite. Estos datos son suficientes para realizar el proceso de triangulación que determina su posición relativa con respecto a esos tres satélites. Conociendo además las coordenadas de cada uno de ellos se obtiene la posición absoluta o las coordenadas reales del punto de medición. Al captar la señal de un número mayor de 3 satélites y dependiendo de su ubicación al momento de la lectura puede obtenerse una precisión inferior a los 2,5 metros. [16]

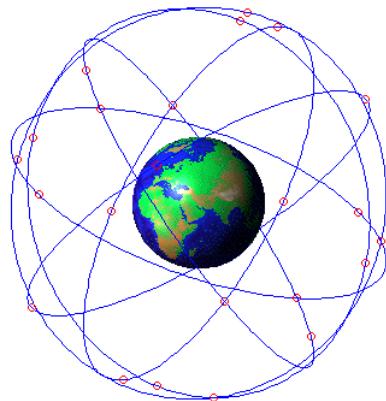


Figura 8: Órbitas de Satélites GPS [17]

Las aplicaciones más populares del sistema **GPS** son:

- Navegación terrestre (peatonal o vehicular), marítima y aérea.
- Topografía y geodesia.
- Localización agrícola, ganadera y de fauna.
- Salvamento y rescate.
- Deporte, acampada y ocio.

- Localización de enfermos, discapacitados y menores de edad.
- Aplicaciones científicas en trabajos de campo.
- Rastreo y recuperación de vehículos.
- Sistemas de gestión y seguridad de flotas.

2.16 AVL

El concepto de rastreo vehicular automatizado (RVA) también conocido como AVL por su acrónimo en inglés (“Automatic Vehicle Location”) se aplica a los sistemas de ubicación remota en tiempo real. Estos equipos por lo general combinan dos módulos que trabajan en conjunto. El primer módulo incluye un sistema de rastreo satelital (GPS) y el segundo módulo está compuesto un sistema de transmisión inalámbrico. [18]

Los equipos RVA pueden ser clasificados como “en línea” y “fuera de línea”. Esta clasificación establece su capacidad de enviar la información de manera instantánea o no. [18]

Los sistemas “en línea” utilizan la transmisión inalámbrica de datos permitiendo una comunicación en tiempo real con el vehículo. Por lo general se utiliza la tecnología celular, radio o satelital para la transmisión. Los sistemas “fuera de línea” recurren a un dispositivo de memoria, que almacena toda la información para posteriormente ser descargada y analizada. [18]

Aunque hoy en día es muy común la localización haciendo uso el módulo GPS, se han utilizado equipos que usan tecnologías como la “Dead Reckoning” (DR) que utiliza un cálculo basado en inferencia, Navegación Inercial, RDF (“Radio Direction Finding”), Triangulación utilizando radiobases celulares o incluso una combinación de varias de ellas. Sin embargo, estas últimas carecen de la precisión que se obtiene a través del uso del GPS. [18]

La transmisión de la información inicialmente utilizó como medio sistemas de radio, posteriormente con la llegada de la tecnología celular el equipo ya era capaz de generar una llamada o enviar un mensaje corto de texto (SMS). Actualmente, los sistemas modernos utilizan tecnologías celulares diseñadas para la transmisión de datos como GSM/GPRS, CDMA/1xRTT, EDGE, entre otras; aprovechando como principales características la cobertura que ofrecen estos sistemas y el cobro de la transmisión que se efectúa por kilobytes transmitido y no por tiempo de conexión. [18]

El uso principal de los equipos RVA no se limita a la ubicación vehicular. También es posible utilizar la capacidad de transmisión de datos para enviar información del funcionamiento del motor, consumo de combustible, datos provenientes de distintos sensores, tiempos de parada, presencia del conductor, etc. Otras aplicaciones como reparto de mercancía, envío de facturas, lectores de códigos de barra, se han beneficiado de este tipo de tecnologías reduciendo al máximo errores del tipo humano. [18]

Hoy en día las principales aplicaciones para esta tecnología son las siguientes:

- Recuperación de Vehículos Robados.
- Control de Flota.
- Información al Pasajero.
- Rastreo de Bienes de Valor.
- Seguimiento y Vigilancia.

2.17 Sistemas de Control de Flotas

Los sistemas de control de flotas son cada vez más populares tanto en empresas como para particulares, ya que entre otras ofrecen las siguientes características:

- Ver los vehículos en el mapa.
- Controlar la actividad de la flota en tiempo real o consultar el histórico.
- Saber en tiempo real el estado de las entregas/recogidas.
- Conocer las posibles incidencias que se produzcan en tiempo real.
- Saber la hora exacta en la que se producen las entregas.
- Conocer el vehículo más cercano a una dirección determinada para hacer una recogida.
- Controlar los posibles eventos monitorizados.
- Sacar informes detallados de actividad como el de paradas, kilometraje o el análisis de velocidad.
- Comprobar el recorrido realizado por los vehículos.
- Controlar el acceso a zonas restringidas.
- Enviar y recibir mensajes de los vehículos.
- Trasladar de forma automática toda la información al cliente.
- Trasladar automáticamente la información a la gestión de la empresa.
- Realizar estadísticas sobre el índice de entregas con éxito, incidencias, etc.

2.18 Comandos AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem. En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un modem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de “attention”. [19]

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con modems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de los terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal. [19]

Queda claro que la implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, “Bluetooth”, etc. De esta forma, es posible distinguir distintos teléfonos móviles del mercado que permiten la ejecución total del juego de comandos AT o sólo parcialmente. Por ejemplo, Nokia 6820 no permite la ejecución de comandos AT relativos al manejo de la memoria de agenda de contactos y llamadas pero sí que permite acceder al servicio SMS; Nokia 6600 (basado en Symbian) no permite la ejecución de comandos AT relativos a la gestión de la agenda ni de SMS's. [19]

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL DISEÑO

A lo largo de este capítulo se explican todas las técnicas, procedimientos y equipos utilizados en el desarrollo de este trabajo.

3.1 Electrónica y Computadores dentro de los Vehículos

Desde que la electrónica comenzó a ser utilizada en los vehículos, cada marca fue desarrollando su propio sistema y protocolo con los cuales los distintos componentes internos se comunicaban. También fue común observar vehículos en los cuales existía más de un protocolo de comunicación. Sistemas de frenos, motor, transmisión, etc., utilizaban lenguajes propios por lo cual se creaba la necesidad de incluir un dispositivo adicional capaz de interconectar dichos sistemas.

Últimamente se ha estandarizado la industria y los nuevos vehículos están utilizando un protocolo único denominado CAN Bus. Sin embargo, actualmente existen más de 30 protocolos distintos de comunicación entre los componentes electrónicos de un vehículo.

El desarrollo de este trabajo fue enfocado en el sistema utilizado por los vehículos de carga Mack. La compañía Mack está presente a nivel mundial desde el año 1890. En el año 1990 pasó a formar parte del grupo Renault y a partir del año 2000 fue adquirida por el grupo sueco Volvo. Esta última adquisición permitió una integración tecnológica originando como consecuencia que los vehículos de esta marca comparten los mismos protocolos de comunicación, lo que conlleva a que este

diseño sea compatible con la mayoría de los vehículos comercializados por Volvo. [20]

La unidad de control electrónico denominada ECU por sus siglas en inglés, es considerada como el cerebro del sistema de control. Esto incluye desarrollo de hardware, software, aplicaciones y optimizaciones para cada una de las necesidades y requerimientos específicos de cada motor. Esta unidad se encuentra instalada en motores de camiones, autobuses, maquinaria de construcción, barcos, etc. Tal como observamos en la figura 9. [20]



Figura 9: Vehículos Fabricados por Volvo [20]

En un camión pueden existir distintas ECU's, por ejemplo:

- ABS para el sistema antibloqueo de frenos.
- ECS para el control de la suspensión electrónica.
- EECU dedicada al control de motor.
- GECU encargada de los cambios de velocidades.
- ICU unidad de control de inmovilización.
- TECU controla la transmisión.
- VECU controladora del vehículo encargada de las demás funciones. [20]

Todas las anteriores poseen un propósito específico y son capaces de comunicarse entre ellas en los casos en los cuales es necesaria la interacción entre sistemas. Para ello están conectadas a un bus de datos llamado link o conexión de información. Actualmente existen dos conexiones distintas en un camión, la primera

maneja información y códigos de fallas de los sensores, mientras que la segunda es una conexión de control mucho más veloz capaz de llevar a cabo funciones más avanzadas. Ambas consisten en un par trenzado de cables que protegen la información de perturbaciones eléctricas presentes en los automóviles. En la figura 10 se observa la topología típica de conexiones de subsistemas. [20]

El link de información está basado en el protocolo SAE J-1708 que transmite a una velocidad de 9.6Kbps y el link de control está basado en el protocolo SAE J-1939 que cuenta con una velocidad de transmisión mucho mayor, 250Kbps. [20]

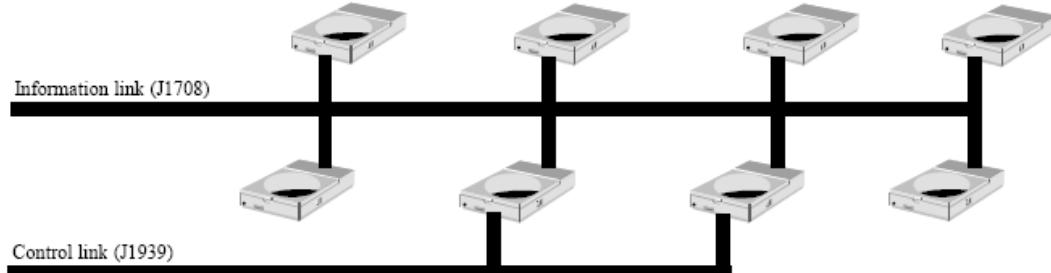


Figura 10: Topología de Conexión de Subsistemas [20]

Sobre el link de información son enviados datos de información y funciones de diagnóstico. Esta información es constantemente actualizada y disponible para ser leída por cualquier otro sistema. Es utilizado además para cierta programación y envío de comandos de prueba y calibración. También funciona como sistema de respaldo en caso de falla en el link de control. [20]

Como ya se ha mencionado el link de información está basado en el protocolo SAE J-1708, al hacer la comparación con el modelo OSI, este protocolo incluye la capa física y parte de la capa de aplicación. Para el resto de las capas que aplican se definen bajo el protocolo SAE J-1587. Véase la figura 11.

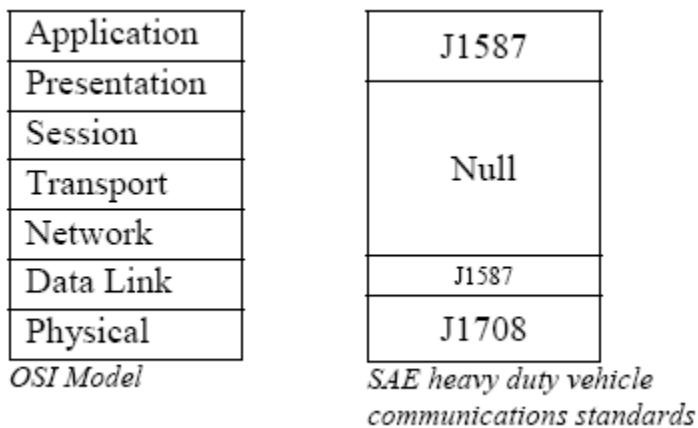


Figura 11: Comparación entre Modelo OSI y Protocolos SAE [20]

El uso de estándares permite que productos de distintos fabricantes o vendedores se logren comunicar entre sí. Esto reduce significativamente el tiempo de desarrollo y el costo de producción.

3.2 Análisis del Protocolo SAE J-1708

Este estándar define la comunicación en el nivel físico, J-1708 una arquitectura en bus de datos seriales que utiliza la mayoría de los parámetros eléctricos derivados del protocolo RS-485. [20]

Este protocolo limita la red a 20 nodos. El tiempo de bit está fijado a $104,17\mu s$ ($\pm 500ns$). Esto corresponde a una velocidad de bit de 9.600 bps.

$$t_{bit} = \frac{1}{V_{transmisión}} = \frac{1}{9600bps} = 104,17\mu s \quad (1)$$

La figura 12 muestra el diagrama electrónico para cada nodo J-1708. Los puntos A y B corresponden a los terminales en protocolo RS-485. Con la adición de la etapa a la izquierda de estos terminales es posible obtener una salida RS-232 que

puede ser conectada directamente a la entrada de un puerto serial en un PC, con el fin de obtener y enviar información por el canal.

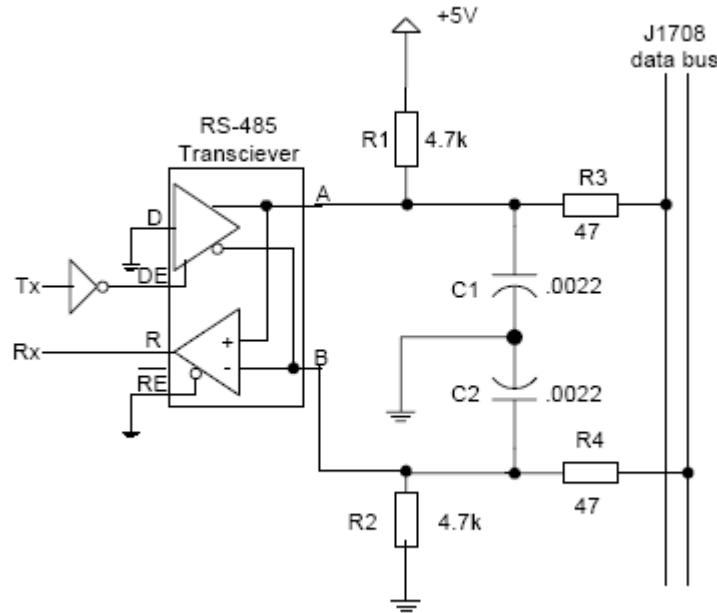


Figura 12: Diagrama Electrónico de un Nodo J-1708 [20]

Debido a que varios nodos pueden ser conectados al mismo canal, el estándar describe la manera en que los nodos deben acceder y manejar las conexiones al canal. J-1708 utiliza el protocolo CSMA (Acceso Múltiple por Detección de Portadora).

Para tener acceso al canal, cada nodo debe escuchar y asegurarse que el bus ha estado sin actividad durante un periodo de tiempo determinado. Este tiempo está definido por el tiempo de acceso al bus t_a .

$$t_a = t_i + (2 \cdot t_{bit}) \cdot P \quad (2)$$

Donde t_i representa 10 veces el tiempo de bit y P es la prioridad del mensaje (1-8), siendo 1 la mayor prioridad.

En caso de que dos o más nodos intenten transmitir al mismo tiempo y ocurra una colisión, cada transmisor debe abortar lo más pronto posible el envío de datos. En este punto los transmisores esperan por la inactividad del canal y comienzan nuevamente la espera de los tiempos de acceso. Si ocurriese una colisión al segundo intento, los nodos deben aplicar una fórmula distinta para calcular el tiempo de acceso al bus.

$$t_{a,modificada} = t_i + (2 \cdot t_{bit}) \cdot (P_2 + 1) \quad (3)$$

Donde P_2 representa un número pseudo aleatorio comprendido entre el 0 y el 7. Este procedimiento se repite en caso de que sigan ocurriendo colisiones consecutivas.

El estándar J-1708 también describe el formato del mensaje utilizado. Un mensaje tal como se observa en la figura 13 debe consistir de lo siguiente:

- MID Identificador del mensaje.
- Caracteres de Datos (máximo 19 bytes).
- Suma de Comprobación o checksum.

MID	Data characters (variable length)	Chk-sum
-----	-----------------------------------	---------

Figura 13: Formato de Mensaje J-1708 [20]

Debido a que no existe un byte reservado para indicar la longitud de la información recibida, el único método de conocer el final del mensaje, es identificando la inactividad del canal luego de recibir el último byte. Este tiempo debería ser al menos 10 veces el tiempo de bit.

El MID es utilizado para identificar el nodo que está enviando el mensaje, en consecuencia cada nodo de la red debe poseer un identificador MID único.

La suma de comprobación es calculada sumando los bytes correspondientes a los datos más el byte correspondiente al MID y posteriormente calculando el complemento a dos de dicho resultado. De esta manera el receptor sólo debe sumar algebraicamente todos los bytes recibidos y asegurarse que los ocho bits menos significativos del resultado siempre sean cero.

También es interesante conocer la eficiencia del bus utilizando el protocolo J-1708. La eficiencia máxima del canal es calculada con un tiempo de acceso utilizando la prioridad más alta P=1 y enviando el mensaje con la cantidad de información máxima (19 bytes de datos).

$$t_{a,min} = t_i + 2 \cdot t_{bit} = 12 \cdot t_{bit} = 1.250ms \quad (4)$$

El máximo número de bytes enviados en un mensaje son 21. Cada byte incluye un bit de inicio, 8 bits de información y un bit de parada. Esto convierte los 21 bytes en 210 bits a ser enviados. De los 210 bits solo 168 son de información útil. Así para lograr enviar 168 bits de información útil es necesario enviar 210 bits más el tiempo de espera de 12 bits. Por lo tanto la eficiencia máxima teórica sería:

$$\varepsilon = \frac{168b}{210b+12b} = 76\% \quad (5)$$

Usando una analogía, la eficiencia mínima es calculada tomando el tiempo de acceso al canal máximo y enviando sólo un byte de información útil en cada mensaje.

$$t_{a,max} = t_i + 2 \cdot t_{bit} \cdot 8 = 26 \cdot t_{bit} = 2.708ms \quad (6)$$

La mínima eficiencia teórica del canal es:

$$\varepsilon = \frac{24b}{30b+26b} = 43\% \quad (7)$$

3.3 Análisis del Protocolo SAE J-1587

El protocolo SAE J-1587 especifica el formato de los caracteres de información que son usados por el protocolo J-1708. [20]

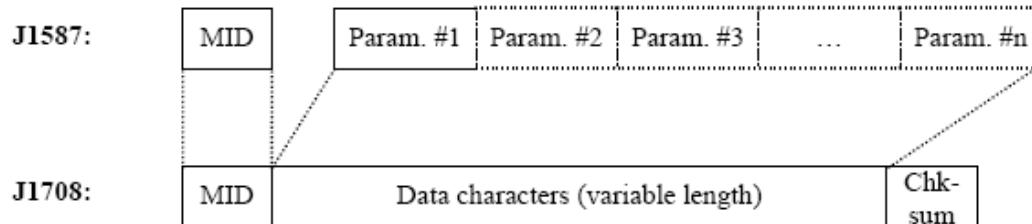


Figura 14: Formato de Mensaje J-1587 [20]

En un mensaje J-1587, como el que se muestra en la figura 14, existe uno o más bloques de parámetros. Cada bloque de parámetro inicia con un byte denominado PID y conocido como identificador de parámetro. Para cada PID existe una especificación completa. Por ejemplo, el PID 158 (Voltaje de la Batería) se describe de la siguiente forma:

- Longitud de la Información: 2B.
- Tipo de Datos: Entero sin signo.
- Resolución del Bit: 0,05V.
- Rango: desde 0,00V. hasta 3.276,75V.
- Período de Actualización de la Información: Bajo solicitud
- Prioridad del Mensaje: 8

En caso que algún nodo desee conocer el estatus de carga de la batería, debe realizar la solicitud y la ECU correspondiente responderá con un mensaje similar al mostrado en la figura 15.

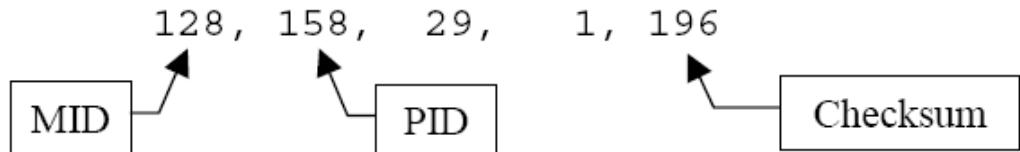


Figura 15: Ejemplo Mensaje [20]

La manera correcta de leer el mensaje es la siguiente:

El MID identifica la ECU que está enviando el mensaje, en este caso corresponde a la EECU o la encargada de controlar el motor.

El PID identifica el parámetro enviado. PID 158 corresponde al nivel de carga de la batería. Los dos siguientes bytes son los datos. El primer byte recibido es el menos significativo, por lo cual el orden correcto de los bytes es 1 y 29.

$$(1 \cdot 2^8) + (29 \cdot 2^0) = 285 \quad (8)$$

Aplicando la resolución por bit:

$$285 \cdot 0,05V = 14,25V \quad (9)$$

De esta manera se puede conocer el voltaje de la batería.

El procedimiento anterior es utilizado para interpretar cualquier información obtenida en el canal.

3.4 Variables a Sensar en el Camión

Las distintas ECU's de un camión son capaces de manejar cientos de parámetros de información dependiendo del modelo del vehículo y del número de sensores que posea instalado. Con el fin de diseñar un sistema que proporcione la mayor cantidad de información útil y manteniendo un balance entre las limitantes físicas del canal de transmisión, se escogió una lista de parámetros de interés para ser transmitidos.

- Nivel de Carga de la Batería
- Nivel del Refrigerante
- Temperatura del Refrigerante
- Nivel del Aceite del Motor
- Presión del Aceite del Motor
- Temperatura del Aceite del Motor
- Velocidad del Motor
- Presión de Entrega de Combustible
- Nivel de Combustible
- Tasa de Entrega de Combustible
- Temperatura del Combustible
- Torque de Salida del Motor
- Porcentaje de Carga del Motor (Potencia/Torque)
- Velocidad del Camión
- Estatus del Freno de Estacionamiento
- Posición del Acelerador
- Total de Horas Estacionado
- Códigos de Fallas

3.5 AVL

Es un dispositivo de localización y control vehicular (AVL) basado en comunicación celular de datos GSM/GPRS y como comunicación alternativa de respaldo mensajería SMS (solamente comandos esenciales de comunicación). La localización se obtiene utilizando un dispositivo GPS con georeferenciamiento global (DATUM WGS84).

El equipo tiene un protocolo de comunicaciones propietario entre él y el servidor central de comunicaciones, este protocolo va encapsulado dentro de un paquete TCP/IP. El recurso físico de transmisión de datos es la red celular de GPRS de los operadores que ofrecen el servicio GSM.

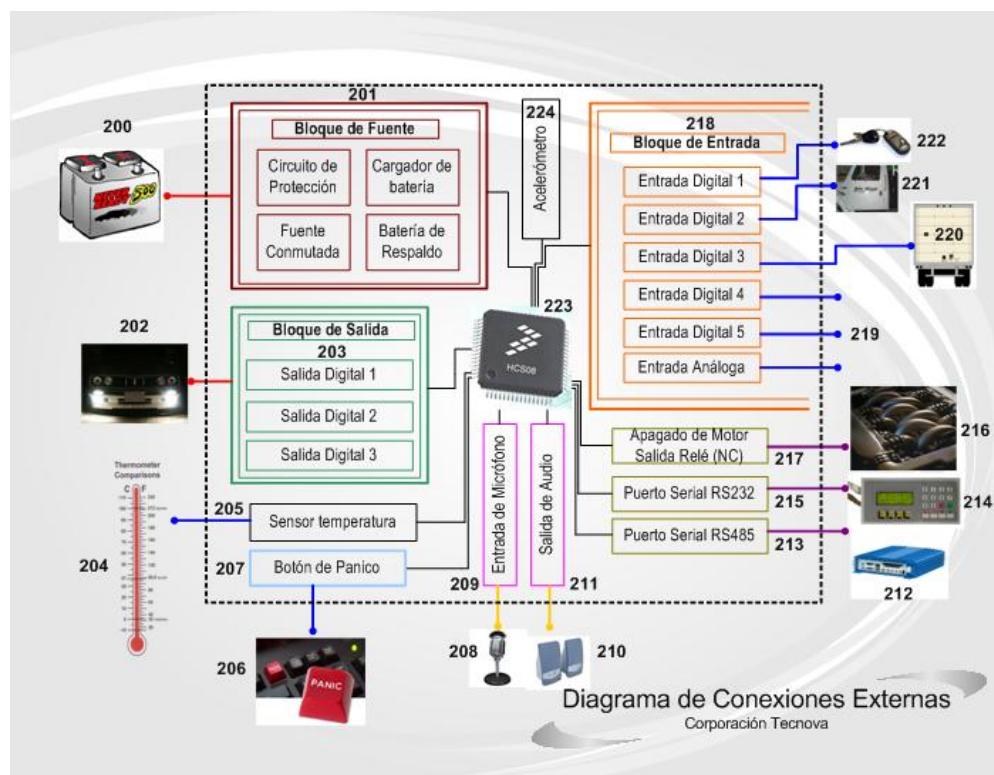


Figura 16: Diagrama de Conexiones Externas [21]

El equipo tiene la capacidad de enviar periódicamente la ubicación del vehículo (latitud y longitud), leer señales tanto análogas como digitales del vehículo, comunicarse con dispositivos externos ya sea vía RS-232 o RS-485, sensar los cambios bruscos de velocidad del vehículo o llegado el caso de una colisión, enviar al servidor remoto toda clase de eventos relacionadas con el vehículo de acuerdo a su previa programación y permite almacenar en memoria todos aquellos eventos y/o reportes que no han podido ser transmitidos. También posee entradas y salidas de voz para establecer llamadas telefónicas. En la figura 16 se observa los dispositivos que pueden ser conectados al AVL.

El procesador interno tendrá comunicación permanente con el GPS, Módulo Celular y demás periféricos con los que tiene interacción externamente. Una vez que ocurra un evento o un reporte previamente programado, será enviado al servidor central empaquetado en un protocolo propietario el cual será interpretado y decodificado por el servidor de aplicaciones remoto. Igualmente el servidor Remoto enviará comandos al equipo utilizando este mismo protocolo encapsulado para comunicarse e interactuar con la unidad.

El dispositivo se encuentra configurado para que toda información que entre a través del puerto RS-485 sea enviada directamente al servidor, con la limitante encontrada en la práctica que para evitar la pérdida de información debe ser enviado un paquete de 1kB/s. Debido a la gran cantidad de operaciones que debe realizar el microprocesador, ver figura 17, se tiene una capacidad limitada de envío de datos de 1kB/s.

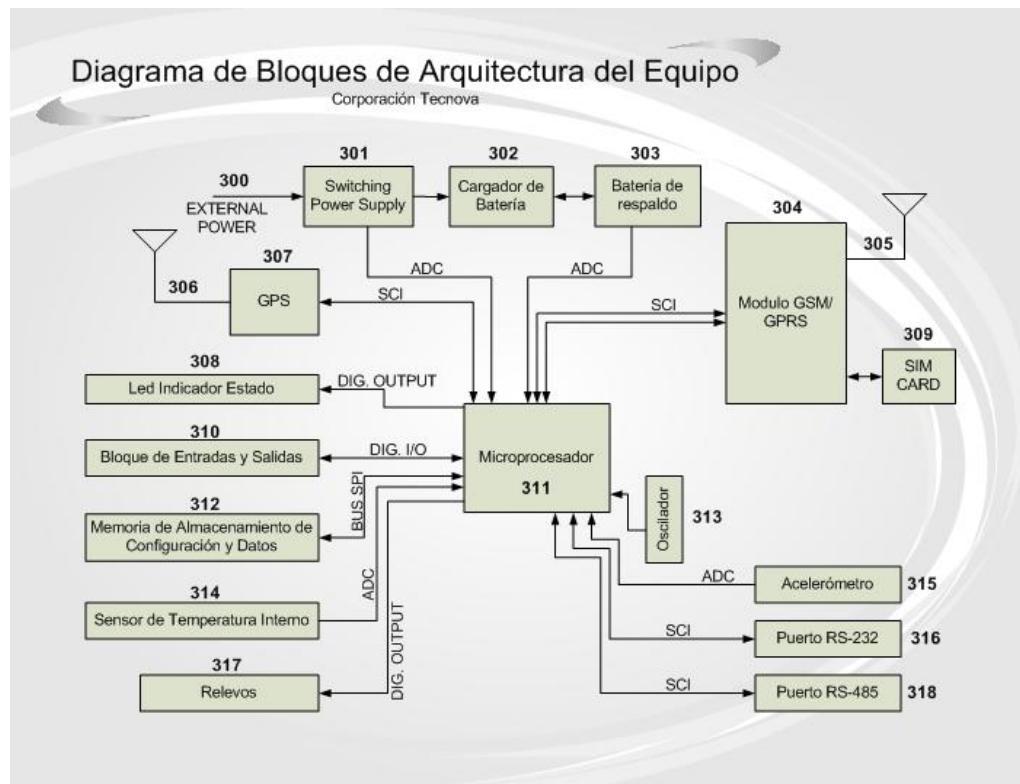


Figura 17: Diagrama de Bloques de Arquitectura del Equipo AVL [21]

3.6 Servidor

Toda la información viaja directamente a través de una red privada o VPN a un servidor ubicado en la ciudad de Caracas. Actualmente el servidor posee una base de datos que almacena cualquier trama proveniente de un AVL. Para ello debe ser enviado junto a una cabecera que identifique el dispositivo desde el cual se está enviando la información.

Las capacidades de almacenamiento del servidor son suficientes para comenzar a guardar la información proveniente de los camiones y puede ser ampliada fácilmente agregando más discos duros. Sin embargo aun no se dispone de una aplicación que permita visualizar y analizar la información.

3.7 Tarjeta Controladora

La tarjeta controladora es un dispositivo desarrollado por Corporación Tecnova a partir de un circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board). Cuenta con un microprocesador, memoria ampliable y varios puertos configurables para distintos protocolos, lo que nos permite utilizar la tarjeta como un microcontrolador independiente. Está formada por un circuito impreso, un microprocesador modelo PIC 18F458 y cuatro interfaces (RS-232, J-1708, RS-485 y CANBus) que pueden ser configuradas según las necesidades.

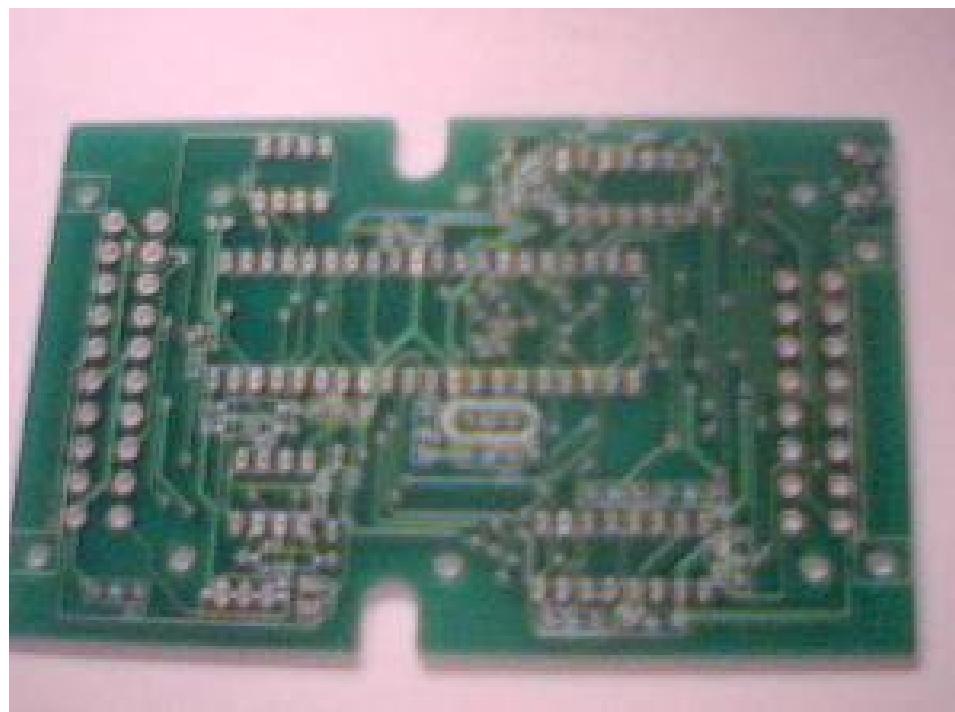


Figura 18: Circuito Impreso para la Tarjeta Controlador

En la figura 18 se observa la tarjeta impresa sin componentes. Fue diseñada utilizando un software llamado Eagle. El resultado es un archivo que puede ser enviado directamente al fabricante para la elaboración del circuito impreso. Actualmente se utiliza la técnica de hueco pasante, sin embargo se está estudiando la factibilidad de realizar todo el circuito utilizando montaje superficial que ofrece como

principales ventajas la reducción del tamaño y la disminución del costo ya que los componentes para montaje superficial son significativamente más económicos.

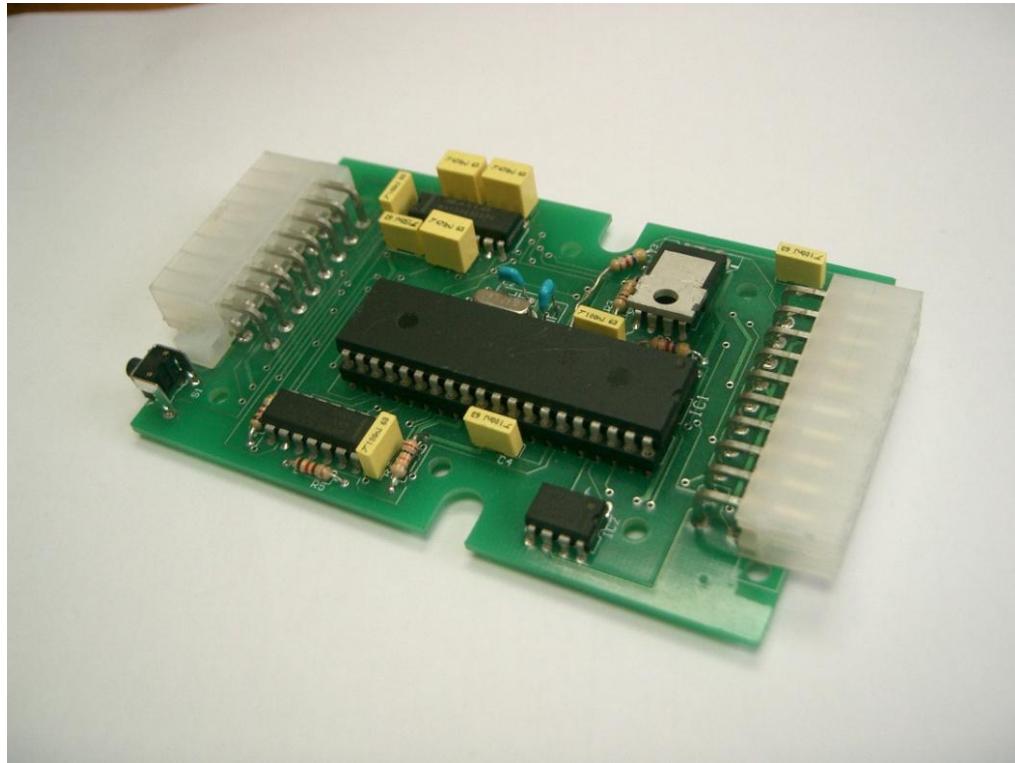


Figura 19: Tarjeta Controladora Ensamblada

En la figura 19 se observa la tarjeta controladora luego de ser ensamblados todos sus componentes. Se usan componentes modelo hueco pasante que son soldados en su totalidad en las instalaciones de Corporación Tecnova. Los componentes son comprados al mayor reduciendo significativamente los costos de desarrollo.

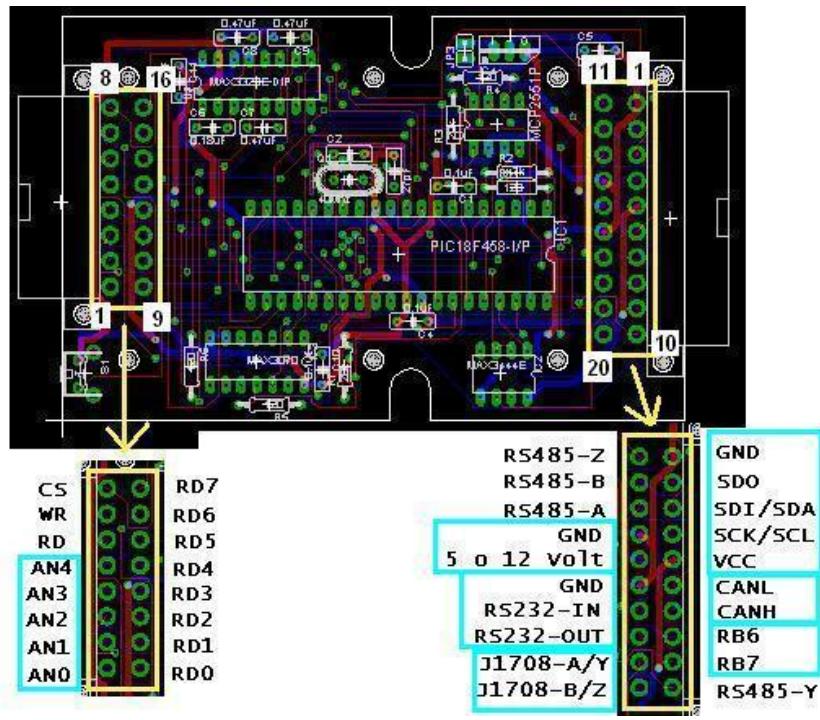


Figura 20: Diagrama Tarjeta Controladora

En la figura 20 se muestra el diagrama de conexiones. Está diseñada para ser alimentada con 12V o 24V según el modelo del vehículo. El microcontrolador es programado utilizando lenguaje C, que luego de ser escrito debe ser compilado y transferido al microcontrolador utilizando un grabador para Pic.

Las funciones que se programaron en la tarjeta controladora son las siguientes:

- Cualquier código de fallas que sea enviado por el camión debe ser transmitido inmediatamente al servidor.
 - La tarjeta reconoce cada una de las variables seleccionadas en el punto 3.4 y cuando el camión transmite la información las almacena en variables temporales. Cuando todos los parámetros están almacenados, la tarjeta crea un paquete que incluye toda la información y la envía al servidor.

- Existen parámetros que el camión no transmite automáticamente, deben ser solicitados. La tarjeta se encarga de emitir los comandos de solicitud de la información y espera por la respuesta con los datos.
- El programa cumple con todos los estándares del protocolo J-1587 referentes al procedimiento para acceder al canal común de transmisión, ver punto 3.3.

La tarjeta controladora tiene la capacidad de manejar en cada una de sus interfaces velocidades distintas de conexión. En el puerto J-1708 se programó para trabajar a una velocidad de 9.600bps y así estar acoplada con la red de datos del camión. En su interfaz RS-485 debió ser programada a una velocidad de 115.200bps para lograr una velocidad adecuada de comunicación con el AVL. La diferencia de velocidades de transmisión en ambas interfaces no causa ningún inconveniente ya que el microcontrolador es el encargado de administrar las conexiones.

3.8 Topología de la Red

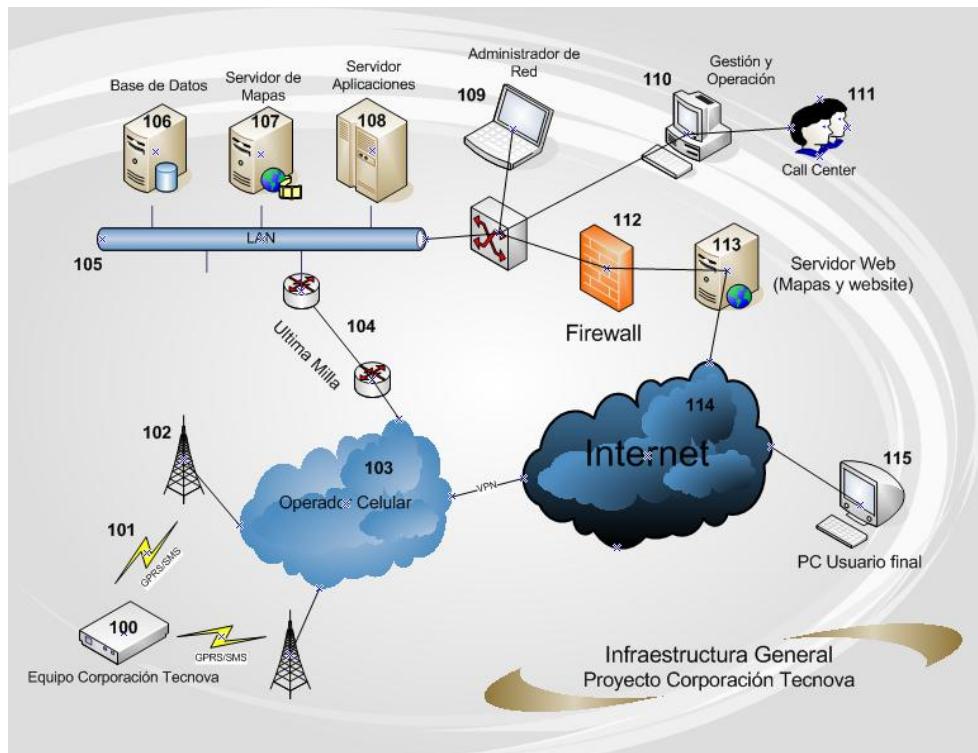


Figura 21: Topología de Red Utilizada [21]

La figura 20 muestra la topología de la red utilizada. El equipo “100” representa la unidad instalada dentro del camión. La unidad instalada dentro del camión consiste en un AVL conectado a una tarjeta controladora que a su vez está conectada como un nodo más en la red de datos del camión. El AVL utiliza la red GPRS de Digitel para transmitir hacia el servidor utilizando una red privada o VPN “104”. El AVL está programado para conectarse a una sola dirección IP que corresponde a la dirección estática colocada en el servidor.

El cliente que contrate el servicio podrá utilizar la Internet para acceder a la aplicación del servidor y poder leer la información o incluso los datos pueden ser enviados directamente al servidor del cliente.

3.9 Limitantes

Las limitantes tomadas en cuenta al momento del diseño se clasificaron en tres grupos.

La primera limitante contempla las características del canal de transmisión. Los computadores de los camiones envían los datos a una velocidad de 9.600bps. La capacidad probada de transmisión de datos del AVL es de un paquete de 1kB/s. Aquí se consigue un gran cuello de botella, por lo que se consideró buscar una solución en base a esta limitante.

Aunque las pruebas de envío del paquete de 1kB/s a través de la red de datos GPRS de Digitel fueron exitosas, aparece una segunda gran limitante en la cobertura de la red. Digitel ha realizado un gran esfuerzo en tratar de ampliar su cobertura a nivel nacional, aún existen zonas del país donde no es posible realizar la conexión GPRS o simplemente por limitaciones de capacidad de la radio base, en ciertos momentos no es posible realizar la conexión debido al número de usuarios conectados. Esta limitación es crítica ya que al ser camiones de transporte de carga se

encuentran recorriendo todo el territorio nacional. Actualmente, el sistema no es capaz de almacenar la información que no logra ser transmitida por falta de cobertura de la red de datos, por lo que estos datos se perderán.

La tercera limitante es de orden económico. La transmisión de datos en la red GPRS conlleva un costo asociado que debe ser incluido en el servicio. Para que el servicio sea rentable tanto para el cliente como para el prestador del mismo, los costos deben permanecer lo más bajos posibles.

La red GPRS cobra por kB transmitido, de allí la decisión de empaquetar la información en bloques de un poco menos de 1kB para optimizar los costos de transmisión.

3.10 Estimación en el Número de Transmisiones

Basando el cálculo en el plan más económico que posee Digitel para la transmisión de datos se tiene la siguiente aproximación:

- Costo del Plan Mensual: BsF. 3,16
- Cantidad de kB Incluidos: 5.000kB
- Cantidad de kB Diarios: $5.000\text{kB}/30\text{días}=166\text{kB/diario}$
- Cantidad de kB por Hora: 6kB/hora

Debido a que 1kB es considerado como 1 transmisión, podemos enviar 6 transmisiones por hora, lo cual representa una transmisión de un poco menos de 1kB cada 10 minutos.

3.11 Paquete a Enviar

Como ya se mencionó la tarjeta controladora tiene como función armar un paquete con los parámetros seleccionados. Dicho paquete no puede exceder 1kB. Según los cálculos realizados cada 10 minutos se va a enviar un paquete y cada muestreo de los parámetros seleccionados ocupa 23B.

Se programó la tarjeta controladora para que realizara un muestreo por minuto de todos los parámetros, y acumulará 10 de estas lecturas para ser enviadas en un solo paquete. De esta manera de optimiza la transmisión de la información.

Cada paquete cuenta con un byte de inicio, un byte de parada y una suma de comprobación, todo esto con el fin de implementar la corrección de errores en el servidor.

3.12 Funciones del Software

La elaboración del software escapa a los objetivos de este trabajo. Actualmente se encuentra funcionando el módulo encargado de la ubicación satelital al cual debe agregársele un módulo que permita monitorear los datos enviados por la computadora del camión. Para un futuro desarrollo del software se recomienda que el módulo cumpla al menos con los siguientes lineamientos:

- La aplicación debe estar creada bajo ambiente Web, para que cualquier usuario pueda tener acceso desde Internet.
- Cada cliente debe poseer un usuario y una contraseña con el fin de solo poder visualizar los vehículos de su propiedad.

- El programa debe ser capaz de ubicar los datos enviados por el camión en la base de datos, filtrarla y mostrarla de manera que sea útil y entendible para el usuario.
- El usuario podrá realizar un seguimiento histórico de todos los parámetros de funcionamiento del camión.

CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado este trabajo observamos que las aplicaciones de diagnostico remoto de vehículos son relativamente nuevas, aunque en algunos países de Europa y Estados Unidos ya se han implementado servicios similares. En Venezuela el diagnostico remoto de vehículos es un servicio novedoso y existe un buen mercado de comercialización ya que la carga se moviliza casi en su totalidad por vía terrestre y las comunicaciones inalámbricas han tenido un gran desarrollo en los últimos años.

La integración de equipos de rastreo satelital, transmisión de datos inalámbrica junto a las computadoras de los vehículos, ofrece un abanico de servicios de valor agregado que pueden llegar a ser de mucho interés para los dueños de vehículos bien sea particulares o comerciales. Servicios como seguimiento de rutas, recuperación de activos en caso de robo, apertura remota de puertas, llamadas telefónicas, alarmas automáticas en caso de fallas o accidentes, mantenimiento preventivo, perfil de manejo del conductor, conocer en tiempo real parámetros de funcionamiento del vehículo, entre otros, son posibles de instalar hoy en día en la mayoría de los vehículos.

Sin embargo, es una aplicación incipiente que apenas está en una etapa inicial de comercialización, que si bien está enfocada hacia un mercado masivo con una expectativa de negocio de crecimiento elevado, mantiene aún factores en contra, como lo son los costos elevados, escasez de equipos en el mercado y falta de comercialización masiva de los servicios. Tomando en cuenta estos factores en contra cobra mucha importancia la aplicación de trabajos como este que promuevan el desarrollo de tecnologías en Venezuela que favorezcan la producción en masa de

equipos y aplicaciones lo cual propicia la disminución de costos y fija un camino hacia la independencia tecnológica.

Desde el punto de vista económico actualmente es posible ser competitivo a nivel de precios al manufacturar equipos en Venezuela. Aún es necesario recurrir a los grandes fabricantes de componentes electrónicos ubicados en países como Estados Unidos, Alemania, Japón, China y Taiwán, sin embargo, al realizar compras de grandes cantidades los costos se reducen significativamente. Luego el ensamblaje de dichos componentes electrónicos en el país genera un valor agregado que en consecuencia crea empleos y ahorra divisas.

Desde el punto de vista tecnológico es necesario generar una línea de conocimiento que vaya propiciando el desarrollo de tecnologías de todo tipo con el fin de depender cada día menos de la importación de productos terminados que no generan ningún tipo de valor agregado en el país y son fuente de escape de divisas.

Servicios de diagnóstico remoto de vehículos, particularmente en vehículos comerciales, ofrece una herramienta de mantenimiento preventivo de gran importancia. La posibilidad de conocer fallas a tiempo y corregirlas genera una serie de ventajas que se traducen en:

- Disminución de costos de reparación detectando fallas a tiempo y evitando daños mayores que afecten otras piezas del vehículo, lo que también incluye ahorro de divisas, ya que los repuestos en su mayoría son importados.
- Si los costos de mantenimiento y reparación disminuyen, en consecuencia bajan los costos de transporte. Dado que en Venezuela gran parte de la carga se moviliza por vía terrestre, una disminución en los costos de transporte índice directamente en una disminución de los precios finales de los productos e insumos.

RECOMENDACIONES

Son muchas las recomendaciones que se pueden plantear para nuestro diseño.

Entre ellas:

- Migrar a redes de 3G en el momento que se encuentren disponibles las cuales permiten mayores velocidades de transmisión y en consecuencia amplía las posibilidades de transmisión de datos.
- Plantear la posibilidad de desarrollar aplicaciones de diagnóstico bidireccionales que no solo permitan conocer las fallas sino además poder tomar correctivos que puedan solucionar las mismas.
- Ampliar el estudio a otros protocolos de comunicaciones que permita la instalación de un mismo producto en vehículos manufacturados por distintos grupos automotrices.
- Desarrollar una campaña de mercadeo junto a una aplicación web atractiva que permita masificar la comercialización de los servicios y lograr mantener costos bajos.
- Migrar el ensamblaje de la tarjeta controladora a la técnica de montaje superficial para reducir sus dimensiones y disminuir su costo de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cisco System, Inc. *Guía del Primer Año*. (Libro). Tercera Edición. Madrid, 2004.
[Consulta: 2008, Abril 15]
- [2] Wikipedia (2008). *RS-485*. [Documento en Línea]. Disponible:
<http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485>. [Consulta: 2008, Abril 25]
- [3] Transaxle (2008). *Conektor Deutsch*. [Documento en Línea]. Disponible:
http://www.transaxle.com/mo_specials/HD_Diagnostics.pdf. [Consulta: 2008, Abril 3]
- [4] Boys, Robert. *Diagnostics and Prognostics for Military and Heavy Vehicles*. (2004). [Documento en Línea]. Disponible:
<http://www.dgtech.com/pdfs/techpapers/ndia.pdf>. [Consulta: 2008, Abril 3]
- [5] Wikipedia (2008). *Ruido Eléctrico*. [Documento en Línea]. Disponible:
http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_el%C3%A9ctrico. [Consulta: 2008, Abril 20]
- [6] *Modelo OSI y Modelo TCP/IP*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://world-of-dino.blogspot.com/2007/02/modelo-osi-y-modelo-tcip.html>. [Consulta: 2008, Mayo 18]
- [7] Wikipedia (2008). *SAE*. [Documento en Línea]. Disponible:
<http://en.wikipedia.org/wiki/SAE>. [Consulta: 2008, Abril 20]
- [8] Stepper, Mark R., *Data Link Overview for Heavy Duty Vehicle Applications*. (Paper). USA, 1990. [Consulta: 2008, Abril 15]

- [9] DGE Inc. *Vehicle Bus Interface*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.dgeinc.com/VehicleBusInterface.htm>. [Consulta: 2008, Mayo 2]
- [10] Wikipedia (2008). *CANBus*. [Documento en Línea]. Disponible: http://es.wikipedia.org/wiki/CAN_bus. [Consulta: 2008, Abril 25]
- [11] Wikipedia (2008). *GSM*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>. [Consulta: 2008, Abril 28]
- [12] Wikipedia (2008). *GPRS*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/GPRS>. [Consulta: 2008, Abril 28]
- [13] Cisco. *GPRS White Paper*. [Documento en Línea]. Disponible: http://www.cisco.com/en/US/products/sw/wirelssw/ps873/products_white_paper09186a00800ad645.shtml. [Consulta: 2008, Mayo 5]
- [14] Wikipedia (2008). *EDGE*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Edge>. [Consulta: 2008, Abril 28]
- [15] CDMA Development Group. *CDMA 2000 Evolución hacia 3G en un solo paso*. [Documento en Línea]. Disponible: http://www.cdg.org/technology/3g/resource/promises_made_delivered_span.asp. [Consulta: 2008, Abril 28]
- [16] Wikipedia (2008). *GPS*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/DGPS>. [Consulta: 2008, Abril 29]
- [17] Tecnoblogía. *GPS en tu móvil*. [Documento en Línea]. Disponible: http://paspespuyas.com/comunidad/index.php/tecnoblog/2005/03/16/gps_en_tu_movil. [Consulta: 2008, Mayo 10]

- [18] Wikipedia (2008). *AVL*. [Documento en Línea]. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/AVL>. [Consulta: 2008, Abril 29]
- [19] Bluehack. Comando AT. [Documento en Línea]. Disponible: <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>. [Consulta: 2008, Mayo 15]
- [20] Bengtsson, Anna-Karin. Göransson, Martin. *Communication Protocol Analyzer*. (Master's Thesis). Sweden, 2003. [Consulta: 2008, Marzo 15]
- [21] Imagen proporcionada por “Corporación Tecnova 247, C.A.”

BIBLIOGRAFÍA

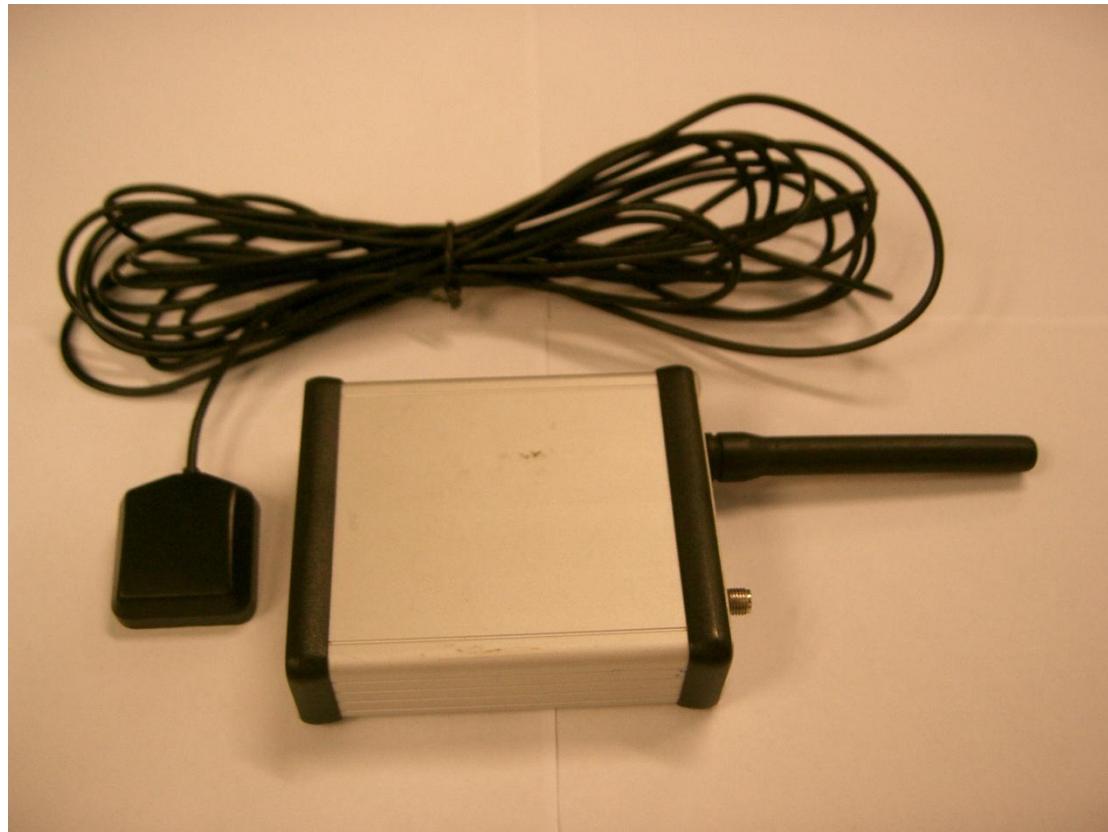
- Cisco System Inc. Guía del Primer Año, Tercera Edición. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2004.
- Bengtsson, Anna-Karin. Göransson, Martin. Communication Protocol Analyzer. 2003 / (Tesis). Sweden, Chalmers University of Technology, 2003.
- SAE, <http://www.sae.org>
- Mack, <http://www.macktrucks.com>
- Stepper, Mark R. Data Link Overview for Heavy Duty Vehicle Applications. USA: SAE Technical Paper Series, 1990.
- Mack Truck Inc. Application Document for Serial Communications SAE J1587 Information Data Link Applies to V-Mac III with Step 10 Software for Service Diagnostics Use Only. USA, 2003.
- Mack Truck Inc. 2007 Emissions Standard Fault Code Manual. USA, 2007.
- Mack Truck Inc. Vendor Application Guide (V-Mac IV) 2007 Emissions Std. USA, 2008.
- Volvo. Service Manual Truck. USA, 2007.

GLOSARIO

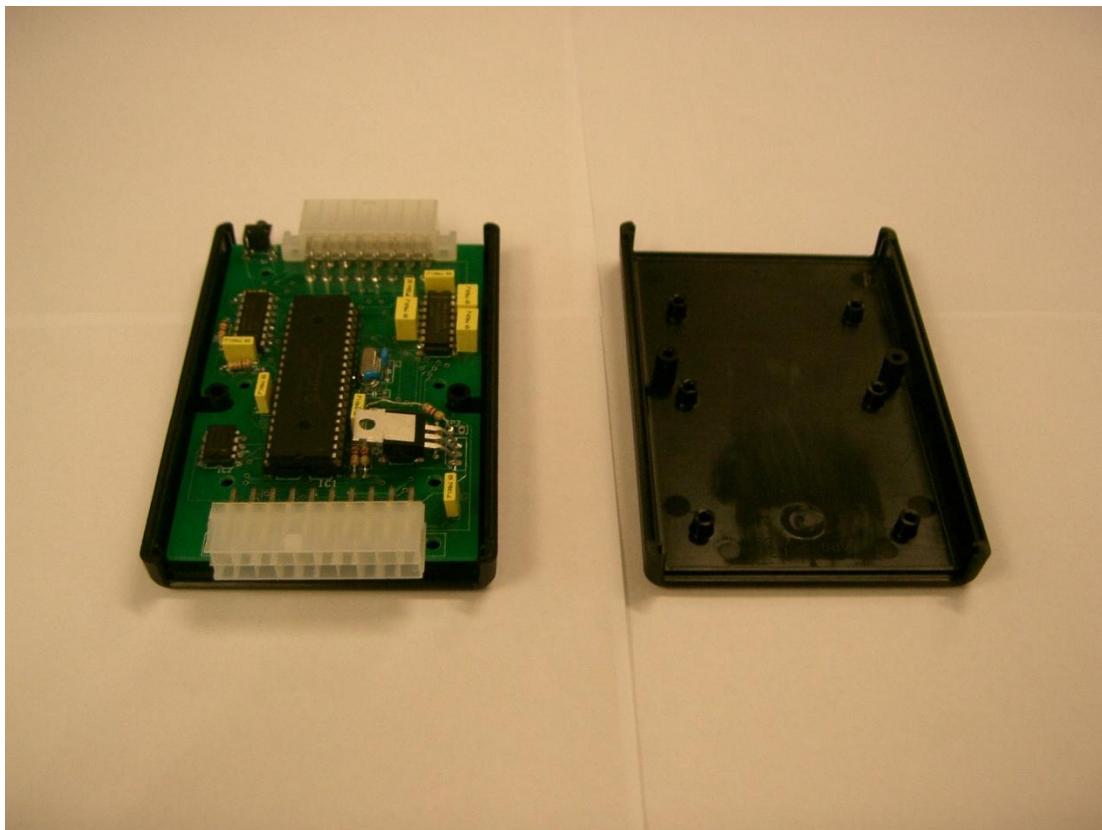
Bus	Un conjunto de conductores eléctricos por donde circulan las señales que corresponden a los datos binarios.
Colisión	Es una situación que se produce cuando dos o mas dispositivos intentan transmitir por un mismo canal simultáneamente.
Hardware	Corresponde a la parte física de cualquier computador o dispositivo electrónico.
Host	Cualquier dispositivo conectado a una red que funciona como punto de inicio o final de la transferencia de datos.
Hueco Pasante	Método de construcción de circuitos electrónicos en el cual los pines de los componentes atraviesan el circuito impreso y son soldados por la parte posterior del circuito.
Interfaz	Puerto a través del cual se envían o reciben señales desde un sistema hacia otros.
Montaje Superficial	Método de construcción de circuitos electrónicos en el cual los componentes de dimensiones muy pequeñas y más económicos se colocan sobre el circuito impreso.
Software	Comprende el conjunto de componentes lógicos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica.

ANEXOS

Anexo 1. Dispositivo AVL y Antena GPS



Anexo 2. Tarjeta Controladora con Caja Protectora



Anexo 3. Equipo Completo para Realizar la Instalación



Graterón Z., Luis E.

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CPU
DE CAMIONES DE CARGA BASADOS EN LOS PROTOCOLOS
J1708/J1587 UTILIZANDO LA RED GSM/GPRS**

**Prof. Guía: Ing. Carolina Regoli. Tutor Industrial: Ing. Tullio Javier Mejia. Tesis.
Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero
Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Corporación Tecnova 247, C.A.**

Palabras Claves: Sistemas de Rastreo Satelital; Vehículos de Carga; Redes de Datos GPRS.

Resumen. Se diseñó un sistema para la compañía “Corporación Tecnova 247, C.A.” ubicada en la ciudad de Caracas, que permite conocer de manera remota los parámetros de funcionamiento de camiones de carga, tales como velocidad, nivel de fluidos, temperatura, códigos de fallas, entre otros, siempre y cuando estén equipados con computadores que utilicen los protocolos de comunicación SAE J1708 y J1587. Se inició realizando el estudio completo de ambos protocolos así como de los equipos de transmisión o modem GSM/GPRS. Basados en los requisitos propios del diseño y tomando en cuenta las limitaciones propias de cada una de las etapas de la transmisión se diseñó una interfaz física y lógica capaz de establecer la comunicación entre la red de datos de los camiones y el modem. Posteriormente, se determinaron todos los parámetros correspondientes a la transmisión de los datos considerando factores de costos en la transmisión, velocidad de las redes, frecuencia de variación de las variables a sensar, entre otras. Finalmente, se realizaron pruebas de transmisión y se entregaron manuales contentivos de toda la información necesaria para la implementación del sistema.