

## Sistema de diagnóstico para paneles de instrumentación de automóviles

# CPAT

( Cluster Portable Automotive Tool )



**Ingeniería Electrónica**

***Autor: Francisco José Moreno Reyes***

***Profesor: Dr. Joaquín Moreno Marchal***

***27 de Enero de 2005***

# Índice de Contenidos

<b>1. OBJETIVO DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ESTUDIO PREVIO .....</b>	<b>2</b>
2.1 ELECTRÓNICA : AYER SALVADORA Y HOY AMANTE INFIEL .....	2
2.1.1 Guerra de la electrónica.....	3
2.1.2 Las grandes revoluciones.....	4
2.1.3 'Hardware' y 'Software'.....	5
2.1.4 Pacto entre caballeros.....	6
2.1.5 Talleres, los más lentos.....	7
2.1.6 El autodiagnóstico.....	8
2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRÓNICA EN UN AUTOMÓVIL .....	9
2.3 VISTEON. FABRICANTE DE MÓDULOS ELECTRÓNICOS .....	10
2.4 ¿QUÉ ES UN CLUSTER ?. DIAGRAMA Y FUNCIONAMIENTO .....	11
2.5 EL BUS DE COMUNICACIONES CAN.....	13
2.5.1 Características principales del protocolo CAN .....	14
2.5.2 Elementos que componen el sistema CAN-BUS.....	15
2.5.3 ¿Cómo funciona el sistema Can-Bus?.....	18
2.5.4 ¿Cómo es el mensaje? .....	21
2.5.5 ¿Cómo se diagnostica el Can-Bus?.....	24
2.6 EL BUS DE COMUNICACIONES SERIAL TX-RX .....	25
2.7 EL INDICADOR ANALÓGICO DE COMBUSTIBLE.....	25
<b>3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>26</b>
3.1 OBJETIVO: FIESTA, FOCUS, MEGANE .....	27
3.2 FUNCIONES COMUNES A LOS TRES CLUSTERS .....	28
<b>4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA. SISTEMA CPAT .....</b>	<b>28</b>
4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.....	31
4.2 ESTRATEGIAS DE TEST SEGUIDAS.....	31
4.4 ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA COMPLETO .....	39
4.5 CONSTITUCIÓN FÍSICA DEL EQUIPO. APARIENCIA .....	40
4.6 EL SOFTWARE.....	42
4.6.1 Software de diagnostico para Ford Focus .....	44
4.6.2 Software de diagnostico para Ford Fiesta.....	46
4.6.3 Software de diagnostico para Renault Megane .....	47
<b>5. PRESUPUESTO .....</b>	<b>47</b>
<b>6. CONCLUSIÓN SOBRE EL PROYECTO.....</b>	<b>48</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>8. ANEXO I. ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>50</b>

## 1. Objetivo del Proyecto

El objetivo del proyecto es:

**Diseñar** un sistema de diagnóstico de paneles de instrumentación ó clusters de automóviles.

El sistema tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- Capacidad de ser usado con diferentes tipos de Clusters.
- Tiene que ser capaz de realizar diagnósticos on board y laboratorio en la planta del cliente.
- Ser portátil, barato, flexible y fácil de usar.

## 2. Estudio Previo

### 2.1 Electrónica: ayer salvadora y hoy amante infiel

#### **Electrónica: ayer salvadora del automóvil y hoy amante infiel**

El matrimonio entre el automóvil y la electrónica pasa por horas bajas. La tecnología que trajo una segunda juventud a las marcas de coches, se ha convertido en una fuente constante de problemas. Sin embargo, ambos están condenados a entenderse.

El automóvil y la electrónica están condenados a entenderse. Estos dispositivos aportan innumerables beneficios a los conductores. Sin embargo, su desembarco en los coches plantea todavía una serie de retos a los fabricantes. Renault llamó a filas a 230.000 unidades de su modelo Laguna para subsanar una posible deficiencia en el dispositivo electrónico que gestiona el sistema antibloqueo (ABS) y el control de estabilidad (ESP). PSA, Lancia y Renault detectaron también, un día después de la llamada a revisión de los modelos Laguna, un fallo eléctrico en las puertas de 22.787 unidades del monovolumen producido conjuntamente entre estos fabricantes –Peugeot 807, Renault Ulysse, Citroën C8 y Lancia Phedra–.

Asimismo, la marca Citroën ha llamado a revisión a 5.000 unidades del nuevo C2 por un problema en el funcionamiento del sistema ABS. Todos estos chequeos poseen un denominador común: los fallos en alguno de los dispositivos electrónicos del vehículo. Estos sistemas inteligentes se han convertido en los auténticos gobernadores del automóvil, con una evolución rápida y constante desde los años 80. A día de hoy, estos procesadores, bautizados con todo tipo de siglas según el fabricante, controlan cualquier componente del vehículo desde el volante a la caja de cambios, pasando por la dirección y los frenos.

### **2.1.1 Guerra de la electrónica**

Todas las marcas han mantenido una dura pugna por ser los primeros en montar en sus modelos estos dispositivos. Pero, si algún fabricante ha marcado la diferencia en innovación, ese ha sido la marca Mercedes. El constructor alemán, por ejemplo, fue el primero en montar el sistema antibloqueo de frenos (ABS) en 1975 y continuó con su hegemonía con la incorporación del control de estabilidad (ESP) en 1995. No obstante, esta carrera ha ocasionado daños colaterales, demasiado lesivos para la imagen de una marca de tanto prestigio.

Según desvelan los estudios anuales de fiabilidad (Vehicle Dependability Study) elaborados por la consultora JD Power, el índice de calidad de Mercedes ha caído desde el puesto séptimo en 1996 hasta el decimoquinto en 2003. La gota que colmó el vaso fueron los últimos fallos detectados en el navegador comand, lo que obligó a sus directivos a replantear su estrategia comercial en esta materia. Por esta razón, el fabricante alemán aumentará su presupuesto de control de producto en un 50% y depurará más el ensamblaje de todos los dispositivos, con el fin de paliar los efectos perversos de la electrónica. Unos efectos muy molestos para los conductores, que observan cómo estos dispositivos funcionan incorrectamente dando errores que incluso los talleres son incapaces de localizar y corregir.

El desembarco de la electrónica en el automóvil tuvo su precedente en 1974, cuando un grupo de ingenieros reunidos en la Convergence Transportation Electronic Association Conference identificaron 55 áreas probables donde la

electrónica podría aplicarse para el desarrollo de los automóviles. En esta reunión se dibujaron los primeros esbozos para la incorporación progresiva de la electrónica en la industria automovilística. Este cambio no se produjo hasta mediados de la década de los 80, cuando el desarrollo y la evolución de componentes electrónicos como el diodo, el transistor y los circuitos integrados de tipo analógico pasaron del papel a la realidad.

### **2.1.2 Las grandes revoluciones**

Esta primera revolución tecnológica incrementó la fiabilidad del coche y redujo progresivamente el peso y la velocidad de respuesta respecto a los componentes convencionales mecánicos. No obstante, este avance conllevó también algunos efectos contraproducentes como el sobrecalentamiento de los dispositivos, que se corrigieron, años más tarde, con los microprocesadores de circuitos digitales. Esta segunda revolución vino de la mano de los microprocesadores de 16 bits que sustituyeron a los anteriores de 4 y 8 bits, permitiendo el desarrollo y la optimización de los sistemas de inyección electrónica de gasolina, la gestión eléctrica del motor, el antibloqueo de frenos, etcétera. Estos microprocesadores digitales, que sustituyeron a los analógicos, tenían una capacidad de respuesta 25 veces mayor.

Los fabricantes empezaron a concebir el automóvil como un sistema integrado y no como un conjunto de piezas y sistemas independientes a mediados de los años 90, gracias a la optimización de estos microprocesadores. Esta nueva filosofía de trabajo incrementó sustancialmente el número de sistemas electrónicos y acortó los ciclos de producción de los coches. Actualmente, los vehículos incluyen microprocesadores de 32 bits en sustitución de los de 16 bits. Asimismo, ahora se trabaja con un nuevo sistema de ensamblaje compuesto por redes multiplexadas –sistema de transmisión de datos heredado de la Fórmula 1–, en donde un pequeño cerebro electrónico gestiona la información generada por todos los dispositivos electrónicos del vehículo.

### 2.1.3 'Hardware' y 'Software'

La fibra óptica tiene un papel preponderante ya que su incorporación al automóvil ha reducido enormemente el cableado y por lo tanto, el peso final del vehículo. Este desembarco de la electrónica en el automóvil lejos de estancarse, seguirá ganando terreno e incrementando su importancia en los coches. Algo similar a lo que ha sucedido con la aviación. Según datos suministrados por la Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA) los dispositivos inteligentes (hardware) representan actualmente el 22% del precio final de un vehículo y alcanzarán el 35% en 2010.

En ese mismo año, el coste de los programas de gestión (software) supondrá el 30% del valor del automóvil. La importancia de la electrónica en los vehículos actuales queda demostrada por el hecho de que en tan sólo 10 años (1993-2003) el número de aparatos de este tipo montados en los coches ha crecido un 250%. En este proceso de cambio todos los protagonistas del automóvil – desde su producción hasta su venta y reparación– se han adaptado a este cambio con resultados dispares. Así, mientras que los proveedores de piezas y los fabricantes han optimizado las cadenas de trabajo y de comunicación para hacer frente al desembarco de la electrónica, los talleres y las redes de distribución se han quedado a la zaga.

Según Alfonso González, consultor del automóvil de la compañía Accenture, «la industria de proveedores o componentes ha sufrido una enorme mutación. Las empresas dedicadas a la producción de piezas mecánicas tuvieron que reciclarse para atender a la demanda de dispositivos electrónicos y de esta manera, se han ido concentrando en niveles –primero, segundo y tercero– según su especialización, volumen de negocio y trabajo conjunto con la marca de automóviles».

En esta pirámide de trabajo, los proveedores situados en la base suministran componentes a los niveles superiores, así hasta llegar a los mega proveedores, como son Delphi, Bosch, Valeo o Visteon. Esta teoría de trabajo, desarrollada entre la década de los 80 y 90, ha sido superada, según explica Pedro Bueno,

profesor del IESE. «En la industria de la automoción se ha impuesto el trabajo conjunto entre proveedores y fabricantes. Actualmente, entre el 20% y el 30% del coche se produce fuera de las líneas de montaje de las marcas. Este porcentaje aumentará en los próximos años». Una eficiente y rápida comunicación entre los fabricantes y proveedores es una de las herramientas fundamentales para garantizar la calidad final del producto.

Los problemas detectados, denominados cambios de ingeniería, en esta pirámide que constituyen proveedores y fabricantes se comunican rápidamente, con el fin de que el coche no lleguen defectuosos a los concesionarios. Sin embargo, en ocasiones esto ocurre y se tiene que recurrir a las revisiones. Una opción muy molesta para los usuarios, pero aún más para la marca, puesto que además de dañar su imagen, han de afrontar una serie de gastos no incluidos en sus partidas presupuestarias iniciales. Este desembolso varía dependiendo de la gravedad de la revisión y del número de coches afectados. La consultora Accenture afirma que el coste mínimo de una revisión es de 100 euros por vehículo. Aunque, en algunas ocasiones, estas reparaciones se realizan cuando el usuario acude al taller oficial para cambiar el aceite o revisar los frenos. Una fórmula que reduce los costes y no causa alarma entre los clientes.

### **2.1.4 Pacto entre caballeros**

Entre fabricantes y proveedores también existe el pacto entre caballeros de «hacer las cosas bien desde el principio» para garantizar la calidad final del automóvil. Este principio se basa en el autocontrol de las piezas por parte de todos los agentes que intervienen en la producción de los coches. Sin embargo, cuando esto no funciona y aparecen fallos, los fabricantes penalizan a sus proveedores. Ford, por ejemplo, tuvo que hacer frente hace dos años a una revisión de cuatro millones de unidades de su modelo Explorer en Estados Unidos por un problema en sus neumáticos marca Firestone. Además de desembolsar cerca de 2.000 millones de euros para la revisión, dejó de trabajar con esta empresa. El fabricante de cubiertas sufrió, por su parte, el efecto negativo de la publicidad generada por el caso. Si proveedores y fabricantes

han conseguido adaptarse a este cambio gracias a estos principios, los concesionarios y talleres se han rezagado en sus conocimientos sobre la electrónica. Estudios elaborados por la compañía alemana Bosch demuestran que algunos concesionarios alientan a sus clientes a pedir vehículos sin sistema de control de estabilidad (ESP), ya que ellos mismo desconocen cómo funciona y para qué sirve.

### **2.1.5 Talleres, los más lentos**

Más preocupante aún es la lentitud con la que muchos talleres se adaptan a la creciente presencia de dispositivos electrónicos en el automóvil. La preparación en esta materia, según la Asociación de Empresarios de Talleres de Reparación de Automóviles de Madrid (Asetra), «difiere sustancialmente de la que exigía los elementos mecánicos».

Según el departamento técnico de la patronal «los dispositivos electrónicos evolucionan a pasos agigantados, por lo que se necesitan cursos de reciclaje continuos, mientras que los entresijos de la mecánica se pueden aprender con mucho trabajo en el taller y con una formación técnica más limitada». Los primeros cursos en materia electrónica fueron impartidos por Bosch en 1985, con el fin de explicar a los talleres el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.

Sin embargo, estos cursos no se generalizaron hasta mediados de los 90. En un principio, los seminarios iban dirigidos a los centros oficiales, para más tarde incluirse a los talleres libres. En ocasiones «algunos centros de reparación han rechazado asistir a estos cursos, bien por pensar que la electrónica era una moda pasajera, bien por no cerrar el taller durante el periodo que duran los cursos», analiza la patronal. Sin embargo, el gran problema que asola a los centros de reparación es la falta de información técnica.

«El sector de la reparación va a la zaga en el conocimiento de los dispositivos. Muchas veces aparecen en el mercado dispositivos muy innovadores, como por ejemplo, el frenado selectivo electro hidráulico (SBC) de Mercedes, del que la marca no suministra suficiente información técnica, por lo que somos

incapaces de saber qué falla en su gestión. Asimismo, muchos talleres piensan que las máquinas de autodiagnóstico producidas por los fabricantes para detectar los fallos en dispositivos electrónicos –tester– son suficientes para localizar los problemas», indica Asetra.

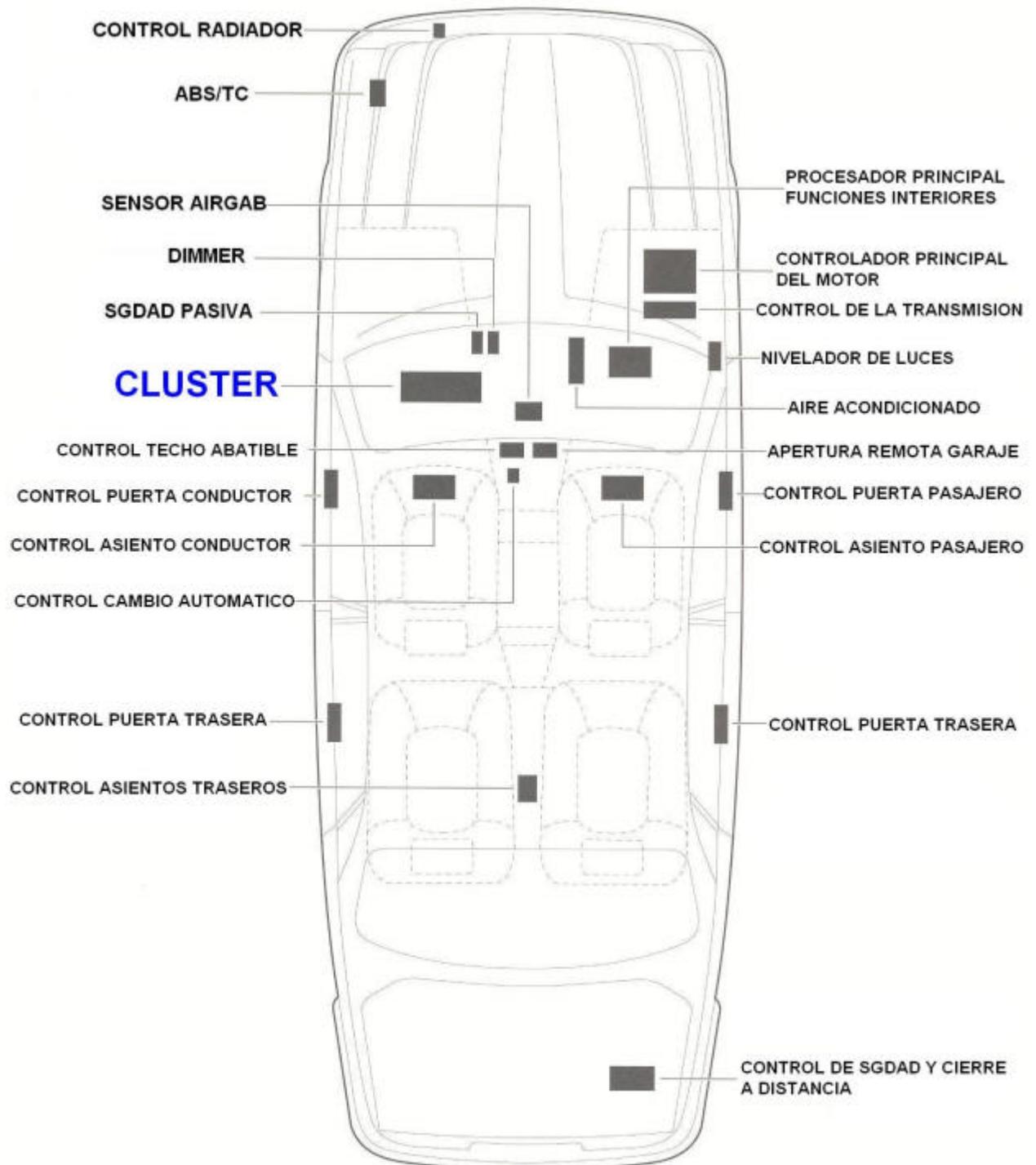
### 2.1.6 El autodiagnóstico

Estas máquinas, explica la patronal, «son muy útiles, pero no son suficientes para diagnosticar el vehículo. Se necesita una buena base técnica para interpretar la información del tester. En resumen, orientan, pero no son 100% precisas». Además, su alto coste –entre 3.000 y 18.000 euros, más actualizaciones, dependiendo de su equipamiento y de quién sea el fabricante– es un desembolso que algunos talleres no están dispuestos a asumir. Por último, el gabinete técnico de Asetra señala cuál es el verdadero problema al que se enfrentan los talleres. «Los microprocesadores electrónicos fallan esporádicamente en muchísimas ocasiones debido en gran parte a que los programas software no están lo suficientemente depurados ya que cada vez el ciclo de lanzamiento de un vehículo es mas corto por la alta competencia existente y esto ocasiona que el tiempo de pruebas del software de cada uno de los módulos electrónicos sea mas reducido. Cuando el usuario acude al taller, el microprocesador funciona correctamente, por lo que el mecánico o la máquina de autodiagnóstico es incapaz de localizar el fallo en el chequeo», señala.

De todo esto se deduce la importancia de un diagnostico precoz de problemas en las líneas de producción de los fabricantes de automóviles. Esto repercute de manera importante en la rentabilidad de los fabricantes y de sus proveedores de sistemas.

## 2.2 Distribución de la electrónica en un automóvil

La siguiente figura muestra un ejemplo de distribución de los numerosos módulos electrónicos instalados en un vehículo.



### 2.3 Visteon. Fabricante de módulos electrónicos

La multinacional Visteon es una empresa que provee sistemas electrónicos a numerosos fabricantes de automóviles tales como FORD, BMW, RENAULT, VOLKSWAGEN, JAGUAR, VOLVO, ASTON MARTIN, TOYOTA, PSA, SCANIA etc.

Visteon se encuentra entre las cuatro grandes multinacionales a nivel mundial que son proveedoras de sistemas electrónicos para la automoción. Las otras tres son: Delphi, Bosh y Valeo.

Visteon, tiene una de sus plantas en la localidad de El Puerto de Santa Maria. La planta tiene el nombre de Visteon Cádiz Electrónica S.A. Esta planta fabrica módulos electrónicos para los fabricantes mencionados anteriormente. Algunos de los productos fabricados son:

- Controladores electrónicos de gestión de motores.
- Módulos electrónicos para seguridad pasiva
- Módulos para el control de la climatización
- Paneles de instrumentación o CLUSTERS
- Reproductores de DVD
- Módulos interface para telefonía.
- DAB. Digital Audio Broadcasting. Radio Digital por satélite.

La “Mejora Continua de la Calidad” es uno de los pilares fundamentales de la empresa. Es el fundamento de la mayoría de los sistemas, metodologías, procesos y técnicas usados.

Los empleados han sido entrenados durante muchos años en el concepto de “Calidad Total” para ser los mejores y lograr la primacía mundial en calidad. La calidad de los productos y servicios esta orientada tanto a clientes externos como a internos.

Este énfasis en la “mejora continua” es el fundamento de este proyecto.

## 2.4 ¿Qué es un Cluster ?. Diagrama y funcionamiento

En la industria del automóvil, el Cluster es el grupo de indicadores que proporcionan información al conductor. Esta información se puede categorizar en dos grupos fundamentales:

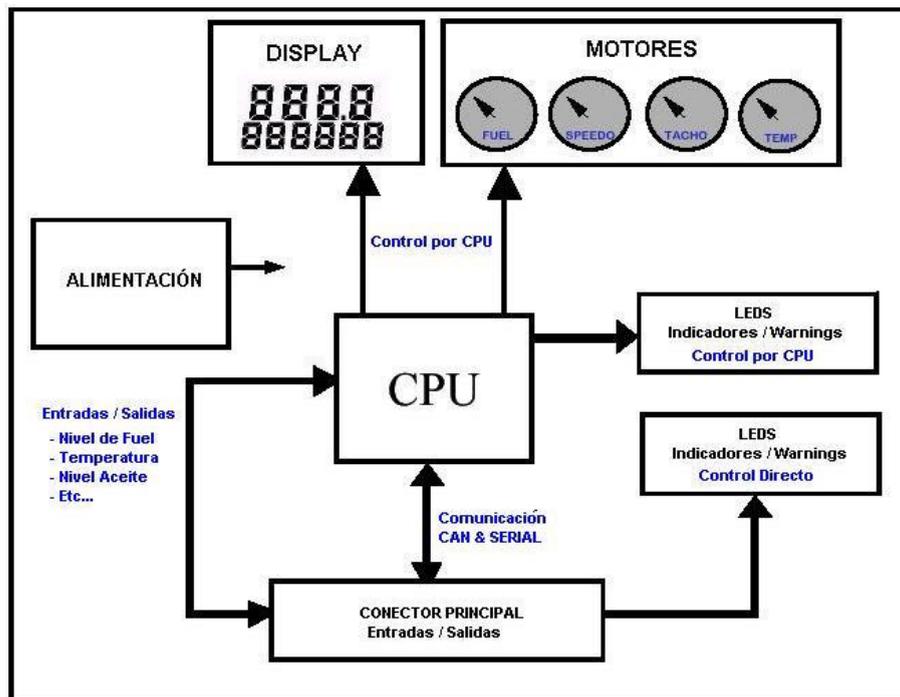
Indicadores (Indicators): Velocidad, Revoluciones del Motor, Temperatura del Aceite, Nivel de Combustible, Kilometraje, Indicadores de Dirección, Mensajes, etc....

Alertas (Warnings): Alertan al conductor sobre problemas en el vehículo: Bajo nivel de Batería, Problemas del Airbag, Bajo nivel de Aceite, Alta temperatura del Motor, Mala Combustión de Gases (contaminación), Seguridad Pasiva, etc.



*Figura1. Cluster y su localización en el vehículo*

## Diagrama de bloques



*Figura 2. Diagrama de bloques de un Cluster*

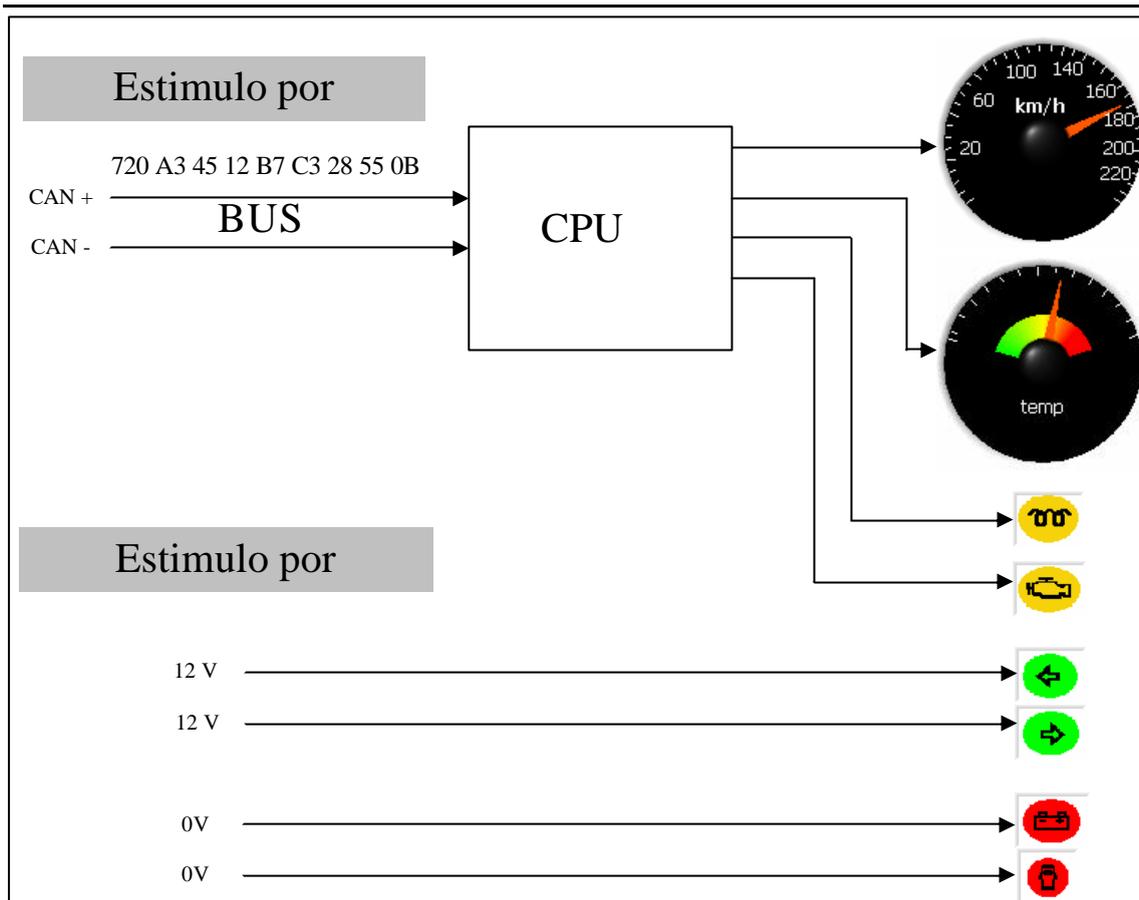
Este diagrama de bloques muestra cuales son las funciones genéricas para la mayoría de los Clusters existentes en el mercado. Basándonos en ellas diseñaremos un sistema de diagnostico capaz de dar cobertura a la mayoría de estas funciones.

### Funcionamiento

Un Cluster recibe estímulos del exterior y los convierte en señales visuales.

Estos estímulos pueden ser recibidos principalmente de dos formas:

- Software. A través de un bus de comunicaciones se recibe información de otros módulos de control.
- Hardware. Diferentes niveles de tensión en las entradas.



*Figura 3. Funcionamiento del Cluster*

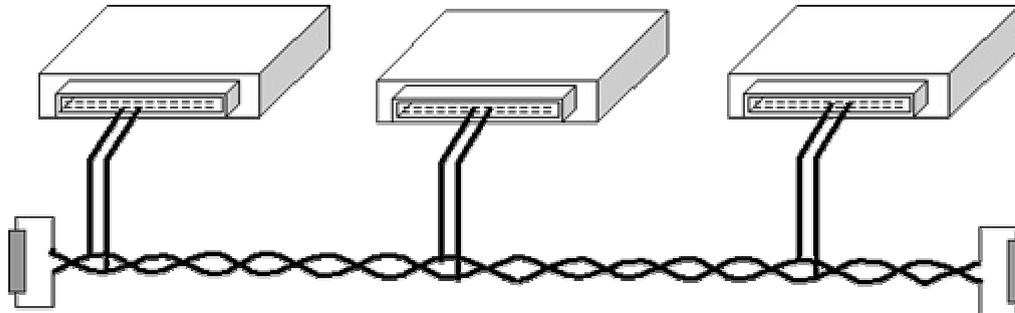
## 2.5 El bus de comunicaciones CAN

Can-Bus es un protocolo de comunicación en serie desarrollado por Bosch para el intercambio de información entre unidades de control electrónicas del automóvil.

Can significa Controller Area Network (Red de área de control) y Bus, en informática, se entiende como un elemento que permite transportar una gran cantidad de información.

Este sistema permite compartir una gran cantidad de información entre las unidades de control abonadas al sistema, lo que provoca una reducción importante tanto del número de sensores utilizados como de la cantidad de cables que componen la instalación eléctrica.

De esta forma aumentan considerablemente las funciones presentes en los sistemas del automóvil donde se emplea el Can-Bus sin aumentar los costes, además de que estas funciones pueden estar repartidas entre dichas unidades de control.



*Figura 4. Conexión de varios módulos al bus CAN*

### 2.5.1 Características principales del protocolo CAN

- La información que circula entre las unidades de mando a través de los dos cables (bus) son paquetes de 0 y 1 (bit) con una longitud limitada y con una estructura definida de campos que conforman el mensaje.
- Uno de esos campos actúa de identificador del tipo de dato que se transporta, de la unidad de mando que lo transmite y de la prioridad para transmitirlo respecto a otros. El mensaje no va direccionado a ninguna unidad de mando en concreto, cada una de ellas reconocerá mediante este identificador si el mensaje le interesa o no.
- Todas las unidades de mando pueden ser transmisoras y receptoras, y la cantidad de las mismas abonadas al sistema puede ser variable (dentro de unos límites).
- Si la situación lo exige, una unidad de mando puede solicitar a otra una determinada información mediante uno de los campos del mensaje (trama remota o RDR).
- Cualquier unidad de mando introduce un mensaje en el bus con la condición de que esté libre, si otra lo intenta al mismo tiempo el conflicto se resuelve por la prioridad del mensaje indicado por el identificador del mismo.

- El sistema está dotado de una serie de mecanismos que aseguran que el mensaje es transmitido y recibido correctamente. Cuando un mensaje presenta un error, es anulado y vuelto a transmitir de forma correcta, de la misma forma una unidad de mando con problemas avisa a las demás mediante el propio mensaje, si la situación es irreversible, dicha unidad de mando queda fuera de servicio pero el sistema sigue funcionando.

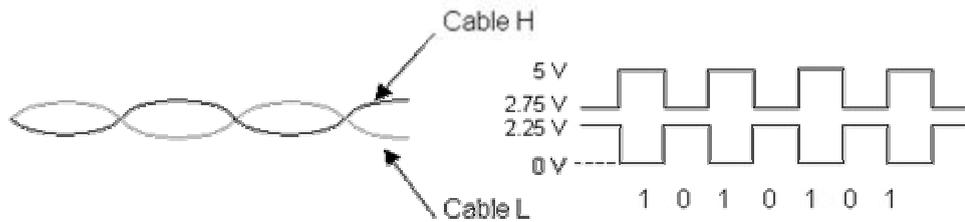
### 2.5.2 Elementos que componen el sistema CAN-BUS

#### Cables

La información circula por dos cables trenzados que unen todas las unidades de control que forman el sistema. Esta información se transmite por diferencia de tensión entre los dos cables, de forma que un valor alto de tensión representa un 1 y un valor bajo de tensión representa un 0. La combinación adecuada de unos y ceros conforman el mensaje a transmitir.

En un cable los valores de tensión oscilan entre 0V y 2.25V, por lo que se denomina cable L (Low) y en el otro, el cable H (High) lo hacen entre 2.75V. y 5V. En caso de que se interrumpa la línea H o que se derive a masa, el sistema trabajará con la señal de Low con respecto a masa, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo contrario. Esta situación permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables cortados o comunicados a masa, incluso con ambos comunicados también sería posible el funcionamiento, quedando fuera de servicio solamente cuando ambos cables se cortan.

Es importante tener en cuenta que el trenzado entre ambas líneas sirve para anular los campos magnéticos, por lo que no se debe modificar en ningún caso ni el paso ni la longitud de dichos cables.

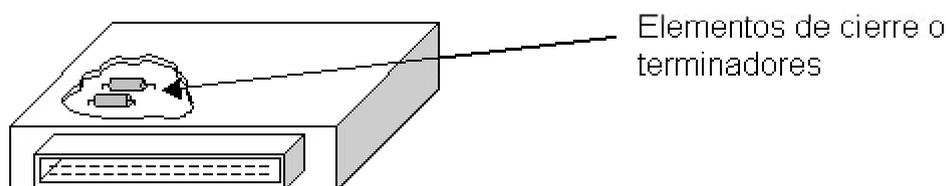


*Figura 5. CAN, Niveles de Tensión, Par trenzado*

### Elemento de cierre o terminador

Son resistencias conectadas a los extremos de los cables H y L. Sus valores se obtienen de forma empírica y permiten adecuar el funcionamiento del sistema a diferentes longitudes de cables y número de unidades de control abonadas, ya que impiden fenómenos de reflexión que pueden perturbar el mensaje.

Estas resistencias están alojadas en el interior de algunas de las unidades de control del sistema por cuestiones de economía y seguridad de funcionamiento



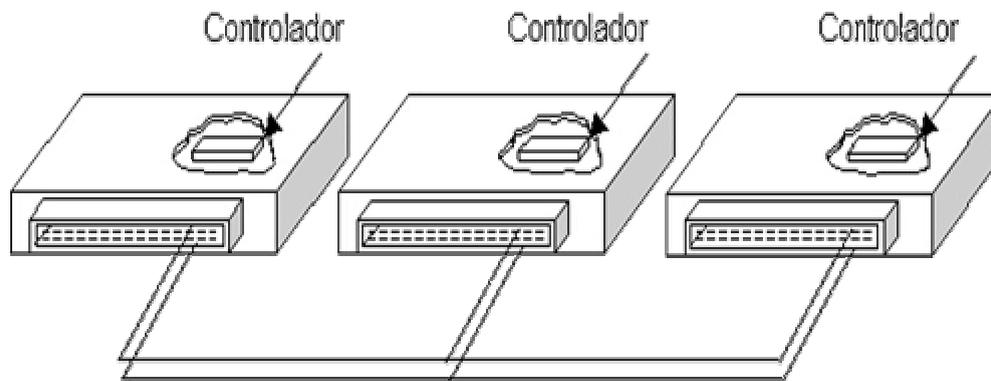
*Figura 6. CAN, resistencias de terminación del bus*

### Controlador

Es el elemento encargado de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor-receptor. Trabaja acondicionando la información que entra y sale entre ambos componentes.

El controlador está situado en la unidad de control, por lo que existen tantos como unidades estén conectadas al sistema. Este elemento trabaja con niveles de tensión muy bajos y es el que determina la velocidad de transmisión de los mensajes, que será más o menos elevada según el compromiso del sistema.

Así, en la línea de Can-Bus del motor-frenos-cambio automático es de 500 K baudios, y en los sistema de confort de 62.5 K baudios. Este elemento también interviene en la necesaria sincronización entre las diferentes unidades de mando para la correcta emisión y recepción de los mensajes.

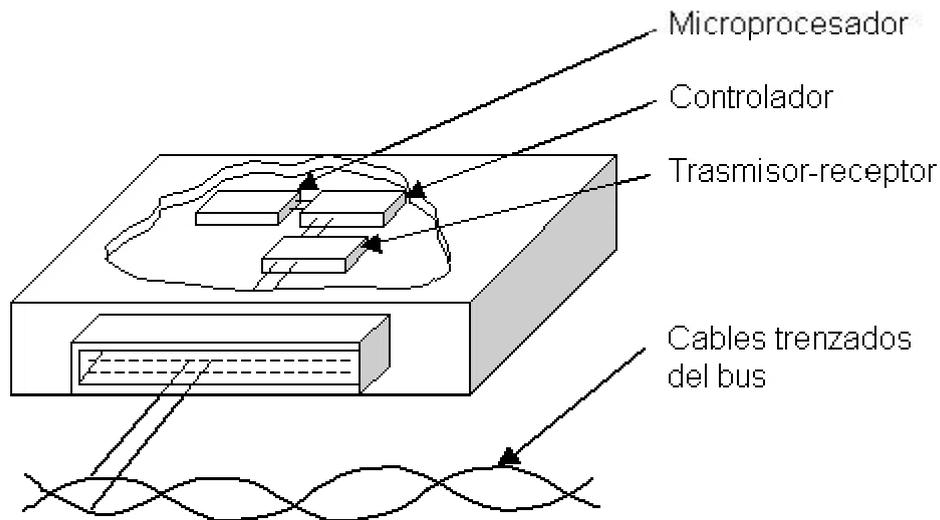


*Figura 7. CAN, controladores*

### **Transmisor / Receptor**

El transmisor-receptor es el elemento que tiene la misión de recibir y de transmitir los datos, además de acondicionar y preparar la información para que pueda ser utilizada por los controladores. Esta preparación consiste en situar los niveles de tensión de forma adecuada, amplificando la señal cuando la información se vuelca en la línea y reduciéndola cuando es recogida de la misma y suministrada al controlador.

El transmisor-receptor es básicamente un circuito integrado que está situado en cada una de las unidades de control abonadas al sistema, trabaja con intensidades próximas a 0.5 A y en ningún caso interviene modificando el contenido del mensaje. Funcionalmente está situado entre los cables que forman la línea Can-Bus y el controlador.



*Figura 8. CAN, conexión entre dispositivos internos*

### 2.5.3 ¿Cómo funciona el sistema Can-Bus?

Las unidades de mando que se conectan al sistema Can-Bus son las que necesitan compartir información, pertenezcan o no a un mismo sistema. En automoción generalmente están conectadas a una línea las unidades de control del motor, del ABS y del cambio automático, y a otra línea (de menor velocidad) las unidades de control relacionadas con el sistema de confort.

El sistema Can-Bus está orientado hacia el mensaje y no al destinatario. La información en la línea es transmitida en forma de mensajes estructurados en la que una parte del mismo es un identificador que indica la clase de dato que contiene. Todas las unidades de control reciben el mensaje, lo filtran y solo lo emplean las que necesitan dicho dato. Naturalmente, la totalidad de unidades de control abonadas al sistema son capaces tanto de introducir como de recoger mensajes de la línea. Cuando el bus está libre cualquier unidad conectada puede empezar a transmitir un nuevo mensaje.

En el caso de que una o varias unidades pretendan introducir un mensaje al mismo tiempo, lo hará la que tenga una mayor prioridad. Esta prioridad viene indicada por el identificador.

El proceso de transmisión de datos se desarrolla siguiendo un ciclo de varias fases:

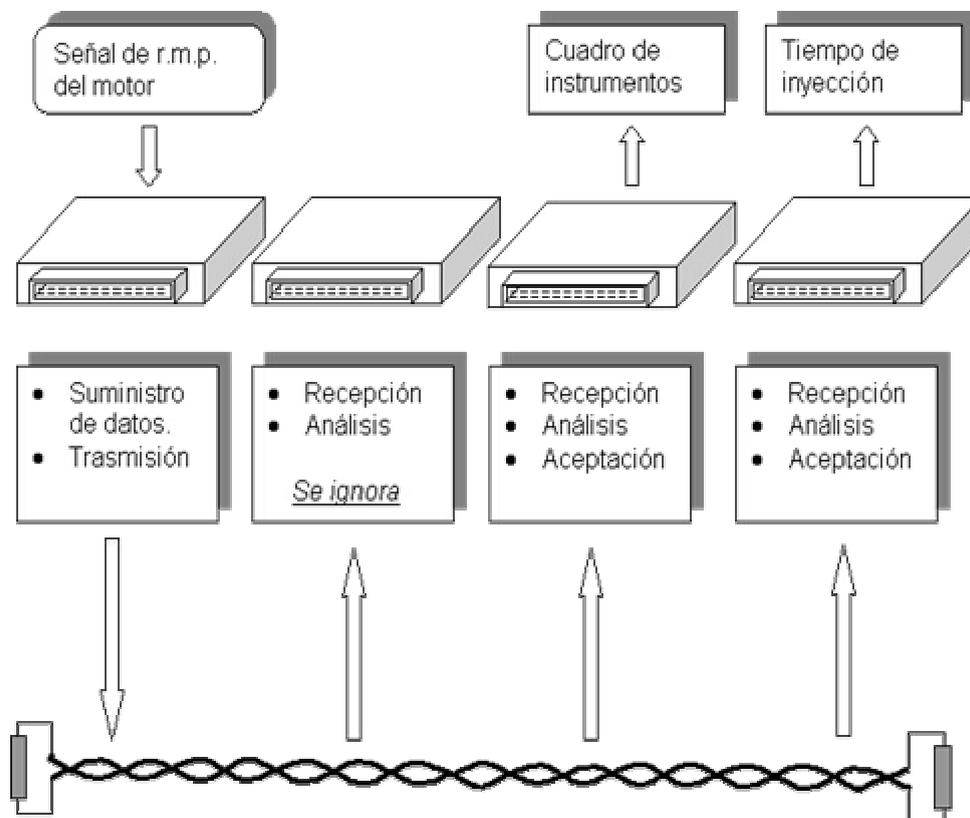
1. **Suministro de datos:** Una unidad de mando recibe información de los sensores que tiene asociados (r.p.m. del motor, velocidad, temperatura del motor, puerta abierta, etc.). Su microprocesador pasa la información al controlador donde es gestionada y acondicionada para a su vez ser pasada al transmisor-receptor donde se transforma en señales eléctricas.
2. **Transmisión de datos:** El controlador de dicha unidad transfiere los datos y su identificador junto con la petición de inicio de transmisión, asumiendo la responsabilidad de que el mensaje sea correctamente transmitido a todas las unidades de mando asociadas. Para transmitir el mensaje ha tenido que encontrar el bus libre, y en caso de colisión con otra unidad de mando intentando transmitir simultáneamente, tener una prioridad mayor. A partir del momento en que esto ocurre, el resto de unidades de mando se convierten en receptoras.
3. **Recepción del mensaje:** Cuando la totalidad de las unidades de mando reciben el mensaje, verifican el identificador para determinar si el mensaje va a ser utilizado por ellas. Las unidades de mando que necesiten los datos del mensaje lo procesan, si no lo necesitan, el mensaje es ignorado.

El sistema Can-Bus dispone de mecanismos para detectar errores en la transmisión de mensajes, de forma que todos los receptores realizan un chequeo del mensaje analizando una parte del mismo, llamado campo CRC. Otros mecanismos de control se aplican en las unidades emisoras que monitorizan el nivel del bus, la presencia de campos de formato fijo en el mensaje (verificación de la trama), análisis estadísticos por parte de las unidades de mando de sus propios fallos etc.

Estas medidas hacen que las probabilidades de error en la emisión y recepción de mensajes sean muy bajas, por lo que es un sistema extraordinariamente seguro.

El planteamiento del Can-Bus, como puede deducirse, permite disminuir notablemente el cableado en el automóvil, puesto que si una unidad de mando dispone de una información, como por ejemplo, la temperatura del motor, esta puede ser utilizada por el resto de unidades de mando sin que sea necesario que cada una de ellas reciba la información de dicho sensor.

Otra ventaja obvia es que las funciones pueden ser repartidas entre distintas unidades de mando, y que incrementar las funciones de las mismas no presupone un coste adicional excesivo.



*Figura 9. CAN, flujo de información entre módulos*

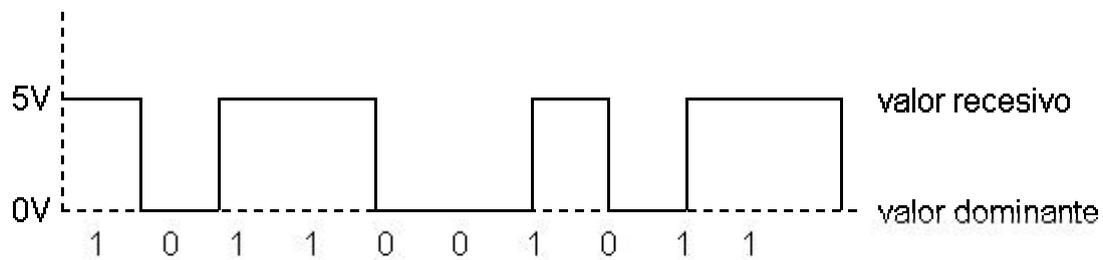
### 2.5.4 ¿Cómo es el mensaje?

El mensaje es una sucesión de “0” y “1”, que como se explicaba al principio, están representados por diferentes niveles de tensión en los cables del Can-Bus y que se denominan “bit”.

El mensaje tiene una serie de campos de diferente tamaño (número de bits) que permiten llevar a cabo el proceso de comunicación entre las unidades de mando según el protocolo definido por Bosch para el Can-Bus, que facilitan desde identificar a la unidad de mando, como indicar el principio y el final del mensaje, mostrar los datos, permitir distintos controles etc.

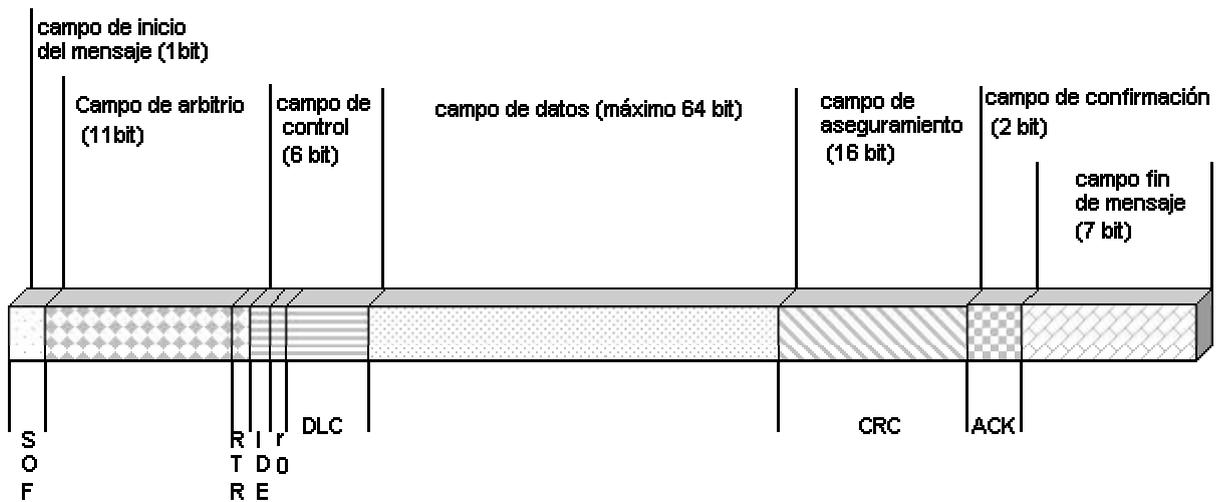
Los mensajes son introducidos en la línea con una cadencia que oscila entre los 7 y los 20 milisegundos dependiendo de la velocidad del área y de la unidad de mando que los introduce.

Ejemplo de cómo se escribe un mensaje:



*Figura 10. CAN, ejemplo de un mensaje*

Estructura del mensaje estándar:



*Figura 11. CAN, estructura de un mensaje*

- **Campo de inicio del mensaje:** El mensaje se inicia con un bit dominante, cuyo flanco descendente es utilizado por las unidades de mando para sincronizarse entre sí.
- **Campo de arbitrio:** Los 11 bit de este campo se emplean como identificador que permite reconocer a las unidades de mando la prioridad del mensaje. Cuanto más bajo sea el valor del identificador más alta es la prioridad, y por lo tanto determina el orden en que van a ser introducidos los mensajes en la línea. El bit RTR indica si el mensaje contiene datos (RTR=0) o si se trata de una trama remota sin datos (RTR=1). Una trama de datos siempre tiene una prioridad más alta que una trama remota. La trama remota se emplea para solicitar datos a otras unidades de mando o bien porque se necesitan o para realizar un chequeo.
- **Campo de control:** Este campo informa sobre las características del campo de datos. El bit IDE indica cuando es un "0" que se trata de una trama estándar y cuando es un "1" que es una trama extendida. Los cuatro bit que componen el campo DLC indican el número de bytes contenido en el campo de datos. La diferencia entre una trama estándar

y una trama extendida es que la primera tiene 11 bits y la segunda 29 bits. Ambas tramas pueden coexistir eventualmente, y la razón de su presencia es la existencia de dos versiones de CAN.

- **Campo de datos:** En este campo aparece la información del mensaje con los datos que la unidad de mando correspondiente introduce en la línea Can-Bus. Puede contener entre 0 y 8 bytes (de 0 a 64 bit).
- **Campo de aseguramiento (CRC):** Este campo tiene una longitud de 16 bit y es utilizado para la detección de errores por los 15 primeros, mientras el último siempre es un bit recesivo (1) que delimita el campo CRC.
- **Campo de confirmación (ACK):** El campo ACK esta compuesto por dos bit que son siempre transmitidos como recesivos (1). Todas las unidades de mando que reciben el mismo CRC modifican el primer bit del campo ACK por uno dominante (0), de forma que la unidad de mando que está todavía transmitiendo reconoce que al menos alguna unidad de mando ha recibido un mensaje escrito correctamente. De no ser así, la unidad de mando transmisora interpreta que su mensaje presenta un error.
- **Campo de final de mensaje (EOF):** Este campo indica el final del mensaje con una cadena de 7 bits recesivos.

Puede ocurrir que en determinados mensajes se produzcan largas cadenas de ceros o unos, y que esto provoque una pérdida de sincronización entre unidades de mando. El protocolo CAN resuelve esta situación insertando un bit de diferente polaridad cada cinco bits iguales: cada cinco "0" se inserta un "1" y viceversa. La unidad de mando que utiliza el mensaje, descarta un bit posterior a cinco bits iguales. Estos bits reciben el nombre de bit stuffing.

Ejemplo de un mensaje real:

SOF	Identificador	RTR	IDE	DLC	Dato Byte 1	Dato Byte 2	CRC	ACK	FN
0	1100010000	0	000	0010	00010110	00000000	0	01	11111

*Figura 12. CAN, ejemplo de mensaje*

### 2.5.5 ¿Cómo se diagnostica el Can-Bus?

Los sistemas de seguridad que incorpora el Can-Bus permiten que las probabilidades de fallo en el proceso de comunicación sean muy bajas, pero sigue siendo posible que cables, contactos y las propias unidades de mando presenten alguna disfunción.

Para el análisis de una avería, se debe tener presente que una unidad de mando averiada abonada al Can-Bus en ningún caso impide que el sistema trabaje con normalidad. Lógicamente no será posible llevar a cabo las funciones que implican el uso de información que proporciona la unidad averiada, pero sí todas las demás.

Por ejemplo, si quedase fuera de servicio la unidad de mando de una puerta, no funcionaría el cierre eléctrico ni se podrían accionar el del resto de las puertas.

En el supuesto que la avería se presentara en los cables del bus, sería posible accionar eléctricamente la cerradura de dicha puerta, pero no las demás. Recuérdese que esto solo ocurriría si los dos cables se cortan o se cortocircuitan a masa.

También es posible localizar fallos en el Can-Bus consultando el sistema de auto diagnóstico del vehículo, donde se podrá averiguar desde el estado de funcionamiento del sistema hasta las unidades de mando asociadas al mismo, pero necesariamente se ha de disponer del equipo de chequeo apropiado.

Otra alternativa es emplear el programa informático CANalyzer (Vector Informatik GmbH) con el ordenador con la conexión adecuada. Este programa permite visualizar el tráfico de datos en el Can-Bus, indica el contenido de los mensajes y realiza la estadística de mensajes, rendimiento y fallos.

Probablemente, la herramienta más adecuada y asequible sea el osciloscopio digital con dos canales, memoria y un ancho de banda de 20 MHz. (FLUKE, MIAC etc.) con el que se pueden visualizar perfectamente los mensajes utilizando una base de tiempos de 100 microsegundos y una base de tensión

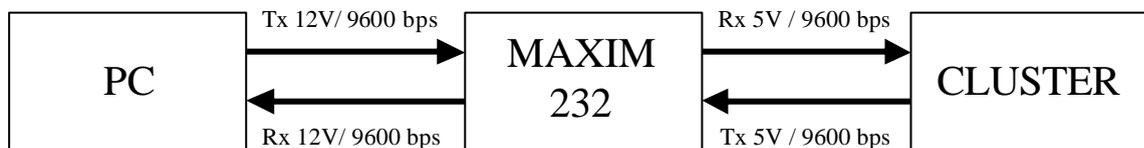
de 5V. En este caso, se debe tener en cuenta que los bits stuff (el que se añade después de cinco bits iguales) deben ser eliminados.

## 2.6 El bus de comunicaciones Serial TX-RX

Algunos Clusters utilizan un bus de comunicaciones serie. Esta línea se suele usar para propósitos de programación durante la fabricación del Cluster. Una vez que el cluster esta montado en el vehículo este bus no es accesible desde el exterior y por tanto no se utiliza.

El bus esta formado por dos hilos. Uno se usa para Transmisión y otro para Recepción de datos.

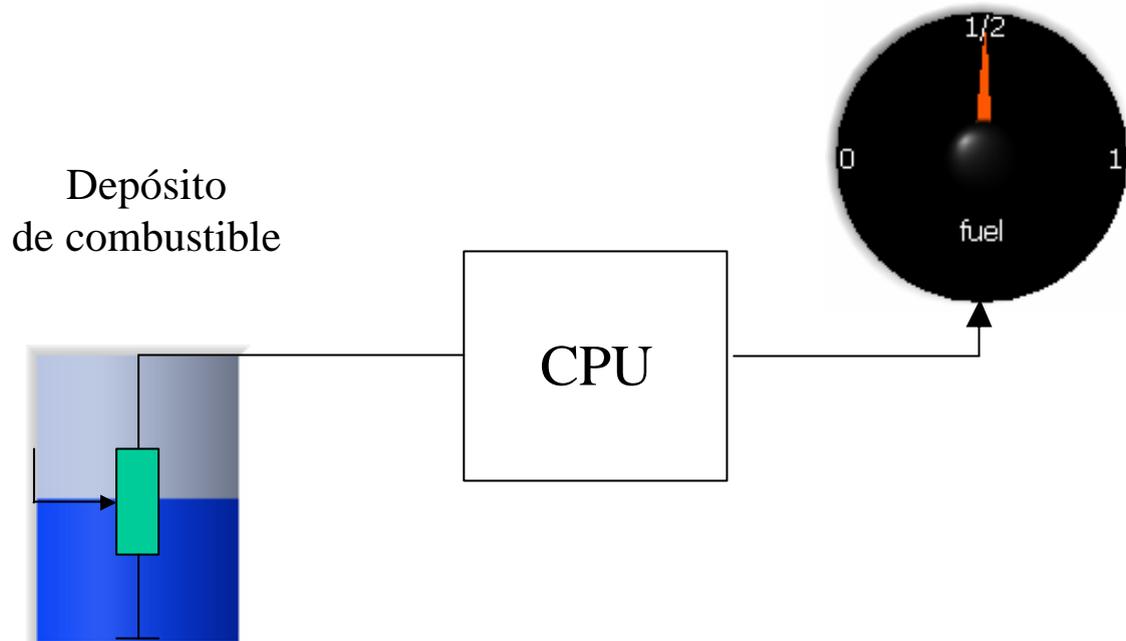
La programación se realiza conectando este bus al puerto serie de un PC. Los niveles de tensión del bus en el cluster son TTL y en el PC son CMOS por lo tanto para poder comunicarnos con el Cluster necesitaremos un convertor de niveles de CMOS a TTL y viceversa. La velocidad del bus es de 9600 bps.



*Figura 13. Comunicación por bus serie con el Cluster*

## 2.7 El indicador analógico de combustible

Los Clusters utilizan un sistema de medida analógico del nivel de combustible. Esta función es simple. La CPU del Cluster, en una de sus entradas analógicas, lee constantemente un valor de tensión que dependerá del valor resistivo de la resistencia variable alojada en el interior del depósito de combustible. El valor de esta resistencia variable será función del nivel de combustible.



*Figura 14. El Indicador analógico de combustible*

### 3. Definición del problema

Muchos de los módulos que se fabrican en Visteon son “programables”. El software es uno de los pilares fundamentales en la gestión de los circuitos en el mundo de la automoción.

En las reuniones de mejora continua del Departamento de Calidad se revisa la situación del producto cluster en varias de sus versiones. En estas revisiones se detecta una oportunidad de mejora en varios modelos de Clusters.

Visteon Cádiz, fabrica numerosos modelos de clusters. A groso modo la secuencia de eventos desde que el modulo se fabrica hasta que el vehículo llega al concesionario es la siguiente:

1. Ensamblaje y soldadura del hardware
2. Programación del software
3. Comprobación funcional del producto acabado
4. Envío al cliente (fabricante del automóvil)
5. Instalación del cluster en el vehículo

6. Test funcional de todos los sistemas. Verificación del cluster
7. El vehículo se envía al concesionario para su venta.
8. El cliente adquiere el vehículo y verifica la correcta funcionalidad del cluster (inicio del periodo de garantía)

Esto es un proceso continuo en la que cualquier fallo se puede pagar muy caro. Cualquier fallo en esta secuencia podría provocar una parada del proceso productivo del fabricante del automóvil. Cada minuto de parada supone un altísimo coste económico. Si la parada es ocasionada por un defecto de fabricación del Cluster, el proveedor de este producto asumiría el coste, suponiendo esto una partida presupuestaria no prevista y por lo tanto pérdidas económicas para la empresa.

Consciente de todo esto, el Departamento de Calidad, quiere poner especial énfasis en dar al fabricante del automóvil el mejor servicio posible en el caso de que se llegara a detectar algún problema en sus productos cluster, de manera que, en caso de producirse algún fallo, dar al cliente un servicio rápido e in situ para evitar una parada del proceso, un deterioro de su imagen y en casos graves una pérdida del negocio.

Surge la necesidad de estar preparados ante un evento de este tipo. Para tal fin se decide poner en práctica este proyecto, el cual proporcionara a los ingenieros representantes de Visteon en las plantas de los fabricantes de vehículos (clientes), un sistema de diagnostico para clusters que permitirá resolver una contingencia de este tipo en el menor tiempo posible y con el menor impacto posible al Cliente.

### **3.1 Objetivo: Fiesta, Focus, Megane**

El sistema tiene que ser capaz de soportar funciones de diagnostico a nivel de hardware y software para los siguientes modelos de Cluster:

- Ford Fiesta
- Ford Focus
- Renault Megane

### 3.2 Funciones comunes a los tres clusters

Nuestro sistema de diagnóstico tiene que ser capaz de realizar el mayor número posible de funciones de diagnóstico a los tres clusters del ámbito de aplicación. Se realiza un estudio de compatibilidad para determinar las funciones comunes a los tres. El estudio muestra que las siguientes funciones son comunes a todos los clusters. Nuestro sistema dará cobertura a todas estas funciones.

Tipo de Cluster	Bus de Comunicación CAN	Bus de Comunicación SERIE	Entradas a 12 V	Entradas a GND	Indicador analógico de combustible
Ford Fiesta	CAN HI 500 Kbps	TX, RX 9600 bps	9	5	SI
Ford Focus	CAN HI 500 Kbps	TX, RX 9600 bps	7	10	SI
Renault Megane	CAN HI 500 Kbps		4	7	SI

*Tabla 1. Estudio de compatibilidad*

## 4. Solución del problema. Sistema CPAT

Durante el análisis de las posibles soluciones, se barajaron varias opciones como solución a nuestro sistema de diagnóstico. Una condición primordial es que el sistema dependerá de un software de diagnóstico instalado en un ordenador y que el tipo de ordenador no tiene que ser un condicionante para el uso del mismo. Tres de las opciones que más peso han tenido en la elaboración de nuestro proyecto son las siguientes:

1. Uso de instrumentación convencional (osciloscopio, multímetro, etc.)
2. Tarjetas estándar de comunicaciones CAN y de relés.
3. Tarjetas de comunicaciones y de relés a medida.

Estas opciones se han contrastado con la definición del objetivo de nuestro proyecto y se ha determinado la viabilidad de las mismas.

**Opción 1.** El uso de instrumentación convencional supone una inversión en equipos demasiado elevada. La persona que maneje el equipo se supone que tiene que tener unos conocimientos elevados sobre el manejo de los mismos además de un conocimiento a nivel de circuitos electrónicos de los diferentes

tipos de cluster. **No cumple con criterios de precio, simplicidad y flexibilidad.**

**Opción 2.** Existen en el mercado numerosas tarjetas de comunicaciones CAN y tarjetas de relés en diferentes formatos. Los formatos de las tarjetas CAN suelen ser de dos tipos: 1) para conectar al puerto PCI de un PC de sobremesa y 2) para conectar al puerto PCMCIA de un ordenador portátil. Su precio no es muy elevado pero nos hacen depender del tipo de ordenador que tengamos y esto lo hace ser poco flexible. El sistema tiene que ser independiente del PC que utilicemos. **No cumple con el criterio de flexibilidad.**

**Opción 3.** Esta opción, explora la posibilidad de comprar o fabricar a medida las tarjetas necesarias del sistema basándonos en los objetivos del proyecto. Se trata de fabricar unas tarjetas que cumplan lo mas fielmente posible los objetivos definidos. De esta manera se piensa en un sistema que se conecte con un solo cable de comunicaciones serie al puerto RS232 del ordenador. A través de este cable y mediante un software de diagnostico se controlaran todas las funciones del equipo además de realizar todo el diagnostico a los diferentes tipos de clusters. Se piensa, además, que esta tarjeta multifunción tenga un puerto de salida para controlar una tarjeta de relés , la cual, será fabricada en Visteon con componentes electrónicos usados en varios de los sistemas que se fabrican en la cadena de producción. Se pretende con esta opción que el sistema sea totalmente controlado por el software de diagnostico. Este ultimo, a su vez, se diseñara de tal manera que su uso sea intuitivo. Esta opción **si cumple con los objetivos del proyecto**. El sistema no será dependiente del tipo de ordenador ya que la tarjeta multifunción no formara parte del slot PCI o PCMCIA sino que será independiente y se conectara mediante un cable al puerto serie del ordenador y este esta disponible tanto en PC portátil como de sobremesa.

Para la fabricación de la tarjeta multifunción se habla con uno de los proveedores de Visteon de equipos de test llamado “Plant Link SL” [www.plantlinksl.com](http://www.plantlinksl.com), sito en la provincia de Cádiz. Este proveedor tiene mucha experiencia en la fabricación de tarjetas a medida.

Las características de la tarjeta multifunción son las siguientes:

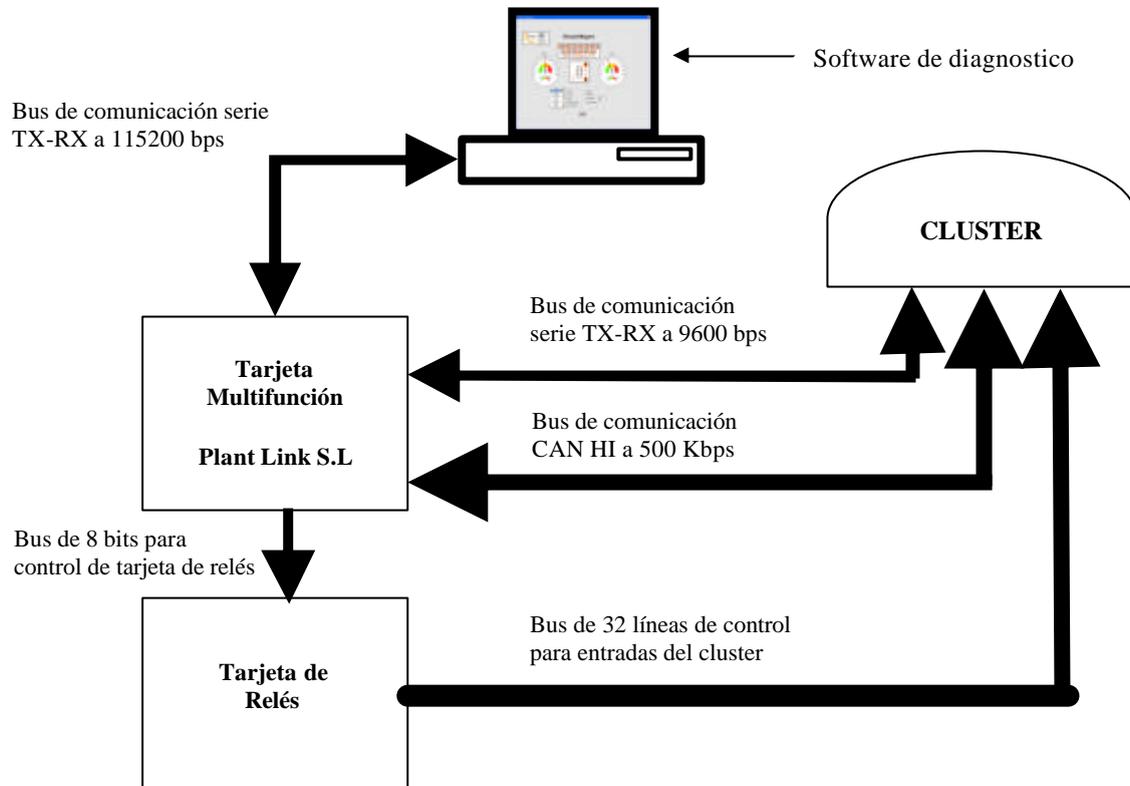
- **Tarjeta multifunción de la empresa Plant Link SL .**
  - Comunicaciones CAN HI 500 kbps
  - Conversor de niveles CMOS / TTL y viceversa
  - Puerto de salida de 8 bits para propósito general
  - Drivers de control para el software Labview 6.1 de National Instruments.

La tarjeta de relés se fabrica en Visteon usando componentes electrónicos usados en algunos de los módulos que se montan en la cadena de producción.

- **Tarjeta de 32 relés de propósito general.**
  - Con 4 de los 8 bits del puerto de salida de la tarjeta multifunción controlaremos un sistema de registros de desplazamiento, el cual nos permitirán activar y desactivar los 32 relés de la tarjeta.
  - La tarjeta proporcionara estímulos de 12 voltios y de 0 voltios al cluster, además de las cargas resistivas necesarias para emular los diferentes niveles de combustible.
  - Con 3 bits de los 8 disponibles del puerto de salida de la tarjeta multifunción, se controlaran de forma independiente las tres alimentaciones de los clusters Vbatt, Vign y Vcrank.
  - El ultimo bit disponible se dejara como bit de repuesto para futuras aplicaciones.

## 4.1 Diagrama de bloques del sistema

El diagrama completo del sistema de diagnóstico es el siguiente.



*Figura 15. Diagrama de bloques del sistema completo*

Como podemos ver en el diagrama, desde un PC y mediante un solo cable de comunicaciones conectado al puerto serie controlamos todo el sistema de diagnóstico.

## 4.2 Estrategias de test seguidas

Basándonos en las características funcionales de los Clusters y con el fin de emular los estímulos que el Cluster recibe del exterior, se definen las siguientes estrategias de test para el diagnóstico.

### Test de las funciones CAN

Para emular los estímulos que el cluster recibe del exterior en forma de mensajes software a través del bus CAN utilizaremos una tarjeta de comunicaciones que sea capaz de enviar al cluster mensajes CAN HI a una velocidad de 500 kbps.



*Figura 16. Test de las funciones CAN*

### Test de las funciones SERIAL TX, RX

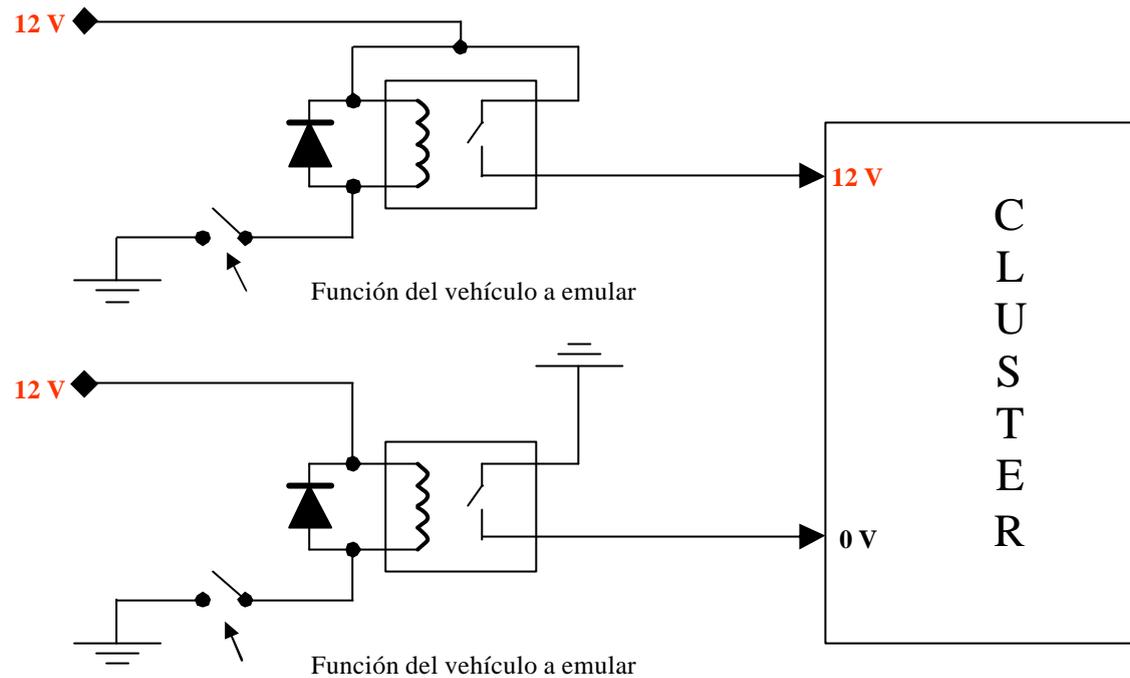
Para poder comunicarnos con el Cluster por este bus, solo necesitamos un conversor de niveles CMOS / TTL y viceversa.



*Figura 17. Test de las funciones SERIE*

### Test de las funciones hardware por niveles de tensión

Los niveles de tensión que pondremos en las diferentes entradas serán de 12V y de 0V o GND. Estos niveles de tensión serán aplicados a las entradas por medio de un sistema de relés.



*Figura 18. Test de las funciones por niveles de tensión*

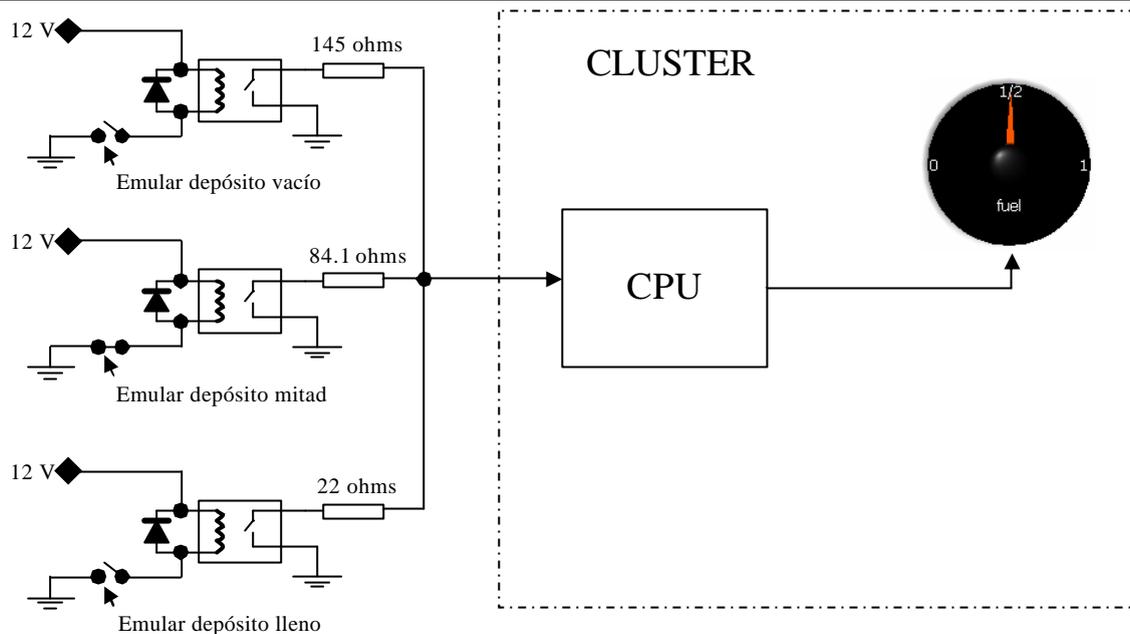
### Test de los diferentes niveles de combustible

Para emular diferentes niveles de combustible utilizaremos 3 resistencias de diferente valor las cuales simularan las condiciones de depósito vacío, medio y lleno.

Para poder simular esta función en los tres tipos de Clusters, se toman valores de resistencia que se aproximen a las tres condiciones del depósito en todos ellos. Utilizamos potenciómetros de ajuste para obtener los valores deseados que son los siguientes:

- Depósito vacío 145 ohms
- Depósito medio 84.1 ohms
- Depósito lleno 22 ohms

Estos niveles resistivos aplicados a la entrada se traducirán visualmente a tres diferentes niveles de combustible en el indicador.



*Figura 19. Test de los diferentes niveles de combustible*

### 4.3¿ Cómo se controla la tarjeta de relés ?

Mediante los 8 bits de control que proporciona la tarjeta multifunción, vamos a controlar la tarjeta de relés con objeto de:

- Proporcionar las diferentes alimentaciones que el Cluster necesita.
- Colocar en las entradas del Cluster los niveles de tensión requeridos.
- Suministrar los diferentes niveles resistivos para emular el depósito de combustible.

#### Utilidades de los 8 bits de control

Los 8 bits de control se utilizan de la siguiente manera:

- 4 bits para controlar 32 relés mediante los cuales tener disponibilidad de aplicar valores de tensión diversos a las entradas del Cluster.
- 3 bits para aplicar independientemente las tres tensiones de alimentación que un Cluster necesita:

- Vbatt. Tensión de Batería. Siempre esta presente en el Cluster al menos que desconectemos la batería
  - Vign. Tensión de Ignición. Se aplica al Cluster cuando movemos la llave de arranque de la posición cero a la posición de accesorios. Es el mismo nivel de la tensión de batería.
  - Vcrank. Tensión de Crack. Se aplica al Cluster cuando movemos la llave a la posición de arranque durante unos instantes. Su propósito es decirle al Cluster que hemos arrancado el vehículo. Es el mismo nivel de la tensión de batería.
- 1 bit de repuesto

### Control de las 32 salidas con 4 bits

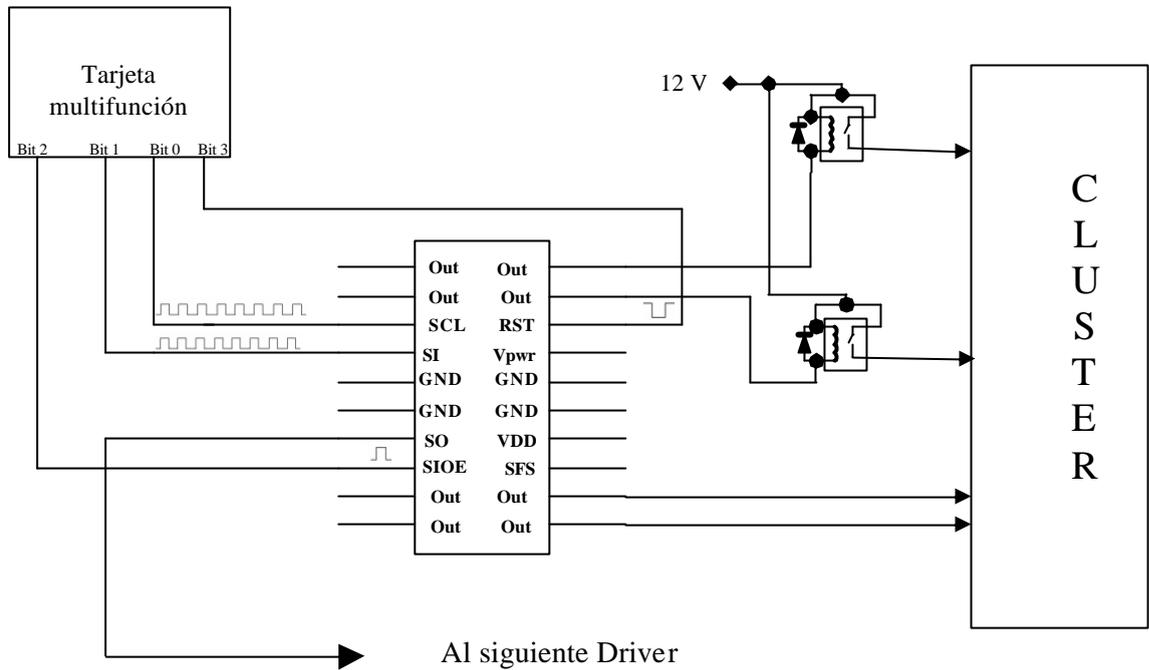
Las 32 salidas de la tarjeta de relés se controlan con 4 drivers “customizados para varias aplicaciones de Visteon” cuyas características son:

- Entrada de datos serie y salida paralelo de 8 bits
- Cada salida permite conectar una carga que consuma 500 mA max.
- Salidas protegidas contra sobrecargas y exceso de temperatura

Todas las operaciones las realizaremos a través del puerto serie de nuestro ordenador. Los drivers que acompañan a la tarjeta están preparados para dar las oportunas instrucciones a la misma. La secuencia de eventos para configurar las 32 salidas de la tarjeta es la siguiente:

1. Ponemos un tren de 32 pulsos TTL en el bit 1 Serial Input.
2. Mediante 32 pulsos de reloj TTL cargamos el registro serie.
3. Con un pulso a nivel alto en la entrada SIOE (Serial Input – Output enable o Latch) pasamos los datos serie a las salidas paralelas.
4. Todas las salidas quedan activadas.

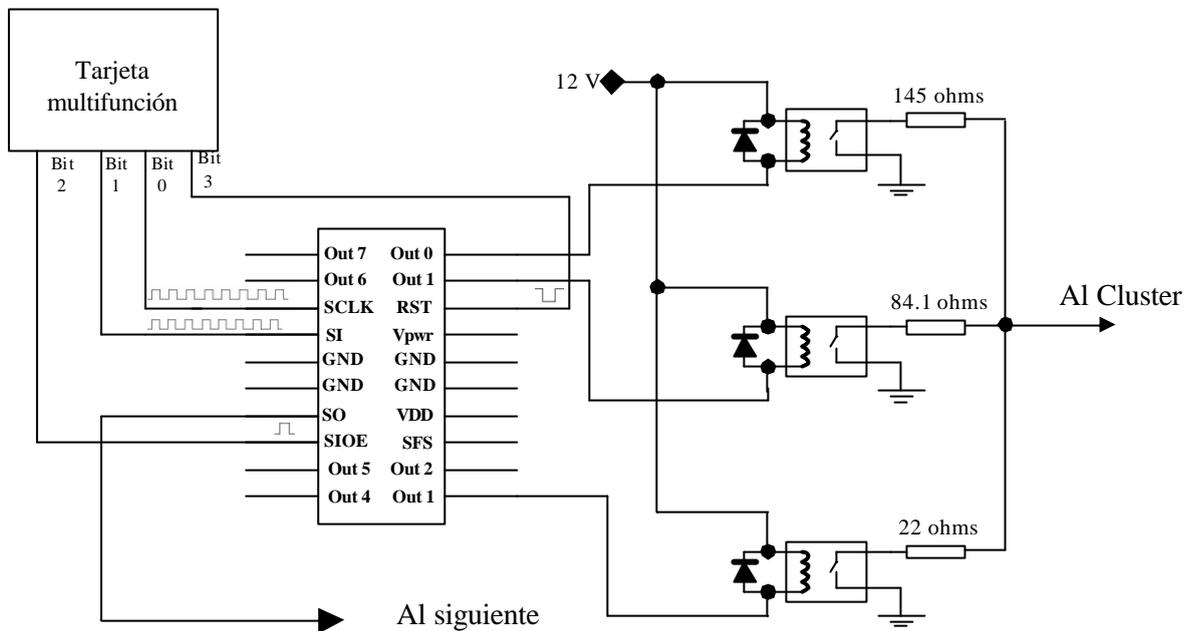
El esquema resumido será el siguiente.



*Figura 20. Estímulos de entrada al Cluster por niveles de tensión*

El driver proporcionará nivel de GND a los relés. En aquellos casos en los que el consumo de la circuitería del Cluster no supere los 500 mA y la entrada requerida sea de un nivel de 0V, la entrada del Cluster se puede conectar directamente al driver y suprimir el relé.

La medida del nivel de combustible se realiza también a través de la tarjeta de relés de la siguiente manera.



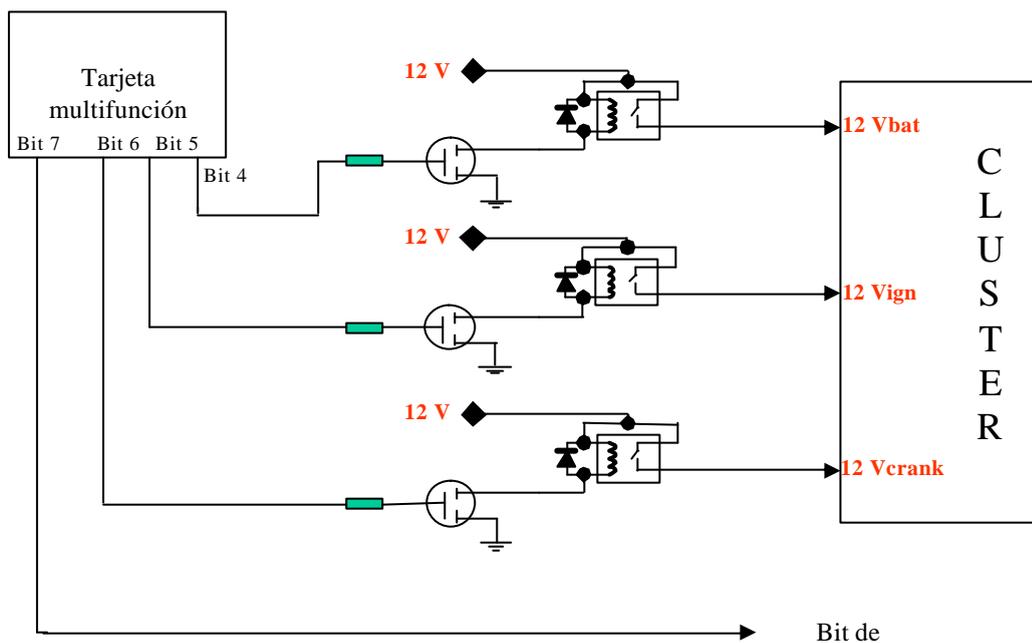
e

*Figura 21. Estímulos para simular el nivel de combustible*

Activando mas de una salida a la vez obtendremos niveles intermedios de combustible.

**Control Vbat, Vign y Vcrank**

Este control de estas entradas se realiza de manera independiente sin necesidad de cargar el registro serie. Algunas funciones como por ejemplo la actualización del nivel de combustible requieren de la conexión y desconexión de estas entradas de manera independiente.



*Figura 21. Estimulos de simulación del nivel de combustible*

### 4.4 Esquema eléctrico del sistema completo

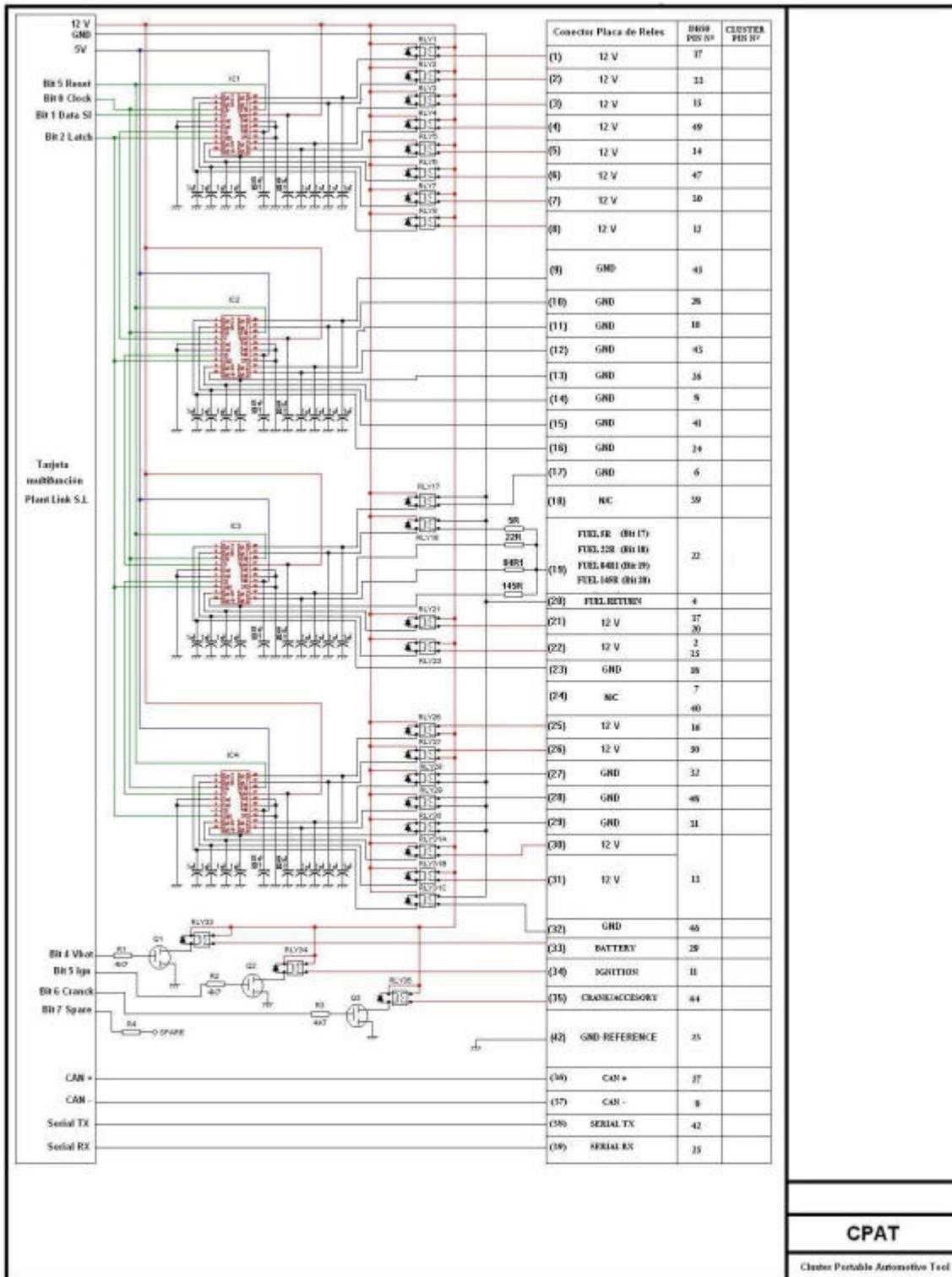
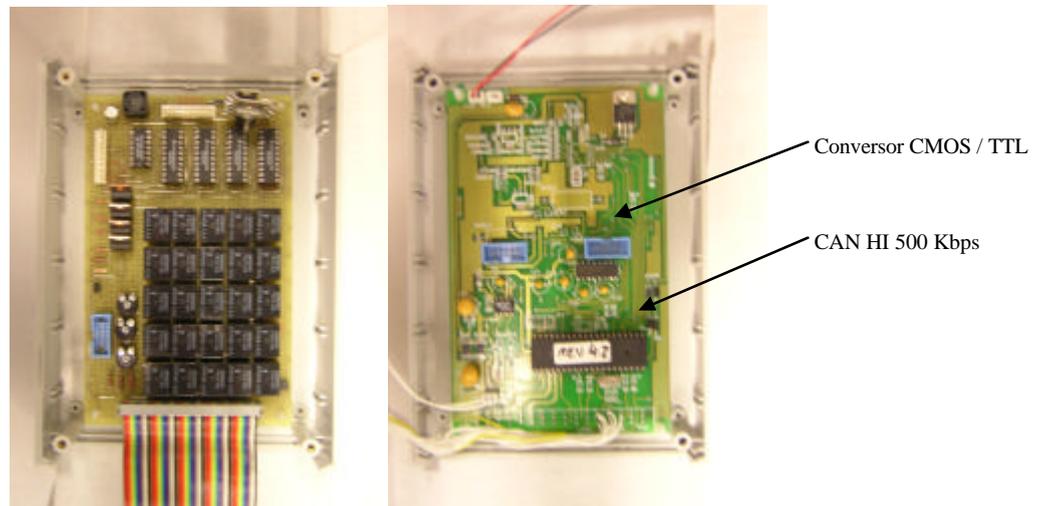


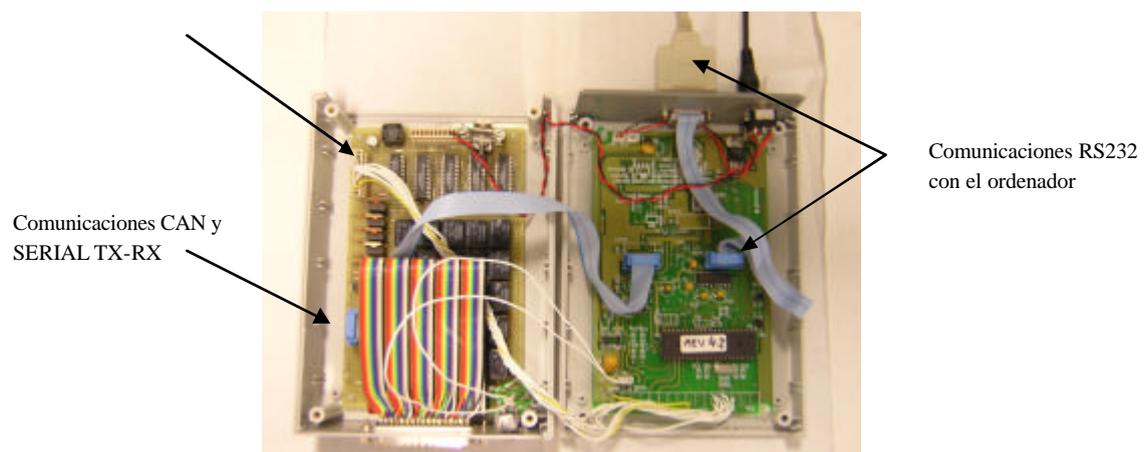
Figura 22. Esquema eléctrico

## 4.5 Constitución física del equipo. Apariencia

Las figuras 23 y 24 muestran las diferentes tarjetas que componen el equipo así como la interconexión entre ambas.



*Figura 23. Tarjeta de relés y Tarjeta multifunción*



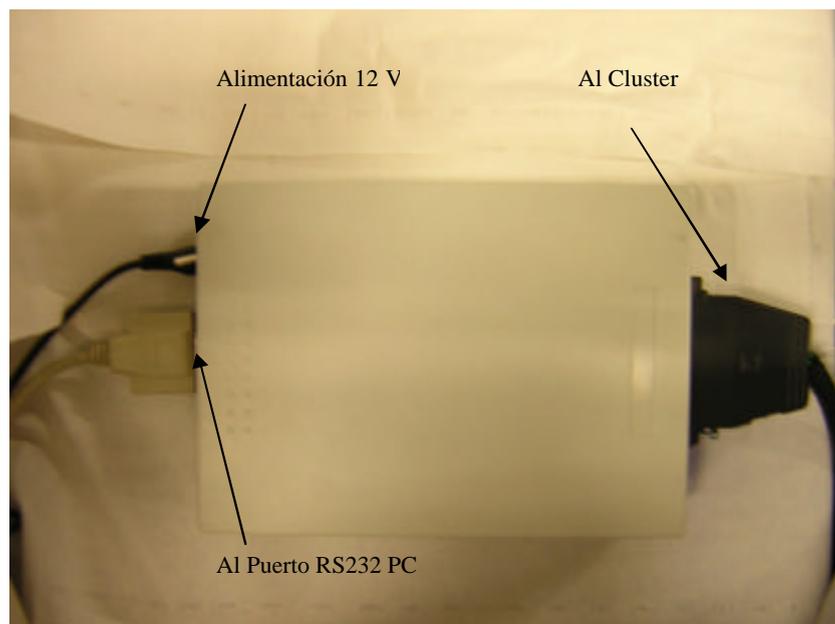
*Figura 24. Conexión entre tarjetas*

## Cluster Portable Automotive Tool

La apariencia del equipo completo se muestra en la figura 25 y sus conexiones exteriores en la figura 26.



*Figura 25. Equipo completo*



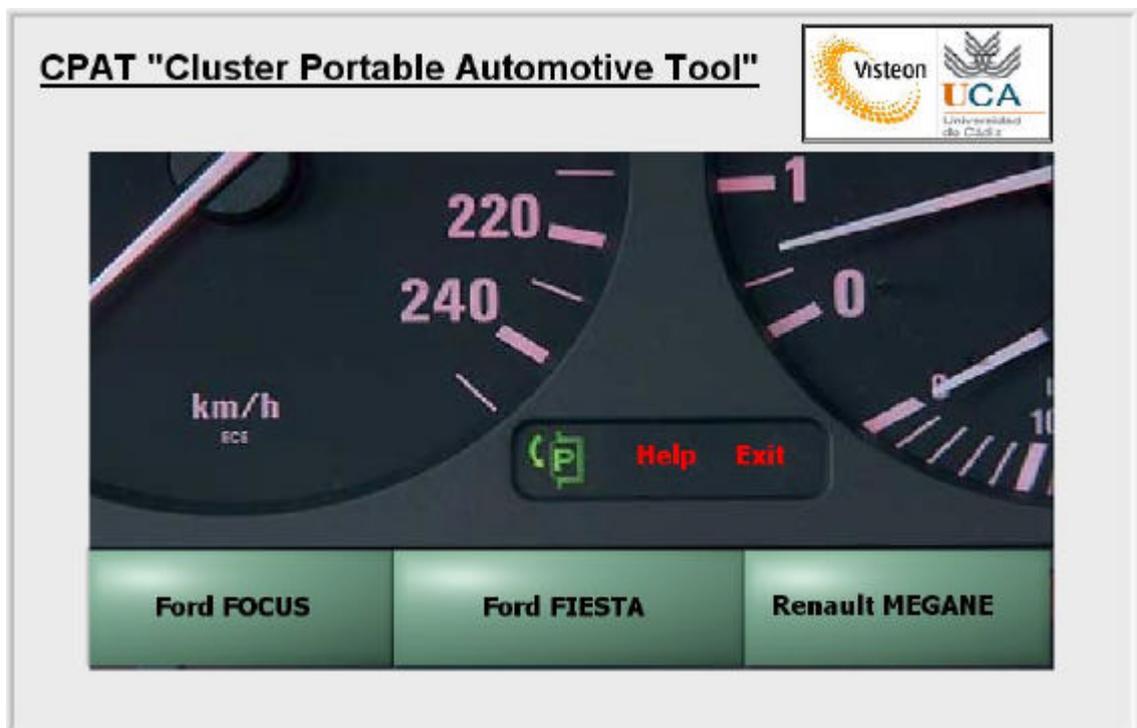
## 4.6 El Software

El software que se encarga de controlar el equipo esta realizado en programación grafica Labview 6.1 de la empresa National Instruments.

Se ha elegido este software y no otro debido a que su uso esta estandarizado dentro de Visteon.

La siguiente figura muestra la pantalla principal del programa. En esta pantalla principal tenemos las siguientes opciones:

- Botón de ayuda "HELP". Breve descripción del sistema CPAT.
- Botón de salida del programa "EXIT".
- Botón para seleccionar Cluster Ford Focus.
- Botón para seleccionar Cluster Ford Fiesta.
- Botón para seleccionar Cluster Renault Megane.



*Figura 27. Software, pantalla principal*

Las siguientes figuras muestran la ventana de ayuda y como seleccionar el tipo de Cluster a diagnosticar:



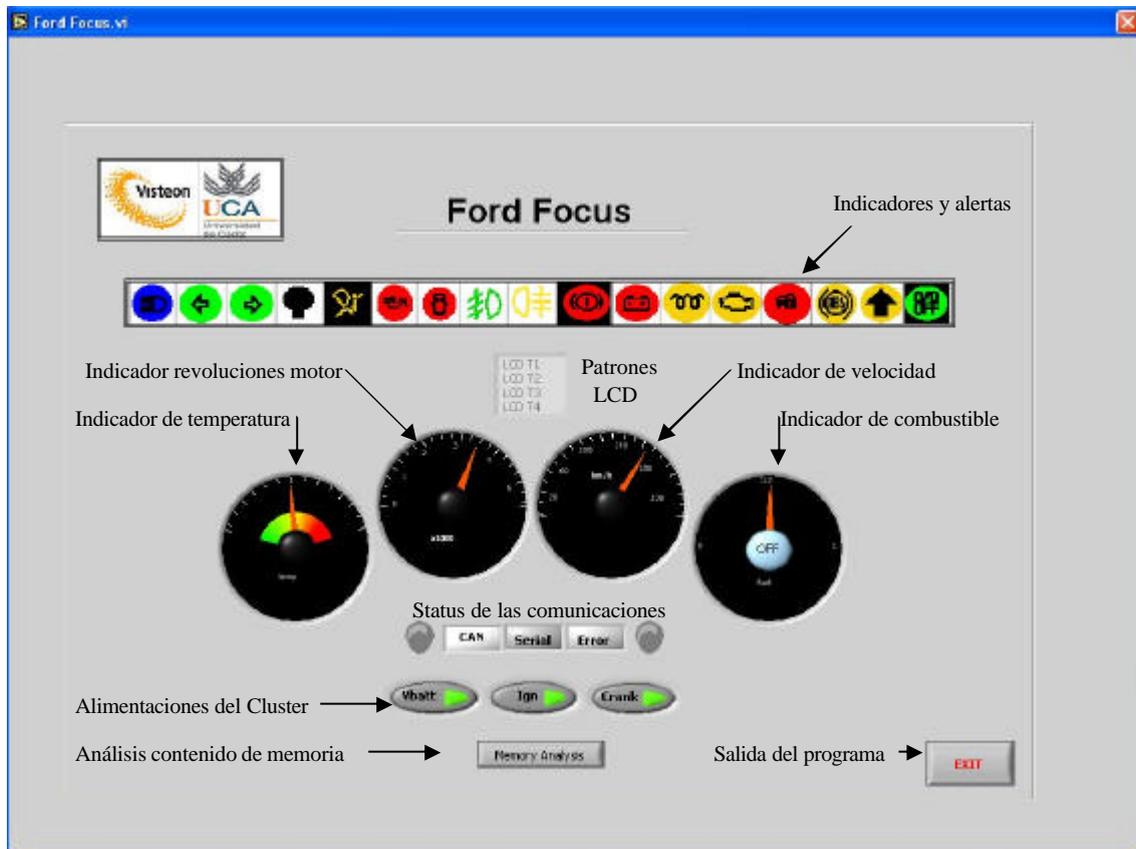
*Figura 28. Software, función de ayuda*



*Figura 29. Software, selección del tipo de Cluster a diagnosticar*

### 4.6.1 Software de diagnóstico para Ford Focus

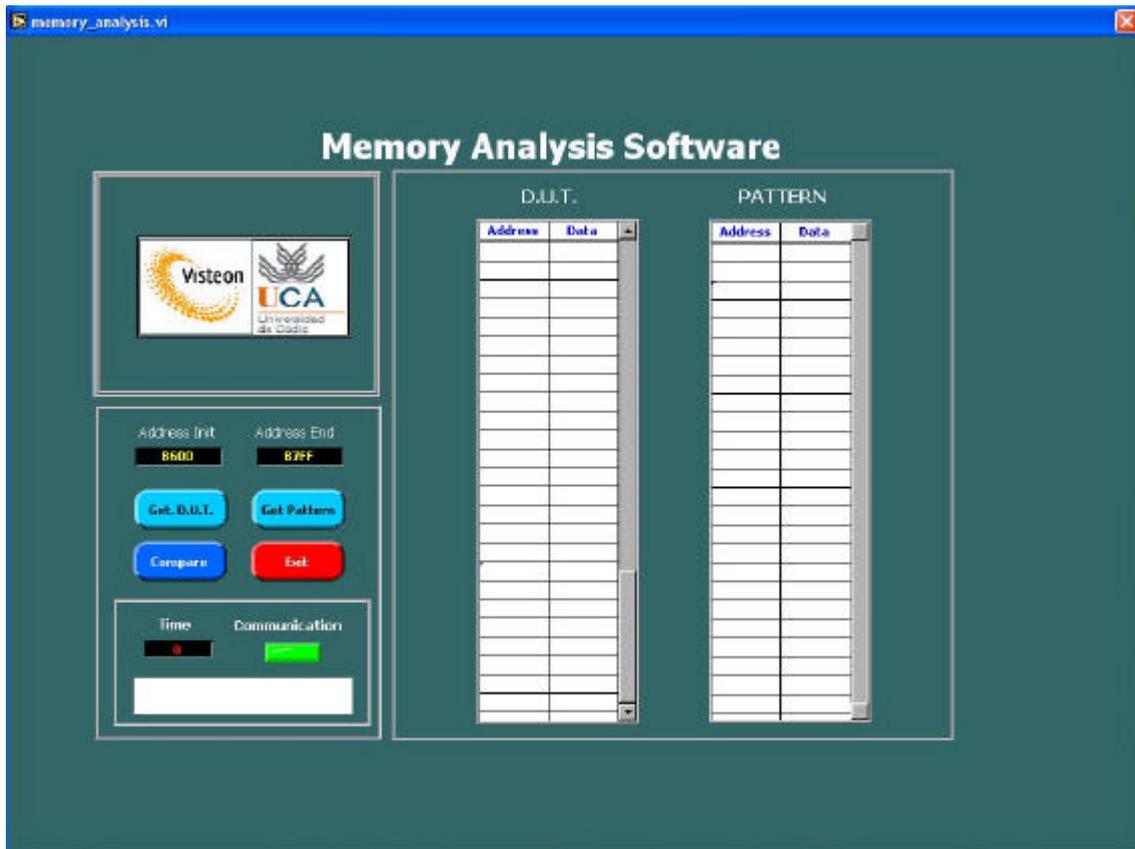
Al seleccionar Ford Focus aparecerá la siguiente pantalla.



*Figura 30. Software, pantalla de diagnóstico Cluster Ford Focus*

Pulsando con el ratón sobre cada una de las funciones, conseguiremos enviar al Cluster el mismo estímulo que va a recibir en el vehículo, consiguiéndose así una simulación real de la mayoría de las señales que este recibe.

Además, podremos realizar un análisis del contenido de memoria al pulsar sobre el botón “Memory Análisis”.

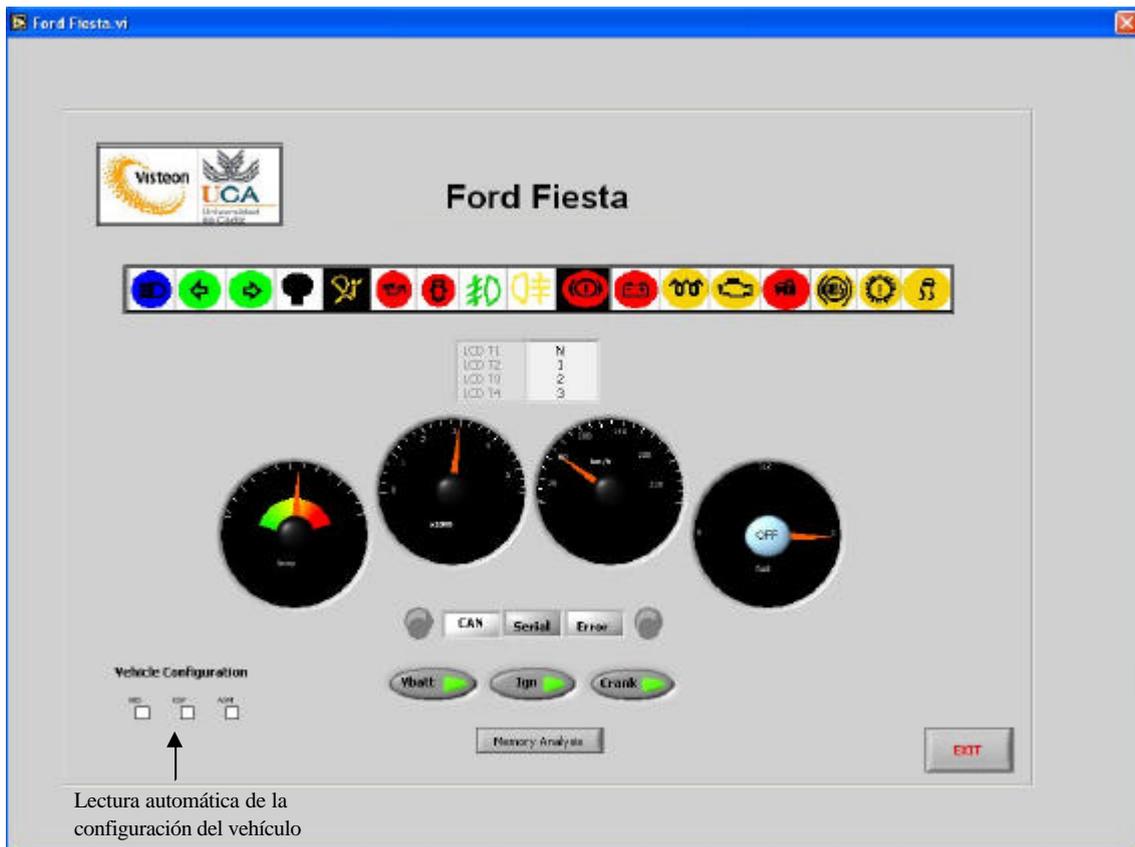


*Figura 31. Software. Análisis del contenido de la memoria programable*

En esta pantalla podremos leer el contenido de la memoria programable del Cluster que tengamos bajo test y compararlo con el contenido de un Cluster patrón. Los datos iguales aparecerán en pantalla de color verde y los diferentes de color rojo. Esto nos permitirá realizar un análisis comparativo del contenido de memoria de una manera rápida y de esta manera poder identificar rápidamente los problemas de software.

## 4.6.2 Software de diagnóstico para Ford Fiesta

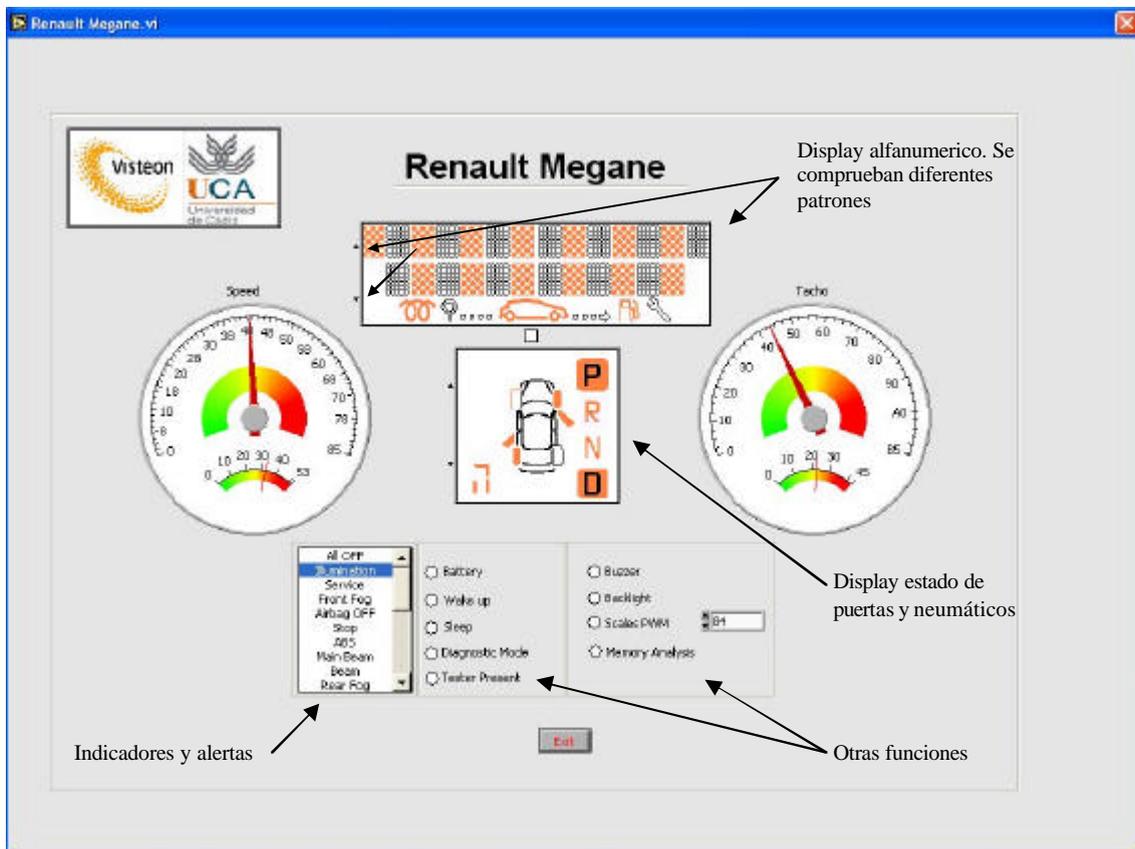
El software para el Ford Focus es muy parecido al del Fiesta. Su modo de operación es igual.



*Figura 32. Software, pantalla de diagnóstico Cluster Ford Fiesta*

### 4.6.3 Software de diagnóstico para Renault Megane

El modo de operación es el mismo que para los anteriores con algunas diferencias.



*Figura 33. Software, pantalla de diagnóstico Cluster Renault Megane*

## 5. Presupuesto

En el presupuesto que se describe a continuación se excluye la licencia del software ya que esta fue comprada por Visteon durante la ejecución de proyectos anteriores.

Tarjeta multifunción de la empresa Plant Link S.L	_____	1800 €
Tarjeta de relés fabricada en Visteon	_____	1000 €
Accesorios y Cables	_____	350 €

---

Montaje del Sistema	1300 €
---------------------	--------

<u>Total</u>	<u>4450 €</u>
--------------	---------------

## 6. Conclusión sobre el proyecto

La elaboración de este proyecto ha supuesto profundizar en los conocimientos sobre el mundo del diagnóstico en la automoción.

El estudio previo realizado nos ha aportado un fondo de conocimientos importante sobre los paneles de instrumentación y su entorno en el vehículo.

La definición clara de los objetivos del proyecto ha sido fundamental para cumplir con los requisitos del mismo.

El sistema de diagnóstico diseñado y llevado a la práctica está dando unos resultados excelentes. Las unidades implantadas en las plantas de los clientes están cumpliendo las expectativas para las que fueron creadas. Actualmente existen cuatro unidades operativas en las siguientes plantas:

- Planta de Visteon en Chihuahua, México.
- Planta de Ford en Almusaffes, Valencia.
- Planta de Ford en Colonia, Alemania.
- Planta de Visteon en Cádiz. Laboratorio de Control de Calidad, departamento de Garantía.

## 7. Referencias

Las siguientes referencias han sido fundamentales en la elaboración de este proyecto:

- Visteon Cádiz Electrónica. Departamento de Calidad – Garantía.
- La experiencia personal de 8 años en el mundo del diagnóstico en la automoción.
- La colaboración de todos los compañeros de trabajo, los cuales acumulan muchos años de experiencia en el mundo del test.
- [www.plantlinks.com](http://www.plantlinks.com)
- [www.accutest.co.uk/](http://www.accutest.co.uk/)
- [www.ni.com](http://www.ni.com)
- [www.elmundomotor.es](http://www.elmundomotor.es)
- [www.visteon.com](http://www.visteon.com)

**- Fin del proyecto -**

## 8. Anexo I . Índice de figuras

<i>Figura 1. Cluster y su localización en el vehículo</i> .....	11
<i>Figura 2. Diagrama de bloques de un Cluster</i> .....	12
<i>Figura 3. Funcionamiento del Cluster</i> .....	13
<i>Figura 4. Conexión de varios módulos al bus CAN</i> .....	14
<i>Figura 5. CAN, Niveles de Tensión, Par trenzado</i> .....	16
<i>Figura 6. CAN, resistencias de terminación del bus</i> .....	16
<i>Figura 7. CAN, controladores</i> .....	17
<i>Figura 8. CAN, conexión entre dispositivos internos</i> .....	18
<i>Figura 9. CAN, flujo de información entre módulos</i> .....	20
<i>Figura 10. CAN, ejemplo de un mensaje</i> .....	21
<i>Figura 11. CAN, estructura de un mensaje</i> .....	22
<i>Figura 12. CAN, ejemplo de mensaje</i> .....	23
<i>Figura 13. Comunicación por bus serie con el Cluster</i> .....	25
<i>Figura 14. El Indicador analógico de combustible</i> .....	26
<i>Figura 15. Diagrama de bloques del sistema completo</i> .....	31
<i>Figura 16. Test de las funciones CAN</i> .....	32
<i>Figura 17. Test de las funciones SERIE</i> .....	32
<i>Figura 18. Test de las funciones por niveles de tensión</i> .....	33
<i>Figura 19. Test de los diferentes niveles de combustible</i> .....	34
<i>Figura 20. Estímulos de entrada al Cluster por niveles de tensión</i> .....	36
<i>Figura 21. Estímulos para simular el nivel de combustible</i> .....	37
<i>Figura 22. Esquema eléctrico</i> .....	39
<i>Figura 23. Tarjeta de relés y Tarjeta multifunción</i> .....	40
<i>Figura 24. Conexión entre tarjetas</i> .....	40
<i>Figura 25. Equipo completo</i> .....	41
<i>Figura 26. Conexiones externas</i> .....	42
<i>Figura 27. Software, pantalla principal</i> .....	42
<i>Figura 28. Software, función de ayuda</i> .....	43
<i>Figura 29. Software, selección del tipo de Cluster a diagnosticar</i> .....	43
<i>Figura 30. Software, pantalla de diagnostico Cluster Ford Focus</i> .....	44
<i>Figura 31. Software. Análisis del contenido de la memoria programable</i> .....	45
<i>Figura 32. Software, pantalla de diagnostico Cluster Ford Fiesta</i> .....	46
<i>Figura 33. Software, pantalla de diagnostico Cluster Renault Megane</i> .....	47