



Capítol 4:

SISTEMES DE DIAGNÒSTIC

4.1.- Passat, present i futur

4.2.- La legislació i el diagnòstic a bord

4.2.1.- La necessitat

4.2.2.- Orígens i evolució

4.2.3.- Característiques bàsiques de l'EOBD

4.2.3.1.- El llum de mal funcionament (MIL)

4.2.3.2.- Emmagatzematge dels codis d'avaries

4.2.3.3.- La estandardització

4.2.3.4.- Les principals diferències entre EOBD i OBDII

4.3.- El sistema OBDII del Volkswagen New Beetle

4.3.1.- Components del sistema de gasolina

4.3.1.1.- El catalitzador

4.3.1.2.- La sonda lambda

4.3.1.3.- Detecció de falles en la combustió

SISTEMES DE DIAGNÒSTIC

Les exigències de més seguretat, confort, majors rendiments, menors emissions, estan incrementant notablement la quantitat de components del cotxe, donant lloc cada dia a vehicles més complexes. Per tal de poder trobar avaries en aquest munt de components, és indispensable l'ajuda de les eines de diagnòstic.

4.1.- Passat, present i futur

El diagnòstic en els vehicles sempre ha estat important i necessari, no és un concepte nou ni de bon troç, els vehicles sempre han tingut avaries degudes al desgast, defectes de fabricació, accidents, etc.. i han necessitat ser reparats. Per dur a terme una reparació una de les tasques més importants és identificar la causa de l'avaría, diagnosticar el problema. En vehicles antics quan els sistemes eren molt simples no suposava gaires dificultats trobar i reparar una avaría, no hi havia gaires possibilitats, fins i tots molts propietaris, amb coneixements mínims, eren capaços de realitzar les reparacions. Amb l'aparició i evolució dels semiconductors en l'automoció la complexitat dels vehicles ha anat augmentant, amb sistemes de control cada cop més avançats i més nombrosos, on poca cabuda i té la mecànica tradicional.

Les primeres eines de diagnòstic, encara útils avui en dia, han estat els sentits de les persones (oïda, vista,..), els sentits juntament amb l'experiència han jugat un paper important en el diagnòstic, però ara poca cosa i tenen a fer amb el munt de cables en que s'han convertit els vehicles. Com hem comentat, la incorporació de sistemes de control complexes basats en microcontroladors, així com l'evolució de la tecnologia en general han augmentat la dificultat en el diagnòstic. S'han hagut de crear eines per tal de ajudar el mecànic, sistemes auxiliars que aportin més informació de la que podem aconseguir amb el simple ús del sentits, aquests sistemes s'anomenen Off-board diagnostics i els utilitzen els tallers. Els primers aparells Off-board diagnostics servien per controlar que es produís bé la ignició i la temporització, però han anat evolucionant, n'han aparegut més i cada cop realitzen més funcions. Amb l'aparició dels sistemes multiplexats en l'automoció tant sols es necessita un punt d'accés i el protocol adequat, i amb un simple computador es pot obtenir informació de qualsevol component que estigui connectat a la xarxa, cal dir que és important que els dissenyadors des d'un principi contemplin la possibilitat d'avaría i que implementin software que permeti obtenir les dades necessàries. Avui en dia ja és habitual que quan el cotxe presenta algun problema el primer que facin al taller sigui connectar-lo a

un ordinador, cal dir que cada ordinador ha de tenir el software “marca de la casa” perquè no hi ha cap estàndard que englobi la diagnosi de tots els sistemes d'un vehicle, el que possibilita que aquests ordinadors tinguin un preu abusiu.

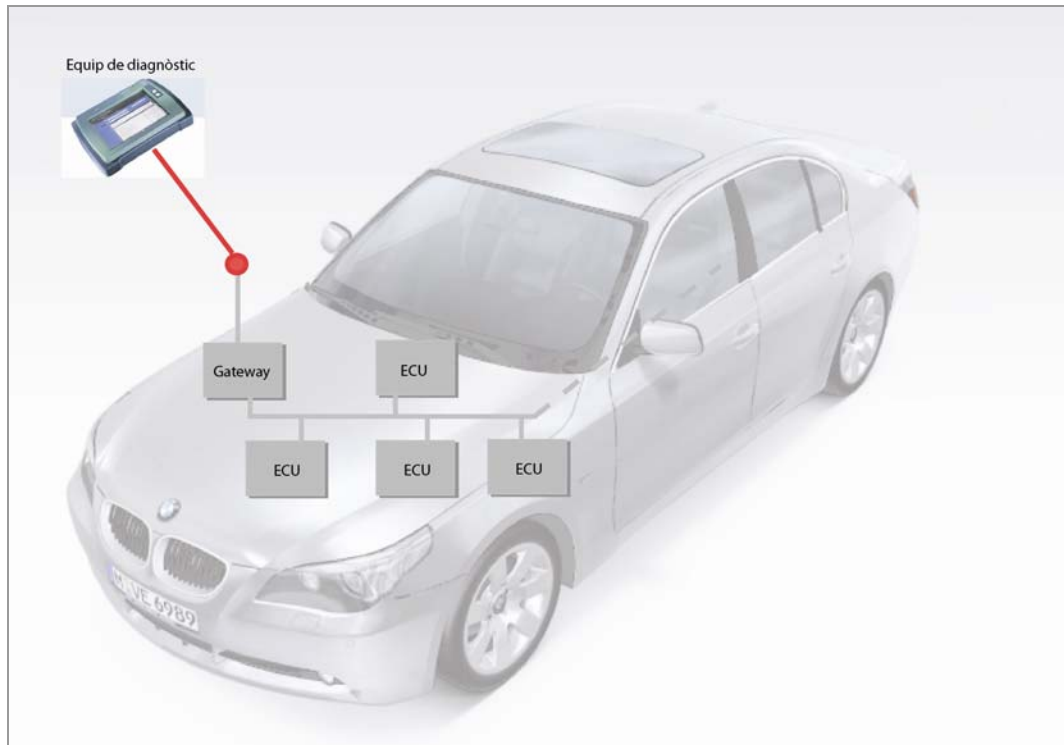


Figura 36

La presència de microcontroladors en cadascun dels sistemes de control dels vehicles, així com l'augment de capacitat d'aquests permet que els dissenyadors del software de control, amb alguns components extres potser, implementin sistemes de supervisió en el vehicle, que controlin periòdicament el funcionament dels components i sistemes que es creguin necessaris. El terme que s'utilitza per denominar aquesta supervisió és l'OBD (On Board Diagnostics=Diagnòstics a bord), el mateix terme s'utilitza per denominar els sistemes supervisió que, la legislació de protecció contra contaminació atmosfèrica obliga a incorporar als vehicles, tema que tractarem més a fons en l'apartat 2 d'aquest capítol. El segment de diagnòstics destinats al control d'emissions són els únics normalitzats, per tant amb una eina de test genèrica es pot accedir a la informació de tots els vehicles. Així doncs cal deixar clar que OBD pot fer referència a tots els sistemes que tenen com a funció supervisar el funcionament del cotxe quan està en marxa. Els sistemes OBD són capaços, apart d'avisar quan es produeix alguna avaria, d'emmagatzemar la procedència d'aquesta segons un codi determinat, i també de guardar tota la informació possible sobre el funcionament del

cotxe en aquell moment. Un cop al taller, amb l'ajuda d'una eina de diagnòstic Off-board es pot accedir a tota aquesta informació.

Els sistemes de diagnòstic cada cop seran més importants, amb l'aparició dels nous sistemes X-by-Wire, on la participació de l'electrònica i la complexitat encara és major, serà necessari concebre sistemes de diagnòstic sofisticats. S'hauran de millorar tant els On-board com Off-board, és necessari garantir el bon funcionament de cadascun dels sistemes tant bon punt es posi en funcionament el vehicle, si presenta alguna avaria cal que les maquines donin l'assistència necessària al mecànic perquè amb els seus coneixements sigui capaç d'arreglar el problema d'una manera ràpida i eficient.

4.2.- La legislació i el diagnòstic a bord

Del conjunt de sistemes de diagnòstic que podem trobar en un vehicle, al llarg dels últims anys s'ha anat implantant per llei una part d'aquest sistema. Aquesta part està orientada a controlar les emissions de contaminants, en el capítol 1 hem vist el funcionament dels sistemes que tenen una influència més directe en les emissions, i la seva estreta relació. Els sistemes de diagnòstic a bord orientats a les emissions controlen els components, el funcionament dels quals les pot fer variar, en essència és un sistema supervisor, que ha d'avisar i proporcionar informació sobre qualsevol defecte que pugui incrementar les emissions.

4.2.1.- La necessitat

Un cop venut el vehicle pot ser que sorgeixi una fallada d'algun component o que senzillament a causa d'un abús o mal ús aquest sofreixi un desgast superior al normal. Qualsevol malfunció en algun dels components que intervenen en el funcionament del motor pot derivar en un canvi en les emissions del vehicle, l'equilibri en que es manté aquest és molt estret i petits canvis poden suposar que el vehicle emeti un excés de contaminants. Un conductor pot ser que s'adoni que el vehicle va menys fi, que emet un fum més negre o en més quantitat del que és habitual, però hi ha molts altres desajustos que no pot captar.

Les revisions convencionals dels vehicles no poden identificar correctament si el vehicle està dins els límits de contaminació o no, només identifiquen els que funcionen realment malament. Potser un cotxe en el taller entra dins els límits i quan porta càrrega i sota fortes acceleracions no ho compleix. Per tant és impossible saber si el cotxe funciona correctament entre revisió i revisió. La única manera de assegurar

un bon funcionament durant tot el temps de circulació del vehicle és monitoritzant certs paràmetres clau, aquesta és la finalitat dels sistemes OBD, que poden avisar al conductor quan alguna cosa no funciona correctament via una llum d'alarma, el MIL(=Malfunction Indicator Light=Indicador lluminós de mal funcionament). Un cop al taller amb l'equip de diagnòstic adequat es podrà identificar la procedència de la malfunció i reparar-la. També cal suposar que el conductor farà cas a la llum, cosa que si més no és recomanable, ja que si hi ha algun excés en l'emissió de gasos vol dir que alguna cosa no treballa correctament, i si no s'arregla pot portar conseqüències més greus.

4.2.2.- Orígens i evolució

Els orígens de l'OBD es remunten al 1982 a Califòrnia, el California Air Resources Board (CARB) conscient de la gran contaminació que produïen els vehicles en aquell estat, va començar a desenvolupar regulacions, els vehicles venuts a Califòrnia a partir del 1988 tindrien un sistema OBD, caldria que detectés les emissions incorrectes. El primer sistema OBD es coneix com OBDI, aquest supervisava el sistema EGR (recirculació de gasos d'escapament), el sensor d'oxigen, la unitat de control del motor i el sistema de subministrament de combustible.

OBDI era un primer pas però no estava estandarditzat, els aparells de test genèrics havien de tenir adaptadors per diferents models, i alguns només podien funcionar amb equips de test de la mateixa marca, que eren molt costosos. Per tant es va veure la necessitat de dur a terme diferents estandarditzacions; el connector del vehicle, protocols d'interconnexió, estandardització del codis d'averia, entre d'altres.

Altres limitacions del OBDI eren la impossibilitat de detectar alguns problemes en el catalitzador així com defectes en la ignició i en emissions per evaporació. Aquest primer sistema OBD només era capaç de detectar una fallada quan ja s'havia produït, no hi havia manera de poder detectar un deteriorament dels components. El CARB per solucionar totes aquestes mancances va desenvolupar estàndards per la nova generació de sistemes de diagnòstic, que va proposar l'any 1989 com a OBDII. Aquest començaria a implantar-se l'any 1994 a l'estat de Califòrnia, i al 1996 hauria d'estar completament introduït.

Paral·lelament es va requerir la implantació del sistema OBDII a tots els Estats Units, la fase inicial seria el 1996 on tots el vehicles venuts haurien d'estar equipats amb sistemes OBDII, tot i que fins al 1999 no calia que el sistema complís totalment les especificacions que es demanaven, era una fase d'adaptació.



Veiem que l'origen dels sistemes OBD es remunta als Estats Units ja fa anys, ha Europa no va ser fins l'any 2000 quan es va començar el compliment del EOBD (European On Board Diagnostics), basat en la versió americana, però presenta algunes diferències i major complexitat. El dia 1 de gener del 2000 va entrar en vigor el nivell EURO3 de la directiva 98/69/CE, que ampliava i enduria la normativa existent sobre la contaminació atmosfèrica produïda pels vehicles. La reglamentació de l'EOBD acompanya a l'EURO3. En les taules següents podem observar el calendari d'implantació de l'EURO3.

Data	Compliment
1-1-2000	Models nous amb motor a gasolina i cilindrada superior a 2000cc.
1-1-2001	Tots els models de gasolina de nova matriculació sigui quina sigui la seva cilindrada
1-1-2002	Tots els vehicles industrials utilitaris nous
1-1-2003	Tots els diesel de cilindrada superior a 2000cc
1-1-2004	Tots els turismes diesel de nova matriculació sigui quina sigui la seva cilindrada
1-1-2005	Entrada en vigor de la normativa d'emissions de nivell UE4, més restrictiva

Gasolina	des de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)
Euro 1	1/7/1992	4.05	0.66	0.49
Euro 2	1/1/1996	3.28	0.34	0.25
Euro 3	1/1/2000	2.30	0.20	0.15
Euro 4	1/1/2005	1.00	0.10	0.08

Diesel	des de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	Partícules (g/km)
Euro 1	1/7/1992	2.88	0.20	0.78	0.140
Euro 2	1/1/1996	1.06	0.19	0.73	0.100
Euro 3	1/1/2000	0.64	0.06	0.50	0.050
Euro 4	1/1/2005	0.50	0.05	0.25	0.025

En les taules anteriors podem observar com s'han anat reduint els límits d'emissions pels vehicles, la reducció és important i només es pot aconseguir utilitzant l'electrònica com a eina de control per optimitzar el funcionament global del sistema. També s'ha de destacar que juntament amb la incorporació de nous i més desenvolupats sistemes electrònics es podran afegir requeriments en el diagnòstic a bord. També el fabricant millorarà els sistemes de diagnòstic propis, cosa necessària, l'electrònica augmenta la complexitat dels vehicles i detectar una errada sense "l'ajuda del vehicle" pot resultar un mal de cap per els mecànics, fins i tot amb l'ajuda del vehicle ja ho és..... I si ho és pels mecànics encara ho és encara més pels propietaris.

Els vehicles venuts a Europa entre 1996 i 1999, quan a EUA si que es demanava l'OBDII i a la UE encara no havia entrat en vigència l'EOBD, poden o no ser conformes a l'OBDII, pot ser que si són models que es venien també als estats units incorporin el sistema OBDII o part d'ell. Per estar-ne segur s'ha de consultar al venedor, al fabricant, o el manual de propietari. També es pot donar el cas que algun vehicle venut entre el 1994 i el 1995 hi sigui conforme, pot passar que el fabricant compleixi les restriccions o part d'elles abans que s'hi vegi obligat.

4.2.3.- Característiques bàsiques de l'EOBD

Vegem a continuació algunes de les característiques més essencials que ha de complir un sistema EOBD perquè sigui homologat.

Requisits mínims de vigilància per als motors d'explosió:

- La reducció de l'eficàcia del convertidor catalític respecte les emissions de HC.
- La presència de falles en la encesa del motor.
- Deteriorament del sensors d'oxigen (sondes lambda).
- Altres components i sistemes del control d'emissions o del tren motriu que puguin afectar a les emissions i estiguin connectats a una ECU, si aquests en la seva avaria poden afectar als nivells d'emissions.
- Es vigila la continuïtat de qualsevol component que pugui estar relacionat amb les emissions i estigui connectat a una ECU.

S'entén per falla en l'encesa del motor: la falta de combustió en algun cilindre per absència de la guspira de la bugia, mala dosificació del combustible, compressió deficient o altres causes. El sistema de vigilància EOBD s'encarrega de mesurar el percentatge d'aquest tipus de falles que hi ha en un número determinat d'arrancs determinat per el fabricant, no s'ha d'arribar a un percentatge límit, si es supera aquest les emissions poden ser excessives i també es poden produir danys irreversibles al catalitzador a causa del sobreescalfament.

Requisits mínims de vigilància per un sistema de motor diesel:

- La reducció d'eficàcia del catalitzador, en els vehicles que el portin.
- La funcionalitat i integritat del filtre de partícules.

- S'ha de vigilar la continuïtat del circuit i la avaria total del actuator o actuadors electrònics encarregats de injectar el combustible, així com del sistema d'avanç de la injecció
- Altres elements del sistema de control d'emissions o del tren motriu que estiguin connectats a una ECU i l'avaria dels quals pugui tenir efectes en les emissions dels vehicles.
- Es vigila la continuïtat de qualsevol component que pugui estar relacionat amb les emissions i estigui connectat a una ECU.

4.2.3.1.- El llum de mal funcionament (MIL)

Activació:

El sistema OBD ha d'incorporar un indicador de mal funcionament, fàcilment visible pel conductor que indiqui quan el vehicle sobrepassa els límits reglamentaris de contaminació, a causa d'algun defecte. El fabricant ha de justificar les estratègies que utilitza a l'hora d'encendre l'indicador. P.ex. un fabricant determinat pot encendre el llum quan una anomalia es produeix durant 2 cicles de conducció, i en canvi un altre ho pot fer al cap de 3.



Figura 37

Un cicle de conducció en general podem dir que consta de la posada en marxa del motor, un mode de conducció en el que d'haver-hi un mal funcionament seria detectat i una parada. Per tan el cicle de conducció pot ser variable d'un vehicle a un altre.

En tots els casos el llum s'ha d'encendre al donar el contacte d'arrencada, i apagar-se uns segons després de l'arranc del motor si tot s'ha de produït correctament. Els defectes en l'encesa a nivells que puguin causar danys al catalitzador fan que el llum funcioni intermitentment.

Desactivació:

En els casos en que hi ha hagut algun defecte d'encesa a nivells que pugui causar danys al catalitzador, es podrà commutar a mode normal (sense intermitència)

si desapareixen les falles o el motor funciona en unes condicions diferents (de velocitat-càrrega) en les que no es produeixen les falles.

En els altres casos de mal funcionament el MIL es podrà desactivar, quan han passat tres cicles de conducció consecutius sense que s'hagi repetit la mateixa falla o alguna altre.

4.2.3.2.- Emmagatzematge dels codis d'averies

El sistema OBD registra les averies o incidències que s'hagin produït en relació a les emissions. Les averies estan codificades de manera que es pugui determinar la procedència del defecte, o mal funcionament. A la figura 38 podem observar la taula de codis d'averies segons l'estàndard SAE 2012 (=ISO DIS 15031-6). Quan es produeix una averia s'ha d'emmagatzemar la "imatge fixa" de funcionament del moment, això vol dir que s'han d'emmagatzemar les condicions del motor existents en el moment de l'avaría. Si es produeix un altre mal funcionament aquesta informació es substitueix, o sigui hi ha emmagatzemada la informació que fa referència a la última averia. Es guarden dades com la càrrega del motor, RPM, pressió de combustible, velocitat del vehicle, temperatura del refrigerant, el codi d'avaría, i tots aquells paràmetres que resultin útils. També s'ha de emmagatzemar la distància que fa que el MIL està encès, si es que ho està.

El sistema OBD pot borrar un codi d'avaría, i la informació relacionada, si no es registra de nou el mateix codi durant 40 cicles de funcionament.

L'accés als codis esta obert a través de la interfície de connexió OBD, amb un equip de diagnòstic es poden consultar, modificar, i esborrar els codis. Amb el protocol de comunicació i la interfície de connexió adequada es poden consultar aquests codis i molta més informació. A la part pràctica d'aquest treball veurem quina pot ser aquesta informació.

CODI D'AVARIA (5 dígits)

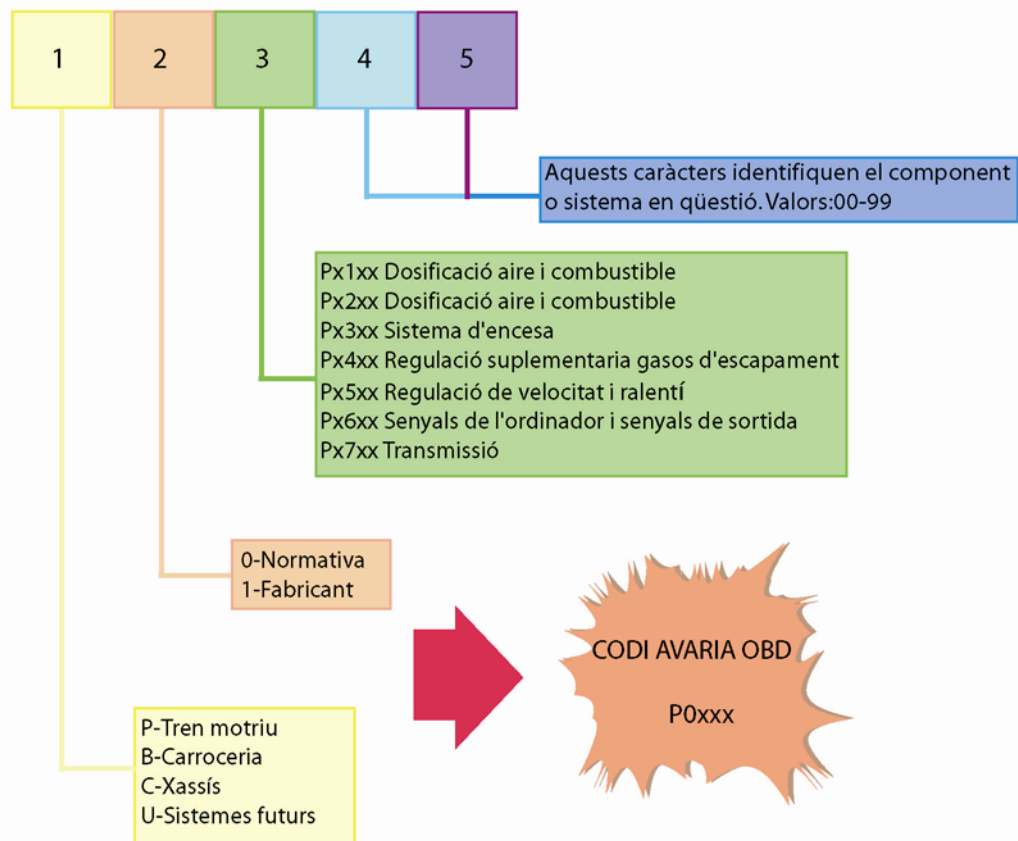


Figura 38

4.2.3.3.- La estandardització

La directiva ce 98/69/CE europea fa referència a l'estandardització de l'equip de diagnòstic "...El sistema de diagnòstic de control de emissions debara permetir el acceso nomalizado ilimitado i ser conforme con la siguientes normas ISO i/o SAE....." (Descriurem les normes a què fa referència al llarg d'aquest apartat). Per tant, l'accés als sistemes OBD ha de ser normalitzat, així amb un scantool(=eina de test) genèric es pot tenir accés a tots els sistemes OBD, no cal comprar-ne un per cada marca de vehicle, cosa lògica. Veurem que tot i que es té accés a tota la informació la gran quantitat de protocols que hi ha fan que la comunicació sigui complexa, en funció del model i vehicle poden incorporar diferents protocols i fins i tot poden interpretar-lo, en alguns casos, de diferent manera.

La comunicació entre el l'eina de diagnòstic i la unitat de control es basa en el model de 7 capes OSI. Les organitzacions ISO i SAE no han desenvolupat un estàndard que englobi totes les capes però si que n'han desenvolupat per les diferents capes.

En la figura 39 podem veure un model simplificat de 3 capes que permet entendre millor el procés i les etapes en que es pot dividir la comunicació entre l'scantool i el vehicle.

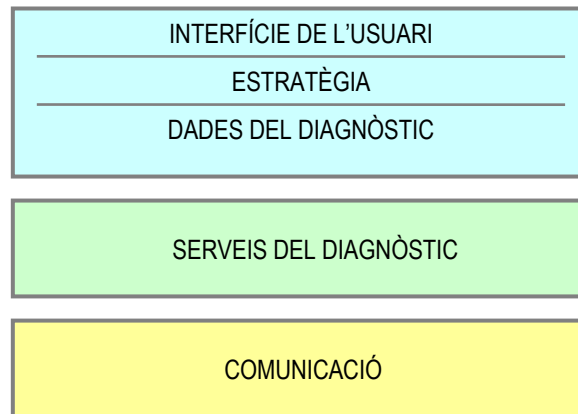


Figura 39

El primer nivell es pot subdividir en interfície d'usuari, dades de diagnòstic i estratègia. La interfície de l'usuari descriu com flueix la informació entre l'usuari i el servei de diagnòstic. En resum la definició de l'eina de diagnòstic utilitzada. (Pot ser que hi hagi scantools amb teclat de PC, teclat numèric, pantalla alfanumèrica, etc...)

El terme estratègies fa referència a l'estratègia a seguir per diagnosticar o reparar el vehicle. Informació útil per reparar o trobar la falla. Per exemple es pot implementar que si s'ha produït una seqüència de falles determinades el problema prové del sistema de combustió, o de l'injector, o d'un lloc determinat, o sigui permet establir una causa a partir d'una sèrie de conseqüències.

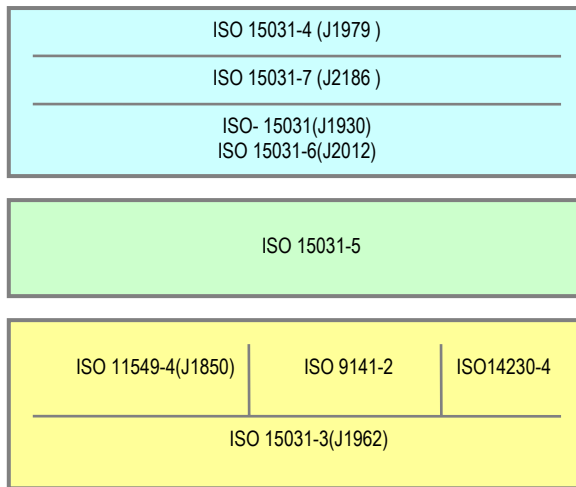
Les dades de diagnòstic són informació que necessitem per interpretar les dades que ens ha proporcionat el servei de diagnòstic, per ex: Si només llegíssim els codis d'avaries tindríem unes dades semblants a P0xx i no sabríem que signifiquen, gràcies al protocol ISO 15031-6 podem descodificar aquest codi alfanumèric i saber la causa de l'avaría.

El nivell intermitg descriu els serveis de diagnòstic, descriu un seguit de comandes que són les que permetran la diagnosi del vehicle des de l'scantool, un seguit de serveis i de informació que el sistema de diagnòstic pot proporcionar a l'scantool, i una sèrie d'accions que pot fer l'scantool. P.ex.: descriu el format que han de tenir les trames que s'envien i com s'han d'enviar.

El nivell inferior és el que ha de permetre la comunicació (nivell físic). Descriu els detalls tècnics necessaris per la comunicació i subministra la informació de com començar la comunicació (inicialització). També informa de la velocitat apropiada, així com el protocol a utilitzar en els connectors, cables, etc....

Segons la directiva 98/69/CE s'han de complir les següents normes respecte a la comunicació entre l'scantool i el vehicle:

- Com a enllaç de comunicacions entre el vehicle i l'exterior s'ha d'utilitzar una de les següents normes:
 - ISO 9141-2 "Road Vehicles- Diagnostic System- Requirements for Interchange of digital information".
 - ISO 11519-4 "Low-speed serial data communication- part 4: Class B data communication network interface (J1850)".
 - ISO DIS 14230-4 "Diagnostic systems-Key word protocol 2000. part 4: requirements for emissions related systems".
- L'equip de probes i les eines de diagnòstic han de ser conformes a l'especificació funcional ISO DIS 15031-4 "External test equipment".
- El flux de informació entre la interfície conforme a la ISO DIS 15031-4 i el vehicle ha de ser conforme a la ISO DIS 15031-5 "Emissions-related diagnostic services", aquest especifica els modes de funcionament i el format de la trama de dades.
- Al registrar-se una averia s'ha d'identificar utilitzant el codi més apropiat segons la ISO DIS 15031-6 "Diagnostic trouble code definitions", relativa als codis de avaria del sistema de diagnòstic.
- El connector que presenta el vehicle perquè si pugui connecta la eina de diagnòstic ha de ser conforme a la norma ISO DIS 15031-3 "Diagnostic connector and related electrical circuits: specification and use".



La figura ens mostra el model de 3 capes que hem vist anteriorment, veiem els protocols que, en els sistemes OBDII-EOBD, estan desenvolupant les tasques pròpies de cada capa i subcapa. A continuació podreu observar unes capes on s'especifiquen el nom de cadascun d'aquest protocols, entre d'altres.

Figura 40

En les següents taules observem alguns dels protocols més importants, el gran número de protocol que hi ha suposa una gran problemàtica, es fa inevitable, si el que volem es que hi hagi una bona estandardització que es redueixi el número de protocols i que es millorin, sent més específics. Aquests protocols i el fet que només siguin accessibles pagant el seu valor a les organitzacions ISO o SAE han condicionat el treball, ja que el preu és abusiu i tampoc saps del cert si el contingut que tenen serà útil.

	ISO		SAE
ISO 15031-1	General information		Sense estàndard equivalent
ISO 15031-2	Terms, definitions, abbreviations and acronyms	J1930	Electrical/Electronic systems diagnostic terms, abbreviations and acronyms
ISO 15031-3	Diagnostic connector and related electrical circuits: specification and use	J1962	Diagnostic connector
ISO 15031-4	External test equipment	J1978	OBD II scan tool
ISO 15031-5	Emissions-related diagnostic services	J1979	E/E diagnostic test modes
ISO 15031-6	Diagnostic trouble code definitions	J2012	Recommended practice for diagnostic trouble codes definitions
ISO 15031-7	Data link security	J2186	E/E data link security
ISO 11519-4	Low-speed serial data communication- part 4: Class B data communication network interface (J1850)	J1850	Class B data communications network interface

Altres documents ISO i SAE, en referència al diagnòstic

ISO 9141	Road Vehicles- Diagnostic System- Requirements for Interchange of digital information
ISO 9141-2	Road Vehicles- Part 2: CARB Requirements for interchange of digital information
ISO 11519	Road Vehicles- Low Speed serial data communication [4 parts: 1:General definitions. 2:Low speed Controller Area Network (CAN). 3:Vehicle Area Network (VAN). 4: Class B Data communication network interface (J1850)]
ISO 11898	Road Vehicles- Interchange of digital information- Controller Area Network (CAN) for High-speed communication
ISO 14229	Diagnostic Systems- Diagnostic Services Specification
ISO 14230	Diagnostic Systems- Keyword protocol 2000[4 parts: 1: Physical layer. 2: Data link layer. 3: Implementation. 4: Requirements for emissions related systems.]
SAE J1587	Joint SAE/TMC Electrical interchange between microcomputer systems in heavy-duty vehicle applications
SAE J1708	Serial data communications between microcomputer systems in heavy-duty vehicle applications
SAE J1939	Truck + Bus
SAE J2008	Electronic acces/Service information
SAE J2178	Class B Data communication network messages [Part 1: Detailed header formats and physical address assignments. Part 2: Data parameter definitions. Part 3: Frame IDs for single byte forms of headers. Part 4: Message definition of three byte headers]
SAE J2190	Enhanced E/E Diagnostic Test Modes

4.2.3.4.- Les principals diferències entre EOBD i OBDII

Tot i tenir moltes semblances OBDII i EOBD no són idèntics, presenten algunes diferències en alguns requisits, i llindars al considerar que es produeix una falla. P.ex.: l'EOBD no requereix detectar les fugues evaporatives i el OBDII sí. Cal dir que són més les semblances que les diferències.

4.3.- El sistema OBDII del Volkswagen new Beetle

En aquest apartat tractarem més a fons com funciona un sistema OBDII en un vehicle de gasolina, l'objectiu és veure la importància de les comunicacions i l'electrònica, gràcies a la gran integració de tot el sistema de control del motor són possibles les funcions de diagnòstic OBD. En concret veurem el sistema OBDII del Volkswagen New Beetle (de EUA). Potser seria més lògic tractar un sistema EOBD però la informació disponible del OBDII és superior, a causa de la seva maduresa.



Figura 41

El motor del Beetle és un 2.0l de 4 cilindres amb OBDII.

Entre les funcions de supervisió que es porten a terme hi ha les següents:

- Vigilància del funcionament del catalitzador.
- Proba de tensió de les sondes lambda.
- Diagnòstic de l'envelliment de les sondes lambda.
- Sistema d'aire secundari.
- Sistema de retenció de vapors del combustible.
- Proba de diagnòstic de fugues.
- Sistema d'alimentació de combustible.
- Falles en la combustió.
- CAN-Bus.
- Unitat de control motor (Motronic).
- Tots els sensors i actuadors que intervenen en les emissions d'escapament i estan connectades a la unitat de control.

Les funcions del sistema OBD en aquest vehicle les podem resumir de la següent manera:

- Vigilància de tots els components importants per a la qualitat dels gasos d'escapament (que hem vist anteriorment).
- Protecció del catalitzador abans de la seva posada en funcionament.
- Avís visual, mitjançant el MIL, si hi ha components relacionats amb les emissions que presenten falles en el funcionament.
- Memorització de les avaries.
- Possibilitat de diagnòstic.

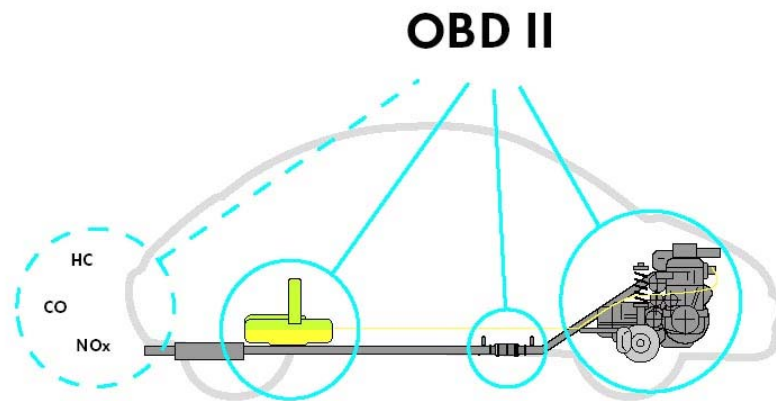


Figura 42

Veiem que s'han de controlar molts sistemes per tal de detectar un excés de concentració de contaminants, aquesta concentració no es pot mesurar directament, per això s'ha de controlar que tot el tren motriu funcioni correctament. Això presenta avantatges ja que per exemple, al tenir una monitorització tant bona de tot el que intervé en el funcionament de la cadena cinemàtica, pot ser molt més fàcil detectar avaries importants abans que desencadenin una sèrie de conseqüències, o simplement dóna una major facilitat a l'hora de localitzar les avaries. Si només sabéssim que el cotxe contamina massa i no tinguéssim cap indicació del punt on hi ha l'avaría seria molt complex i costós localitzar-la i arreglar-la. De fet els fabricants cada cop incorporen més sistemes de diagnòstic que no són obligatoris, la complexitat del vehicle augmenta i els sistemes de localització de avaries són cada cop més una eina indispensable pel mecànic. En contra tenim el cost i complexitat de la implementació del sistema de supervisió.

En les següents figures podem observar com s'interconnecten els diferents components i sistemes que supervisa l'OBDII, alguns d'ells els tractarem amb major profunditat en els pròxims apartats.

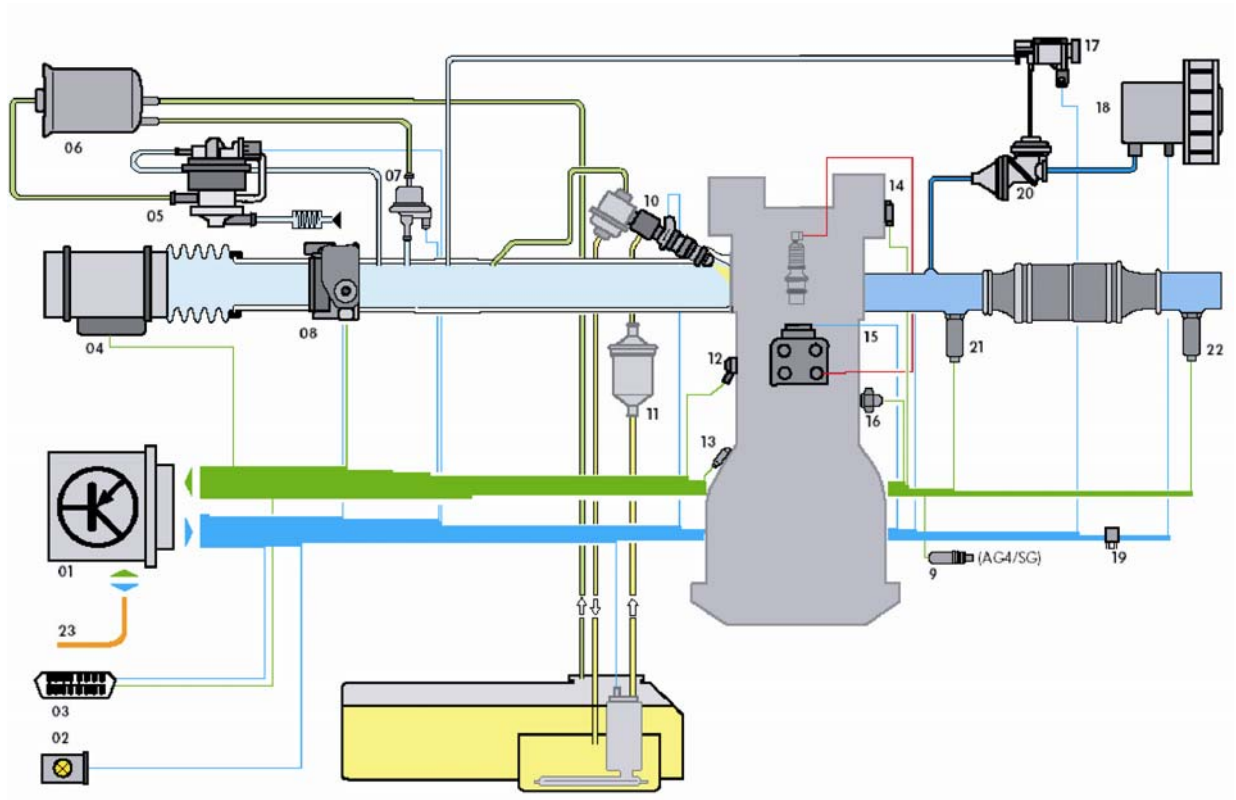


Figura 43

- | | |
|---|--|
| 01. Unitat de control motor (Motronic) | 12. Sensors de picat I+II |
| 02. Testimoni lluminós (MIL) | 13. Transmissor de règim del motor |
| 03. Connector per al diagnòstic | 14. Transmissor Hall |
| 04. Mesurador de la massa d'aire | 15. Distribució estàtica d'alta tensió |
| 05. Bomba de diagnòstic per al sistema de combustible | 16. Transmissor de temperatura del refrigerant |
| 06. Dipòsit de carbó actiu | 17. Vàlvula de aire secundari |
| 07. Electrovàlvula 1 pel dipòsit de carbó actiu | 18. Bomba de aire secundari |
| 08. Unitat de comandament papallona | 19. Relé per la bomba de aire secundari |
| 09. Transmissor per al velocímetre | 20. Vàlvula combinada per l'aire secundari |
| 10. Injectors dels cilindres 1-4 | 21. Sonda lambda I |
| 11. Filtre de combustible | 22. Sonda lambda II |
| | 23. CAN-Bus |

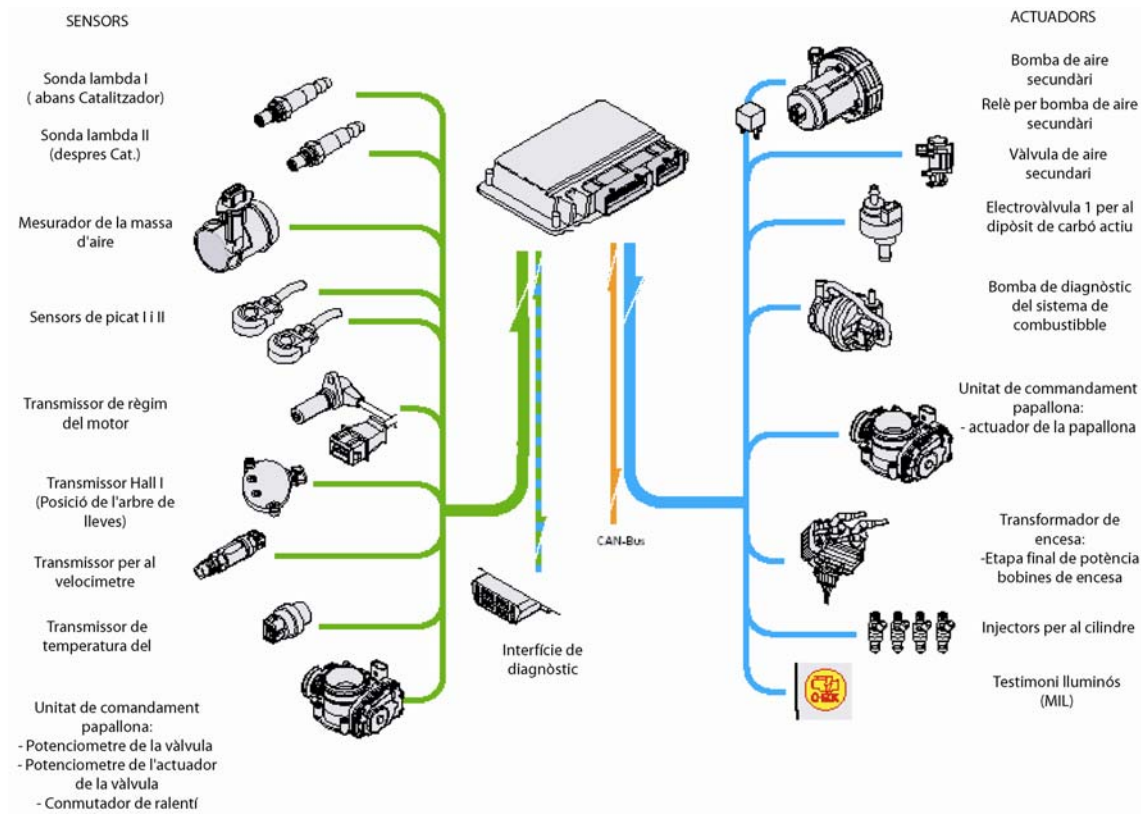


Figura 44

4.3.1.- Components del sistema de gasolina

Veurem com treballa el sistema de diagnòstic en el catalitzador, en les sondes lambda, i en la detecció de falles en la combustió, com es pot observar en les figures anteriors aquests no són els únics sistemes que supervisa el sistema OBDII, però ens serviran per prendre una idea més pràctica de com es pot dur a terme la supervisió. En aquest aspecte els diferents fabricants poden utilitzar diferents estratègies de vigilància, mentre garanteixin el compliment de la legislació per tal de poder passar l'homologació del sistema. Com podem veure en els següents exemples s'utilitzen mètodes de supervisió que implementen un software acompanyat dels components extra que siguin necessaris. El fabricant ha d'implementar el sistema OBDII utilitzant els mínims recursos extra, per tal de no incrementar el cost del producte, per tant és important que el software del sistema de supervisió sigui sofisticat, i exprimeixi al màxim els recursos de que ja disposa el vehicle.

4.3.1.1.- El catalitzador

El catalitzador és el component central per a la depuració dels gasos d'escapament. El sistema OBD s'encarrega de comprovar que el sistema treballi correctament, concretament monitoritza el seu rendiment i si la presència de hidrocarburs supera en 1.5 vegades el contingut límit s'ha de detectar. Pot ser que el catalitzador treballi malament a causa de l'envelliment o bé algun defecte.

Per tal de diagnosticar, la unitat de control compara les tensions que subministren les sondes que estan situades abans i després del catalitzador. Les sondes han de mantenir una proporció, les sondes lambda mesuren el contingut de oxigen, la quantitat d'oxigen que hi ha en els gasos és una mesura indirecte de la quantitat de contaminants. Si la relació entre la tensió dels sensors lambda d'abans i després difereixen d'un marge teòric especificat, la unitat de control detecta un defecte en el catalitzador i inscriu un codi d'avaría a la memòria. També s'ha d'encendre la llum (MIL).

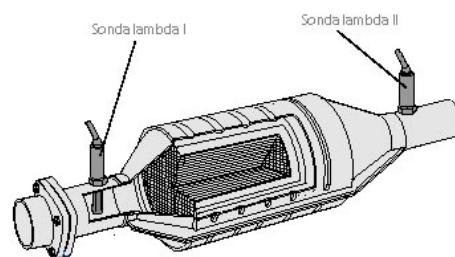


Figura 45

Els catalitzadors estan sotmesos a condicions de treball dures i amb temperatures elevades, estan sotmesos a un envelliment que pot afectar a les seves capacitats de conversió. A part d'un envelliment tèrmic normal, també pot estar sotmès a un envelliment químic, pot patir danys en la seva superfície (on es produeixen les reaccions químiques). Una falla de l'encesa pot provocar temperatures superiors a les admissibles. El catalitzador també pot patir danys de tipus mecànic.

4.3.1.2.- La sonda lambda

La sonda lambda és l'encarregada de mesurar la quantitat de oxigen que hi ha en els gasos d'escapament. És un element important en el circuit de regulació de l'ajust de la mescla d'aire i combustible, quan el sistema treballa en llaç tancat és ella

qui proporciona les dades per tal que la mescla sigui estequiomètrica. Una altre funció, hem vist que és la vigilància del bon funcionament del catalitzador.

El sistema de gestió del motor considera les fluctuacions en la composició dels gasos d'escapament, a partir d'elles efectua varies funcions (p.ex.: la mescla d'aire combustible), i a la mateixa vegada aquestes poden servir per detectar que alguna cosa pot fallar. La sonda pot ser que estigui envellida o defectuosa, la qual cosa impediria la configuració òptima de la mescla de combustible, i en conseqüència faria augmentar la contaminació i baixar el rendiment del vehicle. Per aquest motiu quan hi ha un mal funcionament s'ha de detectar, memoritzar i encendre la llum MIL.

En aquest sistema OBD el fet que hi hagi una sonda lambda addicional (una abans i una després del catalitzador) permet que la sonda d'abans del catalitzador, la que s'utilitza per a la regulació de la mescla, s'autoadapti mitjançant un mètode de regulació secundari que es basa en mesures del sensor lambda de després del catalitzador. Aquesta mesura es compara amb valors teòrics, d'aquesta manera es pot adaptar el sensor lambda I (abans del catalitzador) i compensar així variacions degudes al desgast i envelliment.

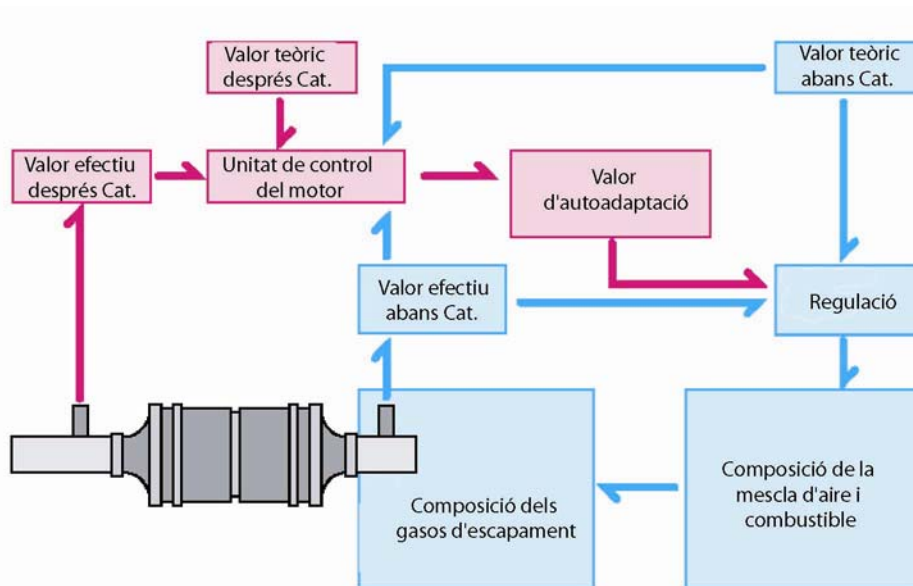


Figura 46

També hi ha una prova de tensió de la sonda lambda que en comprova el funcionament elèctric, pot distingir els curtcircuits i interrupcions del cable.

En cas que no hi hagi senyal de la sonda d'abans el catalitzador no es produeix la regulació en llaç tancat del sistema de mescla, es passa a un funcionament d'emergència en llaç obert.

En cas que no hi hagi senyal de la sonda de després del catalitzador, el funcionament en llaç tancat es podria continuar produint, però en aquest sistema concret s'opta per desconectar també la sonda lambda d'abans del catalitzador.

Les sondes lambda estan calefactades per tal que aconseguixin, en l'arrencada, la seva temperatura de funcionament ràpidament, aquesta calefacció també s'ha de comprovar, es mesura la resistència de la calefacció per determinar que la potència sigui l'adequada.

4.3.1.3.- Detecció de falles en la combustió

Si es produeix un defecte en la combustió pot passar que la mescla de combustible i aire passi sense cremar, la qual cosa provoca una caiguda de potència del motor i un augment en les emissions, aquest mal funcionament del motor pot causar danys al catalitzador.

Els dos components principals del sistema són el transmissor Hall que detecta la posició de l'arbre de lleves, concretament controla la posició del cilindre 1, sabent la posició de l'1 es pot saber la dels altres. L'altre component és el transmissor de règim del motor que detecta la velocitat de gir del cigonyal. El sistema de control, a partir de comparacions amb el comportament teòric que ha de tenir, pot detectar les falles del motor. P.ex.: si es produeix una falla en el motor durant l'encesa es detecten fluctuacions anòmales en el gir del cigonyal, mitjançant el transmissor de règim i la informació que proporciona el transmissor Hall es pot detectar en quin cilindre s'ha produït el defecte.

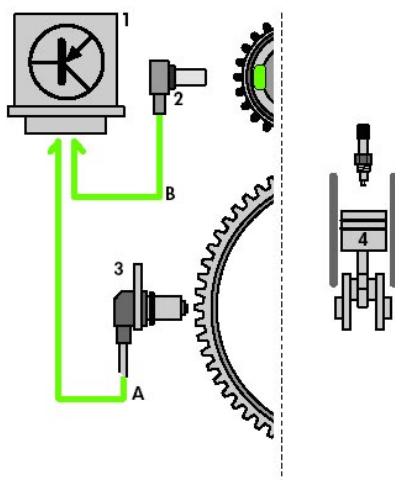


Figura 47

Veiem com es detectaria una fallada en el cilindre 4: Suposem que no es produeix la guspira el cilindre 4, el transmissor de règim detectaria una fluctuació anòmales en el gir de la roda dentada. Sabria que hi ha hagut un problema en el cilindre 1 o 4. El transmissor Hall pot diferenciar l'etapa en que es troba el cilindre 1, i per tant la de tots els altres. En conseqüència, amb la informació dels dos sensors la unitat de control pot determinar que la fallada ha estat en el cilindre 4.



El OBDII controla:

- Contínuament l'índex de falles, en intervals de medició fixos de 1000 voltes de cigonyal. Una concentració de HC 1.5 vegades superior al valor límit (màxim increment admissible) voldria dir que s'han produït més d'un 2% de falles.
- L'índex de falles de la combustió en un interval de 200 voltes de cigonyal, aquest es realitza quan es donen condicions propícies perquè es produeixin: règims de funcionament alts o càrregues elevades.

Si no hi ha senyal del sensor de règim no és possible el funcionament del motor, j s'utilitza en varies funcions necessàries pel control del motor. Si falla el sensor Hall, es retarda l'angle d'ignició i el motor funciona en mode d'emergència.