

**AUTÓELEKTRONIKAI
MŰSZERÉSZ
MESTERVIZSGÁRA
FELKÉSZÍTŐ JEGYZET**

BUDAPEST, 2021

Szerző:
GÁL ZOLTÁN

Lektorálta:
DUDÁS ISTVÁN

Kiadja:
Magyar Kereskedelmi és Iparkamara

Tartalomjegyzék

1.1. Járműazonosítás	6
1.2. Munkafelvétel	11
1.3. Ügyfélkezelés	11
2. Indító, áramellátó, fényjelző és elektronikusan irányított rendszerek	11
2.1. Áramellátó rendszer diagnosztikája	11
2.1.1. Akkumulátor diagnosztika	11
2.1.2. Indítórendszer vizsgálata	12
2.1.3. Generátor diagnosztika	12
2.1.4. Akkumulátor felügyelet	13
2.2. Világító- és jelzőberendezések diagnosztikája	17
2.2.1. Fénytani és világítástechnikai alapfogalmak	17
2.2.2. Fényszórók fajtái	19
2.2.3. LED-ek alkalmazása a gépjárművek világításánál	27
2.2.4. Fényszóró ellenőrzése, beállítása	32
2.2.5. Jelzőberendezések	34
2.3. Kényelmi berendezések	36
2.3.1. Központi zár	36
2.3.2. Ülésfűtés	36
2.3.3. Ablakemelő	37
2.3.4. Elektromos ülésállítás	38
2.3.5. Elektromosan állítható és fűthető külső tükrök	38
2.3.6. Klímaberendezés	40
2.4. Elektronikusan irányított rendszerek diagnosztikája	43
2.4.1. Soros diagnosztika	43
2.4.2. Párhuzamos diagnosztika	46
2.4.3. Perifériadiagnosztika	47
3. Gépjármű diagnosztika	49
3.1. Motor és segédberendezéseinek diagnosztikai vizsgálata	49
3.1.1. Mechanikai állapotvizsgálatok	49
3.1.2. Az elektronikus relatív kompresszió-mérés	53
3.1.3. Gyújtásvizsgálatok	54
3.1.4. Jeladó vizsgálatok	62
3.2. Járműdiagnosztika	80
3.2.1. Futómű diagnosztika	80
3.2.2. Lengéscsillapító diagnosztika	86
3.2.3. Fékberendezések diagnosztikája	88
3.2.4. Szervokormány-diagnosztika	92
4. Benzinmotorok irányító rendszerei	96
4.1. Motronic motorirányítás	96
4.1.1. A levegőrendszer	97
4.1.2. A tüzelőanyag-rendszer	98
4.1.3. A gyújtásrendszer	99
4.1.4. A kipufogógáz-tisztító rendszer	99
4.1.5. Fedélzeti diagnosztika	101
4.2. Változtatható paraméterű szelepvezérlés	101

4.2.1. A vezérlési idő hatása a motorüzemre	101
4.2.2. A vezérlési idő hatása az NO _x emisszióra	101
4.3. Benzinmotorok gázelemzése	105
4.3.1. A benzinmotor kipufogógáz összetevői	105
4.3.2. Hatósági környezetvédelmi vizsgálat	106
4.3.3. A kipufogógáz mérésének elve	108
5. Dízelmotorok irányító rendszerei	110
5.1. A dízelbefecskendező rendszerek szerkezeti kialakításai	110
5.1.1. Forgóelosztós befecskendező szivattyúk	110
5.1.2. Külső meghajtású egyedi adagoló porlasztók	111
5.1.3. Közös nyomócsöves rendszer (CR)	112
5.2. Kipufogógáz turbófeltöltés	113
5.3. A károsanyag-kibocsátás csökkentése	117
5.3.1. Kipufogógáz visszavezetés	117
5.3.2. Forgattyúház-szellőztetés	117
5.3.3. NO _x – katalizátor	118
5.3.4. Részecskeszűrők	119
5.4. Dízelmotorok füstölésmérése	121
5.5. Üzem közbeni felügyelet, fedélzeti diagnosztika	123
5.5.1. Rendszerteszterek	124
5.5.2. Hibajelző lámpa	126
5.5.3. Hibakeresés	126
5.5.4. Readiness-kódok	127
6. Alternatív járműhajtások	128
6.1. Alternatív hajtóanyagok	128
6.2. Hibridhajtású járművek	128
6.2.1. Hibrid alap-üzemmódok	129
6.2.2. A hibridizálás mértéke	129
6.2.3. Hibridhajtás-konstrukciók	130
6.3. Toyota Prius HSD	133
6.3.1. A Prius Atkinson ciklusú motorja	133
6.3.2. Változó szelepvezérlés (VVT)	134
6.4. Hibrid Synergy Drive	136
6.5. A HSD üzemállapotai	136
6.5.1. Indítás	136
6.5.2. Elindulás	137
6.5.3. Normál haladás	137
6.5.4. Intenzív gyorsítás, nagy terhelés	138
6.5.5. Lassítás	138
6.5.6. Hátramenet	139
6.6. HSD rendszerelemei	139
6.6.1. Motorgenerátor MG1	139
6.6.3. Hajtáslánc	140
6.6.4. Inverter	141
6.6.6. Akkumulátor modul	143
6.6.7. Fékrendszer	145

6.6.8. Multiplex kommunikációs hálózat	146
6.7. Tüzelőanyag-cellás hibrid hajtás	147
6.7.1.A tüzelőanyag-cella működése	147
6.7.2. Tüzelőanyagcella-típusok	148
6.7.3. Tüzelőanyagcella-technológia a gyakorlatban	149
6.7.4. Hidrogéntárolási eljárások	150
7. A gépjárművek vezető támogató rendszerei, ADAS	153
7.1. Az információszerzés technikai rendszerelemei	154
7.1.1. Az ultrahangos érzékelők	154
7.1.2. A radarérezékelők	155
7.1.3. A lidaros távérzékelés	157
7.1.4. Kamerás érzékelés	158
7.2. Korszerű járműszensorok	159
7.3. Járművek aktív és prediktív biztonsági rendszerei	160
7.4. Vezető támogató rendszerek (ADAS) diagnosztikája	164
Irodalomjegyzék	166

1. Járműazonosítási ismeretek, munkafelvétel

1.1. Járműazonosítás

A járműazonosítás összehasonlító tevékenység, amelyben a jármű egyedi azonosítóit, azok adattartalmát hasonlítjuk össze egymással, a járművel és a járműkísérő okmányaival. A járműazonosítás célja a jármű és a benne található azonosító jel, illetve a járműokmányok összetartozásának vizsgálata.

A közúti forgalomban résztvevő járművekre a gyártók kezdettől fogva elhelyeztek jelzéseket, betűket, számokat, vagy ezek kombinációját alkalmazták, amiből utólag is megállapítható volt a jármű eredeti „személyazonossága”.

A motorizáció robbanásszerű fejlődése szükségessé tette az alváz- és motorszámok egységes rendszerbe foglalását, így született meg a nemzetközi ISO 3779 számú előírás.

E nemzetközi szabványt Magyarországon a Közúti Jármű Szabványosítási Központ honosította MSZ 05 50 0110-84 számon, ennek műszaki tartalma megegyezik az ISO 3779-77 nemzetközi szabvánnyal.

1981. október 15-től a szabványt aláíró országok területén előállított vagy oda importált járművek alvázszáma 17 számjegyű.

A járműazonosító számot az angol megnevezéséből „Vehicle Identification Number” adódó betűszóval is rövidítik VIN elnevezéssel. A definíció szerint a járműazonosító szám (VIN) olyan három csoportból álló szám- és betűkombináció, amely a járművet gyártók egyes járműveik beazonosítására használják.

A járműazonosító három csoportból áll, ahogyan ezt az alábbi táblázat mutatja.

Járműazonosító																
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
WMI			VDS						VIS							

Az **első csoport** a gyártó azonosító (**World Manufacturer Identifier - WMI**), ami a szabványnak megfelelően három betűből vagy számból áll. Az első és második betűt vagy számot a nemzetközi képviselő, a harmadik számot, vagy betűt a nemzeti képviselő (az MSZH megbízásából Magyarországon a Közúti Jármű Szabványosítási Központ) határozza meg. Ez a csoport a jármű gyártójára utal. A gyártó azonosítót abból a célból jelölik ki a gyártó részére, hogy lehetővé váljon azonosítása, valamint a járműazonosító jelölés másik két csoportjával együtt alkalmazva 30 éves időtartamra szavatolható a jelölés egyedisége valamennyi jármű számára. Az első karakter a földrajzi zónát jelöli, az első és második karakter együtt egy ebben a zónában található országot, a három karakter együtt egy meghatározott gyártót jelöl. Ha az adott gyártó évente 500 járműnél kevesebbet állít elő, akkor a harmadik karakter mindig "9".

A **második csoport** a jármű leíró rész (**Vehicle Descriptor Section - VDS**), mely hat karakter számból, vagy betűkből áll. Ez a csoport a jármű általános jellemzésére alkalmas, itt történik az adott jármű, jellemző paramétereinek bemutatása. Amennyiben a gyártó egy, vagy több helyét nem használja fel, akkor az így kimaradt helyeket választása szerinti betűjelekkel vagy számjegyekkel kell kitölteni.

A **harmadik csoport** a járműazonosító rész (**Vehicle Identifier Section - VIS**) mely nyolc jegyből áll. Az utolsó négy jegy csak számjegy lehet. Ez, a gyártó által meghatározott szám és betűkombináció különbözteti meg az egyes járműveket egymástól. Amennyiben a gyártó meg akarja ebben a részben adni az évjáratot és/vagy a gyártó üzemet, a VIS első helyértékére az évjárat és a második helyértékére a gyártó üzem megadását ajánlják. Évjárat alatt a jármű gyártásának naptári évét, vagy a járműnek a gyártó által megállapított modellévet kell tekinteni. A modellév a járműgyártásban használatos sajátos műszak-kezelés kialakulása miatt jött létre. A járművek modellévet a jármű alvázszámában feltüntetik. A modellév nem feltétlen egyezik a jármű valós gyártási évével - egy modellév az előző év nyaratól a következő év nyaráig tart. (pl.: a 2012-es modellév 2011. augusztustól 2012. augusztusig tart). Amennyiben a jármű rendelkezik modellév jelöléssel, azt szinte minden esetben az alvázszámának 10. karaktereként jelenítik meg.

A VIN alfanumerikus felépítésű, kivéve az utolsó négy helyértéket, ami csak szám lehet.

A következő arab számjegyek és latin nagybetűk felhasználása megengedett:

1-2-3-4-5-6-7-8-9-0

A-B-C-D-E-F-G-H-J-K-L-M-N-P-R-S-T-U-V-W-X-Y-Z

A járműveken a VIN kódot lehetőség szerint egy sorban kell elrendezni. Az okmányokban a VIN egy sorban való folyamatos feltüntetése szükséges.

A járműazonosító jelölésnek jól olvasható helyen, azonos típusú járműveknél mindig ugyanazon a helyen kell lennie, kizárva minden olvasási pontatlanságot, illetve abból adódó félreértést.

Az ISO 4030 ajánlása szerint a számot a jobb első részen célszerű elhelyezni. Az ISO 4030 5.4. szerint a betűk és a számok minimális nagysága a következő:

- legalább 7 mm gépjárművek és pótkocsik (kivéve motorkerékpárok és robogók) esetén, ha a VIN az alvázon vagy karosszérián van elhelyezve;
- legalább 4 mm minden egyéb esetben.

Alvázszám kiviteli formái

Az alvázszámok különböző technológiai módszerekkel készülnek, készültek:

- folyamatos vonallal, kézi erővel beütve,
- folyamatos vonallal, gépi erővel beütve,
- folyamatos vonallal beütött, mikro-barázdált fonákoldalas,
- mélyedő nyomással, illetve magas nyomással,
- pontonkénti beütésű ritka, illetve sűrű mátrix kivitel,
- lézer mátrix,
- görgőzéses eljárás,
- szegecselt táblás.

A motorszám

A motorazonosító számok felépítése nemzetközileg nincs szabályozva, tehát azok felépítése gyártmányonként változik.

Általános - íratlan - szabály, hogy a motorszámok két fő részből állnak:

1. MOTORKÓD - ami valamilyen formában a motor típusára utal és
2. SOROZATSZÁM - ami az adott fődarabot egyedileg azonosíthatóvá teszi.

Annak ellenére, hogy a világ legtöbb országában a motorszám nem része a járműnyilvántartásnak - ez alól Magyarország kivétel - a gépjármű gyártók az általuk legyártott karosszériákat és a hozzájuk elkészített erőforrásokat a saját belső nyilvántartásaikban egymással összekapcsolják - tehát a motorszám birtokában nem csak kizárólag a motorblokk, hanem akár a teljes jármű is beazonosítható.

A 6/1990 KöHÉM rendelet alapján a motorszám jelenleg is járműazonosító jelnek minősül.

A 6/1990 KöHÉM rendelet 25.§-ának 2. bekezdése: A gépjármű, a mezőgazdasági vontató és a lassú jármű hajtómotorja a gyártója által egyedi azonosítási jellel, illetőleg a hajtómotor egyedi azonosítására nem szolgáló típusazonosító jellel (a továbbiakban együtt: motorszám) látható el. Amennyiben a hajtómotort motorszámmal látták el, az a járműazonosító jelének tekintendő és azt nyilvántartásba kell venni. A motorszámot nem szabad eltüntetni, megváltoztatni.¹ Magyarán: a motorszámnak nem kötelező lennie, de ha van, rögzíteni kell és a forgalmi engedélybe is bekerül. Ha nincs, vagy eltűnik, akkor nem kap új motorszámot, de a forgalomba helyezés előtti műszaki vizsgálat során továbbra is meg kell állapítani az üzemmódot, a hengerűrtartalmat és a környezetvédelmi osztályba sorolás kódját. Az időszakos műszaki vizsgálat során ezeket az adatokat ellenőrizni kell és bármelyik megváltozása az engedély nélküli motorcsere következményeivel jár. Ha időközben a motorszám megsemmisül, de a műszaki adatok változatlanok maradnak, "Műszaki Adatlap" kerül kiállításra, ahol a motorkód, motorszám rovatba bevezetésre kerül a motorkód, ha megtalálható, a motorszámhoz pedig az, hogy nincs. Hiányzó motorszám helyett másikat nem ütünk be!

Motorszám felépítése

BMW 1979.01.01 - 1984.08.31-ig

16	4	V	B	8605504
1.	2.	3.	4.	5.

1. névleges hengerűrtartalom
2. hengerek száma
3. üzemanyag ellátás
4. verziókód
5. sorozatszám - alvázszám utolsó 7 karakterével azonos

Motorkód alapján:

¹ 6/1990 KöHÉM rendelet 25.§-ának 2. bekezdése

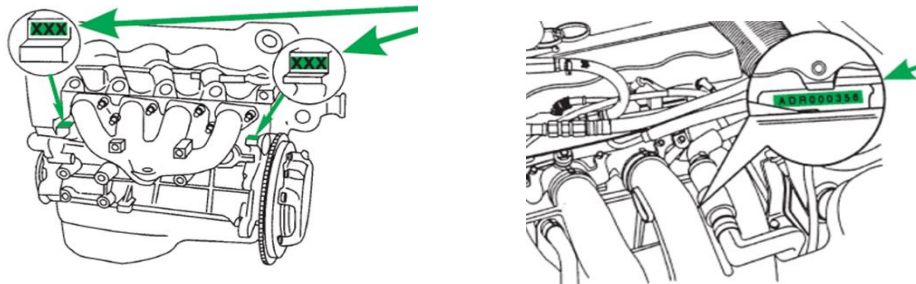
Audi motorszám (Audi 100 Quattro 2.2i Turbo)

AAN	015329
1.	2.

1. motorkód
2. sorozatszám

Motorszámok fellelhetőségei

A motorszámok fellelhetőségeinek nincsenek az alvázszáméhoz hasonlítható szigorú előírásai, a különböző motortípusok felépítéséből adódóan azok fellelhetősége eltérő. Ezekre jellemzőbb példák az alábbiakban láthatók.



1. ábra. A motorszám fellelhetőségei²

A típustáblák

Az 1960-as évek elejétől helyeztek el típustáblákat a személygépkocsikon. Kialakításukat, adattartalmukat, elhelyezkedésüket nem szabályozzák nemzetközi szabványok, ezért megjelenési formáikban, adattartalmukban és elhelyezkedésükben meglehetősen változatosak. Kialakításuk gyártmányon, sőt még típuson belül is mutathat eltéréseket. Típuson belüli eltéréseit a gyártási időszakokon kívül a földrajzi elhelyezkedése is befolyásolhatja. A típusjelzés mellett a motor és a nyomatékváltómű műszaki jellemzőire, a jármű színére is történik utalás, ugyanakkor felkerül a táblára az alvázszám is.

Adattartalom:

Annak ellenére, hogy a típustáblák adattartalma sincs kötelezően előírva, 5 adatot szinte minden típustáblán fellelhetünk:

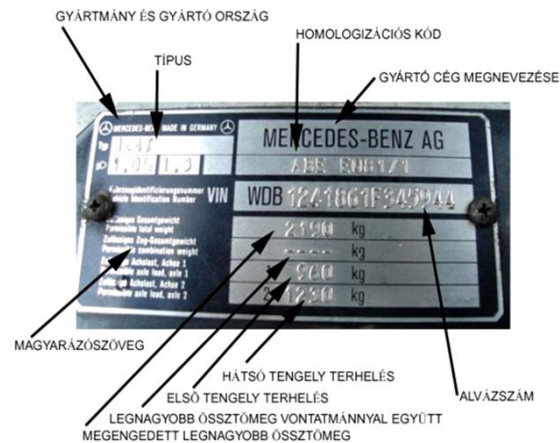
1. a gyártó cég megnevezése,
2. az alvázszám,
3. a megengedett legnagyobb össztömeg,
4. első tengely terhelhetősége,
5. hátsó tengely terhelhetősége.

Az adatok elhelyezkedése, sorrendje, megmunkálása illetve egyéb adatok elhelyezése a típustáblákon teljesen a gyártó privilégiuma. Általánosságnak tekintendő az is, hogy a fenti 5 adat ebben a sorrendben van feltüntetve a tábla jobb oldali 2/3 részén.

² Forrás: Volkswagen AG

Az egyéb adatok:

- magyarázó szövegek,
- cégemléma,
- színkód,
- motorkód,
- homologizációs kód,
- gyártási számok.



2. ábra. Az adattábla tartalma³

Európán belüli megrendelések esetén úgynevezett homologizációs kódot is feltüntetnek a táblákon, általában az alvázsám alatti mezőben, ami a megrendelő ország közlekedési hatóságának az adott típusra vonatkozó engedélyszáma. A homologizációs kódok első karaktereiből kiderülhet maga a megrendelő ország - ami gyakorta segítségünkre lehet a járműgyártási és (első) forgalomba helyezési időpontjaival kapcsolatban.

A homologizációs kódok első karakterei (2. ábra):

ABE	Németország, Svájc
DGM	Olaszország
PVA	Belgium
B	Spanyolország
A, AA	Franciaország
8 db szám	Anglia
CS	Csehország
E	EU 1995 után

³ Forrás: Mercedes-Benz AG

1.2. Munkafelvétel

Minden javításra, szervizelésre érkező gépkocsi esetében munkafelvételi lapot kell kitölteni a forgalmi engedély, garanciális munka esetén a csekkfüzet alapján. A munkafeltevőnek a gépkocsit szemrevételezni kell, és az esetleges sérüléseket rögzíteni kell a munkalapon.

A munkalaphoz rá kell vezetni a gépkocsi tartozékait, a kilométeróra állását és a tüzelőanyag mennyiségét.

1.3. Ügyfélkezelés

A javítási munka árának meghatározásához árajánlatot kell készíteni, mely a szolgáltatás ár-képzéséhez nyújt információt. A javítási tevékenység befejezése után el kell készíteni a számlát, mely a ténylegesen elvégzett javítási műveletek és a felhasznált anyagok alapján készül.

A javítóműhely egy felelős személy aláírásával igazolja a munka elvégzését, tájékoztatja az ügyfelet a munka részleteiről és indokolt esetben a munkafeltevő, szervizvezető próbautat tesz az ügyféllel közösen, majd átadja a gépkocsit az ügyfélnek.

2. Indító, áramellátó, fényjelző és elektronikusan irányított rendszerek

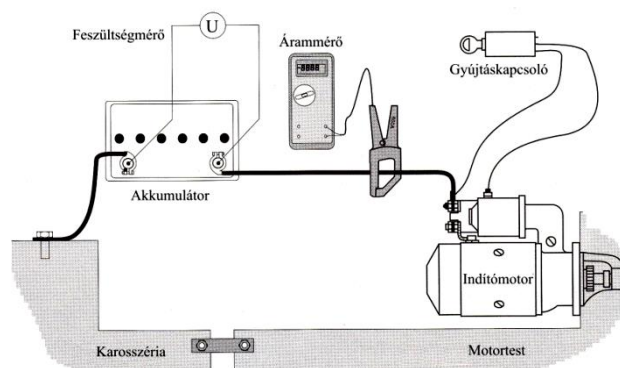
2.1. Áramellátó rendszer diagnosztikája

2.1.1. Akkumulátor diagnosztika

Hibabehatárolás

Az akkumulátor hibabehatárolásához szükség van egy feszültségmérőre, amelyet csatlakoztatunk az akkumulátor kivezető csapjaira és egy árammérőre, mellyel indítózás közben (indítás-próba) mérjük a forrás által leadott áramerősséget is.

A hibabehatárolás kapcsolása a 3. ábrán kísérelhető figyelemmel.



3. ábra. Hibabehatárolás⁴

Ha ekkor viszonylag magas kapocsfeszültség és kis terhelőáram mérhető (12,4 V–25 A), nem az akkumulátor a hibás. Ilyenkor valószínűleg a hálózat sérült vagy az indítómotor hibásodott meg. Ha ugyanekkor a kapocsfeszültség alacsony, de a terhelőáram nagy (7 V–350 A), szintén nem a telep rossz, ilyenkor nagy valószínűséggel az indítómotor hibásodott meg.

⁴ Huszti Tibor: A gépjármű villamos hálózata, Autoverso Oktatási Bt. 104. old. 2.46. ábra

Ha alacsony feszültséget és kis áramerősséget mérünk (7,5 V– 45 A) akkor valószínűleg az akkumulátor hibásodott meg. Az akkumulátor kiszerelese előtt célszerű ellenőrizni az energiaellátó rendszert is.

A kiszereelt akkumulátor vizsgálata

Az akkumulátorról biztos képet kapunk, ha először elektromosan feltöltjük. Töltés folyamán, ha a feszültség gyorsan növekszik viszonylag kis töltőáram mellett, nagy valószínűséggel az akkumulátor elszulfátosodott. Ilyenkor célszerű kis töltőáramot alkalmazni, pl. az amperóra kapacitás tizedrészének megfelelő árammal ($C_{20}/10$ A) tölteni a telepet.

Szervizekben alkalmaznak olyan berendezéseket (akku teszter) mely fix értékű ellenállással, rendszerint 100 A-rel terhelik meg a telepet. A berendezés rendelkezik feszültségmérővel is, így külön feszültségmérőre nincs is szükség.

Az akkumulátor indítóképességét az alábbiak szerint lehet megítélni:

- Először meg kell mérni az akkumulátor nyugalmi feszültségét (a töltést követő fél óra után)
- A terhelés végrehajtásakor a mérőeszköz csatlakozóját hozzá kell nyomni az akkumulátor kivezető csapjaihoz, majd 10 s idő múlva le kell olvasni a kapocsfeszültséget, és ha a műszer mutatója a zöld tartományon belül van, az akkumulátor töltöttsége megfelelő.

2.1.2. Indítórendszer vizsgálata

Az indítórendszer együttes vizsgálata az indítómotor áramfelvételének, az akkumulátor kapocsfeszültségének és az indítórendszer elektromos hálózatának érintett részein történő feszültség- és egyidejű mérésével hajtható végre korrekt módon. Az indítási áramfelvétel és a feszültség- és ismeretében az akkumulátor indítóképességére vonatkozóan is helyes információhoz juthatunk. Az akkumulátor kapocsfeszültségének 20°C körüli hőmérsékleten, 10 s indítómotor működtetés után nem szabad 12 V névleges feszültségű rendszerben 9,5 V alá esnie. Kifogástalan akkumulátorállapot mellett 5-6 s időtartamú indítózás után állandósul a kapocsfeszültség 10,5 V felett, ekkor a vizsgálat befejezhető, és az akkumulátor töltöttségét megfelelőnek lehet értékelni.

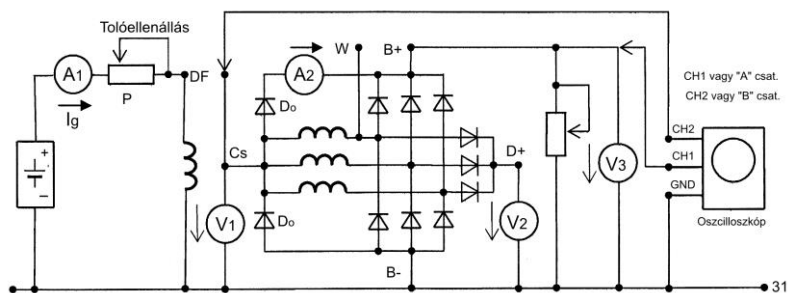
2.1.3. Generátor diagnosztika

A generátor diagnosztika a töltőáram és a szabályozott feszültség névleges értékének ellenőrzésére, valamint annak oszcilloszkópos vizsgálatára terjed ki. Ezek a vizsgálatok motorra szerelt állapotban, igaz nehézkesen, de elvégezhetők. Érdeemes a vizsgálatot az elektromos csatlakozások, testvezetékek, ékszíjfeszesség, zajosságvizsgálattal kezdeni.

A névleges töltőáram és a névleges motorfordulatszám ismeretében ellenőrizhető a generátor hibátlan működése. A motort a névleges fordulatszámon járattuk miközben az árammérő fogóval a töltőáramot mérjük a generátor töltővezetékén. A generátor maximális gerjesztését ki-kényszeríthetjük úgy, hogy terhelővillával az akkumulátort 80-100 A árammal terheljük. Ha a mérés során, a generátor névleges fordulatszámán leadja a névleges áramerősség értékét, a generátort hibátlannak kell minősíteni.

A generátor egyenirányító diódáinak és fázistekercseinek esetleges hibáit az egyenirányított feszültség oszcillogramjának segítségével azonosíthatjuk. Az egyenirányított rendszerfeszültség a háromfázisú, kétutas egyenirányítás eredményeként ingadozó.

A méréshez az oszcilloszkóp mérővezetékét az akkumulátor pólusaira csatlakoztatva, járassuk a motort kb. 2500-3000 min^{-1} fordulatszámon és kapcsoljunk be minél több fogyasztót a rendszer terhelésének növelése érdekében. Erre azért van szükség, hogy az akkumulátor feszültségét csökkentsük annak érdekében, hogy a generátor hullámos feszültsége látható legyen. Hibátlan generátor esetén a hullámosság egyenletes, míg valamilyen meghibásodás esetén (dióda hiba, fázistekercs zárlat, szakadás) esetén jeltorzulás következik be. A diagnosztika ebben az esetben csak arra mutat rá, hogy a generátor hibás vagy hibátlan. Torzult jelalak esetén a generátort ki kell szerelni és a konkrét hibafeltárást csak szétszerelt generátornál végezhetjük el. A javítás elvégzése után, a gépkocsira való felszerelés előtt, célszerű az oszcilloszkópos vizsgálatot próbapadon az alábbi kapcsolás szerint elvégezni.



4. ábra. Mérőkapcsolás a generátor oszcilloszkópos vizsgálatához ⁵

A mérőkapcsoláson is megfigyelhető, hogy az akkumulátor csupán a gerjesztő áramot biztosítja, és nem terheli a generátort. A generátor terheléséről egy változtatható ellenállás gondoskodik. Az oszcilloszkópos vizsgálat elvégezhető persze a generátor üresjáratában is (terhelés nélkül), de fennáll annak a veszélye, hogy a generátor feszültsége túlzottan megemelkedik feszültség szabályozás nélkül. A mérés természetesen elvégezhető a generátorba beépített feszültség szabályozó esetén is.

2.1.4. Akkumulátor felügyelet

A mai korszerű, karbantartás-mentes akkumulátorok meghibásodása, a nagy teljesítménye ellenére is a mai napig az egyik leggyakoribb hibaforrás. Ily módon az akkumulátor ellenőrzése és diagnosztikája egyre nagyobb jelentőséggel bír. Ezt a feladatot látja el az energia menedzser. A fogyasztók számára szükséges energia és a rendelkezésre álló energiával történő összehasonlítással, melyet a generátor teljesítményéből és az akkumulátorban tárolt energiából nyer. A fő cél az akkumulátor töltöttségi állapotának ellenőrzése és adott esetben a CAN-busz segítségével az energiafogyasztók vezérlése, ha szükséges, akkor a lekapcsolásuk is. Így elkerülhető az akkumulátor túlzott kisütése és mindenkor garantált marad a gépkocsi indítási képessége.

⁵ Gál Zoltán: Generátordiagnosztika, Oktatási segédlet

Az akkumulátor állapotának lehető legpontosabb megítéléséhez az alábbi adatok szükségesek:

- az akkumulátor hőmérséklete,
- a terhelő áram,
- az akkumulátor nyugalmi és üzemi feszültsége.

Ezekből a jellemző adatokból lehet az akkumulátor töltöttségi állapotot (SOC = State of Charge) és az akkumulátorállapotot (SOH = State of Health) meghatározni.

Az akkumulátor felügyeletet rendszerint egy intelligens akkumulátor szenzorral (IBS) és a motorvezérlő elektronika segítségével oldják meg.

Az akkumulátorszenzor három részből áll: a mechanikus részből, az elektromos modulból és a szoftverből



5. ábra. Akkumulátor felügyelet⁶

A mechanikus rész

A mechanikus részhez tartozik az akkumulátorsaru a testkábelrel, mely a következő feladatokat tölti be:

- elektromos kapcsolat a karosszéria és az akkumulátor negatív pólusa között,
- az áramméréshez szükséges érzékelőelemek befogadása,
- az elektronikus modul befogadása,
- hő kapcsolat létesítése az akkumulátor negatív sarka és a hőmérséklet-szenzor között,
- az IBS testelése (a feszültségellátás egy külön vezetéken történik),
- az elektronikus elemek védelme.

Az elektronikus modul feladata a feszültség regisztrálása, az átfolyó áram és akkumulátor hőmérsékletének mérése.

A szoftver

A pontos adatgyűjtéshez az IBS széles mérési tartományokkal rendelkezik:

- áram -200 A és +200 A között,
- feszültség 6 V és 16,5 V között,
- hőmérséklet -40 ° C és 105 ° C között,
- indítóáram 0 A és 1000 A között,

⁶ Forrás: Hella, Gépjármű elektronika egyszerűen, 135. old.

- nyugalmi áram 0 A és 10 A között.

Az akkumulátorszenzor feladatai:

- Folyamatos feszültség, áram és hőmérséklet mérés a gépkocsi minden működési állapotában;
- Akkumulátor-jellemzők számítása, melyek alapul szolgálnak az akkumulátor töltöttségi állapotának és az akkumulátor állapotának meghatározásához;
- Az akkumulátor töltő és kisütő árama közötti egyensúlyteremtés;
- Az akkumulátor töltöttségi állapotának figyelése és kritikus töltöttségi állapot elérése esetén megfelelő beavatkozás;
- Az indítóáram mérése az akkumulátor állapotának meghatározásához;
- A nyugalmi áram figyelése;
- Az adatok átvitele a fölérendelt vezérlőegységhez;
- Öndiagnosztika;
- Az algoritmus-paraméterek és az öndiagnosztikához szükséges paraméterek automatikus frissítése a motorvezérlő egységen keresztül;
- A képesség, hogy az „alvó” (sleep) módból felébredjen.

Kiértékelő elektronika

Az IBS kiértékelő elektronikája folyamatosan gyűjti a mérési adatokat. Ezeket az áram, feszültség és hőmérséklet értékeket az akkumulátor-jellemzők számítására használják fel.

A bitszinkron interfészen keresztül az akkumulátorjellemező adatait a motorvezérlő elektronikába küldi. Az akkumulátorjellemező számításával párhuzamosan történik az akkumulátor töltöttségi állapotának előzetes számítása. A „motor ki” jel fennállása alatt, valamint amíg a befecskendező fő relé zárt állapotban van, az akkumulátor szenzor információkat gyűjt a motorvezérlő egységtől az akkumulátor állapotáról, hogy a motort garantáltan be lehessen indítani. Miután a befecskendező fő relé kikapcsol, az akkumulátor-szenzor folyamatosan figyeli az akkumulátor töltöttségi állapotát.

A nyugalmi áram mérése

A gépkocsi nyugalmi állapotában az IBS folyamatosan méri az akkumulátorjellemező megkívtánt értékeit. Úgy van programozva, hogy az „alvó” mód 14 másodpercenként megszakad és ekkor egy mérés történik. A mérés kb. 50 ms-ig tart. A mérési adatok az IBS nyugalmi-áram memóriájában kerülnek tárolásra. Ha beindítják a motort, akkor a motor vezérlőegység kiolvassa a nyugalmi-áram memóriát. A nyugalmi-áram menetének a tárolt előírt értékekkel való összehasonlításával megállapíthatóak a különbségek. Ha a nyugalmi-áram menetében eltérés fordul elő, akkor ez megjelenik a motorvezérlő egység hibamemóriájában.

Az optimális akkumulátortöltés

Ahhoz, hogy optimális akkumulátortöltés jöjjön létre minden akkumulátor-töltöttségi állapotban, az akkumulátor hőmérsékletétől és a töltöttségi állapottól függő töltésszabályozást alkalmaznak. Ehhez a vezérlőegységben az aktuális akkumulátor-hőmérséklet számára optimális

előírt töltési feszültségérték kerül kiszámításra. A generátor gerjesztő árama ekkor úgy van beállítva, hogy a kívánt töltőáram jelenjen meg az akkumulátornál. Ily módon kompenzálni lehet a generátorvezetéken fellépő feszültségesést is. Teljesen feltöltött akkumulátornál csökkenteni lehet a generátor-teljesítményt és ez által a tüzelőanyag fogyasztást is.

Az üresjárat fordulat szám szabályozása

A BMW-nél például hozzá lehet igazítani a pillanatnyi generátor-terheléshez az üresjárat fordulat számot.

Ébresztési funkció a 15-ös pont részére (Wake-up)

Ez a funkció csak a jármű nyugalmi helyzetében aktív. Ahogy a motorvezérlő egység megkapja a 15-ös pont aktiválására szóló üzenetet, elküldi a maximálisan rendelkezésre álló elektromos teljesítményre vonatkozó információt az IBS-nek. Ezután a motorvezérlő egység visszavált nyugalmi üzemmódba. Ha elértük a maximálisan rendelkezésre álló energiafogyasztást, és további fogyasztók kerülnek bekapcsolásra, az IBS feléleszti a jármű elektromos rendszerét és így a motorvezérlő egységet is. Ha elérjük a kritikus akkumulátor-töltöttség szintet, a motorvezérlő egység elkezd a fogyasztók, vagy a fogyasztókhoz tartozó vezérlőegységek leállítását. Ezután a jármű visszatér készenléti üzemmódba. Ebben az állapotban a motorvezérlő egység nem engedi az akkumulátor-szenzornak, hogy aktiválja a jármű elektromos rendszerét.

Diagnosztika

Mint minden korszerű elektronikus rendszerben, az akkumulátor felügyeletben is fordulhat elő hiba. Ez lehet a pozitív vagy negatív póluszárlat, szakadás vagy a csatlakozók, illetve vezetékek átmeneti ellenállás növekedése, hibás vezérlőegység, a buszrendszer meghibásodása, hibás akkumulátor vagy hibás generátor. Általában hiba esetén a rendszer, helyettesítő értékekkel működik tovább és bejegyzés történik a hibamemóriába.

A hibadiagnosztikához minden esetben gyártó-specifikus dokumentációra, úgymint kapcsolási rajzok és rendszerleírások, valamint megfelelő diagnosztikai műszerre van szükség. Megfelelő diagnosztikai műszerrel kiolvasható a hibamemória.

Ez a hibabejegyzés adott esetben lehet: generátor mechanikai hiba, a generátor magas hőmérsékletre szabályozás vagy generátor elektromos hiba.

További információk nyerhetők a mért értékblokkok (tényleges értékek) lekérdezésével.

A mért értékblokkokban különböző paraméterek és értékek jelennek meg. Ide tartoznak például:

- akkumulátor feszültség,
- generátorfeszültség előírt érték,
- az akkumulátor hőmérséklete,
- az akkumulátor töltöttségi állapota,
- kommunikáció a generátorral, nyugalmi-áram középértéke,
- vészkipcsolás,
- az akkumulátor belső ellenállása, töltés elvesztése,
- nyugalmi-áram lekapcsolása.

A diagnosztika során, az előírt és tényleges értékek összehasonlításával a fellépő hibák behatárolhatók.

2.2. Világító- és jelzőberendezések diagnosztikája

2.2.1. Fénytani és világítástechnikai alapfogalmak

Térszög

Térben meghatározott nagyságú, irányított tartományok jellemzésére szolgál.

A térszög nagysága az adott irányt tartalmazó térszöghöz tartozó gömbsüveg felületének és a gömbsugar négyzetének a hányadosával jellemezhető.

Jelölése: Ω (Omega)

Mértékegysége: **szteradián**

Jele: **sr**

$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

A = megvilágított felület (gömbsüveg) m²-ben

r = a fényforrás és a megvilágított felület közötti távolság m-ben

A teljes térszög: $4\pi = 12,56$ sr

Fényáram

A fényáram a fényforrás minden irányban szétsugárzott fényteljesítményének összege.

A fényáram a fényerősség és a besugárzott térszög szorzata.

Minden egyéb világítástechnikai mértéket a fényáramhoz viszonyítanak.

Jelölése: Φ (Phi)

Mértékegysége: **Lumen** (1 lumen = 1 cd · sr)

(Egy 100 Wattos, 220 Voltos általános izzólámpa által kibocsátott fényáram 1380 lm)

1 lumen az 1 cd fényerősségű pontszerű fényforrás 1 sr térszögbe kisugárzott fényárama.

A fényáram és a fényerősség között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$\Phi = I \cdot \Omega$$

Megvilágítás

A megvilágítás a megvilágított A felületre eső Φ fényáram és a megvilágított A felület nagyságának a hányadosa.

Jelölése: **E**

Egysége: **Lux** (lumen/m²)

Jele: **lx**

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{4\pi \cdot I}{4r^2 \cdot \pi} = \frac{I}{r^2}$$

Néhány megvilágítás érték:

Szükségvilágítás: 1 lx

Napfény nyáron: 100 000 lx

A gépkocsi távolsági fényének a mérőernyő H pontjában legalább 32 lx.

Fényerősség

A fényerősség a fényforrás egységnyi térszögre sugárzott fényáram mennyiségét határozza meg.

Jelölése: **I**

Mértékegysége: **Candela** (lm/sr), az SI egyik alapegysége

Jele: **cd**

A fényerősség a kis térszögben kibocsátott fényáram és a térszög hányadosa.

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}$$

Néhány fényforrás fényerőssége:

Viaszgyertya: 1 cd

Petróleumlámpa: 30 cd

100 W-os kripton izzó: 120 cd

Vetítőlámpa: 2000 cd

Fénysűrűség

A fénysűrűség az a mérték, amely az emberi szemben a világító vagy a megvilágított felületek által keltett fényérzetet határozza meg.

Jelölése: **L**

Egysége: **Candela/m²**

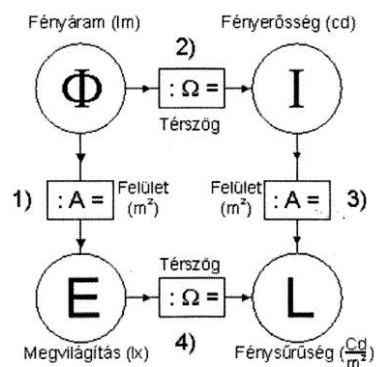
Jele: **cd/m²**

A fénysűrűség értékét úgy kapjuk meg, ha egy fényforrás fényerősségi értékét elosztjuk a mérési távolságból mért megvilágítandó felülettel

A relatív fénysűrűség különbséget szokás kontrasztnak nevezni

$$L = \frac{I}{A}$$

A világítástechnikai mértékegységek összefüggései



6. ábra. A világítástechnikai mértékegységek⁷

⁷ Forrás: Hella, Gépjármű elektronika egyszerűen, 135. old.

2.2.2. Fényszórók fajtái

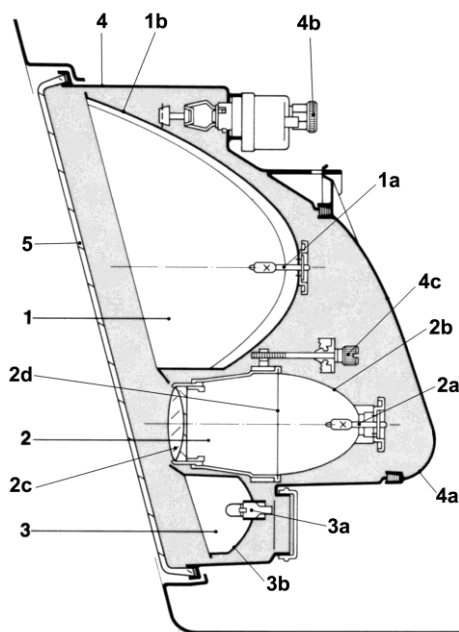
Világító-és jelzőberendezések feladata

A biztonságos és balesetmentes közlekedés alapvető feltétele közé tartozik, hogy a járművek saját világító berendezéseikkel éjszaka, vagy rossz időjárási viszonyok esetén is biztosítsák a látás feltételeit, továbbá, hogy kellő távolságból felismerhetővé tegyék a járművet a közlekedés egyéb résztvevői számára. „Látni és látszani” elv.

Világító-és jelzőberendezésekre vonatkozó általános hatósági előírások

- Gépjárműre csak olyan és annyi világító és jelző berendezést kell, illetve szabad felszerelni amennyit és amelyet az előírás meghatároz, illetve megenged;
- Gépjárműre - az aszimmetrikus gépeket kivéve - páros számú fényforrást csak szimmetrikusan szabad felszerelni;
- A szimmetrikusan elhelyezett lámpák fényének közel azonos színűnek kell lenniük, és közel azonos fényerővel kell világítaniuk;
- Irányjelző, a megkülönböztető és a figyelmeztető lámpát kivéve, a világító és jelző berendezéseknek állandó fényerővel kell világítani.

Járműlámpák felépítése, főbb szerkezeti elemei és azok működése



- 1 – Távolsági fényszóró
- 1a – Izzólámpa (H1)
- 1b – Paraboloid fényvető
- 2 – Projektoros tompított fényszóró
- 2a – Izzólámpa (H1)
- 2b – Ellipszoid fényvető
- 2c – Lencse
- 2d – Blende
- 3 – Helyzetjelző lámpa
- 3a – Izzó
- 3b – Fényvető
- 4 – Lámpaház
- 4a – Zárófedél
- 4b – Beállító a távolsági fényhez
- 4b – Beállító a tompított fényhez

7. ábra. A járműlámpák felépítése⁸

⁸ Forrás: Bosch

Halogénizzók felépítése és működése

A hagyományos izzólámpák fényhasznosítás szempontjából a rossz fényforrások közé sorolhatók. Ezen úgy lehet javítani, hogy az magasabb hőmérsékletre hevüljön (például keresztmetszetének növelésével megnöveljük az izzószálon átfolyó áramerősséget), akkor a teljesítmény-felvételnél rohamosabban nő a kibocsátott fényárama, és ez által javul a 3400 K-re melegedett izzószál fényhasznosítása.

A magasabb hőmérsékletre hevített izzószál burájában a töltőgázon kívül halogén elemet (pl. jódot) is elhelyezünk, akkor az izzó élettartama lényegesen megnövelhető, elsősorban a magasabb hőmérséklet és a halogén elem okozta kémiai folyamat miatt. A párolgó volfrámból és a gáztérben lévő jódgőzből az izzószál és a kvarcüvegéből készült búra fala közti térben volfrám-jodid keletkezik. Ennek egy része a fal felé diffundálva mind hidegebb tartományba érkezik, ahol a kémiai kötés stabilá válik, míg másik része a spirál felé haladva melegszik s 1400 °C-on felbomlik, növelve ezzel a volfrám koncentrációját, megakadályozva újabb volfrámatom kilépését a spirálból. Az elpárolgott volfrám-jodid a burán belül cirkulál s előbb utóbb az izzószál közelébe jutva, felbomlik. A bomlásból származó jód hidegebb zónába jutva ismét egyesülhet a fal felé tartó valamelyik volfrámatommal, míg a bomlás másik terméke a volfrámatom visszatelepszik az izzószálra, vagy újra reakcióba lép. A halogén izzólámpák búra feketedéstől mentes működésének alapja tehát a regeneratív körfolyamat. Ha az izzókonstrukció biztosítja e körfolyamatot, a spirál 3200-3400 K-en üzemelhet, mely nagyobb fényerőt eredményez.

Mivel a volfrám-visszaszállítás miatt az izzószálat magasabb hőmérsékletre hevíthetjük, a halogén izzók fényhasznosítása 3400 K esetén elérhető akár a 33 lm/w-ot is, bár akkor élettartamuk csak kb. 15-100 h. A gépjárművek halogénizzóit általában csak 3200 K üzemi hőmérsékletre tervezik, s ez a hagyományos izzókénál csak kb. 15 %-kal nagyobb fényhasznosítást eredményez, élettartamuk azonban - gyakorlatilag fényáram csökkenés nélkül - azokénak kétszerese.



H1



H3



H4



H7

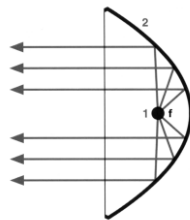
8. ábra. Gépjármű modellekben használt halogén izzólámpák⁹

⁹ Forrás: Bosch

A halogénlámpák főbb jellemzőit az alábbi táblázat tartalmazza

Az izzólámpa típusa	Névleges Feszültség U_n (V)	Névleges Teljesítmény P_n (W)	Névleges Fényáram Φ_n (lm)	Fény-hasznosítás (lm/W)
H1	12	55	1150	21
H3	12	55	1100	20
H4	12	60/65	1150/850	19/15
H7	12	55	1100	20

Paraboloid fényvető

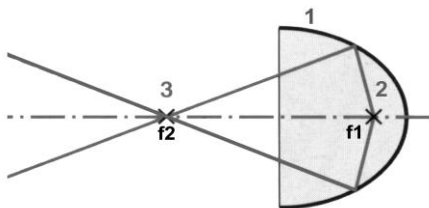


9. ábra. Paraboloid fényvető¹⁰

A parabolikus fényszórók tükröző felülete (2) a hossz tengely körüli elforgatással előállított fém forgás-paraboloid. Tükröző felülete a fókuszpontjában (1) elhelyezett fényforrás fényéből ki lépő fénysugarakat összegyűjti, majd ebből fénynyalábot hoz létre az ábrán látható módon.

Az ábrán feltüntetett ideális paraboloid és a benne helyet foglaló pontszerű fényforrás egyrészt nem megvalósítható, másrészt pedig nem is lenne alkalmas gépjárműben való alkalmazásra. Az ilyen tükörrel épített fényszórók egy fénynyalábot vetítenének az optikai tengellyel párhuzamosan. A jármű vezetője csupán e nyalábba kerülő tárgyakat észlelné. Mivel a valóságos fényforrások nem pontszerű kiterjedések ezért, az ilyen fényvetők (távolsági fényszórók) kúpszerűen világítanak, így jelentős felületet világítanak meg a gépkocsi előtt.

Ellipszoid fényvető



- 1 – Ellipszoid fényvető
- 2 – Az f_1 fókuszpontban elhelyezett fényforrás
- 3 – Az f_2 fókuszpont

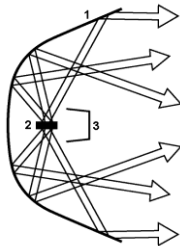
10. ábra. Ellipszoid fényvető¹¹

¹⁰ Forrás: Hella

¹¹ Forrás: Hella

A vetítő rendszerű elliptikus fényszórók a parabolikushoz képest érdemi továbblépést jelentenek, melyekkel a tompított fényt hozzák létre. A fényszóró a parabolikushoz hasonlóan műanyagból készül, tükröző felületét pedig, alumíniumgőz lecsapatásával hozzák létre. Tükröző felülete: ellipszis hossz tengelye körüli elforgatásával előállított forgás-ellipszoid. A fényszóró forrása egy egyfonatú, általában H1-es izzó, amelynek izzószála az ellipszoid tükör egyik gyújtópontjában helyezkedik el. Az izzó fényáramát az ellipszoid tükör f2 fókuszán át, tükrözik. A fénysugarakat lencse párhuzamosítja. Ezek a reflektorok egy izzószálas izzólámpákkal tompított fény előállítására, illetve ködlámpaként alkalmazhatók.

Szabad térformájú fényvető (FF lámpa)



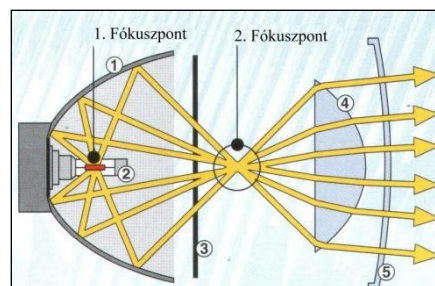
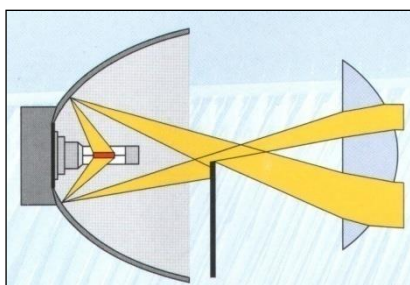
- 1 – Szabad térformájú reflektorfelület
- 2 – Izzószál
- 3 – Takaróernyő

41. ábra. Szabad térformájú fényvető¹²

Az „FF” rövidítés a német „Freie Flächen”, illetve az angol „Free Form” elnevezésből ered, melyet leginkább szabad felületű, szabad térformájúnak fordíthatunk.

A körülmények szükségessé tették, hogy a reflektorok formája bármelyik járműmodell karosszéria formájához illeszkedjen, ill. abba beleolvadjon és a szélcsatornában történő méréskor a járműkarosszéria minél optimálisabb c_w értéket érjen el. Ehhez olyan reflektor előállítására volt szükség, ahol a reflektorból kilépő fénysugarak eltérítését, szórását és elosztását már nem a bordázott üvegbura, hanem speciális kialakítású tükröző felület (1) idézi elő. Fényforrásként az egy- és kétfonatú halogén izzólámpák alkalmazhatók. Amennyiben olyan fényforrást alkalmazunk, amely rendelkezik (a burájának csúcsára felhordott) az előre sugárzott fény kilépését gátló réteggel, úgy az izzólámpát árnyékoló lemez (3) elhagyható.

Elliptikus fényszóró



52. ábra. Elliptikus fényszóró felépítése (oldalnézet), elliptikus fényszóró működése (felülnézet)¹³

¹² Forrás: Hella

¹³ Forrás: Hella

Tükröző felülete egy ellipszis hossz tengelye körüli elforgatásával előállított forgás-ellipszoid (1). Világítórendszere a tükröző felület első fókuszpontjában elhelyezett fényforrásból (2), a második fókuszpont mögé helyezett szórólencséből (4), tompított fény sugárzása esetén: a két fókuszpont között, a fényforráshoz közelebb elhelyezkedő árnyékoló fémlemezből (3), valamint az egységet lezáró burából (5) épül fel.

Az aszimmetrikus rendszerű tompított fény világos-sötét határvonalát az árnyékoló fémlemez (3) hozza létre, amely levágja a tükröző felület alsó részéről a szórólencsére jutó fény, e nélkül vakító részét és az eltolva vágott fény is létrehozható vele. Emiatt főképp ködlámpaként és tompított fényszóróként alkalmazzák.

Nagynyomású gázkisülő-lámpás (xenon) fényszórók

Általános tulajdonságai:

- a fénykeltés a kisülő térfogatban villamos ív (plazma) létrehozásával történik,
- 4 – 300 bar nyomás uralkodik a kisülő térfogatban,
- az izzóénál magasabb a színhőmérséklete,
- a töltőgáz helyes megválasztásával elérhető, hogy nagyobb fényáram esik a látható tartományba (nagyobb hatásfok).
- színvisszaadási tulajdonságai javulnak,
- nagy fénysűrűség, jó fókuszálhatóság,
- hosszú – a jármű élettartamával megegyező – élettartam,
- közvetlen fedélzeti feszültségről nem működtethető, kiegészítő feszültség átalakító szükséges,
- a nagyobb megvilágítás miatt, szintszabályozás szükséges,
- a névleges fényáramát csak időben késve hozza létre.

A villamos ív tulajdonságai:

- a bekapcsolást követően csak lassan nő a fényáram, mert a higany csak 357°C-on forr a nátriumjodid pedig 660°C-on, a felmelegedéshez idő kell, addig csak a xenon világít,
- a színhőmérséklet 4200 K,
- a fénysűrűség 6000 cd/cm²,
- fényhasznosítása 91 lm/W,
- a fényforrások átlagos élettartama 3000 óra.

Mivel az ívkeltési szakaszban a plazma differenciális ellenállása negatív – növekvő áramhoz csökkenő feszültség tartozik, ezért előtétet, járműfényforrásoknál mikro-vezérlős teljesítményszabályozást kell alkalmazni.

D2S fényforrás



Jellemzői:

IEC 60061 foglalat P32d-2

Ívek száma (n): 2

Általános alkalmazás: Bi-Xenon, projektoros rendszerhez.

Tompított fényszóró 4 fényszóró rendszerhez, a forráson nincs takaróernyő.

Névleges üzemi feszültség U_n (V): 81¹, 12, 24

Névleges teljesítmény P_n (W): 35

Előírt fényáram Φ (lm): 3200

¹ A szükséges feszültség szintet beépített gyújtó biztosítja.

63. ábra. A D2S gázkisülő-lámpa¹⁴

D2R fényforrás



Jellemzői:

IEC 60061 foglalat P32d-3

Ívek száma (n): 1

Általános alkalmazás: Reflektoros rendszerhez.

Tompított fényszóró 4 fényszóró rendszerhez, a forráson takaróernyőt alakítottak ki.

Névleges üzemi feszültség U_n (V): 81¹, 12, 24

Névleges teljesítmény P_n (W): 35

Előírt fényáram Φ (lm): 1440, 2800

¹ A szükséges feszültség szintet beépített gyújtó biztosítja.

74. ábra. A D2R gázkisülő-lámpa¹⁵

A gázkisülésű lámpák áramkörei

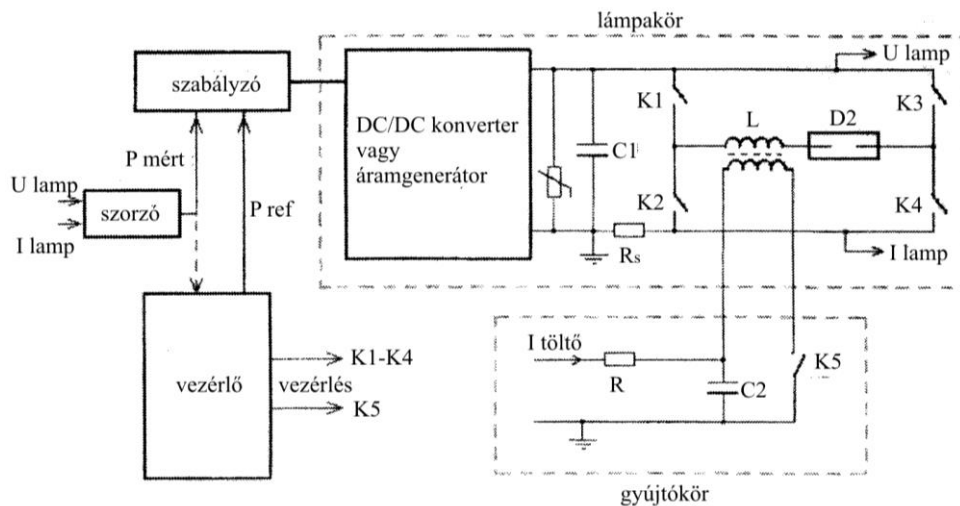
Követelmények:

- működtetéséhez mikrokontrolleres teljesítményszabályozást kell alkalmazni,
- az élettartam növelése érdekében váltakozó feszültségű működtetést kell alkalmazni,
- a névleges fényáram eléréséig növelt teljesítményt kell alkalmazni,
- a gyújtás névleges feszültsége 20 kV, felfutási ideje kb. 100-300 ns,
- a gyújtás akkor kezdődhet, ha az elektródákon már jelen van a kellő kapocsfeszültség, amely képes az ív fenntartására.

¹⁴ https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

¹⁵ https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

A nagy nyomású gázkisülő-lámpák áramkörének blokkvázlata

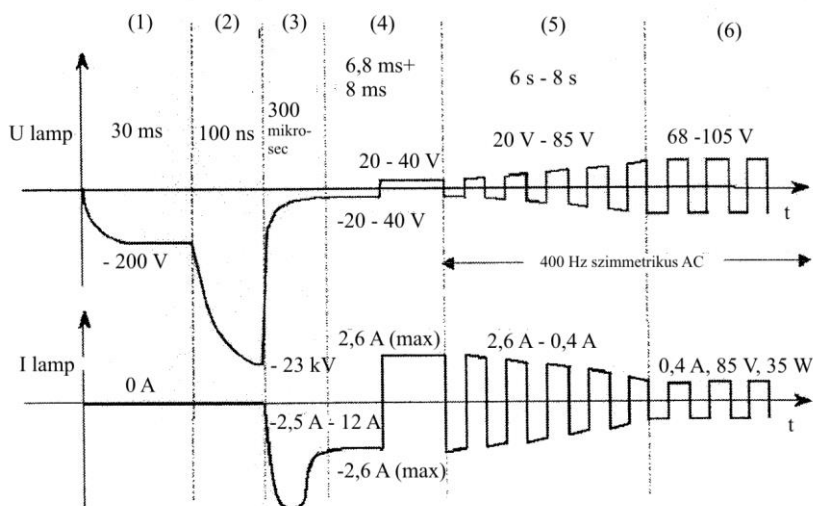


15. ábra. A nagy nyomású gázkisülő-lámpák áramkörének blokkvázlata¹⁶

Működése:

A vezérlő érzékeli a bekapcsolás tényét, a fényforráson átalakuló teljesítményt. A szorzó áramkör ezt U_{lamp} és I_{lamp} értékéből tudja meghatározni és ennek megfelelően irányítja a rendszert. A szabályzón keresztül beállítja a DC/DC átalakító feszültségét ($\pm 20 - 400$ V), vezérli a K1-K2 kapcsolóelemeket a 400 Hz szimmetrikus négyzögfeszültség létrehozására. A K5 kapcsoló vezérli a gyújtást.

A működés szakaszai



16. ábra. A nagy nyomású gázkisülő-lámpák feszültség, áram és idő diagramja¹⁷

¹⁶ Forrás: GE Lighting

¹⁷ Forrás: GE Lighting

(1) Bekapcsolást követő feltöltési szakasz

A gyújtás előtt a fényforrás nyitott kétpólusként viselkedik. Ebben a szakaszban 30-50 ms alatt az elektródákra 400 V feszültség kerül.

(2) Gyújtási szakasz

Kb. 100-300 ns ideig 20-30 kV-os impulzusok jelennek meg, ami átüti a kitöltő gázt. Ha az átütés bekövetkezik az elektródákra előzőleg ráültetett feszültség fenntartja az ívet.

(3) Átváltási szakasz

A gáz átütése után kb. 300 μ s-ig meredeken csökken a fényforráson eső feszültség, hiszen az energiát egy néhány 100 nF-os kondenzátortól kapja. A negatív differenciális ellenállás szakaszban a feszültség ellenére az áram egy maximális értékig növekszik. Ekkor már az energiát meghajtó teljesítményelektronika szolgáltatja.

(4) Előfűtési (katódfelfűtési) szakasz

A még hideg lámpán az elektronika tartja az előző fázis végén kialakult áramot. Ez szükséges az elektródák és a gáztérben lévő anyagok felmelegítéséhez. Az elektródáknak megnő az emissziója. Hogy az elektródák egyenletesen melegedjenek, a polaritást egyszer megfordítják. Ekkor a legnagyobb a lámpa teljesítményfelvétele.

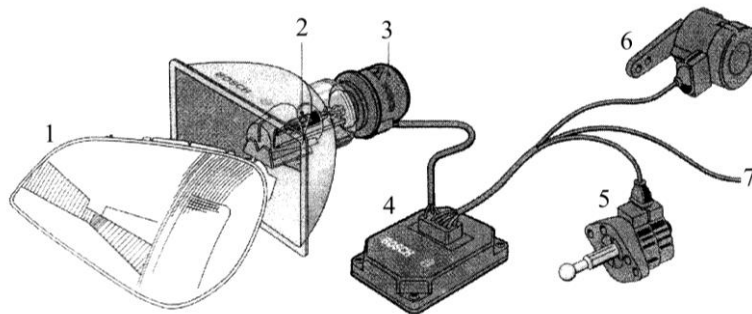
(5) Feszültség felfutási szakasz

A felmelegedő lámpa áramát az elektronika csökkenti, emiatt feszültsége növekszik 30 V-ról kb. 85 V-ra, majd beáll az előírt teljesítmény.

(6) Állandósult üzemi szakasz

A fényforrást a ballaszt $50 \pm 1\%$ -os kitöltési tényezőjű négyszögfeszültséggel teljesítmény-szabályozottan hajtja.

Reflexiós, gázkisülő fényező magasságállítása – Litronic-4 rendszer



17. ábra. A fényező magasságállítás szerkezeti elemei¹⁸

1-Záróüveg, 2-D2R Fényforrás, 3-Gyújtóegység a csatlakozóval, 4-Elektronikus irányítóegység, 5-Léptetőmotor, 6-Tengelymagasság érzékelő, 7-Csatlakozás a hálózathoz.

A D2R fényforrás a megfelelően kialakított tükör és takaróernyő hatására aszimmetrikus tompított fényt hoz létre. A terhelésváltozás, a gyorsítás és a lassítás okozta hatások miatt automatikus léptetőmotoros fényezőórállítást alkalmaznak.

¹⁸ Forrás: Bosch

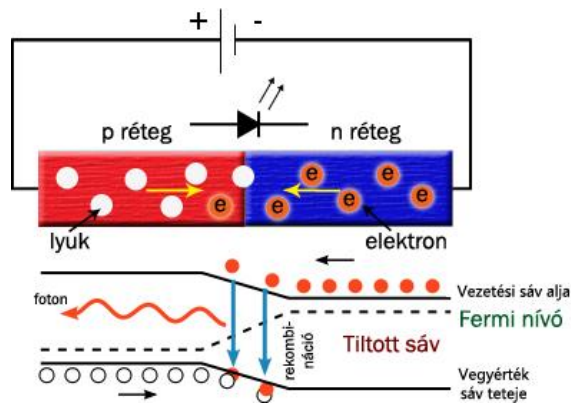
2.2.3. LED-ek alkalmazása a gépjárművek világításánál

A LED (*Light Emitting Diode*) fény emittáló dióda lényegében nyitó irányban működő félvezető rétegdióda, melyben a foton emisszió az injektált töltéshordozók p-n átmeneten végbe menő rekombinációja során jön létre. Fizikai besorolás szerint a LED *elektrolumineszcens* sugárzó, vagyis az emisszió elektromos energiával létrehozott kölcsönhatás eredménye.

A LED-ek az SSL (*Solid State Lighting*) szilárdtest fényforrások családjába tartoznak.

A LED-ek működési elve

A világító diódák működési elvét az alábbi ábrán tanulmányozhatjuk. Nyitóirányú előfeszítés hatására áram folyik az anódtól (p réteg) a katód felé (n réteg), ezért az n típusú adalékolással készült rétegből gerjesztett elektronok lépnek át a p rétegbe, miközben a p adalékolással létrehozott rétegben lyukak haladnak az n réteg felé. Az egymás felé mozgó töltéshordozók találkozáskor kiszámítható valószínűséggel rekombinálódnak, és alacsonyabb energia szintre kerülnek vissza. Ez az energia felszabadulás, adott százalékban foton emisszió formájában megy végbe.



18. ábra. A világító dióda rekombinációs sávképe¹⁹

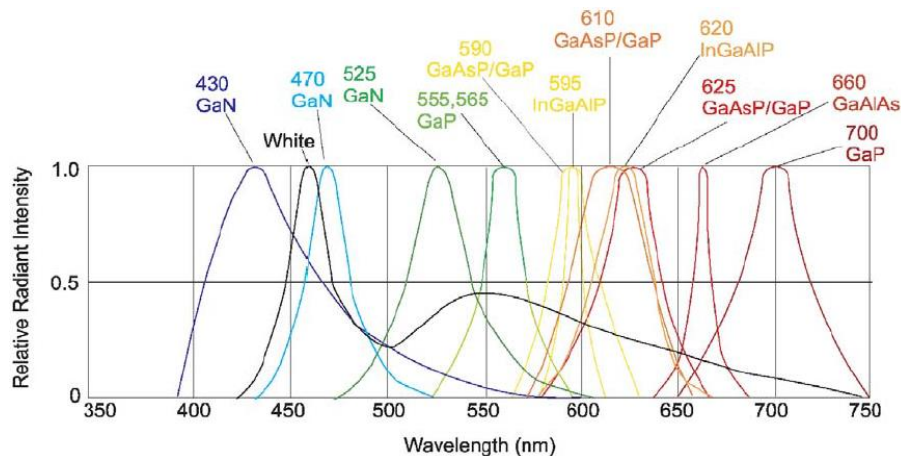
A félvezető anyagainak sávszerkezete lehet olyan, hogy a vezetési sáv minimuma egybeesik a vegyértékkötési sáv maximumával, ezt hívjuk közvetlen (direkt) sáv átmenetnek lehetővé tevő anyagnak. Vannak olyan anyagok is, melyeknél ez nem teljesül, ezek a közvetett (indirekt) sávátmenetű anyagok.

A szilícium és germánium diódákban indirekt rekombináció megy végbe, ezért a foton emisszió elenyésző. Ahhoz, hogy a sugárzás megfelelő erősségű legyen, direkt sáv átmenet szükséges, amely megfelelő anyagok és adalékolási technológia által lehetséges. A GaP (galliumfoszfid) 557 nm-es zöld fényt emittál, viszont indirekt sugárzó, ezért több lépésben történik az energia-kibocsátás, és a kristályokban elhelyezkedő hibahelyek miatti hő veszteség csökkenti a hatásfokot. A galliumnak arzénal és foszforral történő megfelelő ötvözése az indirekt rekombinációt direktté teszi, kettős sík alakul ki a félvezetőben. A két ötvöző aránya határozza meg a tiltott sáv szélességét, és ezzel együtt a kibocsátott fény hullámhosszát.

¹⁹ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

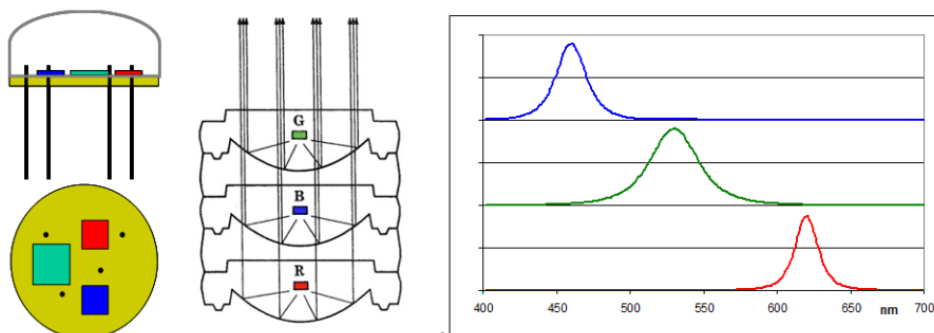
A hagyományos, fénypor nélküli diódák keskeny, kvázi monokromatikus spektrumban sugároznak, amely széles határok között változhat. Az emittált sugárzás spektrumát és az emissziós maximum hullámhosszát, a félvezető p-n átmenetét alkotó anyagok vegyülete és adalékolása, vagyis a sáv szerkezete (tiltott sáv szélessége) határozza meg.

A világító diódák színe tehát az anyagjellemzők függvénye. A folyamatos fejlesztések eredményeképpen napjainkban gyakorlatilag a teljes látható színek tartományában készítenek LED fényforrásokat.



19. ábra. LED-es fényforrások fényintenzitása és a fény hullámhosszúsága²⁰

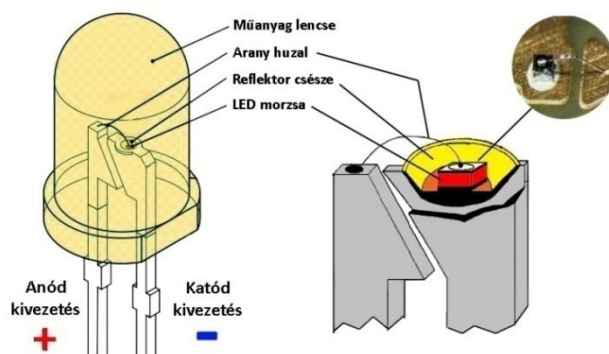
A járműveken alkalmazott LED-ek esetén különös fontosságú a fehér fény előállítására alkalmas LED. A fehér fény előállítása történhet úgynevezett fényporos, vagy RGB LED-ek segítségével is. Ekkor a szorosan egymás mellett lévő, különálló diszkrét vörös, kék és zöld hullámhosszakon sugárzó LED chipek azonos intenzitással üzemeltetve az emberi szemben additív módon fehér színérzetet eredményeznek, azaz spektrálisan összeadódnak. Az RGB LED-ek színvisszaadása elmarad a fényporos változattól, viszont fényhasznosításuk magasabb, és a chipeket külön-külön szabályozva számos szín előállítható.



20. ábra. RGB LED kialakítása és sugárzási spektruma²¹

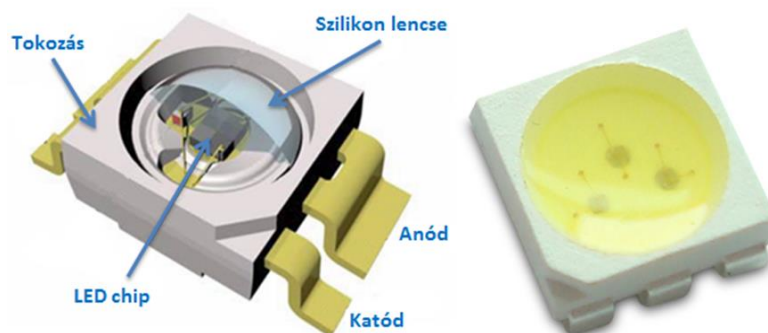
²⁰ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

²¹ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html



21. ábra. Hagyományos furatszerelt LED felépítése²²

A **LED chip/morzsa** egy reflektor csészában foglal helyet, amely vezető ragasztóval van rögzítve a kontaktushoz. A reflektor a hátrafelé irányuló fénysugarakat visszatükrözi, ezzel a veszteségeket csökkenti. A félvezető dióda anód kontaktusa egy körülbelül 25 μm vastagságú arany huzallal csatlakozik a külső anód kivezetéshez. A félvezetőt körülvevő külső műanyag lencse lehet átlátszó, vagy színezett.



22. ábra. SMD LED-ek felépítése²³

A világító diódák másik jellemző típusa a felületszerelt vagy más néven **SMD** (*Surface Mount Device*) **LED**, amelyek külső kontaktus kivezetéseit a nyomtatott áramkörök felületén kialakított kontaktus felületekhez elektromosan, az esetek döntő többségében forrasztással, ritkán vezető ragasztással kötik. A felületszerelt technológiából adódóan a LED-ek mérete jóval kisebb lehet (akár néhány mm), hiszen beültetésük miniatűr méret esetén is lehetséges. A szilikon lencsének köszönhetően képesek igen széles szögben sugározni.

A **teljesítmény LED-ek** (*High Power HPLED*) legtöbbször SMD fényforrások, melyeket elsősorban megvilágítási alkalmazásokra terveztek. Nagyobb teljesítményűek, és nagy fényárammal rendelkeznek. Méretük változó, néhány mm-től 1-2 cm-ig terjed, de a bennük lévő chip nagyobb méretű. Felvett teljesítményük 1 W-tól akár a 25 W-ig is terjedhet! Ebből adódóan nem ritka, hogy egyetlen LED több mint 1 A áramot is felvesz. Fényáramuk 50 lm-től akár 1400 lm is lehet, ezért világítási célokra kiválóak. Fényszórók fényforrásoként ideálisak. Nem

²² Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

²³ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

szabad elfeledkezni a teljesítmény LED-ek hűtéséről, hiszen a felvett teljesítmény egy jelentős része, hő veszteségként disszipálódik, ezért a félvezető chip hőmérséklete könnyen meghaladhatja az előírt értéket. Ez teljesítményromláshoz, a dióda élettartamának lerövidüléséhez vezet. Az ilyen világító diódák a nagy teljesítményt sokszor úgy érik el, hogy egyszerre több, akár 24 apró diódát kötnek sorba, illetve párhuzamosan egyetlen tokozáson belül. Az ilyen fényforrások a **Multi-chip LED**-ek.



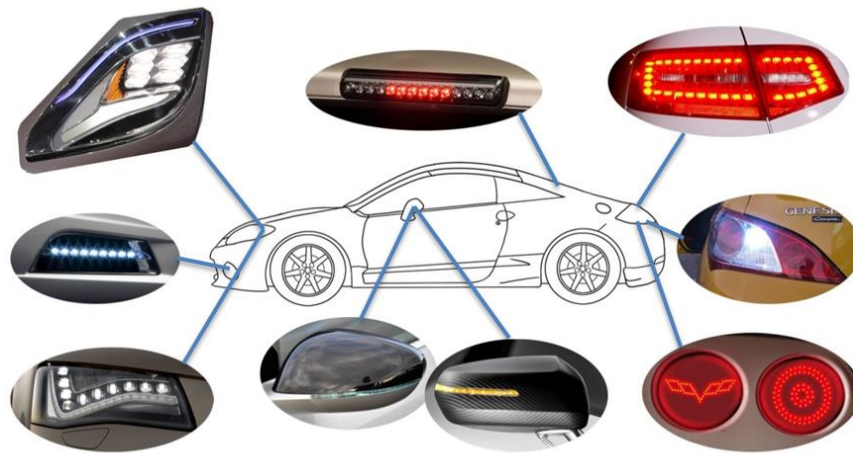
23. ábra. Multi-chip LED²⁴

A LED-ek alkalmazási területei az állandó fejlesztések és újítások miatt folyamatosan bővültek. A korszerű személygépjárművekben egyre gyakrabban találkozhatunk LED-es fényforrásokkal, melyek napjainkban már valamennyi funkciót betöltő lámpatípusban megtalálhatók. Beltéri világítási funkciók közül a műszerfal és kijelző elemek, gombok, kesztyűtartó világítás, és beltéri segédfények jelentős hányada fényemittáló diódás. Ennek oka a LED-ek számos előnyös tulajdonsága, melyeket a közlekedésben kiválóan ki lehet használni. Ezek közül a fontosabbak a kiváló fényhasznosítás, a hosszú élettartam, nagy fényáram és fénysűrűség, a kis méret, a változatos szín és színhőmérséklet, a rendkívül gyors felfutási és újragyújtási idő, és a fizikai behatásoknak való jó ellenálló képesség. Féklámpáknál kifejezetten előnyös a milliszekundumos felfutási idő, hiszen így átlagosan 0,2 másodperccel gyorsabb, mint a hagyományos izzólámpák. A különbség szemmel is jól észrevehető olyan járművek esetén, melyeknél hagyományos féklámpa mellett LED-es pót féklámpával vannak felszerelve. A 0.2 s nem tűnik jelentős különbségnek, azonban 100 km/h-s sebességnél a gyorsabb reakció akár 6,5 méterrel rövidebb féktávolságot eredményezhet, ami elég lehet egy baleset elkerüléséhez is.

A gépjárműveken történő alkalmazásokkal szemben támasztott minőségi követelmények teljesítéséhez, egyáltalán az alkalmazhatósághoz hosszadalmas fejlesztések szükségeltettek. A kiváló minőségű teljesítmény LED-ek alkalmazásának hátrányként említendő a magas árak, hátráltató tényező a nehézkes és drága fényforrás csere, amit az esetek többségében csak szakszervizek képesek elvégezni, és csak komplett egységként lehetségesek. A beruházási és egyéb költségek, a kis fogyasztás és a hosszabb élettartam miatt megtérülhetnek. A nagy teljesítményű

²⁴ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

LED-ek komoly hűtést igényelnek, ami egy zárt lámpatest és karosszéria esetén komoly kihívást jelent. A kiegyensúlyozott működéséhez és hosszú élettartamához azonban **stabil tápforrás**, és/vagy **elektronikus védőáramkör** szükséges.



24. ábra. Személygépkocsik LED-es jelzőlámpái és fényszórói²⁵

A távolsági és a tompított fényszórókra vonatkozó főbb hatásági előírások

A távolsági és tompított fény

A biztonságos közlekedéshez szükséges megvilágítást a kialakult gyakorlat szerint a jármű elejére szerelt speciális világító testekkel, fényszórókkal biztosítják. Az ideális fényszórónak olyannak kellene lennie, hogy:

- a saját jármű előtt a lehető legjobb megvilágítást hozza létre, de
- a szembejövőt vagy utolért járművet ne vakítsa.

Az ellentmondást tartalmazó két követelményt úgy valósítják meg, hogy olyan rendszereket alkalmaznak, amelyek átkapcsolással távolsági vagy tompított (találkozási) fényt bocsátanak ki, s ezzel biztosítják az eltérő közlekedési viszonyok között a megfelelő megvilágítást.

Távolsági fényszóró

Hatásági előírások:

- Minden gépjárművet fel kell (mezőgazdasági vontatót, lassú járművet fel szabad) szerelni kettő vagy négy távolsági fényszóróval;
- Az út felületét a jármű előtt sötétben, tiszta időben 100 m-re kell megvilágítani úgy, hogy a fényszóró középpontjában a megvilágítás 1 lx-nál nagyobb legyen;
- Színtelen fehér vagy kadmium sárga fényt bocsáthat ki;
- Csak jóváhagyási jellel ellátott fényszórót szabad felszerelni;
- Felszerelés helye meghatározott;

²⁵ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch05.html

- Elektromos kapcsolásának olyannak kell lennie, hogy e fényszóró csak a helyzetjelző bekapcsolt állapotában legyen kapcsolható.

Tompított fényszóró

Hatósági előírások:

- Tompított fényszóróval minden gépjárművet, mezőgazdasági vontatót és lassú járművet fel kell szerelni;
- A felszerelhető lámpák száma 2 db, motorkerékpárra 1 db;
- A tompított fényszórónak európai rendszerű ernyőzött aszimmetrikus kivitelűnek kell lennie. (A motorkerékpár lehet szimmetrikus);
- A tompított fényszórónak anélkül, hogy a szembejövőt vakítaná az út felületét a jármű előtt, sötétben, tiszta időben 40m-re kell megvilágítania. A megvilágítás a tompított fényszóró középpontján áthaladó vízszintes síkban és a felett a járműtől 25 m távolságban 0.7 lux-nál nagyobb nem lehet;
- A járműre csak jóváhagyási jellel ellátott tompított fényszórót szabad felszerelni;
- A felszerelés helye meghatározott;
- Elektromos kapcsolásának olyan kell lennie, hogy az csak a helyzetjelzővel együtt legyen bekapcsolható;
- A motorkerékpárt kivéve, a kormányval együtt nem fordulhat el;
- Ha, a gépkocsi terhelési állapotának megváltozásakor a tompított fényszóró rendeletben előírt beállítási értékei másképpen nem tarthatóak, akkor a fényszórónak szerszám nélkül állíthatónak kell lennie.

2.2.4. Fényszóró ellenőrzése, beállítása

A mérőhely és a gépkocsi előkészítése

A fényvető-ellenőrző készülékkel történő, helyesen végrehajtandó ellenőrzéshez számos előzetes követelménynek kell megfelelni. Az első és legfontosabb követelmény a bemérő állás vízszintesége. Mind a gépkocsinak, mind a bemérő műszernek kemény burkolatú vízszintes talajon kell állnia! A mérőállás területe legalább 4,75x3 m legyen, a hossz- és keresztirányú dőlés maximálisan 1 ezrelék lehet.

Mivel a fénykéve vetítésének beállítása a gépkocsi karosszériájához igazodik, ezért a kocsi-szekrény helyzetének is előírásosnak kell lennie. Ezt a gumiabroncs nyomása, a rugóhelyzet, a járműterhelés, a jármű szintszabályozása befolyásolja.

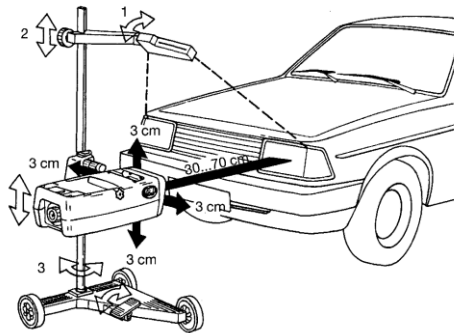
Ezután a fényszóró ellenőrző készülék járműhöz történő tájolása következik. Az általában ke-rekeken guruló fényszóró-beállító készüléknek is természetesen vízszintes talajon kell állnia, gurulnia. Sínen gördülő kialakításnál, vagy konvejos megoldásnál a sín pályát kell vízszin-tezni.

A kamera tájolása a gépkocsihoz

A kameratájolás művelete a fényszóró-ellenőrző készüléknek a gépkocsihoz és a fényvetőhöz történő pozicionálását jelenti. Legfontosabb és legszűkebb beállítási tűrésű tájolási paraméter a

kamera hossz tengelyének a gépkocsi szimmetriásíkja és a vízszintes sík metszészvonalával való párhuzamosítása. Ez a feltétel biztosítja azt, hogy a két fényvető egymással és a gépkocsi hossz tengelyével párhuzamos vetítési helyzetét bemérjük.

A fényszóró-ellenőrző készülék oszlopára szerelnek egy fénycsíkot, „fényvonalzót” vetítő fényforrást, amelyet a gépkocsi elejére vetítenek.



25. ábra. A kamera tájolása²⁶

A gépkocsi elején található két olyan pont, amely a gépkocsi függőleges középsíkjához mérten szimmetrikusan helyezkedik el, tehát az e két ponton átmenő képzetes egyenes merőleges a gépjármű középsíkjára. A fényvonalzót a fényszóró-ellenőrző készülék elfordításával, ill. a vetítő függőleges irányú billentésével hozzuk olyan helyzetbe, hogy az a gépkocsi karosszériáján kiválasztott szimmetriapontokon menjen át. Mivel a kamera tengelye merőleges a fényvonalzóra, ezért ezzel elértük, hogy a kamera tengelye párhuzamos lesz a gépkocsi függőleges középsíkjával. Ha a kameratájolás megtörtént, akkor a műszert kerekein gurítva az egyik fényvető elé toljuk. Amennyiben a készülék eközben közeledik vagy távolodik a fényvetőhöz viszonyítva, de 30...70 cm-es távolságban marad, akkor nincs baj, mert eközben nem veszti el a tengelypárhuzamosságot! Nem kell a fényvető geometriai középpontját sem nagyon pontosan megkeresnünk, a kamera fényszóróra történő tájolásakor elég a ± 3 cm-es pontosság. Az utóbbi évek lámpakonstrukcióinál a széttartó fénynyaláb miatt azonban tanácsos a kamerát a fényvetőburkolathoz minél közelebb vinni ($A = 20...30$ cm), mert csak így kapunk határozott, jól ki-rajzolódó képet a készülék ernyőjén.

A fényszóró ellenőrzés műveletei

A fényszóró bekapcsolása után a készülék képernyőjén megjelenik a tompított fény ernyőképe és megfigyelhető a sötét világos határvonal. Ha nincs határozott határvonal, az a lámpa valamilyen hibájára utal. Korszerű fényvetők ernyőképén azt látjuk, hogy „elmosás” a sötét világos határvonal kontrasztját. Ezen lámpák beállításának technológiájánál hagyatkozunk a gyártói előírásokra. A műveleteket halogén izzós lámpáknál viszonylag gyorsan végezzük, mert a fényvető menetszél-hűtését a lámpatest hűtésébe bealkulálták, és ez az ellenőrzéskor hiányzik. Elsőként a határvonal helyzetét figyeljük meg: a törésponttól balra a határvonalnak vízszintesen,

²⁶ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 181. old. 15.2. ábra

jobbra a 15 fokos, felfelé mutató irányba kell elhelyezkednie. A töréspontnak az ernyő függőleges jelzővonalára kell esnie. A tompított fény előrevilágításának a beállítása a következő művelet. Az előrevilágítás helyes értéke kompromisszum eredménye, ne vakítson, de kellő megvilágítást eredményezzen a gépkocsi előtt. A hazai rendelet előírása szerint ennek legalább 40 m-nek kell lennie. A beállítás során az előrevilágítási távolságot az x értékkel határozzuk meg. Az x érték típusfüggő gyári adat. Általában %-ban adják meg. Például az 1,1% azt jelenti, hogy a fényvető optikai tengelyének névleges dőlése 1,1%-os. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a 10 m-es távolságban levő ernyőn az x értéke 10 m 1,1%-a, azaz 11 cm. A hatóság az ellenőrzés során típus független adatot vesz mérvadónak, mert csak azt vizsgálja, hogy túlzott vakítást ne okozzon a tompított fény. A magyar előírás szerint, ha a fényvető talajtól mért magassága 95 cm-t nem halad meg, akkor az x értéke 10 cm (1%). Ez 95 cm magasan lévő fényvetőnél 95 m előrevilágítást jelent.

A tompított fény helyes beállítása után kapcsoljuk be a távolsági fényt. Csak az izzó nem megfelelő esetében lehet az, hogy az országúti fény forrópontja nagyon eltér a jelzőkereszthez viszonyítva. A 10 m távolságra lévő ernyőn a forró pont eltolódásának tűréshatára a jelzőkeresztől jobbra és balra 20-20 cm, fölfelé 15 cm, lefelé 10 cm lehet. A fényszóró-beállító készülék ernyőjén keret jelzi a tűréshatárt. A műszerrel mérhetjük a fényvető fénye megvilágításának erősségét is. A megvilágítás erősségének kijelzése műszertípusonként változik (pl. lux). A megvilágítás-érzékelővel kikereshetjük a távolsági fény forrópontjának helyzetét, és ha a megadott határon belül van, az izzó megfelelő. Ellenkező esetben az izzót cserélni kell.

2.2.5 Jelzőberendezések

Szintjelző berendezések

Tüzelőanyagszint-mérés

A tüzelőanyagszint-jelző két elkülönülő egységből, egy mennyiségadóból és egy jelzőműszerből áll. A mennyiségadó egy változtatható ellenállás értékét a tüzelőanyag mennyisége szerint változtatja. Az adó ellenállás értéke egy úszó helyzetétől függ, amely a tüzelőanyag tetején úszik, és kétkarú emelőként csúsztatja el az érintkezőt az adó ellenállásán. A vevő része egy kereszttekerceses műszer, amelybe a feltöltöttségtől függő áram jut. Az áramváltozás különböző mágneses térerőt, ezzel különböző kitérést biztosít. Két szélső helyzet tele és üres állapotot jelez. Az üresedő tartály állapotát egy jelzőlámpa felvillanása mutatja, amely felhívja a figyelmet a feltöltés szükségességére. A jelzőlámpát egy önálló érintkező kapcsolja be.

A korszerű járműveknél kapacitív szenzort alkalmaznak a tüzelőanyagszint érzékelésére.

Olajhőmérséklet-mérés

Az olaj hőmérséklet mérésére két jeladót alkalmaznak. Az egyik az olajleeresztő csavarnál, a másik a nívópálcánál található. A jeladó ellenállása a hőmérséklet függvényében változik a műszerfalán elhelyezett műszer áramerősségével együtt. Rendszerint egy negatív hőmérsékleti tényezőjű ellenállást (R_{NTC}) alkalmaznak. A hőmérsékletváltozás függvényében kalibrált műszer pontosan mutatja a hőmérsékletet. Ez az érték 70 és 120°C között lehet.

A külső hőmérséklet mérése

Különösen télen fontos a külső hőmérsékletéről való tájékoztatás. A jeladó a hőmérséklet változásával változtatja ellenállását (R_{NTC}), ezzel a műszeren folyó áram erősségét.

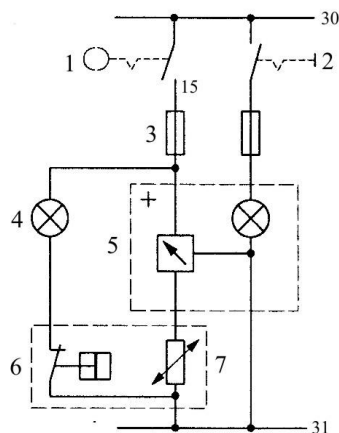
A műszert -25 és $+40^{\circ}\text{C}$ közötti értékre kalibrálják.

Fordulatszámérés, sebességmérés

A benzinmotorok fordulatszámát általában tranzisztoros fordulatszámérő jeleníti meg a műszerfalon. A fordulatszámérőt a gyújtó tekercshez kell csatlakoztatni. A műszerek 6 és 12 V feszültségű kivitelben készülnek, ezért a kivezetéseket ennek megfelelően kell bekötni.

A fordulatszámérő az időegységre jutó gyújtásszámából következtet a fordulatszámra. Dízel motoroknál a fordulatszámot a generátor impulzusaiból tudják megállapítani úgy, hogy a generátor egyik fázistekercsét kivezetik. A pontos motorfordulatszám megállapításához szükséges megadni a hajtás áttételét. A sebességmérő hasonló módon működik, de a jelet a váltó kimenőtengelyéről, vagy a hajtott tengely fordulatszámadójáról kapja. A mai gépjárművek sebesség- és fordulatszámérői általában léptetőmotoros, digitális működtetésűek, érzékelő elemként indukciós, vagy Hall-jeladókat alkalmaznak.

Olajnyomás jelzés, olajhőmérséklet- és minőség-mérés



26. ábra. Olajnyomás jelző és hőmérsékletmérő elektromos kapcsolása²⁷

1 – gyújtáskapcsoló, 2 – a fényszóró kapcsolója, 3 – biztosítók, 4 – olajnyomás jelző, 5 – olajhőmérséklet-mérő, 6 – az olajnyomás jeladója, 7 – az olajhőmérséklet jeladója

A rendszerben egy mechanikus nyomásérzékelő nyitja vagy zárja az olajnyomás ellenőrző lámpájának áramkörét. Ha van olajnyomás, a kapcsolat nyitott, a lámpa nem világít. Ha nincs olajnyomás, a kapcsolat zárt, a lámpa világít. Az olaj hőmérsékletét egy kalibrált jeladó és a műszerfalon lévő mutatóval jelzik, és külön lámpával világítják meg.

A jelzőberendezések ellenőrzése történhet hagyományos módon LED-es vizsgálólámpával, multiméterrel az adott gépjármű kapcsolási rajzai alapján.

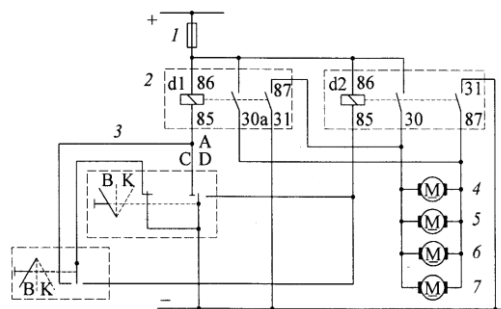
²⁷ Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 220. old. 3.162. ábra

A leggyakrabban előforduló hibák: vezetékszakadás, érintkezési hibák a csatlakozóknál, testzárlat, illetve jeladó meghibásodás. A mai járműveknél az olajnyomás és hőmérséklet mérése mellett a kenőolaj minőségét is mérik. Érzékelése az olaj elektromos vezetőképességének mérésével, kapacitív érzékelő alkalmazásával valósítható meg.

2.3. Kényelmi berendezések

2.3.1. Központi zár

A központi záras ajtókat kulccsal vagy távirányítóval lehet bezárni és kinyitni. Ezért minden ajtóba egy állandó mágneses gerjesztésű, kettős forgásirányú motort helyeznek a zárok működtetésére. A motorokat relék vezérlik.



8. ábra. A központi zár kapcsolása²⁸

1 biztosító; 2 relé; 3 a központi zár kapcsolója; 4 a jobb első, 5 a bal első, 6 a jobb hátsó, 7 a bal hátsó ajtó zárjának működtető motorja.

Működése: Ha a távkapcsolót *be* állásba kapcsoljuk, az áram pozitív pólustól a biztosítón át a d1 relé 86-85 pontján és az A ponton keresztül a központi zár C érintkezőjén át a testre jut.

Ezzel egy időben zár a d1 relé 30a érintkezője és párhuzamosan a 87-31 érintkező. Az áram a pozitív pólus, biztosító, 30a, motorok, 87-31 ponton keresztül folyik a testre a zárat bezárva.

Ha *a ki* állásba kapcsolunk, a d1 relé kikapcsol és d2 bekapcsol. Az áram a pozitív pólus, biztosító, d2 relé 86 és 85 pontja, központi érintkező D pontja útvonalon jut a testre.

Ezzel egy időben zár a d2 relé 30 pontja és a relével párhuzamosan a 87 és 31 pontja. Az áram a pozitív pólus, 30, motorok, 87-31 úton testelődik. Ekkor a motorokban megváltozik az áram és a forgás iránya is.

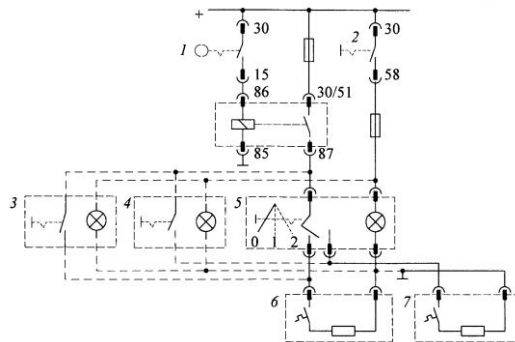
Ugyanezt a helyzetet lehet előállítani kulccsal is. A *be* helyzet kapcsolásakor az áram a pozitív pólus, biztosító, relé, 86-85, A, E úton jut a testre. A *ki* helyzet kapcsolásakor kilép a körből a d1 relé és bekapcsol a d2 relé.

2.3.2. Ülészűtés

Téli hidegben egyes modellek ülései elektromosan fűthetők. Az ülészűtés relé segítségével kapcsolható, ha a gyújtás be van kapcsolva. A relé 86-85 úton áramot kap. A relé érintkezője a

²⁸ Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 220. old. 3.163. ábra

30/51 és a 87 ponton keresztül záródik. A fűtés kapcsolható együttesen és egyedileg is. Az ún. sokszorozó kapcsoló bekapcsolhatja a vezető ülés fűtését és a mellette lévő is egyszerre.



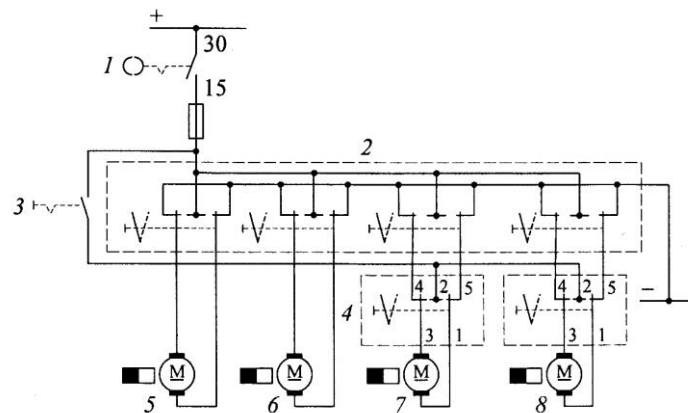
9. ábra. Az ülésfűtés kapcsolása²⁹

1 – gyújtáskapcsoló, 2 – fényszóró kapcsoló, 3 – a vezetőülés kapcsolója, 4 – a vezető melletti ülés kapcsolója, 5 – a fűtés kapcsolója, 6 – a vezetőülés fűtése, 7 – a vezető melletti ülésfűtés

A fűtőáram útja: pozitív pólus, 30/51-87, sokszorozó kapcsoló, termo kapcsoló, fűtőszál, test. Az ülések külön-külön fűtőkapcsolóval is üzembe helyezhetők. Az ülések termo kapcsolói ön-működően kapcsolják be és ki a fűtést. Mindegyik fűtőkapcsolóhoz külön visszajelző lámpa tartozik.

2.3.3 Ablakemelő

A működtető motor állandó mágnes gerjesztésű, kettős forgásirányú. A kapcsoló megfelelő bekapcsolásával emeli vagy süllyeszti az ablakot. Elöl két-két kapcsoló van, amelyekkel a két első és a két hátsó ablak is nyitható. Hátul egy-egy kapcsolóval csak a hátsó ablakok nyithatók.



10. ábra. Az ablakemelő kapcsolása³⁰

1 – gyújtáskapcsoló, 2 – az ablakemelő kapcsolója elöl, 3 – gyerekzár, 4 – az ablakemelő kapcsolója hátul, 5 – bal első, 6 – jobb első, 7 – bal hátsó, 8 – a jobb hátsó ablakemelő motorja

²⁹ Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 222. old. 3.165. ábra

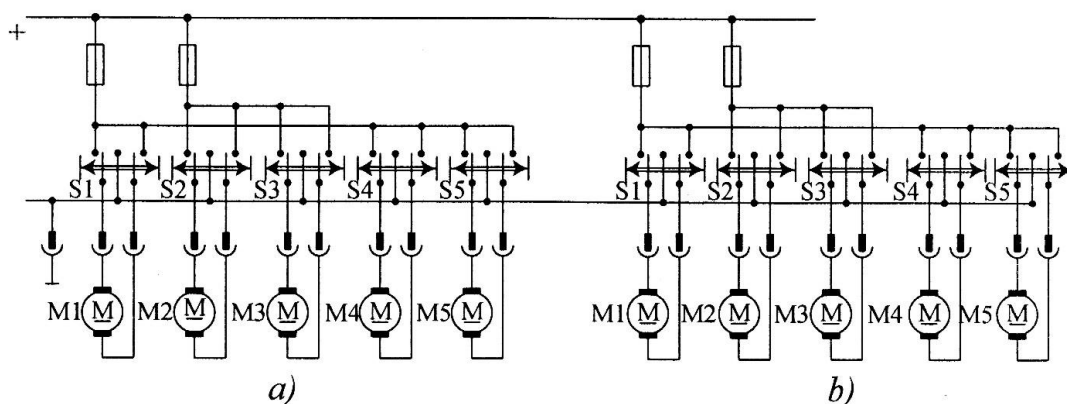
³⁰ Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 223. old. 3.166. ábra

A 17. ábrán bemutatott kapcsolás tartalmaz ún. gyermekzár kapcsolót is a vezető mellett, amely kikapcsolva nem teszi lehetővé a hátsó ablakok nyitását. Az ablakemelő gyors be és kikapcsolását a hajtómotor rövidzárásával teszik lehetővé. Az ablakemelőket védelemmel is ellátják. Ha pl. beszorul valami, az ablakemelés rögtön megáll, sőt 5 centiméternyit visszamegy. Ehhez külön elektronikával vezérelt ablakemelő készülék szükséges.

A kettős forgásirányú ablakemelő motor mechanizmus segítségével nyitja vagy zárja az ablakokat.

2.3.4. Elektromos ülésállítás

A vezető és utasának kényelmére az ülések és a fejtámla villamos motorral állíthatók bizonyos modellekben. Ehhez 5-5 villamos motor szükséges ülésenként. Az állítás háromállású billenő kapcsolókkal történik. A billenő kapcsolót egyik irányba billentve az áramkör a motor egyik forgásirányában zár, a másikban nyit, a kapcsoló másik szélső állásában pedig ellenkezőleg.



11. ábra. Villamos ütésállítás a) a vezető és b) az utas oldalán³¹

M1 az ülés hátulját emeli, süllyeszti; M2 az ülés elejét emeli, süllyeszti; M3 az ülést előre és hátra mozgatja; M4 a támlát előre és hátra mozgatja, M5 a fejtámlát emeli, süllyeszti.

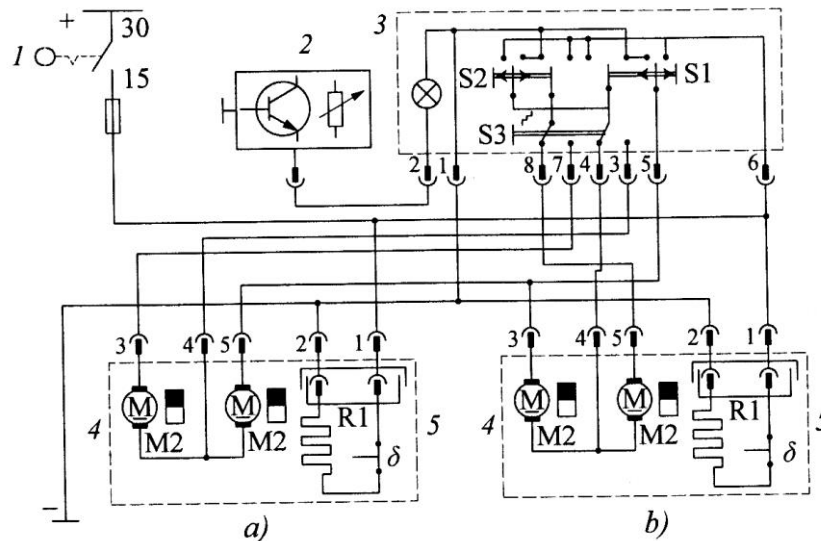
2.3.5 Elektromosan állítható és fűthető külső tükrök

A vezető a tükröket kapcsolókkal tudja az autó belső teréből optimális helyzetbe állítani. Egy lehetséges megoldás kapcsolási vázlat az alábbi ábrán látható.

A külső tükrök beállítása a gyújtáskapcsoló zárása után külön billenő kapcsolókkal történik. Az S1 kapcsoló mindkét tükröt jobbra vagy balra tudja állítani. Az S2 ugyanezeket előre vagy hátra billenti. Az S3 biztosítja a váltást jobb és baloldali tükrök között.

A motorok állandó mágneses gerjesztésűek és váltakozó forgásirányúak.

³¹ Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 224. old. 3.169. ábra



12. ábra. Elektromos tükörállítás³²

1 – gyújtáskapcsoló, 2 – szabályozó ellenállás, 3 – tükörállító kapcsolók, 4 – tükörállító motorok, 5 – fűtőszál

A beállítás menete:

Jobb tükör jobbra: S1 benyomva, S3 az adott állásban. Az áram útja jobboldali tükör, 4, M1, 3, 5, 1, test.

Jobb tükör balra: S1 átkapcsolva, S3 adott állásban. Pozitív pólus, 30, Gyk., 15, 6, S1 másik oldal, 5, 3, M1, 4, 1, test.

Jobb tükör előre: S2 benyomva, S3 adott helyzetben. Pozitív pólus, 30, Gyk., 15, 6, S2, 8, 5, M2, 4, 1, test.

Jobb tükör hátra: S2 átkapcsolva, S3 adott állásban. Pozitív pólus, 30, Gyk., 15, 6, S2, 4, M2, 8, test.

A bal oldali tükör kapcsolásához az S3 átvált a 8 csatlakozásról 7 csatlakozásra, a 4 csatlakozásról 3 csatlakozásra. Az áram útja hasonló a jobb tükör állításához. Az ábrán látható tükrök R1 fűtéssel vannak ellátva. A fűtéskapcsolót külső hőmérsékletnek megfelelően hőérzékelő elektronikával vezérlik, amelynek bekapcsolódását egy kontroll lámpa jelzi.

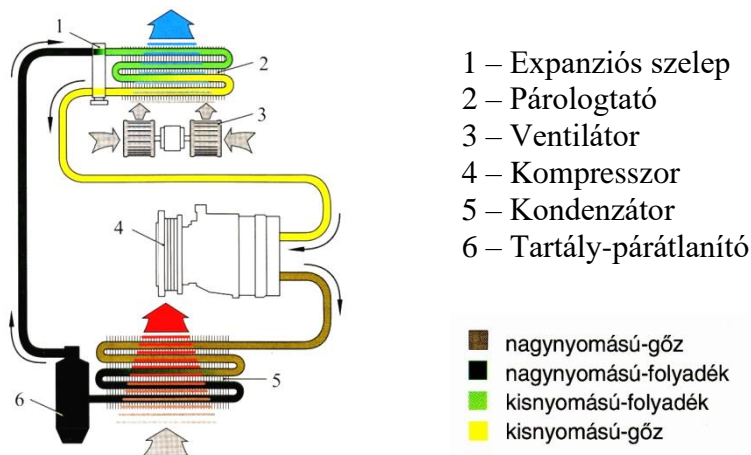
³² Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Kiadó, 226. old. 3.171. ábra

2.3.6. Klímaberendezés

Ha az autóban optimális klíma uralkodik, akkor a közérzet kellemes, nyugodt és biztonságos vezetést nyújt a gépkocsivezető számára. Az autó klímaberendezések az egyedüli hatásos eszközök, melyek extrém feltételek mellett is képesek meggátolni a forróság kialakulását a gépkocsiban. Az optimális hőmérséklet a jármű utasterében 23 és 27°C között van. Ezt a hőmérsékletet tudjuk biztosítani a járművekbe szerelt klímaberendezésekkel.

A klímaberendezés szerkezeti felépítése

Az autó- klímaberendezés zárt rendszerében egy periodikusan ismétlődő, karbantartást nem igénylő folyamat játszódik le. A hűtőközeg az R 134a, vagy 1234YF jelű anyag, mely nem tartalmaz klórt, így a környezetre nem veszélyes. A két klímagáz egymással nem keverhető. A hűtőanyag körforgása és a klímaberendezés szerkezeti részei az alábbi ábrán figyelhető meg.



13. ábra. A klímaberendezés szerkezeti részei³³

A klímaberendezés működése

Kompresszor

A hűtőanyag-körforgás motorja a kompresszor (4). Gáz-halmazállapotú hűtőanyagot szív be a párolgatóból, és munka igénybevételével összesűríti. Eközben a gáz nyomása és hőmérséklete megemelkedik. Ezután a kompresszor a hűtőanyagot a kondenzátorba szállítja.

Kondenzátor

A hűtőanyag rendelkezik a párolgatótól felvett hőenergiával plusz a kompresszor sűrítési munkája következtében keletkezett hőenergiával. A hűtőanyag hőmérséklete most jóval a környezet hőmérséklete fölött van. Amikor a forró hűtőanyag-gőz a külső levegő által hűtött kondenzátorba (5) kerül, akkor a hideg külső levegő hőenergiát von el tőle, és lehűl. Hőmérséklete a forráspont alá süllyed, halmazállapota a lecsapódás következtében folyékonyra változik.

³³ Forrás: Opel

Tartály-párátlanító

A már folyékony hűtőanyag a tartály-párátlanítóba (6) kerül. A hűtőanyagban található nedveség és szennyeződések visszamaradnak.

Expanziós-szelep

A tartály-párátlanítóból a megtisztított és párátlanított hűtőanyag a termostatikus expanziós szelephez (1) kerül. Ez a szelep összehúzza a hűtőanyag-vezeték keresztmetszetét, és ezáltal az egész körfolyamat nagy- és kisnyomású oldala közti választóhelyet képezi. Ezen a helyen alakul át a folyékony hűtőközeg nagynyomásúról kisnyomásúvá.

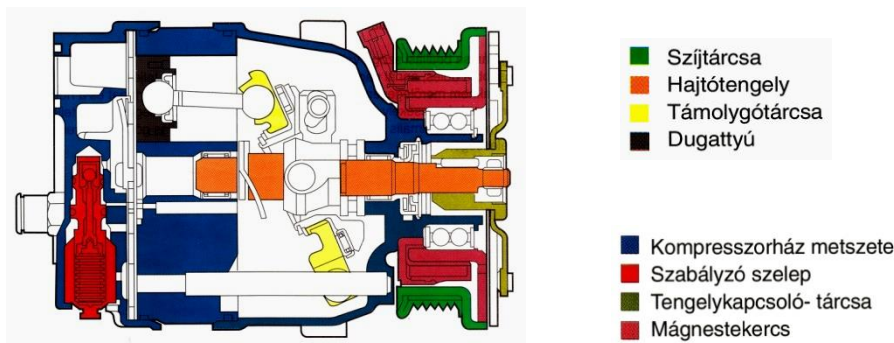
Párolgató

A részleges párolgás következtében lehűlt, de még nagy részben folyékony hűtőanyag a párolgatóba (2) kerül. A hűtőanyag teljes elpárolgásához szükséges nagy hőmennyiséget a hűtőanyag a párolgató lamelláin keresztül áramló külső levegőtől vonja el. Az ilyen módon a hőenergiájának egy részétől elvont, és ezért hideg külső levegő a szellőztető-rendszeren kerül be a jármű utasterébe. Végezetül a gőzt a kompresszor újra beszívja, és a körfolyamat bezáródik és kezdődik előlről.

Kompresszor

A kompresszor feladata, hogy a változó motor fordulatszámától, a változó külső hőmérséklettől, a levegő változó páratartalmától és a levegő változó átáramlási teljesítményétől függetlenül a klímaberendezés állandó teljesítményét biztosítsa. Ez általában egy 5 hengeres emelő-dugattyús kompresszor felhasználásával történik, amely a hűtőanyag- körforgásban fellépő kis nyomás függvényében a lökettérfogatát és ezzel a szállítási teljesítményét változtatja.

A kompresszort egy bordásékszíjon keresztül a jármű motorja hajtja meg. Az erőzárás egy elektromágneses tengelykapcsolón keresztül történik, amely a klímaberendezés bekapcsolásakor automatikusan aktiválódik.



14. ábra. A kompresszor szerkezeti felépítése³⁴

A hajtótengely és az öt axiálisan elhelyezett emelő-dugattyú között az úgynevezett támolygótárcsa az összekötő elem. Ennek legfontosabb feladata a hajtótengely forgómozgásának a dugattyúk löket-mozgássá alakítása.

³⁴ Forrás: Opel

A támo­ly­gótár­csa beál­lási szö­ge vál­toz­ta­tha­tó. Minél erő­sebb a dőlés, annál nagy­obb a lö­ket­ter­fo­gat és a szállí­ta­si tel­jesít­mény. Ha a támo­ly­gótár­csa csak­nem merő­le­gesen áll a for­gá­si ten­ge­lyre, akkor a lö­ket­ter­fo­gat és a hűtő­anyag szállí­ta­si men­nyisé­ge cseké­ly.

A min­den­ko­ri beál­lási szö­get a szük­se­ges hűtési tel­jesít­mény hatá­ro­zza meg.

A szük­se­ges hűtési tel­jesít­ményt a kom­presz­zorban el­helyez­ett szabá­ly­zó­sze­lep vég­zi a motor for­du­latszá­mától, a leve­gő pá­ra­tar­ta­lma­tól és a külső hő­mérsék­lettől füg­gően.

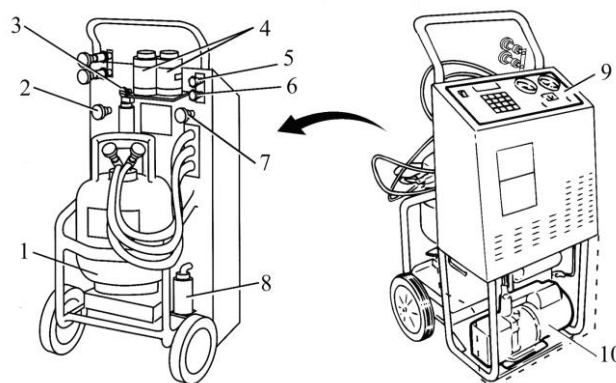
A kom­presz­zor kenő­nya­ga a kom­presz­zor, a szabá­ly­zó­sze­lep és az expan­ziós sze­lep moz­gó alkat­rés­zeinek a kené­sről gon­dos­ko­dik.

A kenő­nya­ga egy szintetikus „Polialkilén Glikol” (PAG) olaj, amely speciálisan az R 134a hűtőközeggel való kölcsönhatásra lett beállítva. A klímaberendezés első üzembe helyezése előtt az összes kenőanyag (kb. 250-300 ml) a kom­presz­zorban talál­ha­tó. Az üzem­be helyezé­és után a kom­presz­zor a kenő­nya­got a hűtő­anyag­-kör­be magá­val vis­zi. A klímaberendezés leál­lí­ta­sa­kor a kenő­nya­ga rész­le­gesen lerakó­dik a kü­lön­böz­ő alkat­rés­ze­ken. A kom­presz­zor-kenő­nya­ga az üze­melés során nem hasz­ná­ló­dik fel és nem kell cse­re­lni.

Szervizelés

Az alábbi ábrán látható készülékkel a klímaberendezés összes munkálatait el lehet végezni:

- Nyomás mérése a nagy- és a kisnyomású tartományban;
- A klímaberendezés kiürítése;
- A hűtőanyag előkészítése;
- A klímaberendezés légtelenítése;
- Kom­presz­zor kenő­nya­ga betöltése;
- A klímaberendezés feltöltése;
- Szivárgástereszt.



15. ábra. Klíma-szerviz készülék³⁵

- 1 – Hűtőanyag-tartály, 2 – Légtelenítő-szelep, 3 – Bevezető-szelep, kom­presz­zor kenő­nya­ga, 4 – Tar­taléktartály, kom­presz­zor kenő­nya­ga, 5 – Nagynyomású csatlakozó, 6 – Kisnyomású csatlakozó, 7 – Leeresztő sze­lep, kom­presz­zor kenő­nya­ga, 8 – Tartály, kom­presz­zor kenő­nya­ga, 9 – Kezelőtábla, 10 – Vákuumszivattyú

³⁵ Forrás: Opel

A szervizkészüléknek a klímaberendezés szerviz-csatlakozóira való csatlakozása és a megfelelő program aktiválása után a beállított folyamat automatikusan lejátszódik. Azonban mindig be kell tartani az adott készülékre, és az adott klímaberendezésre vonatkozó gyári előírásokat.

Hűtőanyag-kör kiürítés

A készülék a jármű hűtőanyag köréből a hűtőközeget a készülék hűtőanyag-tartályába szivattyúzza és a szintén beszívott kompresszor-kenőanyagot kiválasztja. A kiválasztott kenőanyag mennyiségét a készülék tartályán lehet leolvasni.

Légtelenítés, visszaforgatás és feltöltés

A klímaberendezést minden feltöltés előtt a készülékkel légteleníteni kell, hogy a levegőt és a nedvességet a hűtőanyag körben elkerüljük.

A légtelenítés egy viszonylag magas vákuum létrehozását jelenti a hűtőanyag körben. A légtelenítés alatt a leszívott hűtőanyag egy saját körforgásban megtisztul, párátlanodik és az újra betöltéshez alkalmassá válik. A telítettséget és az ezzel összefüggő párátlanító anyag szükséges cseréjét a készülék kezelőabláján lehet leolvasni.

A légtelenítés után azzal megegyező mennyiségű új kenőanyag kerül a hűtőanyag körbe betöltésre, mint amennyi a kiürítéskor kiválasztásra került. A készüléken lévő kenőanyag bevezető-szelepének kinyitása után a hűtőanyag körben uralkodó vákuum a kenőanyagot beszívja.

Végezetül a szerviz készülék billentyűzetén beadott mennyiségű hűtőanyag kerül betöltésre. A készülékbe beépített mérleg a helyes töltésmennyisége elérésekor a feltöltést automatikusan befejezi.

2.4. Elektronikusan irányított rendszerek diagnosztikája

2.4.1. Soros diagnosztika

Irányítóegység kapcsolatú rendszerdiagnosztika. Feladata az elektronikusan irányított rendszer működésének állapotfelügyelete és, hogy a rendszer állapotában bekövetkező rendellenességekről a javítást végző szakember számára diagnosztikai információval szolgáljon. Ezek az információk soros vonalon olvashatóak ki rendszer teszter műszerek segítségével.

A fedélzeti rendszerfelügyelet az egységek és a funkciók folyamatos mintavételezésű ellenőrzését jelenti. A fedélzeti rendszerfelügyelet további részfeladatokból áll.

Az ellenőrzési feladatok lehetnek:

- Irányítóegység (ECU) ellenőrzés. Azonosítania kell az elektronikus irányítóegységet, annak gyári azonosítóját, a program-generációt, a kapcsolódó más vezérlő vagy irányítóegységekkel való összeférhetőséget, ill. összeférhetetlenséget, ma már CAN kapcsolaton keresztül.
- Irányítóegység állandóérték-tárolóinak EPROM, EEPROM adatsértetlenségének ellenőrzése.
- A szükségfutas program aktiválhatóságát, ill. azt, hogy aktuálisan normál üzemi vagy szükségállapotban van-e a rendszer.
- Rendszerkódolás. Az irányítóegység adott járműtípushoz történő illesztésének felügyelete (pl. melyik adatmezőt kell használnia az adott járműtípusnál).

- Rendszer alapbeállítás. Az irányítóegység szabályzási funkcióinak elektronikus retesze-
lése vagy a beállítási alapparaméterek, alaphelyzetek adatának rögzítése. A perifériaele-
mek ellenőrzése. Beavatkozók áramköri ellenőrzése, a beavatkozók működtetésével tör-
ténő visszajelzéses ellenőrzése. A jeladók (érzékelők) áramköri és jel-elfogadhatósági
(plauzibilitás) vizsgálata.
- Az üzemi funkciók logikai elemzése, paraméter-együttállások (pl. fő- és vezérműtengely
együttállás értéktartományon belülsége) elfogadhatósági vizsgálata.
- Intervallum-figyelés. A karbantartás-esedékesség kijelzése, a kijelzéshez szükséges idő,
szerkezeti egység működési ciklus, ill. futáskilométer összegzés.
- Üzemi paraméterek kijelzése. A hibatünetek komplex értékelése, beazonosítása, memó-
riában való tárolása, kiolvashatósága, javítás utáni törlése.

A rendszerfelügyelet diagnosztikai funkciói:

- a hibák felismerése,
- állapotjavító intézkedések bevezetése,
- a vezetőinformálás a rendszer műszaki állapotában bekövetkezett romlásról hibás és
esetleg korlátozott üzeméről, valamint,
- a hibazonosító kód tárolása (a későbbi szervizdiagnosztika részére).

A hibára vonatkozó tárolt információk:

- a hiba előfordulásának gyakorisága,
- fajtája (kódolt azonosítója), valamint,
- a hiba bekövetkezésekor a motor üzemi paraméterei (keret információk).

A rendszer elemeinek, ill. a funkciók felügyelete különböző elvek szerint történik:

- Minden jelnek meghatározott az érvényes (névleges) értéktartománya. Ha a mérőjel ezen
tartományon kívül esik, akkor a jeltartomány-túllépés ellenőrzése aktiválódik, ennek ke-
retében azonosítható a jeladók és beavatkozók áramköreiben létrejött zárlat (pozitív és
negatív), valamint a vezetékszakadás;
- Ha több jelforrás ad azonos vagy hasonló információkat (redundáns struktúra), akkor az
egy-egy jelet a kölcsönös elfogadhatóság-elemzéssel (plauzibilitás vizsgálat) kell anali-
zálni;
- Ha a mérési értékek gyorsabban változnak, mint az az alapjelenség változásakor fizikailag
egyáltalán lehetséges, akkor a dinamikus érték-elfogadhatósági jelanalízis lép érvénybe;
- A szabályzási köröket a fellépő szabályozási eltéréseket figyelve, annak nagysága, iránya,
gyakorisága szerint elemezik;
- A vezérlőegységen belüli hibákat, amelyek a közvetlen mikro-gépes egységen belül lép-
nek fel, elterjedten alkalmazott számítástechnikai ellenőrző eljárásokkal ismerik fel.

Ha a rendszerfelügyelet hibát azonosít, akkor a hiba súlyosságától függően különböző intézke-
déseket, intézkedés-kombinációt érvényesít:

- a hibazonosító kódot a hibatárolóban rögzíti,

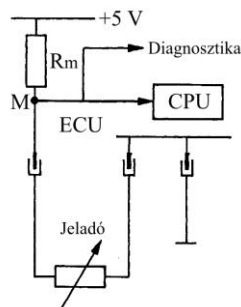
- helyettesítő értéket, mint input értéket ad, vagy szabályzásról vezérlésre vált át, ha egy jeladó input mérési értéke már nem áll rendelkezésre, vagy az nem elfogadható értékű;
- a befecskendezési adagnagyságot és a maximális fordulatszámot, ezek következményeként a motorteljesítményt csökkenti,
- a vezetőt informálja,
- funkciókat, amelyek a hiba miatt nem érvényesíthetők, kikapcsolja vagy helyettesítő funkcióval váltja ki,
- legvégső esetben a motort leállítja.

Az irányítóegység kommunikációs diagnosztikai műszer segítségével általában a következő információ elvétel, információcsere, ill. parancsadás lehetséges:

- rendszer-azonosítás,
- a hibatároló lekérdezése,
- a tárolt hibakódok, ill. tanult érték memóriatár törlése,
- a beavatkozó-egységek működtetése,
- az alapbeállítás végrehajtása,
- a motorüzemi paraméter kiolvasása,
- az azonos idejű hibamegjelenés detektálása, paraméterkörnyezet tárolása,
- az irányítóegység kódolása, ill. illesztése.

Jeladó áramkörök ellenőrzése

A mérő és beavatkozó áramkörök többsége feszültségvezérelt. Az áramkörök stabil feszültségre kapcsolnak, többnyire 5 V-ra, vagy fedélzeti feszültségre. Az áramkörökben kialakított feszültségosztó ellenállásokon kialakuló feszültségviszonyok jól mérhetőek, és egy kiválasztott ponton az adott áramkör hibás vagy hibátlan működése ellenőrizhető, a hibás működés feltárható. Az alábbi kapcsolás egy jeladó áramkörének egy részletét mutatja.



16. ábra. A jeladók elvi kapcsolása³⁶

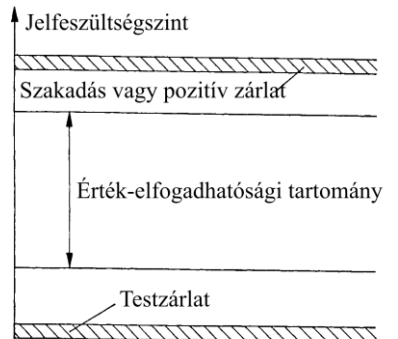
+5 V – 5 V-os tápfeszültség, R_m – munkaellenállás, M – mérőpont, diagnosztika

A jeladó ellenállás a munkaellenállással sorba kapcsolt. A jeladó ellenállás változásának hatására (hőmérséklet, elmozdulás, nyomásváltozás) a kialakított feszültségosztón megváltoznak a feszültségviszonyok. Ha a jeladó áramkörében pozitív zárlat, vagy szakadás lép fel, akkor az

³⁶ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 73. old. 6.3. ábra

M mérőpont feszültsége 5 V. A jeladó testzárlata esetén a munkaellenálláson esik szinte a teljes feszültség, így a mérőponton (ez a feszültség kerül a kiértékelésre a vezérlőegységben) közel 0 V feszültség mérhető.

Így lehetőség nyílik arra, hogy a vezérlőegység különbséget tudjon tenni a hibás és a helyes működés között.



A diagnosztika a lehetséges fizikai tartományt három részre osztja:

- a felső tartomány az áramkör szakadását vagy pozitív zárlatát jelenti,
- a középső tartományban a jeladó hibátlanul működik,
- a legalsó tartományban testzárlat valószínűsíthető.

17. ábra. A diagnosztika értelmezési tartománya³⁷

Az ábrán látható érték-elfogadhatósági tartomány ennél lehet szűkebb és tágabb is bizonyos esetekben. A diagnosztikának ezért ki kell bővülnie a jel-elfogadhatóság vizsgálatával is.

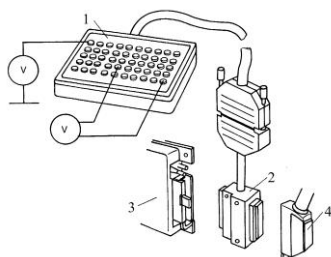
2.4.2 Párhuzamos diagnosztika

A párhuzamos diagnosztika a működő vagy működésképes rendszer hálózatán végezhető mérések összessége. A párhuzamos diagnosztika történhet:

- járó motornál,
- indítómotorral forgatott motornál és
- feszültség alá helyezett rendszernél.

Ide soroljuk a rendszer teszterek segítségével elvégezhető beavatkozó-teszteket is, amelyek feszültség alá helyezett rendszernél, álló vagy járó motornál végezhetők el.

A párhuzamos diagnosztika alapmérései a hálózaton történő multiméteres, oszcilloszkópos ellenállás- és feszültségmérések. A mérőpontokhoz történő hozzáférést nagyban segítik azok a műszergyártói mérőkábelek, amelyek az egyes csatlakozókkal sorba kötve adnak biztonságos kivezetést. Valamennyi mérőpont egy csatlakozóegységben történő elérését az ún. mérődoboz (mátrixtábla) teszi lehetővé.



- 1 – Mátrixtábla
- 2 – Kábelcsatlakozó
- 3 – Vezérlőegység
- 4 - Főcsatlakozó

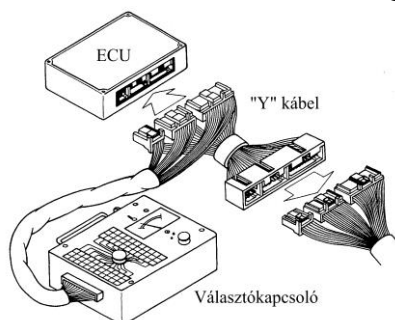
³⁷ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 75. old. 6.9. ábra

18. ábra. Mátrixtábla³⁸

A kialakítástól függően „Y” kábel segítségével valamennyi, a főcsatlakozóba befutó vezetékről visz ki mérővezetéket az adapter egy központi helyre, a banánhüvely aljzatú mátrixtáblára.

Az „Y” kábel egyik csatlakozója az irányítóegységre, másik csatlakozója a főcsatlakozóra kerül, tehát párhuzamos bekötésű. Az „Y” csomópontjáról ágaznak le a mérővezetékek, és mennek a mátrixtáblához vagy más kialakításban választókapcsolón keresztül egy központi mérőpontra kapcsolt multiméterhez. A jelforgalom tehát a vizsgálócsatlakozó bekötése után zavar-talan marad az irányítóegység és a periféria között.

Az „Y” kábel a jelforgalomba történő üzem közbeni „behallgatást” teszi lehetővé.



19. ábra. „Y” kábel a választókapcsolóval³⁹

Beavatkozó teszt

A párhuzamos diagnosztika egy elemét, a rendszer teszterrel is elvégezhetjük. Csatlakoztassuk a gépjármű diagnosztikai csatlakozójához a rendszer tesztert, majd annak menüjéből kérjük a beavatkozó tesztet. A műszer kijelzőjén felsorolja azokat a beavatkozókat, amelyeket működtetni lehet.

Ilyen beavatkozók lehetnek pl. egy benzinbefecskendező rendszer esetében, a befecskendező szelep, az EGR szelep, a fojtószelepegységben lévő elemek működtetése.

A működtetés során hallani lehet a szelepek kattogását, jelezvén, hogy azok működőképesek-e vagy sem.

Ha nem észleljük a várt tüneteket, akkor a perifériadiagnosztika módszereivel kell megkeresni a hibát.

2.4.3. Perifériadiagnosztika

Az öndiagnosztika csak a hibahely tág környezetét tudja behatárolni, a tényleges hibahelyet nem képes lokalizálni.

A hibafeltárás végső technológiai szakaszát ezért lokalizálás célú, manuálisan elvégzendő mérőrendszer alkotja, amelyet logikus rendben, lépésről lépésre kell elvégezni.

A vizsgálat alapfeltétele a gyári számozással, vezetékszínekkel megadott kapcsolási rajz és a rendszerelemek paramétereinek ismerete.

³⁸ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 79. old. 6.19 ábra

³⁹ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 79. old. 6.17. ábra

A méréseket célszerű a főcsatlakozónál mátrixtábla segítségével kezdeni.

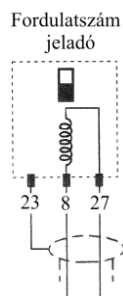
A kapcsolási rajz és a méréstechnológia alapján győződünk meg arról, hogy az irányítóegység megkapja-e a pozitív tápfeszültséget. A mérést multiméterrel végezzük a pozitív tápfeszültségű pont és egy testelési pont között. Ha nem jutunk eredményre, a testpontot helyezzük át közvetlenül az akkumulátor negatív pólusára.

A testelő vezetékek ellenőrzése ellenállásméréssel történik

A jeladók, beavatkozók áramköri hurkait ellenállásméréssel ellenőrizzük. Kétvezetékes esetben, a mátrixtáblán e két vezetékvéget megtaláljuk, és e kettő között mérjük.

A vizsgálat során célszerű a kapcsolókat működtetni, a jeladókat gerjeszteni, pl. a potenciométeres jeladót elmozdítani, hőmérsékletérzékelőt hűteni vagy melegíteni, mert ekkor a teljes körben értékelhető a kapcsoló, a jeladó működőképessége.

A hőmérők ellenőrzése ellenállásméréssel történik. A mérésnél tudni kell, hogy a hőmérő NTC vagy PTC típusú, és célszerű ismerni azok karakterisztikáit is. A hőmérők beépítési helyükön mértek, pillanatnyi ellenállásuk természetesen az általuk mért közeg hőmérsékletétől függ, de mivel az pontosan nem ismert, így csak tájékoztató információhoz jutunk. Példaként nézzünk meg egy fordulatszám jeladó periféria vizsgálatát. A jeladónak három kivezetése csatlakozik a vezérlőegységhez.



20. ábra. Fordulatszám jeladó kivezetései⁴⁰

A vizsgálatot - ha a rendszer megengedi - a vezérlőegység lekötésével kell kezdeni. A rajzon lévő kivezetések számozása a vezérlőegység kivezetéseinek számozását jelenti. A 8 és 27 kivezetések között ellenállásmérővel mérve a jeladó tekercsének az ellenállása mérhető. A mért értéket összehasonlítva a gyári adattal értékelhető a jeladó. A 23 jelű kivezetés a jeladó árnyékoló kivezetése. A 23 és 8 vagy 23 és 27 kivezetések között végtelen nagy ($M\Omega$ nagyságrendű) ellenállást kell mérnünk.

Kis mért ellenállás esetén a jeladó testzárlata valószínűsíthető. Indítózáskor multiméterrel (AC állás) a 8 és 27 jelű kivezetések között feszültséget is mérhetünk. Oszcilloszkóppal való vizsgálat esetén közel szinuszos feszültséget láthatunk. A jel nagyságot a fordulatszám, a légrés és a jeladóra rakódó fémes sönt befolyásolja.

⁴⁰ Forrás: Gál Zoltán, Jeladók vizsgálata, Oktatási segédlet

3. Gépjármű diagnosztika

3.1. Motor és segédberendezéseinek diagnosztikai vizsgálata

3.1.1. Mechanikai állapotvizsgálatok

Hengertömítettség és hengerüzem összehasonlító vizsgálatok

A belső égésű motor hengerterének tömítettsége meghatározza a motorból nyerhető munka nagyságát.

A hengertér gáztömörsége a következő tényezők befolyásolják:

- a motor fordulatszámja;
- a motorterhelése;
- a motor hő állapota;
- a határoló elemek, tömítések műszaki állapota.

A gáztömörség természetesen soha nem tökéletes, hiszen a dugattyú és a hengerhüvely között gázátfújás lehetséges, amely egy adott értékig természetes. Ezt a gázmenyiséget hívjuk kartergáznak.

Ha a diagnosztikai vizsgálatoknál az előbb felsorolt tényezők közül az első hármat peremfeltételekkel rögzítjük, akkor az utolsó tényezőre (műszaki állapot) vonatkozóan egyértelmű eredményeket kapunk.

A vizsgálatok lehetnek szelektívek, ami azt jelenti, hogy csak a hiba tényét tárják fel vagy mélydiagnosztikai jellegűek, amelyek már a hiba helyét és mértékét is kimutatják, ill. létezik összetetten értékelő eljárások is, amelyek a henger üzemét összetetten értékelik, és az eredmény csak részlegesen jellemző a hengertér gáztömörségére.

Az információhordozó fajtája szerint közvetlen és közvetett módszereket különböztetünk meg. Közvetlen eljárás esetében a hengertér nyomását, ill. nyomásvesztését mérjük, míg közvetett esetben egyéb mért jellemző alapján következtetünk a gáztömörségre.

A kompresszió-végnyomás mérése

A hengerek tömítési hibáinak kimutatására régóta használt módszer, amelyet más néven sűrítési végnyomás vagy kompresszió-végnyomás mérésnek is hívnak.

A sűrítési-végnyomás függ a motor fordulatszámától és hő-állapotától. A mérés során a motort indítómotorral forgatjuk körbe, úgy hogy elindulását meggátoljuk. Az akkumulátor állapota és egyéb mechanikai tényezők tehát erőteljes befolyást gyakorolhatnak a mérés végeredményére, hiszen ezek hatnak az indítómotor fordulatszámára. A motor hőmérsékletével nő a sűrítési-végnyomás értéke, a kenőolaj tömítő hatása és a kenés miatti fordulatszám-növekedés miatt. A mérések eredményét a mérőműszer tömegtehetetlensége is jelentősen befolyásolja. A sűrítési végnyomás mérés eredménye abszolút adatként nem használható fel, csupán a motor hengerei közötti összehasonlító mérésre alkalmas.

A mérés menete:

A mérést üzem meleg motornál hajtjuk végre a következő sorrendben:

- Minden hengerből kivesszük a gyújtógyertyát, ill. a porlasztót;
- Otto-motornál teljesen nyitjuk a fojtószelepet;

- A kompresszió-mérőt a gyújtógyertya, ill. a porlasztó furatába szorítjuk (ill. csavarjuk);
- Indítómotorral körbeforgatjuk a motort, mindaddig, amíg az írótü már nem mozdul tovább;
- A visszacsapó szelepet kézzel lenyomjuk, így nullázzuk a műszert;
- A papírt léptetjük, majd a mérést megismételjük a következő hengernél.

A mérés kiértékelése:

A mért eredményeket felhasználhatjuk a gyárilag megadott értékekkel történő összevetésre, de ilyenkor csak az előírt peremfeltételek (vizsgálati motorfordulatszám, kenőolaj-hőmérséklet, adott műszertípus) szigorú betartása mellett kapunk megbízható eredményt. Ezért inkább a hengerek közötti összehasonlító értékelés terjedt el.

A nyomásveszteség mérése

A nyomásveszteség mérése esetén álló motornál, hengerenként értékeljük a munkateret határoló tömítések fojtását.

A fojtásokat a vizsgálat szempontjából két csoportba osztjuk:

- megengedett motorfojtások: a dugattyúgyűrű, gyűrűhorony, hengerhüvely közötti fojtás;
- nem megengedett motorfojtások: rosszul záró szelep-szeleptányér, hengerfejtömítés.

A nyomásveszteség-mérő műszer a motorfojtás nagyságát határozza meg, mégpedig úgy, hogy összeveti egy, a műszerbe épített ún. etalon fojtással.

A hálózati levegőnyomást a műszer a beépített nyomásszabályozó segítségével 0,2 MPa (2 bar) értékre csökkenti.

A szabályozott nyomású levegő a motor hengerterébe jut, és annak fojtásain keresztül távozik a szabadba.

A mérés végrehajtása és kiértékelése:

A méréseket üzem meleg motoron, kompresszió ütemben (forgásirányban forgatva), a felső holtpont előtt megállított dugattyúhelyzetben kell elvégezni. Ennek oka, hogy a szívó- és kipufogószelep együttesen csupán ebben a helyzetben zárt.

A hengerkopások feltérképezése céljából lehetőség van arra is, hogy a mérést az alsó holtponttól (a szívószelep zárásától) a felső holtpont felé haladva több ponton is elvégezzük.

A mérést fonendoszkóppal kiegészítve a levegőszivárgás helye is felderíthető. Így pontosabbá tudjuk tenni a diagnosztikai információt.

A hengertömítettséget általában %-os mérőszámmal értékeljük ki:

$$\Delta p(\%) = \frac{\Delta p}{p_{\text{alap}}} \cdot 100\%$$

Ahol: Δp a nyomáscsökkenés értéke; $p_{\text{alap}} = 0,2$ MPa a mérés előtti kiindulási nyomás.

A csökkenés százalékos értéke azonban hengerfurat függő. Nagyobb hengerfurat-átmérő esetén ugyanis nagyobb az a henger körüli körgyűrű felület és a gyűrűhézag, amelyen a levegő normál esetben is megszökhet, ezért itt nagyobb százalékos nyomásesés engedhető meg. Ezzel

indokolható, hogy a mérés kiértékelése hengerfurat-intervallumok szerint történik. A táblázat a kiértékelési határértékeket összegzi.

A nyomásvesztés-mérés kiértékelése

Hengerátmérő (mm)	Jó (%)	Még elfogadható (%)	Hibás (%)
50...75	0-7,5	7,5...25	25...100
75,1...100	0...12,5	12,5...32,5	32,5...100
100,1...130	0...20	20...55	55...100

A szívócső-depresszió mérése

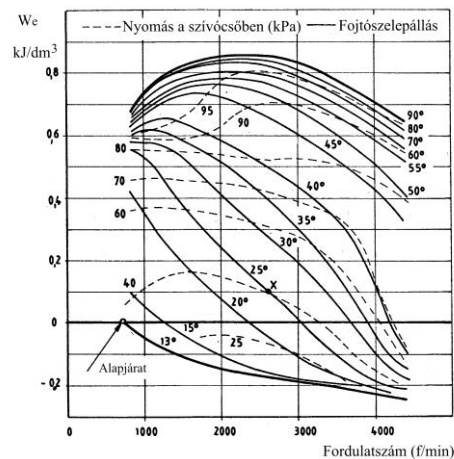
A fojtással szabályozott Otto-motorok szívócsövében kialakuló nyomás légköri nyomástól való eltérése a szívócső-depresszió. Ennek értéke jellemző a motor üzemállapotára, terhelésére.

A szívócső-depresszió értéke a következő tényezőktől függ:

- sűrítési viszony,
- áramlási ellenállás (a szívólevegő útja),
- a dugattyú-henger tömítettsége,
- a szívóoldali szerkezetek tömítettsége, a szelepvezérlés beállítása,
- a kipufogó-oldali szerkezetek áramlási ellenállása,
- a maradékgáz nyomása.

Az ábra a motor terhelési jellegmezőjében ábrázolja az állandó szívócsőnyomás- (a szívócsőben mérhető abszolút nyomásérték) vonalakat és az állandó fojtószelepnyitás-görbéket.

Az ábra arra mutat rá, hogy bár a szívócső-depresszió értéke nagyon sok tényezőtől függ, kifogástalan műszaki állapotban adott fojtószelepálláshoz és motorfordulatszámhoz egyetlen szívócső-depresszió érték tartozik.



21. ábra. Szívócsőnyomás-értékek a motor terhelési jellegmezőjében⁴¹

W_e – fajlagos energiasűrűség (motorterhelés)

⁴¹ Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjárműdiagnosztika, Tankönyvkiadó, Budapest, 187. old. 7.7. ábra

Terhelt motoron (görgős pad) történő depressziómérés esetén referenciaértékekre van szükségünk az adott típusra, hogy kiértékelhető eredményt kapjunk.

Üresjárat mérés esetén lehetőségünk van az ún. határdepresszió meghatározására. Ilyenkor a motor által létrehozható legnagyobb depresszióértéket mérjük meg: a motort a névleges fordulatszám közelébe gyorsítjuk, majd hirtelen zárjuk a fojtószelepet. A motor lassulása közben leolvassuk a műszer által mutatott maximális értéket. Ennek értéke: 70...85 kPa.

Alapjárat vizsgálatkor további információt nyújthat a mutató viselkedése: a pulzáló, rezgő mutató utalhat ugyanis keverékképzési, gyújtási vagy vezérlési hibára.

Kartergáz mennyiségének mérése

Négyütemű motoroknál a dugattyúgyűrűk és a szelepszárak mellett a forgattyúházba áramló gázmennyiséget nevezzük kartergáznak. Ez a gázáram bizonyos határig normálisnak tekinthető.

Új motoroknál a kartergáz mennyisége nem haladhatja meg a motorba jutó térfogatáram 0,5%-át. Azaz a megengedett kartergáz-térfogatáram:

$$\dot{V} = V_{\text{lököt}} \cdot \frac{n}{2 \cdot 60} \cdot \lambda_t \cdot 0,005 \left[\frac{\text{dm}^3}{\text{s}} \right]$$

- $V_{\text{lököt}}$ - a motor lökettérfogata, dm^3 ;
- n - a vizsgálati motorfordulatszám, min^{-1} ,
- λ - töltési fok.

A kartergáz mennyiségét rotaméterrel, vagy lebegőtestes áramlásmérővel mérjük.

A gáz a mérőcsőbe alulról érkezik, és a térfogatáramától függő mértékben megemeli a lebegőtestet vagy a lemezdugattyút. A magassági méret adja a térfogatáram mértékét.

Hengerteljesítmény-különbség mérése

Az eljárás alapelve, hogy a vizsgált hengerben megszüntetjük az égést, Otto-motoroknál a gyújtás és a befecskendezés kiiktatásával, dízelmotoroknál a befecskendezés megszüntetésével. A módszer a kikapcsolt henger munkáját összetetten értékeli, a

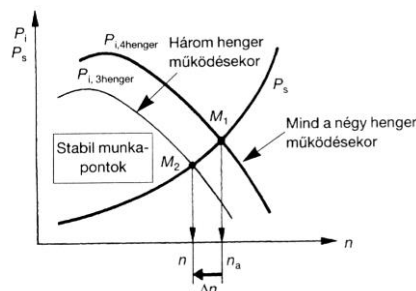
- hengertömítettség,
- keverékeloszlás,
- gyújtás és
- mechanikai veszteségek tekintetében.

A hengerteljesítmény-különbség mérése elvégezhető üresjárat és terhelt motorüzemben egyaránt.

Az üresjárat hengereljesítmény-különbség mérése

A módszer elsősorban az Otto-motorok esetében terjedt el, mivel dízelmotoroknál jóval bonyolultabb a megvalósíthatósága. Alapelve, hogy az adott hengerek gyújtását sorban megszüntetjük (ügyelve arra, hogy a túlságosan hosszan kiiktatott henger miatt a katalizátor túlmelegedhet), így a motorfordulatszám csökkenéséből tudunk következtetni az adott henger állapotára. Ennek magyarázatát az alábbi ábra alapján érthetjük meg.

A vizsgálat alapelve, hogy üresjáratú (ebben az esetben emelt alajárat, általában 2000 min^{-1}) üzemiállapotban a motor nem ad le munkát, csupán belső ellenállásait fedezi. Ez azt jelenti, hogy az indikált teljesítmény minden munkapontban megegyezik a súrlódási teljesítményszükséglettel.



22. ábra. Üresjáratú hengerteljesítmény-különbség mérés elve⁴²

Az ábrán az M_1 munkapontban, tehát a vizsgálati fordulatszám ($n = 2000 \text{ min}^{-1}$) esetében a működő hengerek összes indikált munkája megegyezik az adott fordulatszámhoz tartozó súrlódási és mechanikai veszteségek teljesítményigényével. (A vizsgálatot minden esetben rögzített fojtószelep-állapot mellett kell végrehajtani!)

Ha kiiktatunk egy hengert, akkor az indikált teljesítmény kisebb lesz (hiszen már csak három henger működik), a súrlódási teljesítményigény görbéje viszont nem változik, hiszen a motor „vonszolja” a kikapcsolt hengert is.

Ebből adódóan beáll egy új M_2 munkapont, de természetesen alacsonyabb motorfordulatszámon. A csökkenés Δn értéke jellemző a kikapcsolt henger műszaki állapotára.

A korszerű diagnosztikai műszerek automatikusan kapcsolják ki és vissza a hengereket, amely nagyon lényeges a katalizátor védelme szempontjából.

Jó műszaki állapotú hengerek esetében a fordulatszám-csökkenés mértéke nagy, míg a „gyengébb” hengerek hiányát kevésbé „érzi meg” a motor. A kiértékelés alapelve, hogy az egyes hengerek eltérése nem haladhatja meg az 5...7%-ot.

3.1.2. Az elektronikus relatív kompresszió-mérés

Az elektronikus relatív kompresszió-mérés azon a felismerésen alapul, hogy a motor átforgatási ellenállása az egyes hengerek működési fázisainak megfelelően váltakozó. Ha az átforgatási ellenállás változását az idő függvényében vizsgáljuk, akkor a maximális értékek az egyes hengerek kompresszió ütemeihez kötődnek. Ha a motort az indítómotorral forgatjuk körbe úgy, hogy az elindulást meggátoljuk, akkor az indítómotor áramfelvétele, ill. az akkumulátor kapcsolófeszültsége is a törvényszerűséget követi.

A mérés tehát alapvetően kétféle módszerrel történhet:

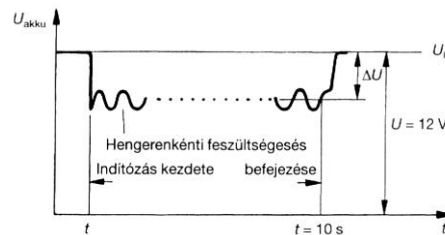
- az indítómotor áramfelvételét, ill.
- az akkumulátor kapcsolófeszültségét mérjük, kis időállandójú regisztráló műszerrel az idő függvényében.

⁴² Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 32. old. 3.7 ábra

A kapocsfeszültség regisztrátumon az egyes U_{\min} értékek, míg az indítóáram időfüggvényén az I_{\max} értékek jellemzőek az egyes hengerek kompresszió-végnyomására. A gyengébb hengerben, melynek a kompresszió végnyomása kisebb, annak a hengernek az átfordításához az indítómotor kisebb áramerősséget vesz fel, ami azt is jelenti, hogy az akkumulátor kapocsfeszültsége kevésbé esik.

A mérés kiértékelése tehát ezen amplitúdók meghatározását jelenti.

Az alábbi ábra az akkumulátor kapocsfeszültségének változását mutatja az elektronikus relatív kompresszió-mérés során.



23. ábra. Elektronikus relatív kompresszió-mérés⁴³

A hengerek azonosítása ebben a fázisban még problémát jelent, hiszen csak a sorrendet tudjuk (gyújtási sorrend), az 1. hengert azonban az egzakt azonosításhoz meg kell jelölni. Erre nagyon egyszerű módszer adódik: az 1. henger gyújtókábeléről kapacitív szondával felvehető a gyújtásjel időzítése. Ez kétcsatornás regisztráció esetén az 1. hengerhez tartozó amplitúdó alatt rajzol ki egy „tüskét”. Ez a mérés is csak hengerek közötti összehasonlításra alkalmas. Erre utal nevében a relatív jelző.⁴⁴

3.1.3. Gyújtásvizsgálatok

A mai gépkocsik szinte kizárólag elektronikus gyújtással szereltek. Ezek lehetnek:

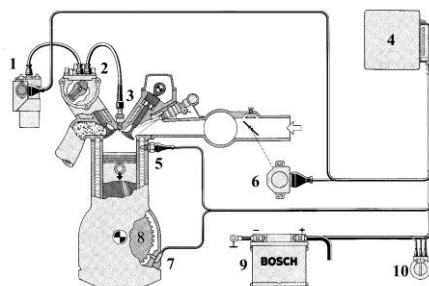
- elektronikus gyújtás és
- teljesen elektronikus gyújtás

A teljesen elektronikus gyújtást a nagyfeszültségű elosztó különbözteti meg az elektronikus gyújtástól. Az elektronikus gyújtás forgó, nagyfeszültségű gyújtáselosztóval dolgozik, míg a teljesen elektronikus gyújtás nyugvó, illetve nagyfeszültségű elosztóval működik. Az utóbbi lehet egyszikrás és kétszikrás megoldású. A teljesen elektronikus gyújtás már forgómozgást végző alkatrészt egyáltalán nem tartalmaz.

Az elektronikus gyújtás esetén a gyújtási időpont meghatározásához szenzorjeleket alkalmaznak. Ezek feleslegessé teszik a mechanikus gyújtásállítást. A gyújtási időpont megállapításához a fordulatszám jelet és a terhelési jelet használják fel. Ezekkel az értékekkel kiszámításra kerül az optimális gyújtásállítás, a kimenőjel ezt továbbítja a gyújtás végfokhoz.

⁴³ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 35. old. 3.9 ábra

⁴⁴ Dr. Lakatos István: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti kiadó, 36. old.



24. ábra. Elektronikus gyújtás⁴⁵

- 1 - Gyújtótekercs rászertelt végfokkal, 2 - Nagyfeszültségű elosztó, 3 – Gyújtógyertya,
 4 – Vezérlőegység, 5 - Motorhőmérséklet-szenzor, 6 - Fojtószelep-kapcsoló,
 7 - Fordulatszám- és referenciajel-szenzor, 8 – Impulzuskerék, 9 – Akkumulátor,
 10 - Gyújtás-indítókapcsoló

A szívócső-nyomás szenzor által létrehozott jelet a gyújtás terhelésjelként alkalmazza. Ezzel a jellel és a fordulatszámjellel háromdimenziójú előgyújtási diagram jön létre. Ez a diagram minden fordulatszám és terhelési állapot mellett lehetővé teszi a lehető legjobb előgyújtási érték programozását. Egy diagramban akár több ezer különböző előgyújtási szög is lehet. Így különböző diagramok léteznek különböző üzemi állapotokhoz. Ha a fojtószelep zárt, az üresjárat, ill. a motorféküzemhez kerül kiválasztásra a megfelelő térbeli jelleggörbe. Ezzel lehetséges az alapjárat stabilizálása, valamint teljes terhelésnél a legkedvezőbb előgyújtásérték megállapítása.

Bemenő jelek

A gyújtási időpont meghatározásának két legfontosabb tényezője a fordulatszám és a szívócső-nyomás. Van azonban még néhány egyéb jel, melyeket a vezérlőegység a gyújtási időpont korrekciójához megállapít és kiértékel.

Fordulatszám és a forgattyús-tengely állása

A forgattyús-tengely fordulatszámának és állásának megállapításához gyakran indukciós szenzort alkalmaznak, ami a forgattyús-tengelyen egy impulzuskeréket tapogat le.

A létrehozott mágneses-mező változás miatt váltakozó feszültséget indukál, amit a vezérlőegység kiértékel. A forgattyús-tengely szöghelyzetének megállapításához az impulzuskeréken nagyobb fohézagot alakítanak ki, amit a vezérlőegység a változó jel alapján ismer fel.

Szívócsőnyomás (terhelés)

A szívócsőnyomás megállapításához szívócsőnyomás-szenzor (MAP) kerül alkalmazásra, melyet egy tömlő köt össze a szívócsővel. Az ilyen „közvetett szívócsőnyomás-mérés” mellett különösen az időegység alatt beszívott légtömeg vagy légmennyiség alkalmas a terhelés meghatározásához. Elektronikus befecskendezésű motorok esetében ezért a befecskendező rendszer által használt jelet a gyújtás is alkalmazhatja.

⁴⁵ Forrás: Bosch

A fojtószelep állása

A fojtószelep állását a fojtószelep-kapcsoló és a fojtószelep-potenciométer állapítja meg. Üresjáraton, részterhelésen vagy teljes terhelésnél jelet szolgáltat a vezérlőegység számára.

Hőmérséklet

A motor hűtőkörébe épített hőmérséklet-szenzorral állapítják meg a motor hőmérsékletét és ez jelként kerül a vezérlőegységhez. Emellett egy további szenzorral megállapítható a beszívott levegő hőmérséklete is.

Akkumulátorfeszültség

A vezérlőegység az akkumulátorfeszültséget is figyelembe veszi korrekciós tényezőként.

A jelek feldolgozása

A motorfordulatszám és vonatkoztatási jeladó (fordulatszám és a forgattyústengely állása), valamint a fojtószelep-kapcsoló digitális jeleit közvetlenül a vezérlőegység dolgozza fel. A szívócsőnyomás- és a hőmérséklet-szenzor analóg jelei, valamint az akkumulátorfeszültség az analóg/digitális átalakítóban digitális jelekké alakulnak át. A vezérlőegységben a motor minden üzemállapotában kiszámításra és aktualizálásra kerül a legjobban megfelelő gyújtási időpont.

A vezérlőegységben lévő teljesítmény végfok tranzisztor kapcsolja a gyújtótekercs primer áramkörét. A zárási szög vezérlésével elérhető, hogy a zárási idő közel állandó marad és így a gyújtási energia sem változik a motor fordulatszámával. Az akkumulátor feszültségének csökkenésekor azonban az elektronika növeli a zárási időt olyan mértékben, hogy a primer áram, és ezzel a tekercsben tárolt energia ne csökkenjen.

Ahhoz, hogy minden fordulatszám- és akkumulátorfeszültség ponthoz új zárási időt, illetve új zárásszöget határozzunk meg, további diagramra is szükség van: a gyújtásmegszakító zárásszög jellegmező diagramjára. Felépítése hasonlít az előgyújtási-szög diagramjához.

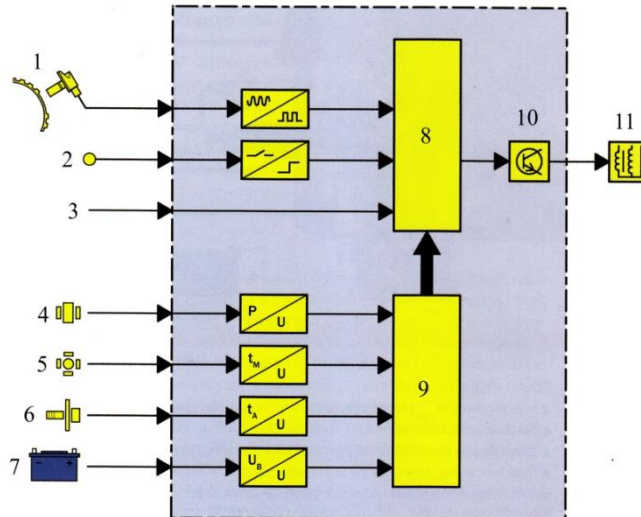
A tengelyek felett-fordulatszám, akkumulátorfeszültség és a gyújtásmegszakító nyitási ideje - háromdimenziójú háló feszül, melyből kiszámítható a mindenkori zárásszög.

A gyújtásmegszakító efféle zárásszög-diagramjának alkalmazásával lehetséges a gyújtótekercsben tárolt energia hasonlóan finom adagolása, mint a gyújtási időpont vezérlésénél.

A gyújtás-végfok mellett a vezérlőegység további jeleket adhat ki. Ezek lehetnek fordulatszám-jelek és állapotjelek más vezérlőegységekhez - például a befecskendezéshez, valamint a relék diagnosztikai- vagy kapcsolójeleihez.

Az elektronikus gyújtás különösen alkalmas más motorvezérlő funkciókkal való kombináláshoz. Elektronikus befecskendezéssel egyesítve egy közös vezérlőegységben a Motronic-rendszer alapkivitelét kapjuk meg.

Időközben az elektronikus gyújtás kopogás-vezérléssel való kombinálása is létrejött, mivel a gyújtási időpont későbbre állításával akadályozható meg a legegyszerűbben, leggyorsabban és legbiztonságosabban a motor kopogása.

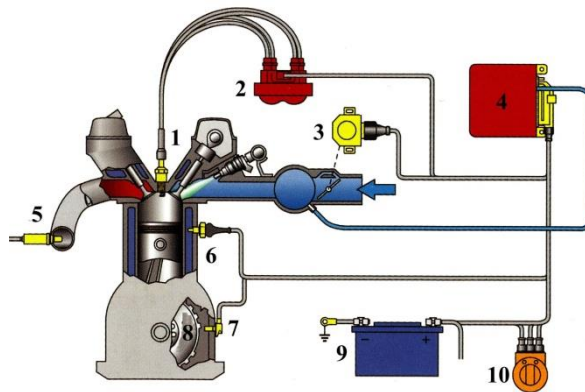


25. ábra. Jelfeldolgozás elektronikus gyújtásvezérlő készülékben⁴⁶

- 1 – Motorfordulatszám, 2 – Kapcsolójelek, 3 - CAN (soros busz), 4 – Szívócsőnyomás,
 5 – Motorhőmérséklet, 6 - Beszívott levegő hőmérséklete, 7 - Akkumulátorfeszültség
 8 – Mikroszámítógép, 9 – Analóg-digitális (AD) átalakító, 10 - Gyújtás-végfok,
 11 – Gyújtótekeres

Teljesen elektronikus gyújtás

Mint azt már említettük, a teljesen elektronikus gyújtásrendszerrel nincsenek forgó alkatrészek, jelentősen csökkentve ezzel a meghibásodás lehetőségét. További előnyt jelent még az alacsony zajszint, a lényegesen kisebb zavarójel, mivel már nincs nyílt szikraképződés, csökken a nagyfeszültségű vezetékek száma.



26. ábra. Teljesen elektronikus gyújtás⁴⁷

- 1 - Gyújtógyertya, 2 - Kétszikrás gyújtótekeres, 3 - Fojtószelep kapcsoló, 4 - Vezérlőegység beépített végfokokkal, 5 - Lambda-szonda, 6 - Motorhőmérséklet szenzor,
 7 - Fordulatszám-és referencijel-szenzor, 8 Impulzuskerék, 9 - Akkumulátor
 10 - Gyújtás-indítókapcsoló

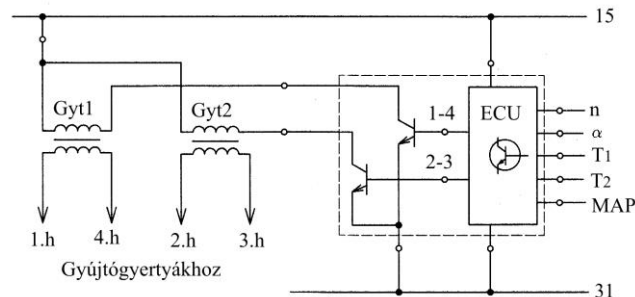
⁴⁶ Forrás: Bosch

⁴⁷ Forrás: Bosch

Kétszikrás gyújtótekercek

Kétszikrás (parazita-szikrás) gyújtótekercekkel ellátott rendszerek esetét egy gyújtótekercs mindenkor két gyújtógyertyát lát el nagyfeszültséggel. Mivel a gyújtótekercs egyidejűleg két szikrát hoz létre, egy gyújtószikrának a henger munkautemében, a másiknak pedig 360 fokkal eltolva, a kipufogó ütemben kell lennie.

Az alábbi ábrán ilyen kétszikrás gyújtóberendezés villamos kapcsolási vázlatát látható.



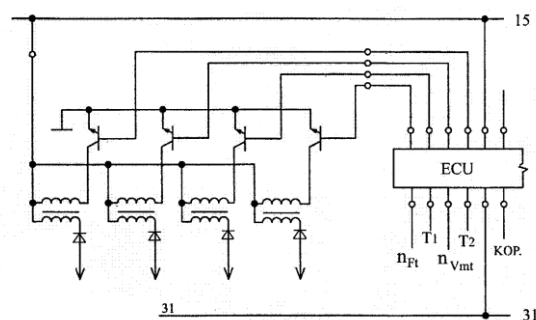
27. ábra. Kétszikrás gyújtóberendezés⁴⁸

n - motor-fordulatszám jel, α - fojtószelephelyzet, T_1 - motorhőmérséklet, T_2 - levegőhőmérséklet, MAP - szívócső-nyomás jel

Egy négyhengeres motor esetén például az 1-es és 4-es henger, valamint a 2-es és 3-as henger gyújtótekercsre van csatlakoztatva. A gyújtótekerceket a vezérlőegységben lévő gyújtás végfokok vezérlik. A vezérlőegység a forgattyús tengely szenzortól kap jelet ahhoz, hogy a megfelelő gyújtótekercs vezérlését megkezdje.

Egyszikrás gyújtótekercek

Egyszikrás gyújtótekerccsel ellátott rendszerek esetében minden hengerhez egy gyújtótekercs tartozik. Ezek a gyújtótekercek rendszerint közvetlenül a hengerfejnél a gyújtógyertya felett helyezkednek el. A vezérlés a vezérlőegység által meghatározott sorrendben történik. Egyszikrás berendezések vezérlőegységeinek a forgattyús tengely szenzor mellett vezérműtengely szenzorra is szükségük van, hogy képesek legyenek megkülönböztetni a sűrítési felsőhőpontot a kipufogási felsőhőponttól.



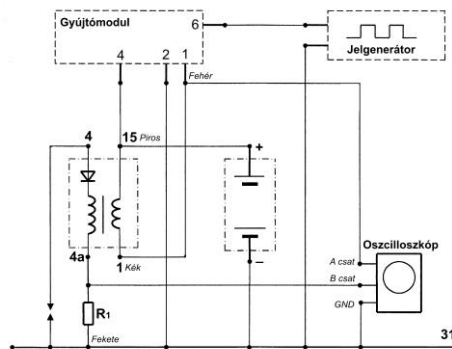
28. ábra. Egyszikrás gyújtótekercs⁴⁹

⁴⁸ Hevesi György: Autóvillamosság, Műszaki kiadó, 249. old. 7.52. ábra

⁴⁹ Hevesi György: Autóvillamosság, Műszaki kiadó, 250. old. 7.54. ábra

Kiegészítő szerkezeti elemként a szekunder áramkörben nagyfeszültségű dióda található az úgynevezett záró-szikra elnyomásához. Ezt a nemkívánatos - a primer tekercselés bekapcsolása során keletkező önindukciós feszültség miatt a szekunder tekercselésben létrejövő - szikrát elnyomja a dióda. Erre azért van lehetőség, mert a záró-szikra szekunder feszültsége a gyújtószikrával ellentétes polaritással rendelkezik. Ebben az irányban a dióda zár.

Ebben az esetben a gyújtótranszformátor viszonylag nagy áttétele (1:300) miatti, a primer áram kialakulásakor keletkező ellentétes irányú önindukciós feszültség okozta szikraképződést akadályozzuk meg. Ez a szikra jóval a felsőholtpont előtt keletkezne, és jelentős mértékben lerontaná a motor teljesítményét. Egyszikrás tekercsek esetében a szekunder tekercselés második kimenetét a 4a kapcspon keresztül a testre kötjük.



29. ábra. Mérőkapcsolás a gyújtásvizsgálathoz⁵⁰

A gyújtás felügyeletéhez a testelő vezetékbe R_1 mérőellenállás van beépítve, ami szikraképződés közben méri a gyújtóáram által előidézett feszültségesést. A fenti kapcsolásban az oszcilloszkóp „A” csatornáján a primer feszültség, míg „B” csatornáján a szekunder áram jelalakja kísérhető figyelemmel. Az R_1 ellenálláson eső feszültséget a rendszer, gyújtás visszaigazoló jelként alkalmazza.

Az egyszikrás tekercsek különböző kivitelben állnak rendelkezésre: Például egyedi gyújtótekercsként (pl. BMW) vagy blokkban, melynél egy műanyag házban egyedi tekercsek vannak összefogva (pl. Opel). Ebben az esetben egy tekercs, vagy dióda hiba esetén a teljes egységet cserélni kell.

Fellépő hibák és diagnosztika

- Szemrevételezés, vezetékcsatlakozások ellenőrzése
- Vezeték kötegek épségének ellenőrzése
- Test vezetékek ellenőrzése

Amennyiben a szemrevételezéses vizsgálat nem vezet eredményre, a hibát nem sikerült feltárni, az oszcilloszkópos vizsgálat vezethet eredményre.

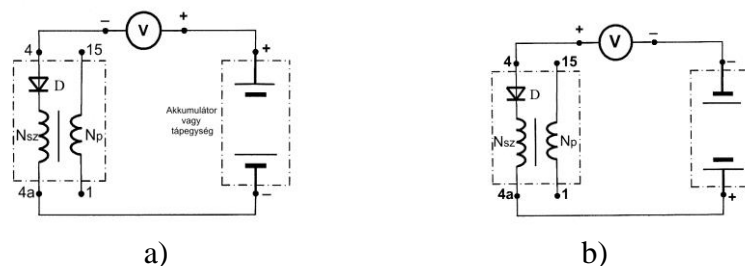
⁵⁰ Gál Zoltán: Mérési segédlet

Forgó feszültségelosztóval ellátott elektronikus gyújtás esetén az oszcilloszkópot gond nélkül csatlakoztathatjuk a gyújtóberendezés vizsgálatához szükséges kivezetésekhez. Itt minden primer és szekunder nagyfeszültségű vezeték hozzáférhető. Az oszcilloszkóp csatlakozó vezetékai a 4-es kapocshoz közvetlenül csatlakoztathatók. Ugyanez érvényes az olyan egyszikrás tekercsek tekintetében is, melyek nincsenek ráépítve a gyújtógyertyákra. A nagyfeszültségű vezeték rendszerint itt is hozzáférhető.

Problémásabbá válik a dolog az olyan egyszikrás tekercsek esetében, melyek közvetlenül össze vannak építve a gyújtógyertyákkal. Adapter vezetékgyarnitúrával lehetséges egyidejűleg felfogni valamennyi henger primer és szekunder oszcillogramját. Ha nem áll rendelkezésre adapter vezetékgyarnitúra, köztes vezeték elkészítésével mégis lehetőség teremthető a szekunder oszcillogram felvételére. A köztes vezetéket a gyújtógyertyához megfelelő gyertyapipából, egy darab gyújtóvezetékéből és a gyújtótekercshez köthető csatlakozóból kell elkészíteni. Lehúzzuk a gyújtótekercset, majd az elkészített vezetéket csatlakoztatjuk a gyújtógyertya és a tekercs közé. Erre a köztesvezetékre csatlakoztatható a szekunder csipesz. Az oszcilloszkóp képe elmenthető és a folyamat a többi hengernél is megismételhető. Végül lehetőség van az elmentett képek összehasonlítására is.

Ha a végfok az egyszikrás tekercsben van elhelyezve, már nincs lehetőség a primer feszültség mérésére. A vezérlőegység már csak a gyújtótekercsnek küld vezérlő impulzusokat. Ebben az esetben egy árammérő fogóval a gyújtótekercs plusz- vagy testelő vezetékén mérhető meg a primer áram. A szekunder feszültség méréséhez ismét köztes vezetéket kell használni, melyhez az oszcilloszkópot csatlakoztatjuk. Ezek a gyújtóberendezések kihagyás-felismerő szerkezettel vannak felszerelve, ami felismeri a gyújtás esetleges kimaradásait. Az ellenőrzéseket az áramkörben lévő ellenállások mérésével is el lehet végezni. Problémát csak a nagyfeszültségű diódával ellátott egyszikrás tekercsek okoznak, mivel a diódánál az átvezetés irányában igen nagy a feszültségesés.

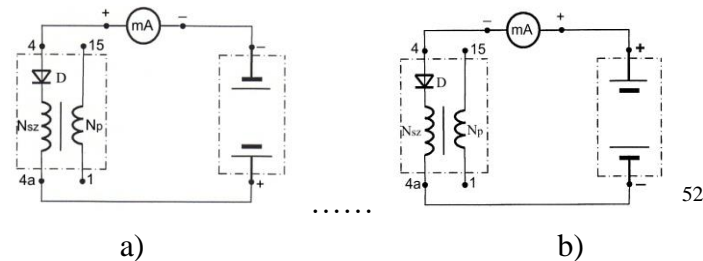
Ebben az esetben következőképpen járhatunk el. A gyújtótekercs szekunder tekercseléséhez sorosan voltmérőt csatlakoztatunk egy akkumulátorra.



30. ábra. A nagyfeszültségű dióda vizsgálata feszültségméréssel (a) nyitó irányú- b) záró irányú előfeszítés)⁵¹

⁵¹ Gál Zoltán: Mérési segédlet

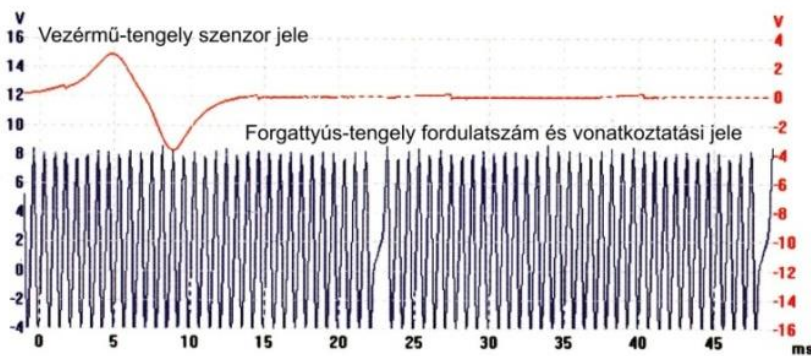
Ha az akkumulátort a dióda áteresztő irányában csatlakoztatjuk a voltmérőnek feszültséget kell kijeleznie. Záró irányában történő csatlakoztatással már nem szabad kijelzett feszültségnek lennie. Ha a voltmérő egyik irányban sem jelez feszültséget, a szekunder oldalon fennálló szakadás valószínűsíthető. Ha mindkét irányban van feszültség, meghibásodott a nagyfeszültségű dióda. Ezt a vizsgálatot áramméréssel is el lehet végezni az alábbi kapcsolás szerint:



31. ábra. A nagyfeszültségű dióda vizsgálata áramméréssel (a) nyitó irányú- b) záró irányú előfeszítés)

Szenzorok ellenőrzése

A forgattyús-tengely és a vezérmű-tengely szenzorok jeleire feltétlenül szükség van az elektronikus gyújtások működéséhez, a hibakeresés során nagyon fontos ezeknek a jeladóknak az ellenőrzése. A jelek vizsgálatára itt is lehetőség van oszcilloszkóppal. Egy kétcsatornás oszcilloszkóp lehetővé teszi a két jel egyidejű felvételét és ábrázolását.



32. ábra. Vezérműtengely-szenzor és forgattyús-tengely szenzor jelei⁵³

A gyújtási időpont meghatározásához egy további fontos szenzorra, a kopogásszenzorra is szükség van. A kopogás-szenzor működése is ellenőrizhető oszcilloszkóppal. Ehhez csatlakoztassuk az oszcilloszkópot és a szenzor közelében egy fémes tárgygal enyhén megütögetjük a motorblokkot (csak szélessávú szenzor esetén alkalmazható módszer). Az oszcillogramon a jeladóra jellegzetes „zajszerű” feszültségkép jelenik meg. Gyújtóberendezéseken végzett ellenőrzés során nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az oszcilloszkóppal végzett vizsgálat során megállapított hibák nem csak az elektronika hibájára vezethetők vissza, eredetük a motor mechanikus részeiben is lehet. Ez például abban az esetben fordulhat elő, ha egy hengernél a

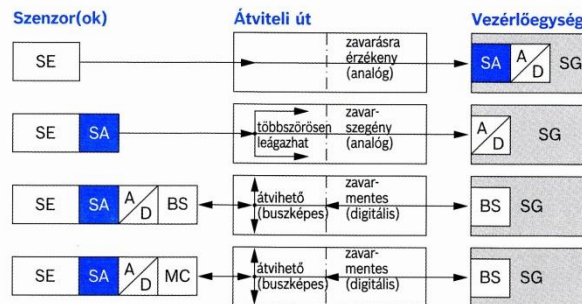
⁵² Forrás: Gál Zoltán: Mérési segédlet

⁵³ Forrás: GUTMANN

kompresszió túl alacsony és emiatt az oszcilloszkópon kijelzett gyújtófeszültség nem olyan magas, mint a többi hengernél, ugyanis a kisebb kompresszió-végnyomású hengerben az átütés (a szekunder csúcsfeszültség) kisebb feszültségen történik, mint a hibátlan, tökéletes mechanikai állapotban lévő hengereknél.

3.1.4 Jeladó vizsgálatok

Ahhoz, hogy a vezérlőegységek megfelelően működjenek, gyors, pontos információra van szükség. Ezt biztosítják a gépjármű különböző részein elhelyezett különféle integráltsági fokkal rendelkező szenzorok.



33. ábra. Szenzorok integráltsági foka⁵⁴

A 41. ábra jelölései:

SE – szenzorok

SG – digitális vezérlőegység

SA – jelfeldolgozás analóg, (1. integráltsági fok)

A/D – analóg/digitális átalakító

BS – buszképes átalakító, (2. integráltsági fok)

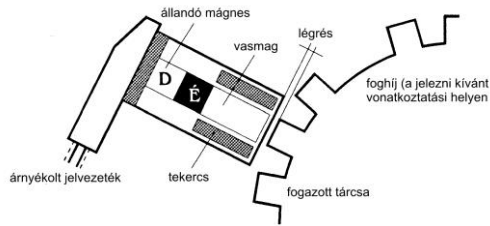
MC – mikroszámítógép a szenzorban (3. integráltsági fok)

Indukciós jeladó

Az indukciós jeladó használható a motor fordulatszámának és vonatkoztatási jelének, a vezérműtengely szög helyzetének, a kerekek fordulatszámának, a nyomaték váltó kimenő tengelyének és a gépjárműben lévő egyéb forgást végző elemek fordulatszámának mérésére. A motorfordulatszám-szenzorok feladata, hogy megállapítsák a fordulatszámot és a forgattyús-tengely szög helyzetét. Leggyakrabban a lendkerék közelében, a fogas koszorúhoz szerelik be ezeket a jeladókat. A motorfordulatszám-szenzor vizsgálata előtt feltétlenül meg kell állapítani, hogy indukciós, vagy Hall-jeladóról van szó.

Indukciós jeladónál fogazott impulzuskerék mozgása a mágneses tér változásait idézi elő. A mágneses mezők által létrehozott eltérő feszültségjelek továbbításra kerülnek a vezérlőegység felé. A jelekből a vezérlőegység kiszámítja a forgattyús-tengely fordulatszámát és helyzetét, ezzel fontos alapadatokat kapva a befecskendezéshez és a gyújtásállításhoz.

⁵⁴ Robert Bosch GmbH: Szenzorok a gépjárművekben



34. ábra. Az indukciós jeladó szerkezeti felépítése⁵⁵

Az indukciós jeladó működése a mozgási indukción alapszik. Az indukált feszültség nagysága: $U_i = B \cdot l \cdot v$ [V] egymásra merőleges mágneses tér és vezető, illetve mágneses tér és sebesség-irány esetén. A jeladó kimenőjelét az U_i indukált feszültség képezi.

A bemenőjelek mindazon fizikai mennyiségek lehetnek, melyekkel a mozgási sebesség (a motor fordulatszáma), illetve a B mágneses indukció közvetlenül befolyásolható.

A motorfordulatszám-szenzor működésének kiesése esetén a következő hibajelenségek léphetnek fel: kihagy a motor, leáll a motor.

A működéskiesésnek a következő okai lehetnek:

- belső rövidzárlatok,
- vezetékszakadások,
- vezeték rövidzárlat,
- impulzuskerék mechanikus sérülései,
- fémkopás miatti szennyeződések a légrésben.

A hibakeresés első lépése a hibatároló kiolvasása.

Majd a szenzorvezetékeket és a szenzor elektromos csatlakozásait ellenőrizzük érintkezés és korrózió szempontjából.

Figyeljünk a légrésben esetlegesen felgyülemelő szennyeződésekre és a sérülésekre.

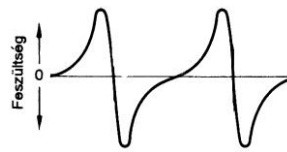
A motorfordulatszám-szenzor közvetlen ellenőrzése nehézkes lehet, ha nem ismerjük pontosan a szenzor szerkezeti felépítését.

Az ellenőrzés előtt tisztázni kell, hogy indukciós- vagy Hall-jeladóról van szó. Külsőre nem mindig lehet megkülönböztetni ezeket egymástól. Három érintkező-láb mellett nem lehet mindig nyilatkozni a mindenkori típusról. Ilyen esetben a gyártók specifikus adatai és az alkatrész-katalógus adatai nyújtanak további segítséget.

Mindaddig, míg nincs egyértelműen tisztázva a szerkezeti típus, nem használható ohmmérő az ellenőrzéshez. Tönkretethetünk vele egy a Hall-elemet! Ha a szenzoron 2-pólusú csatlakozó van (az árnyékoló vezeték nem testelt), elsődlegesen indukciós szenzorról van szó. Itt ellenőrizhető a belső ellenállás, és elvégezhető az oszcilloszkópos jelalak vizsgálat. Ehhez eltávolítjuk a dugaszolt összeköttetést és ellenőrizzük a szenzor belső ellenállását. Ha a belső ellenállás értéke 500 és 1000 ohm között van (a névleges értéktől függően), a szenzor rendben van. 0 ohm esetén

⁵⁵ Forrás: Bosch

rövidzárlat áll fenn, végtelen nagy ellenállás esetén szakadás. A testzárlat ellenőrzést ohm mérővel a csatlakozó kivezetései és a járműtest között végezzük. Az ellenállás értékének a végtelen felé kell tendálnia. Az oszcilloszkóppal végzett mérés során kissé torz szinusz jelet kell látnunk.

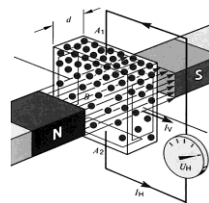


35. ábra. Az indukciós feszültség alakulása⁵⁶

Érdekességképpen elmondható, hogy a jelalak nem függ a forgásiránytól. Ha azonban a kivezetéseket felcseréljük fél periódussal eltolódik, és a jelalak tükörképe jelenik meg az oszcilloszkópon, vagyis a jel nulla átmenete nem lesz határozott, ami komoly működési zavarokat okozhat.

Hall-generátoros jeladó

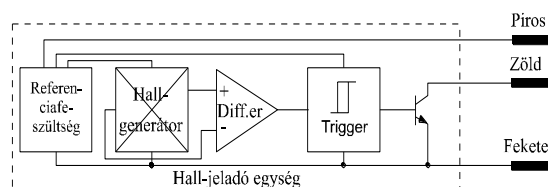
A jeladó a Hall-effektus alapján működik. Egy keskeny, vékonyvezető, illetve félvezető lapban keresztirányú feszültség keletkezik, ha hosszirányban áram folyik a lapon és a lapot erre az áramfolyás irányára merőlegesen mágneses tér éri. A keletkező feszültség nagysága a mágneses tér erősségétől és a hosszirányban folyó áram nagyságától függ. A jeladók esetében a jel generálására a mágneses tér változását használjuk.



36. ábra. Hall-effektus⁵⁷

A keletkező feszültség kicsi, erősítéséről, jelformálásáról kell gondoskodni, valamint a szélsőséges üzemi körülményekre való tekintettel biztosítani kell a működést tág hőmérséklet határok és tápfeszültség értékek között.

Az eszköz kimenetét nyitott kollektoros tranzisztor képezi. A nyitott kollektoros kimenet azt jelenti, hogy a jeladó jeleit fogadó elektronika biztosítja a működéshez szükséges kollektor ellenállást. Tulajdonképpen a nyitott kollektoros kimenet, testre kapcsolja az elektronika ide csatlakozó pontját. Az alábbi ábrán a Hall-IC blokk-vázlat látható.



⁵⁶ Forrás: Bosch

⁵⁷ Forrás: Bosch

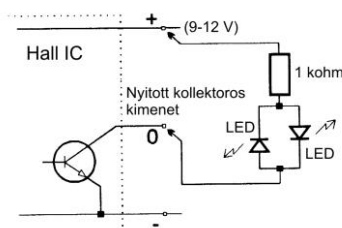
37. ábra. A Hall-IC blokkvázlata⁵⁸

A Hall-generátoros jeladók műszaki adatai:

- Működtető tápfesz. $U_t = 5...20\text{ V}$
- Áramfelvétel $< 13\text{ mA}$
- Max. kimenő áram 20 mA
- Kimenő feszültség $< 0,4\text{ V}$ vagy U_t
- Fel- és lefutási idő $1\ \mu\text{s}$
- Megengedett környezeti hőmérséklet $-30... +130\text{ C}^\circ$

A Hall-generátoros jeladók ellenőrzése

Vizsgálatuk kellő körültekintést igényel! A műszaki adatokból látható, hogy az eszköz kimenete maximálisan 20 mA -al terhelhető, tehát óvakodjunk a próbálámpával történő ellenőrzéstől! A legkisebb teljesítményű $1,2\text{ W}$ -os, 12 V -os izzón is 100 mA áram folyik meleg állapotban, a hideg állapot (a bekapcsolás pillanatában az izzószál még hideg, környezeti hőmérséklet környéki) pedig jóval nagyobb áramot eredményez. A vizsgálat LED diódás indikátorral, vagy feszültségmérő műszerrel végezhető.



38. ábra. A Hall-generátoros jeladó ellenőrzése⁵⁹

A LED diódás indikátor igen hasznos segédeszköze a jármű-elektronika területén végzendő vizsgálatoknak. A gépjármű villamosság területén megszokott próbálámpát mindenütt helyettesíti és bátran vizsgálhatjuk az elektronikák kérdéses pontjait is. A két LED diódás kivitel polaritás jelzésen túl a váltófeszültség jelzésére is alkalmas, pl.: indukciós jeladók vizsgálata is elvégezhető vele. A Hall-generátoros jeladó vizsgálatának elvégzéséhez szükséges az eszköz tápfeszültségre kötése, a műszaki adatokból láthatóan ez elég tág határok közt lehet. A tápfeszültség minden esetben a hárompólusú csatlakozó két szélére kötendő, a (+) és a (-) jelölés, mindkét lehetséges esetet próbáljuk ki, az eszköz védett, a fordított polaritás nem teszi tönkre. A vizsgáló eszközünkkel a csatlakozó közepére és a (+) tápfeszültségre kell csatlakozni. Jó feladó esetén a légrésbe helyezett ferromágneses anyag hatására az eszköz kimenete állapotot vált (vezet/lezár).

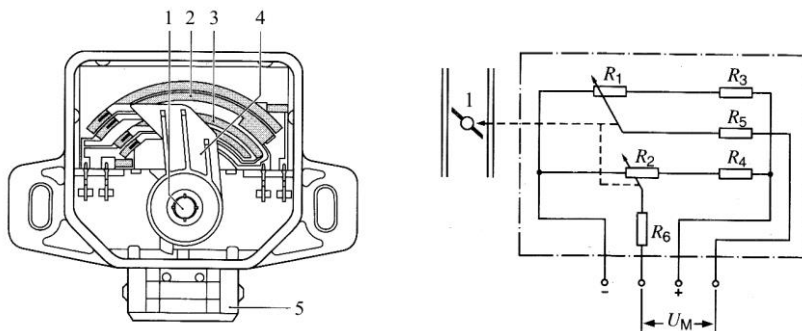
Hiba esetén ellenőrizzük a mágnes kört is. Vasreszelék a légrésben eredményezhet működés-képtelenséget. Oszilloszkópos ellenőrzés esetén, a képernyőn négyszögjelnek kell megjelenenie.

⁵⁸ Gál Zoltán: Mérési segédlet

⁵⁹ Gál Zoltán: Mérési segédlet

Fojtószelep-állás potenciométer

A fojtószelep-állás potenciométer a fojtószelep nyitásszögének megállapítására szolgál. Az ebből nyert információ továbbításra kerül a vezérlőegységhez és paraméterként hozzájárul a szükséges tüzelőanyag-mennyiség kiszámításához. Rögzítése közvetlenül a fojtószelep-tengelyen történik.



39. ábra. Fojtószelep-állás potenciométer és belső kapcsolása⁶⁰

A fojtószelep-állás potenciométer szögadóként lineáris jelleggörbével rendelkezik.

A fojtószelep mindenkor nyitásszögét arányos feszültségviszonyra alakítja át. A fojtószelep működtetése során egy, a fojtószelep-tengellyel összekapcsolt forgórész a csúszó érintkezőivel az ellenálláspályákon elcsúszik, melynek révén a fojtószelep állása feszültségviszonyra alakul át. Ha a fojtószelep-adót fő terhelésérzékelőként használjuk, akkor pontosságával szemben nagyobb a követelmény. Kisebb fojtószelep szögeknél az egyik, nagyobb fojtószelepszög állásokat a másik potenciométer „méri”. A fojtószelep-állás potenciométer meghibásodása a következő jelenségekben nyilvánulhat meg:

- a motor kihagy és/vagy akadozva jár,
- a motor rosszul fogadja a gázadást,
- hibás indítási magatartás,
- fokozott tüzelőanyag-fogyasztás.

A fojtószelep-állás potenciométer működéskiesésének a következő okai lehetnek:

- érintkezési hiba a dugaszos csatlakozásnál,
- belső rövidzárlatok szennyeződések miatt (nedvesség, olaj),
- mechanikus sérülések, ellenálláspálya kopás.

A hibakeresés az alábbi sorrendben történhet:

- A fojtószelep-állás potenciométer sérülésének ellenőrzése;
- Csatlakozások ellenőrzése;
- A vezérlőegység feszültségellátásának ellenőrzése.

⁶⁰ Forrás: Bosch

Ellenállásmérés a fojtószelep-állás potenciométeren (a lábkiosztás megállapításához kapcsolási rajz szükséges). Csatlakoztassuk az ohmmérőt és zárt fojtószelep mellett ellenőrizzük az ellenállást, majd lassan kinyitjuk a fojtószelepet, figyeljük az ellenállás változását (mérés közben a csúszó kontaktus megszakítását tapasztalhatjuk). Az ellenállást akkor ellenőrizzük, ha a fojtószelep teljesen nyitva van (a gyártó adatait vegyük figyelembe). Ellenőrizzük a vezérlőegységhez vezető vezeték-összeköttetéseket vezetés és testzárlat tekintetében. Az egyes vezetéseket lehúzott vezérlőegység- és alkatrész-csatlakozó mellett ellenőrizzük az érintkezők átmeneti ellenállását, a névleges érték: kb. 0 ohm.

Minden vezetéket szintén járműtestelés tekintetében ellenőrzünk testzárlatra, névleges érték: kb. $>30\text{ M}\Omega$. A fojtószelep potenciométer ellenőrzése történhet oszcilloszkóppal is. Ebben az esetben az ellenálláspálya szakadása is megfigyelhető az oszcilloszkóp képernyőjén, ugyanis az esetleges szakadás helyét feszültségcsúcsok jelzik.

Fojtószelep kapcsoló

A fojtószelep-kapcsolók a fojtószelep állásának megállapítására szolgálnak. Rögzítésük közvetlenül a fojtószelep-tengelyen történik. A mindenkori kapcsolóállások továbbításra kerülnek a motorvezérlő egységhez és hozzájárulnak a szükséges tüzelőanyag-mennyiség kiszámításához. A fojtószelep-kapcsolóban két kapcsoló található, melyek kapcsoló mechanizmussal működtethetők. A két kapcsoló a motorvezérlő egység rendelkezésére bocsátja a motor alapjáratú és teljes terhelésű üzemállapotainak információját, ezzel szavatolva a szükséges tüzelőanyag-mennyiség pontos kiszámítását.

A fojtószelep-kapcsoló működéskiesésének az alábbi következményei lehetnek:

- A motor alapjáraton leáll.
- Teljes terhelés mellett akadozik a motor működése.

A fojtószelep-kapcsoló meghibásodásának következő okai lehetnek:

- Mechanikus sérülések.
- Érintkezési hiba az elektromos csatlakozásnál (korrózió, nedvesség).
- Érintkezési hiba a belső kapcsoló érintkezőkön.

A hibakeresés során a következő ellenőrző lépéseket kövessük:

- Ellenőrizzük, hogy a fojtószelep-kapcsoló korrekt módon lett-e beszerelve.
- Ellenőrizzük, hogy a fojtószelep-kapcsoló kapcsolómechanizmusa működik-e (álló motor mellett a fojtószelepet az alapjáratú végponttól a teljes terhelés végpontjáig mozgatjuk, hogy hallhassuk, a kapcsolók működnek-e).
- Csatlakozások ellenőrzése.
- A kapcsoló érintkezőit multiméterrel ellenőrizzük.

Gázpedál szenzor

A gépkocsikban egyre inkább az indukció elvén működő, érintésmentes szenzort alkalmazták, amit a köznyelv elektronikus gázpedálként (E-gas) ismer. A szenzor egy gerjesztő-tekercest, vevőtekerceseket, valamint egy kiértékelő elektronikát magába foglaló állórészből áll, továbbá

egy forgórészből, ami egy vagy több meghatározott geometriájú, zárt vezetőhurokból tevődik össze.



40. ábra. Gázpedálszenzor Forrás: Bosch⁶¹

A váltakozó feszültség adótekercsre kapcsolásával mágneses mező jön létre, ami feszültségeket indukál a vevőtekercsekben. A rotor vezetőhurkaiban úgyszintén feszültség indukálódik, ami befolyásolja a vevőtekercsek mágneses mezőjét. A rotor állórészében lévő vevőtekercsekhez képesti állástól függően változó feszültség-amplitúdók jönnek létre. A kiértékelő elektronika ezeket feldolgozza, majd egyenfeszültség formájában a vezérlőegységhez küldi. Ez kiértékeli a jeleket, majd a megfelelő impulzust továbbítja pl. a fojtószelep-állítóhoz.

A feszültségjel karakterisztikája függ a gázpedál működtetésének módjától.

A gázpedál-szenzor működéskiesése esetén a következő hibatünetek léphetnek fel:

- A motor nem reagál a gázpedál mozgására;
- A motor áttér szükség-üzemmódra;
- A vezetőfülkében világít a motorellenőrző-lámpa.

A működés kiesésének különböző okai lehetnek:

- Sérült vezetékek vagy csatlakozások a gázpedálszenzornál.
- Hiányzó feszültség- vagy testellátás.
- Meghibásodott kiértékelő elektronika a szenzorban.

A hibakeresés során a következő ellenőrző lépéseket kövessük:

- Kiolvassuk a hibatárolót
- A gázpedálszenzort szemrevételezéssel ellenőrizzük mechanikus sérülésekre.
- Szemrevételezéssel ellenőrizzük a releváns villamos csatlakozásokat és vezetékeket megfelelő elhelyezkedés és esetleges sérülések szempontjából.
- Oszcilloszkóp és multiméter segítségével ellenőrizzük a szenzort.

Az alábbi hibakereső táblázat a vezetékszíneket és a kapocskiosztást mutatja.

Kivezetés	Jel	Ellenőrzési feltétel	Irányérték
C5 kék-sárga	Kimenő	Gyújtás ki	0 V
C5	Kimenő	Gyújtás be	4,5-5,5 V

⁶¹ Forrás: Bosch

C8 ibolya-sárga	Test	Gyújtás be	0 V
C kék-szürke	Bemenő jel	Gyújtás be, gázpedál felengedve	0,15 V
C9	Bemenő jel	Gyújtás be, gázpedál benyomva	2,3 V
C10 ibolyakék-zöld	Bemenő jel	Gyújtás be, gázpedál felengedve	0,23 V
C10	Bemenő jel	Gyújtás be, gázpedál benyomva	4,66 V
C23 barna-fehér	Test	Gyújtás be	0 V

Jelvétel a C5-ös kapocsnál:

Ennél a mérésnél a szenzor feszültségellátását ellenőrizzük a gyújtás be/ki kapcsolásával

Jelvétel a C9-es kapocsnál:

Bekapcsolt gyújtás mellett megnyomjuk a gázpedált, majd újra felengedjük. A jelfelfutás meredeksége attól függ milyen intenzíven nyomtuk le a gázpedált, illetve milyen gyorsan engedjük azt fel.

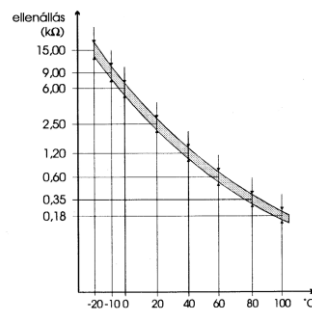
Jelvétel a C10-es kapocsnál:

Bekapcsolt gyújtás mellett megnyomjuk a gázpedált, majd újra felengedjük. A jelfelfutás meredeksége attól függ, hogy milyen intenzíven nyomtuk le a gázpedált, illetve milyen gyorsan engedjük azt fel.

Hőmérséklet-érzékelők

Hűtőfolyadék hőmérséklet-érzékelő

A hűtőfolyadék hőmérsékletet érzékelő szenzor a keverékképző rendszernek segít a motor üzemi hőmérsékletének megállapításában. A vezérlőegység a befecskendezési időt és az előgyújtási szöveget a szenzorinformáció függvényében igazítja az üzemi feltételekhez. A szenzor negatív hőmérsékleti-együtthatójú (R_{NTC}), tehát növekvő hőmérséklet mellett csökken az ellenállás, ahogyan ez a logaritmikus léptékű skálán is leolvasható.



41. ábra. A hűtőfolyadék hőmérséklet-ellenállás karakterisztika⁶²

A hűtőközeg hőmérsékletétől függően változik a hőmérsékletérzékelő ellenállása. Növekvő hőmérséklet mellett csökken az ellenállás, ezzel pedig csökken a szenzoron eső feszültség. A vezérlőegység kiértékeli ezeket a feszültségértékeket, mivel közvetlen kapcsolatban állnak a hűtőközeg hőmérsékletével. Alacsony hőmérsékletek magas, a magas hőmérsékletek pedig alacsony feszültségértékeket produkálnak a szenzornál.

⁶² Buzás Miklós – Dr. Nagyszokolay Iván, Gépjármű elektronika I. AJAKSZ Szakkönyvtár, 23. old. 9. ábra

Ha meghibásodott a hűtőfolyadék hőmérsékletét mérő szenzor, azt a vezérlőegység hibafelismerő rendszere hibakód formájában tárolja.

Gyakori hibatünetek:

- magasabb fordulatszám alpjáraton,
- fokozott tüzelőanyag-fogyasztás,
- indítási nehézségek.

Ehhez társulnak az esetleges problémák a környezetvédelmi vizsgaciklus során a CO érték emelkedése, illetve a lambda-szabályozás elmaradása miatt.

A vezérlőegység hibatárolójában a következő bejegyzések lehetnek:

- testzárlat a huzalozásban vagy zárlat a szenzorban,
- pozitívzárlat vagy vezetékszakadás,
- elfogadhatatlan jelváltozások.
- A motor nem éri el a minimálisan megkívánt hűtőfolyadék-hőmérsékletet.

Hibakód abban az esetben is felléphet, ha meghibásodott a termosztát és emiatt a motor nem éri el az üzemi hőmérsékletet.

Hibakeresés:

Hibatároló kiolvasása. A szenzorvezetékek, a csatlakozó és a szenzor elektromos csatlakozásainak ellenőrzése. Megállapítjuk a szenzor belső ellenállását. Az ellenállás hőmérsékletfüggő, hideg motor mellett az ellenállás értéke $k\Omega$ nagyságrendű, míg a motor üzem meleg állapotban néhány száz ohm. Gyártótól függően: 25°C -on 4 - 6 $k\Omega$, 80°C -on kb. 200 - 300 Ω . Majd ellenőrizzük a vezérlőegységhez huzalozását úgy, hogy a vezérlőegység csatlakozójához vezető minden egyes vezetéket ellenőrizzünk szakadás és testzárlat szempontjából. Az ohmmérőt a hőmérsékletérzékelő csatlakozója és a vezérlőegység lehúzott csatlakozója között csatlakoztatjuk. Névleges érték: kb. 0 ohm (kapcsolási rajzra van szükség a vezérlőegység kapocsiosztásához). A mindenkori kapcsot a szenzorcsatlakozónál ohmmérővel és lehúzott vezérlőegység-csatlakozóval testelés szempontjából ellenőrizzük. Névleges érték: $>20\text{ M}\Omega$. A voltmérővel a lehúzott szenzorcsatlakozónál ellenőrizzük a tápfeszültséget. Ezt a vizsgálatot csatlakoztatott vezérlőegység és bekapcsolt gyújtás mellett végezzük. A névleges érték kb. 5 V. Ha nem mérünk feszültségértéket, a kapcsolási rajz alapján ellenőrizni kell a vezérlőegység feszültségellátását és a testet. A levegő hőmérséklet-érzékelőt is hasonlóképpen kell ellenőrizni. Levegőhőmérséklet-érzékelő hiba esetén a motor az alábbi módon reagál:

- Hibakód eltárolása, a motorellenőrző lámpa felgyulladás.
- Motorindítási problémák.
- Fokozott tüzelőanyag-fogyasztás.
- Csökkent motorteljesítmény.

A meghibásodások okai az alábbiak lehetnek:

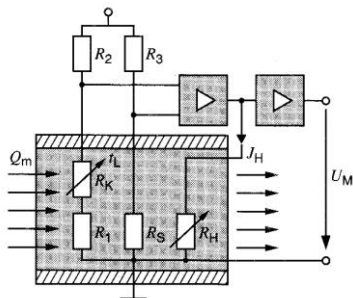
- Belső zárlatok
- Vezetékszakadás
- Vezetékszárlat

- Érintkezési hiba
- Mechanikus sérülések.

Légtömegmérő

A légtömegmérő a beszívott levegőtömegről ad tájékoztatást a motorvezérlő számára, annak érdekében, hogy a megfelelő mennyiségű tüzelőanyagot tudja hozzárendelni a motor mindenkoriban üzemállapotában. Másrészt pedig a kipufogógáz visszavezetés mértékének megállapításához szolgáltat nélkülözhetetlen információt. Cső alakú házból áll áramlás egyenirányítóval, szenzorvédelemmel és kívülről rácsavarozott szenzormodullal. A légszűrőház és a szívócsont közötti szívócsőbe kerül beszerelésre.

Szerkezeti felépítése:



- R_K – Hőfokkompenzáló ellenállás
- R_H – Fűtőellenállás
- R_1, R_2, R_3 – hídellenállások
- U_M – Mérőfeszültség
- I_H – Fűtőáram
- t_L – Levegő-hőmérséklet
- Q_M – Levegő tömegáram

42. ábra. Forrófilmes légtömegmérő kapcsolása⁶³

Működése:

A forrófilmes légtömegmérő esetében a fűtött elem egy platinafilm ellenállás, amelyet a hídkapcsolás többi elemeivel együtt kerámialapkára szereltek. A fűtőelem hőmérsékletét hőfokfüggő ellenállás (áramlásmennyiség-érzékelő) méri, amely a hídkapcsolás egyik alkotóeleme. A fűtőelem és az áramlásérzékelő szétválasztása a szabályozókapcsolás elrendezése szempontjából előnyös. A fűtőelemet és a beszívott levegő hőfokérzékelőjét borda ágy választja el termikusan egymástól. Az egész szabályozókapcsolás alaplemezen helyezkedik el. A fűtőn levő feszültség a légtömegáram mértéke. A forrófilmes légtömegmérő elektronikája ezt a vezérlőkészülékhez illesztett feszültséggé alakítja. A mérési pontosság hosszú ideig megmarad tisztára égetés nélkül. Mivel a szennyeződés főleg a szenzorelem elülső élén rakódik le, a hő átvitel szempontjából döntő fontosságú elemeket áramlásmentesen helyezik el a kerámialapon. A szenzorelem kialakítása olyan, hogy a szennyeződés lerakódása a szenzor körüli áramlást nem befolyásolja.

A légtömegmérő meghibásodása a következő jelenségekben nyilvánulhat meg:

- Leáll a motor vagy a motorvezérlő-egység szükségüzemi programban működik tovább.
- A motorellenőrző-lámpa felgyulladás.

A légtömegmérő működéskiesésének több oka is lehet:

- Érintkezési hiba a villamos csatlakozásoknál.

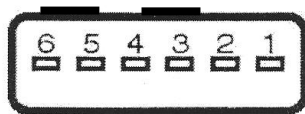
⁶³ Forrás: Bosch

- Sérült mérőelemek.
- Mechanikus sérülések, rezgések okozta sérülések.

A hibakeresés során a következő ellenőrző lépéseket kövessük:

- A dugaszolt csatlakozást korrekt elhelyezkedés és megfelelő érintkezés szempontjából ellenőrizzük.
- A légtömegmérőt ellenőrizzük sérülések tekintetében.
- A mérőelemeket ellenőrizzük sérülések tekintetében.
- Ellenőrizzük a feszültségellátást bekapcsolt gyújtás mellett (a kapocs-kiosztás megállapításához kapcsolási rajz szükséges). Névleges érték: 7,5 - 14 V.
- Járó motor mellett ellenőrizzük a kimenő feszültséget (a kapocs-kiosztás megállapításához kapcsolási rajz szükséges). Névleges érték: 0 - 5 V.
- Vezetőképesség szempontjából ellenőrizzük a szenzor összekötő vezetékeit a vezérlőegység lehúzott csatlakozója és a szenzor csatlakozója között (a kapocs-kiosztás megállapításához kapcsolási rajz szükséges). Névleges érték: kb. 0 ohm.
- A légtömegmérő elektronikus ellenőrzése a motorvezérlő-egységgel. Hiba fellépése esetén a vezérlőegységben hibakód kerül eltárolásra, ami diagnosztikai műszerrel kiolvasható.

Az alábbi ábra egy légtömegmérő ellenőrzéséhez szükséges lábkiosztást mutat.



- 1 – Levegő hőmérséklet jel
- 2 – Tápfeszültség (14 V)
- 3 – Testvezeték
- 4 – Nincs bekötve
- 5 – Levegőtömeg jelvezeték
- 6 – Testvezetés

43. ábra. A légtömegmérő csatlakozója⁶⁴

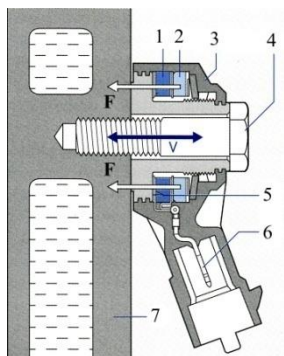
A működőképesség ellenőrzését, úgy is el lehet végezni, hogy a mérőkapcsolás összeállítása után egy rászerezelt ventilátor feszültségét változtatva figyeljük a jelvezeték (5) és a test kivezetés (3, 6) közötti jelfeszültség változását.

Kopogás szenzor

A kopogás szenzor a motorblokk oldalára rögzítve található. Feladata, hogy a motor valamilyeni üzemállapota esetén megállapítsa a kopogásos égés zaját, ezzel elkerülve a motor károsodását. Mivel a motorok teljesítménye a kopogási határ közelében a legnagyobb, ezért gyakran előfordulhat, hogy hirtelen gázadáskor a motorban kopogásos égés jön létre, ami jelentős mértékben károsítaná azt. A további kopogásos égés megakadályozását az előgyújtás csökkentésével lehet elérni.

⁶⁴ Forrás: Autodata

Szerkezeti felépítése:



- 1 – piezo kerámia
- 2 – szeizmikus tömeg
- 3 – ház
- 4 – csavar
- 5 – érintkező
- 6 – elektromos csatlakozás
- 7 – motorblokk
- V – rezgés

44. ábra. Kopogás szenzor⁶⁵

Működése:

A kopogás-szenzor „figyeli” a motorblokk rezgéseit és elektromos feszültségjelekké alakítja át őket. A jeleket a vezérlőegység kiszűri és kiértékeli. A kopogásjelet hozzárendeli a mindenkori hengerhez. Kopogásos égés esetén a motorvezérlő egység csökkenti az előgyújtási szöget, mellyel csökken a motor hő terhelése, így csökken a kopogásos égés előfordulásának esélye. A kopogás megszűnte után a vezérlőegység kis lépésekben adja vissza a motor optimális működéséhez szükséges előgyújtást.

Ha meghibásodott egy szenzor, azt a vezérlőegység hibakód formájában jelzi.

A hibatünetek az alábbi módon jelentkezhetnek:

- a motorellenőrző-lámpa felgyulladás,
- hibakód elmentése,
- alacsony motorteljesítmény,
- fokozott tüzelőanyag-fogyasztás.

A működéskiesés különböző okokra vezethető vissza:

- belső zárlatok,
- vezetékszakadások,
- vezetékzárlat,
- mechanikus sérülések, hibás rögzítés,
- korrózió okozta rossz érintkezés.

A kopogásérzékelő ellenőrzése:

- Kiolvassuk a hibatárolót.
- Ellenőrizzük a szenzor rögzítését a felfekvő felületek tisztaságát és meghúzási nyomatékát.

⁶⁵ Forrás: Bosch

- A szenzorvezetékek, a csatlakozó és a szenzor elektromos csatlakozásait ellenőrizzük törés és korrózió szempontjából.
- Ellenőrizzük az előgyújtást (régebbi járművek).
- Ellenőrizzük a vezérlőegységhez vezető huzalozást úgy, hogy a vezérlőegység csatlakozójához vezető minden egyes vezeték ellenőrzi átmenet és testzárlat szempontjából.

Ellenőrzés multiméterrel:

- Az ohmmérőt a kopogásszenzor csatlakozója és a vezérlőegység lehúzott csatlakozója közé csatlakoztatjuk. Névleges érték: $<1 \Omega$.
- A mindenkori kapcsolatot a vezetékköteg csatlakozójánál ohmmérővel és lehúzott vezérlőegység-csatlakozóval tesztelés szempontjából ellenőrizzük. Névleges érték: legalább $20 M\Omega$.
- Az egyik csatlakozó-érintkező árnyékolásként szolgálhat, tehát mérési testpontnak tekinthető.

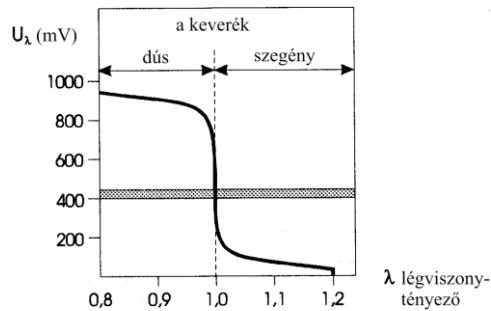
A kopogásszenzor ellenőrzése oszcilloszkóppal:

- Csatlakoztassuk az oszcilloszkópot a szenzor jelvezetékére és a testre.
- Járó, üzem meleg motornál, nyissuk ki hirtelen a fojtószelepet. Az oszcilloszkópon a rezgésjel amplitúdójának jelentős mértékben növekednie kell. Ha ez nem vezet eredményre, enyhén meg kell kopogtatni a motorblokkot.
- Ha nem történik változás a jel alakulásában, a jeladó hibája, vagy áramköri hiba valószínűsíthető.

Szereléskor nagyon fontos, hogy a csavart az előírt nyomatékkal húzzuk meg, és ne használjunk semmilyen alátétet.

Lambda-szonda

A járművek kipufogógáz károsanyag tartalmának csökkentésére vonatkozó szigorított törvények miatt a kipufogógáz utólagos kezelését szolgáló technikákat is javították. A katalizátor optimális konvertálási arányának szavatolása érdekében optimális keverési arány alkalmazására van szükség. Ezt akkor érjük el, ha a keverék összetétel olyan; hogy 1 kg tüzelőanyagra 14,7 kg levegő jut (ún. sztöchiometrikus keverési arány). A lambdával (λ) az elméleti levegőigény és a ténylegesen bevezetett levegőmennyiséggel létrejött állapot közötti keverési arányt fejezzük ki. Ha a λ értéke kisebb 1-nél dús, ha a λ értéke nagyobb 1-nél szegény keverékről beszélünk.



45. ábra. A lambda-szonda feszültségjele⁶⁶

A lambda-szonda működési elve oxigén-koncentráció mérésen alapszik. Ez azt jelenti, hogy a kipufogógázban visszamaradó oxigén mennyiségét (kb. 0,3-3%) összehasonlítja a környezeti levegő oxigéntartalmával (kb. 20,8%). Ha a kipufogógáz fennmaradó oxigéntartalma 3% (szegény keverék), ekkor a környezeti levegő oxigéntartalmához fennálló különbség miatt a lambda-szondában 0,1 V feszültség keletkezik. Ha a fennmaradó oxigéntartalom 3%-nál kevesebb (dús keverék), a megnövekedett különbséggel arányosan 0,9 V értékre nő a szondafeszültség. A szonda ujjformájú, belül üreges cirkónium-dioxid kerámiából áll. A szilárdanyag elektrolitot az teszi olyan egyedülállóvá, hogy kb. 300 °C hőmérséklettől kezdődően átveszti az oxigénionokat. A kerámia mindkét oldalát vékony, porózus platinaréteggel vonják be, ami elektródaként szolgál. A kerámia külső része mellett eláramlik a kipufogógáz, a belső oldalba légköri levegő van vezetve. A két oldalon fennálló, eltérő oxigénkoncentráció miatt a kerámia tulajdonságai folytán oxigénion vándorlás következik be, ami feszültséget gerjeszt. Ezt a feszültséget a vezérlőegység jelként alkalmazza, amely a kipufogógázok fennmaradó oxigéntartalma függvényében változtatja a keverék összetételét dúsítva, vagy szegényítve azt.

Ellenállásugrás-szonda

Az ilyen szondafajta esetében a kerámiaelem titándioxidból készül - többrétegű, vastagréteges technikával. A titándioxid olyan tulajdonsággal bír, hogy ellenállását a kipufogógázban lévő oxigénkoncentrációval arányosan változtatja. Magas oxigénhányad (szegény keverék > 1) esetén nagyobb az ellenállása, alacsony oxigéntartalom mellett (dús keverék < 1) kisebb az ellenállása. Ennek a szondának nincs szüksége referencialevegőre, de a szondát a vezérlőegységnek egy ellenállás kombináció segítségével 5 voltos feszültséggel kell ellátnia. Az ellenállásoknál végbemenő feszültségesés révén kialakul a vezérlőegység által igényelt jel.

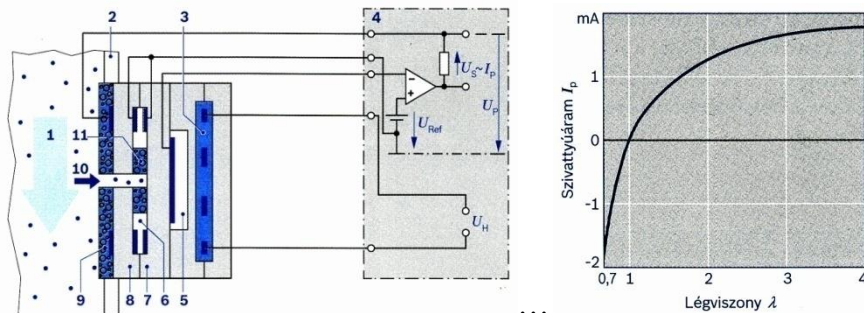
Mindkét mérőcella hasonló házba van beszerelve. Egy védőcső megakadályozza a kipufogógáz áramba nyúló mérőcellák károsodását.

Azért hogy a lambda-szonda minél előbb elérje az üzemi hőmérsékletét fűtéssel látják el. A fűtés lehetővé teszi, hogy a motortól távolabb szereljék be, lényegesen csökkentve a szonda hőterhelését.

⁶⁶ Buzás Miklós – Dr. Nagyszokolyai Iván, Gépjármű elektronika I. AJAKSZ Szakkönyvtár, 39. old. 2. ábra

Szélessávú lambda-szonda

Az ugrásjelű lambda-szondák dús vagy szegény keveréket mutatnak a $\lambda = 1$ közeli tartományban. A szélessávú lambda-szonda felkínálja azt a lehetőséget, hogy mind a szegény ($\lambda > 1$), mind a dús ($\lambda < 1$) tartományban pontos levegőviszonyt mérhessünk. Pontos elektromos jelet szolgáltat és ezért tetszés szerinti névleges értékek szabályozására képes - pl. dízelmotoroknál, szegénykeverék-konceptiójú Otto-motoroknál.



46. ábra. A szélessávú lambda-szonda és jelleggörbéje⁶⁷

- 1 – Kipufogógáz, 2 – Kipufogócső, 3 – Fűtés, 4 – Szabályzó elektronika, 5 - Referenciacella a referencia légcsatornával, 6 – Diffúziós rész, 7 – Nerst-koncentráció cella, 8 – Oxigénszivattyú cella belső és külső szivattyúelektrodákkal, 9 – Porózus védőréteg, 10 – Gáz-bevezető nyílás, 11 – Porózus diffúziós gát, I_p – Szivattyúáram, U_p – Szivattyú feszültség, U_H – Fűtőfeszültség, U_{ref} – Referencia feszültség (450 mV), U_s – szondafeszültség

A szélessávú lambda-szonda a hagyományos szondához hasonlóan referencialevegővel van felépítve. Pluszként második elektrokémiai cellával rendelkezik: egy szivattyúcellával. A szivattyúcellában lévő kis furaton keresztül kipufogógáz jut a méréstérbe, a diffúziós hézagba. A levegőviszony beállításához itt összehasonlításra kerül az oxigénkoncentráció a referencialevegő oxigénkoncentrációjával. Ahhoz, hogy mérhető jelet kapjon a vezérlőegység, a szivattyúcellára feszültséget kapcsolunk. Szegényebb kipufogógáznál a szivattyúcella az oxigént kifelé szívja (pozitív szivattyúáram). Dús kipufogógáznál az oxigén a környező kipufogógázból a diffúziós részbe szívja (negatív szivattyúáram).

$\lambda = 1$ esetén a diffúziós hézagban nem kerül szállításra oxigén, a szivattyúáram nulla. A szivattyúáramot kiértékeli a vezérlőegység és megadja a levegőviszonyt, ezzel pedig a szükséges információkat a keverék összetételét érintően.

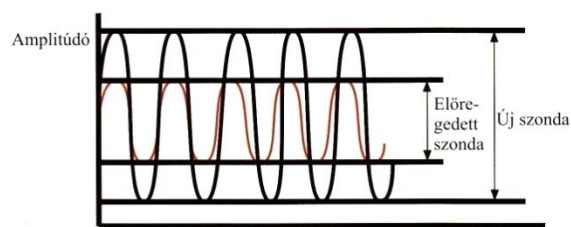
A két önálló kipufogórendszerrel rendelkező V- és boxermotorok esetében túlnyomórészt két lambda-szonda kerül alkalmazásra. Így mindegyik hengernak saját szabályozóköre van, mellyel vezérelhető a keverék összetétele.

A lambda-szonda működésének ellenőrzése

Az öndiagnosztikával rendelkező járművek fel tudják ismerni a szabályozókörben fellépő hibákat és elmenthetik őket a hibatárolóban. Ezt rendszerint a motorellenőrző lámpa jelzi ki. Ezt követően a diagnosztikai műszerrel kiolvasható a hibatároló. A régebbi rendszerek azonban

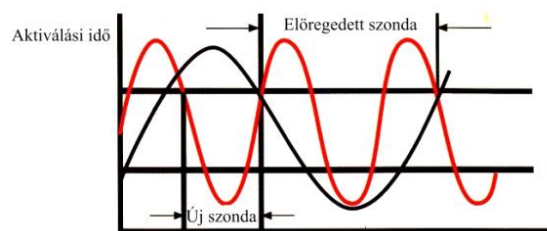
⁶⁷ Forrás: Bosch

nem képesek megállapítani, hogy a hiba meghibásodott szerkezeti elemre, vagy például egy vezetékhibára vezethető vissza. Ebben az esetben a szerelőnek további ellenőrzéseket kell elvégeznie. Az EOBD nyomán a lambda-szondák felügyeletét a következő pontokra terjesztették ki: vezetékzárlat, üzembesz állapot, zárlat a vezérlőegység-test után, zárlat a plusz után, vezeték-törés és a lambda-szonda előregedése.

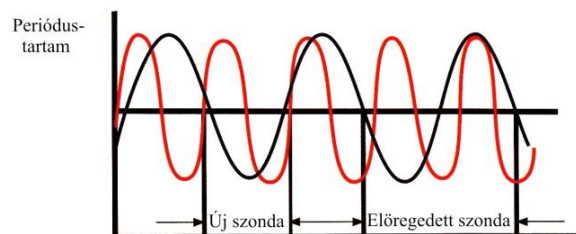


47. ábra. A szondafeszültség alakulása előregedett és új szonda esetén⁶⁸

A lambda-szonda jeleinek diagnosztizálásához a vezérlőegység a jel frekvenciájának formáját használja. Ehhez a vezérlőegység a következő adatokat számítja ki: A legnagyobb és legkisebb felismert szondafeszültség-értéket, a pozitív és a negatív oldal közötti időt, a lambda-szabályozó állítóméretet dús és szegény keverék szerint, a lambda-szabályozás szabályozási küszöbét, a szondafeszültséget és a periódusidőt.



48. ábra. Az aktiválási idő változása előregedett és új szonda esetén⁶⁹



49. ábra. A működési frekvencia változása előregedett és új szonda esetén⁷⁰

A motor indítása során a vezérlőegységben törlésre kerül minden régi érték. Menet közben a diagnosztika szempontjából megadott terhelési- / fordulatszám-tartományban képződnek a legkisebb és legnagyobb értékek.

⁶⁸ Forrás: Bosch

⁶⁹ Forrás: Bosch

⁷⁰ Forrás: Bosch

Előregedett vagy szennyezett lambda-szonda felismerése

A nagyon előregedett szonda, vagy például a tüzelőanyag-adalékok miatt szennyezett szonda befolyásolja a szondajelét. A szondajel összehasonlításra kerül egy tárolt értékkel. Egy lassú szondát például a jel periódusideje révén ismer fel hibaként.

Alapvetően minden vizsgálat előtt szemrevételező vizsgálatot kell végezni, ezzel meggyőződve arról, hogy a vezetékek és a csatlakozások nem sérültek-e. A kipufogó-rendszer nem lehet tömítetlen. A mérőkészülék csatlakoztatásához adapter-vezeték használjunk. Figyelembe kell venni azt is, hogy a lambda-szabályozás némely üzemállapot során nem aktív, pl. hidegindításnál az üzemi hőmérséklet eléréseig és teljes terhelés esetén.

A lambda-szonda ellenőrzése

A leggyorsabb és legegyszerűbb vizsgálatok egyike a négygázos kipufogógáz elemzővel végzett mérés. A vizsgálatot az előírt kipufogógáz vizsgálattal azonos módon végezzük.

Üzem meleg motornál egy vákuumtömlő lehúzásával zavaró tényezőként hamis levegőt juttatunk a rendszerbe. A kipufogógáz összetételének változása révén változik a kipufogógáz-elemző által kiszámított és kijelzett lambda érték. Egy bizonyos értéktől kezdődően ezt fel kell ismernie a keverékképző rendszernek és meghatározott időn belül szabályoznia kell. Ha megszüntetjük a zavaró tényezőt, a lambda-értéknek vissza kell állni az eredeti értékre.

Ezzel a vizsgálattal azonban csak az állapítható meg, hogy működik-e a lambda-szabályozás. Elektromos vizsgálat nem lehetséges. Az eljárás során fennáll a veszélye annak, hogy a korszerű motorirányító rendszerek hibás lambda-szabályozás esetén is a terhelés pontos megállapítása révén a keveréket úgy vezérlik, hogy a lambda értéke 1 legyen.

Az ellenőrzéshez csak nagy belső ellenállású, digitális vagy analóg kijelzővel ellátott multiméterek alkalmazhatók. Kis belső ellenállású multiméterekkel (túlnyomórészt analóg készülékek-nél) a lambda-szonda jele túl nagy terhelésnek van kitéve és összeomolhat. A gyorsan változó feszültség miatt a jel analóg készülékkel ábrázolható a legjobban. A multimétert párhuzamosan csatlakoztatjuk a lambda-szonda jelvezetékeire (fekete vezeték, figyelembe véve a kapcsolási rajzot).

A multiméter méréstartományát 1 vagy 2 voltra állítjuk be. A motor indítása után a kijelzőben 0,4-0,6 V közötti érték jelenik meg.

A kifogástalan mérési eredmény érdekében a motor fordulatszámát meg kell növelni legalább 2000 min^{-1} fölé, annak érdekében, hogy a szonda ne hűljön ki.

Fűtött lambda-szonda esetén annak fűtését is ellenőrizni kell, mely történhet ellenállásméréssel. Ehhez a szonda csatlakozását meg kell bontani. Az ellenállásnak 2 és 10Ω között kell lennie. A vezérlőegység felőli oldalon feszültségmérővel megmérjük a feszültségellátást, ahol közel a fedélzeti feszültségnek kell lennie. A mérést természetesen bekapcsolt gyújtás mellett kell végezni.

Célszerű a lambda-szonda jelét oszcilloszkóppal ellenőrizni. Ennek alapfeltétele, hogy a motor, illetve a lambda-szonda elérjék üzemi hőmérsékletüket. Az oszcilloszkópot a jelvezetékre csatlakoztatjuk. A beállítandó méréstartomány az alkalmazott oszcilloszkóptól függ. A manuális

beállításnál 1-2 volt közötti feszültségtartomány és 1-2 másodperces időbeállítás a megfelelő beállítási érték.

A motor fordulatszáma itt is legyen kb. 2000 min⁻¹ nagyságú. A kijelzőn szinuszformában jelenik meg a váltakozó feszültség. A jel alapján a következő paraméterek kiértékelése lehetséges: Az amplitúdó magassága (legnagyobb és legkisebb feszültség 0,1-0,9 volt, a jel frekvenciája kb. 1 Hz.

Az ellenőrzés céljára különböző gyártók speciális lambda-szonda tesztelőket kínálnak. Ez a készülék LED-ek segítségével utal a lambda-szonda működésére. A csatlakoztatás a multiméterhez és az oszcilloszkóphoz hasonlóan a szonda jelvezetékén történik. Amikor a szonda elérte üzemi hőmérsékletét és dolgozni kezd, a LED-ek váltakozva elkezdnek világítani - a keverék összetételének és a szondafeszültség alakulásának függvényében. Titán-dioxid szondák esetében a jelfeszültség 0,1-5 V között változik. Ebben az esetben a feszültségmérő méréshatára 10 V legyen.

Csatlakozási lehetőségek és vezetékszínek

Fűtetlen szondák

A vezetékek száma	A vezeték színe	Csatlakozás
1	Fekete	Jel, testelés a házon keresztül
2	Fekete Fehér	Jel Test

Fűtött szondák

A vezetékek száma	A vezeték színe	Csatlakozás
3	Fekete 2 db fehér	Jel, testelés a házon keresztül Fűtés
4	Fekete 2 db fehér Szürke	Jel Fűtés Test

Titán-oxid-szondák

A vezetékek száma	A vezeték színe	Csatlakozás
4	Piros Fehér Fekete Sárga	Fűtés (+) Fűtés (-) Jel (-) Jel (+)
4	Szürke Fehér Fekete Sárga	Fűtés (+) Fűtés (-) Jel (-) Jel (+)

A gyártók specifikus adatait figyelembe kell venni!

Gyakrabban előforduló hibák:

Diagnosztizált hiba	A hiba oka
Olajmaradványok a szondatesten	Kenőolaj jut a kipufogórendszerbe (hibás, kopott dugattyúgyűrű, vagy szelepszár tömítés)
Fals levegő beszívás, hiányzó referencia-levegő	Hibás szerelés, a referencialevegő nyílása eltömődött
Szonda túlhevülés	Hibás gyújtási időpont, rossz szelepműködés
Hibás csatlakozás	Oxidáció
Vezetékszakadás	Rosszul elhelyezett vezetékek, ki-dörzsölt vezetékek
Hiányzó testkapcsolat	Oxidáció, a kipufogórendszer korróziója
Mechanikus sérülések	Túl nagy meghúzási nyomaték
Öregedés	Gyakori, rövid idejű használat

Szereléskor figyelembe kell venni az alábbiakat:

- A ki- és beszereléshez csak erre a célra tervezett szerszámot szabad használni.
- Ellenőrizni kell a kipufogórendszer meneteit sérülések szempontjából.
- Csak a mellékelt, vagy speciálisan a lambda-szondához ajánlott zsírt szabad használni.
- A szonda-mérőelem vízzel, olajjal, zsírral, tisztító- és rozsdoldó szerekkel való érintkezését kerülni kell.
- M18x1,5 meneteknél 40-52 Nm a megfelelő meghúzási nyomaték.
- A csatlakozóvezeték elhelyezése során ügyelni kell arra, hogy az ne érintkezessen forró vagy mozgó tárgyakkal és ne vezesse éles peremek mellett.
- Az új lambda-szonda csatlakozóvezetékének vezetését, rögzítését lehetőleg az eredetileg beszerelt szonda mintája alapján kell elvégezni.
- Ügyelni kell arra, hogy a csatlakozóvezetéknek elegendő játéka legyen, nehogy a kipufogó-berendezés rezgései és mozgásai miatt leszakadjon.
- Fel kell hívni az ügyfél figyelmét arra, hogy ne használjon fém alapú adalékokat.

3.2. Járműdiagnosztika

3.2.1. Futómű diagnosztika

A közlekedésbiztonsági szempontok miatt a futómű bekötés szerkezeti elemeinek, a kormányrudazat és a kerékcsapágyak ellenőrzése céljából gépi működtetésű futómű mozgatópadozt kell alkalmazni a hatósági műszaki vizsgán.

A gépjárművek hatósági vizsgatechnológiája a futómű, illetve kerékfelfüggesztés ellenőrzésénél az alábbi műveleteket írja elő:

- A felerősítések, a felfüggesztési (bekötési) pontok elmozdulás vizsgálata;
- Trapézkarok és tengelyek állapotellenőrzése;
- A gumialkatrészek (szilentblokkok) állapotellenőrzése;

- A gömbfejek trapézkarokra rögzítésének állapotvizsgálata;
- Stabilizátorok, és azok felfüggesztésének állapotvizsgálata;
- Fügőcsapszegek és gömbfejek rögzítésének és kopottságának vizsgálata;
- A kerékcsapágyak és csapágyjátékok vizsgálata.

A vizsgálat eredményes végrehajtásához gépi erőbevezető pad szükséges, ugyanis ezzel biztosítható a megkívánt nagyságú erő létrehozása, a mozgás reprodukálhatósága, a futómű hibákból eredő balesetveszély szinte teljes megszüntetése.

A műszert rendeltetéséből adódóan általában vizsgálóaknára telepítik. A jobb és bal oldali mechanikai egységhez az aknában hajlékony tömlőkön vezetik a hidraulika olajat vagy a sűrített levegőt.

A vizsgálatok megkezdése előtt a gépkocsival, kis sebességgel, lehetőleg a vizsgálólapok közepére kell állni. Ügyelni kell a párhuzamos beállításra: a gépkocsi hossz tengelye essen egybe a vizsgálólap középvonalával. Ezután a sebességváltót üresbe kell kapcsolni és a motort le kell állítani.

A futómű beállító készülékek a futómű geometriai jellemzői közül számosat a gravitációs erőter irányához (a gravitációvektor által kijelölt függőleges irány) viszonyítanak. Emiatt előfeltétel, hogy a mérés során a jármű vízszintes síkon álljon.

A többi futómű jellemző mérése pedig valamilyen - a járműre jellemző - jellegzetes tengelyhez viszonyítva történik.

A legegyszerűbb lehetőség ebből a szempontból a jármű *szimmetriatengelye*, amely már kétféles mérőműszerek esetében is alkalmazható. Ez azonban a mellső tengely paramétereinek mérésekor nem ad megfelelően pontos eredményt. A jármű ugyanis a hátsó kerekek középsíkjaihoz szögfelezője által meghatározott irányba halad. Ezt az irányt nevezik *tényleges menettengelynek*. Menet közben ugyanis a jármű kormányzott kerekei ennek megfelelően állnak be egyenes menetbe. Célszerű tehát, ha a mellső kerekek beállítási paramétereit a *tényleges menettengelynek* megfelelően mérjük meg. A négy mérőfejes műszerek erre alkalmasak, hiszen a hátsó két mérőfej által meghatározott *tényleges menettengely* képezi a mellső kerekek mérésének alapját.

A kerék beállítási paraméterek alapvetően befolyásolják a jármű egyenes- és ívmeneti tulajdonságait, a tapadási viszonyokat és a gumiabroncsok kopását.

A kerék beállítási paraméterek a következők:

Tengelytávolság

A mellső tengely és a hátsó tengely középvonala között mért távolságot jelenti. Többtengelyes járművek esetén az egyes tengelytávolságokat előlről hátrafelé adják meg. Nagyobb tengelytávolság esetén nagyobb hasznos teret lehet kialakítani a járműben, és jobb a menetkomfort is. A jármű ilyenkor kevésbé érzékeny a bólintó lengésekre. Kis tengelytávolság esetén viszont könnyebben vehetők be a szűk kanyarok.

Nyomtáv

Az azonos tengelyen lévő kerekek talpfelület-középpontjainak távolsága. Ikerkerekek esetében az ikerközéppontok közötti távolságot értjük rajta. A nyomtáv nagysága jelentős hatással van a jármű ívmeneti tulajdonságaira. A nagyobb nyomtáv nagyobb ívmeneti sebességet tesz lehetővé. A kereszt és ferde lengőkaros független kerékfelfüggesztések esetében ki- és berugózás-kor nyomtávvaltozás lép fel. Ez növeli a gördülési ellenállást és a gumiabroncskopást és romlanak a jármű egyenes meneti tulajdonságai.

Kerékösszetartás

A kétoldali keréksíkok kerékpánt átmérőnyi hosszvett távolságváltozásának nagysága a vízszintes síkban. A kerékösszetartás pozitív, ha a kerékpántok távolsága a menetirány szerint elől kisebb, mint hátul.

Az egyedi kerékösszetartás az egyik oldali kerék vonatkoztatási tengellyel bezárt szögét jelenti. Négyfejes műszer esetén a vonatkoztatási tengely a hátsó tengelynél a jármű szimmetria tengelye, míg a mellső tengelynél a tényleges menettengely.

Ha egy adott jármű hátsó tengelyének kerekeinél az egyedi összetartás értékei nem azonosak, akkor a mellső tengely kerekei által meghatározott szög szögfelezőjének a tényleges menettengellyel párhuzamosnak kell lennie: azaz az azonos egyedi kerékösszetartás értéket a tényleges menettengelyhez kell beállítani. Ilyenkor a jármű enyhén oldalazva halad, és a kormánykerék nem áll középhelyzetben.

Egyenes meneti helyzet

A kormányzott kerekek egyenes meneti helyzetén azt értjük, ha a mellső kerekek egyedi kerékösszetartása megegyezik.

Menettengely-szög

A tényleges menettengely és a gépjármű szimmetriatengelye által bezárt szög. Értéke pozitív, ha a tényleges menettengely előre és balra mutat. A jármű tényleges menettengely által meghatározott irányban halad egyenesen.

Kerékdőlés

A kerék síkja és a jármű menetirányra merőleges sík metszéspontjának a függőlegessel bezárt szöge.

Értéke pozitív, ha a kerék a függőlegeshez képest kifelé és negatív, ha befelé dől.

Csapterpesztés

A tengelycsuk-csap középvonala (valóságos vagy képzetes) és a függőleges által bezárt szög vetülete a menetirányra merőleges síkon. Értéke pozitív, ha a tengelycsuk-csap felső vége a függőlegestől befelé dől. A csapterpesztés értéke alakormányzáskor megnő, ami visszatérítő erőt eredményez.

Utánfutás

A tengelycsuk-csap középvonala és a függőleges által bezárt vetülete a menetiránnyal párhuzamos függőleges síkon. Értéke pozitív, ha a tengelycsuk-csap felső vége a függőlegestől hátrafelé dől.

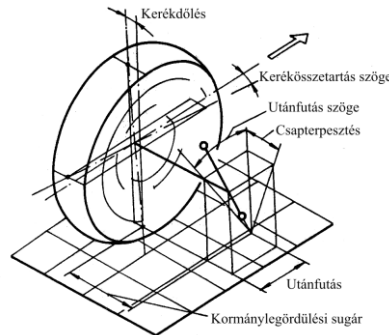
Kanyarodási szögeltérés

A kétoldali kormányzott kerekek talpfelületének elfordulási szögekülönbsége az egyik (általában a belső) kerék 20° -os bekormányzás esetén. A kanyarodási szögeltérés nem megfelelő értéke esetén megnő az abroncskopás és ívmenetben a jármű kitörhet a kanyarból.

Maximális alakormányzási szög

A kerék középsíkja és a jármű szimmetriatengelye által bezárt szöget jelenti.

Kerékgeometriák



50. ábra. Kerékgeometriák⁷¹

Tengelyhelyzet hibák:

Kerék eltolódási szög

Az azonos tengelyen lévő keréktalppontokat összekötő egyenes és a tényleges menettengelyre merőleges egyenes által bezárt szög. A szög értéke pozitív, ha a jobboldali kerék tolódott el előre.

Keréktáveltérés

A mellső kerekek és a hátsó kerekek talppontjait összekötő egyenesek által bezárt szög. A szög értéke pozitív, ha a jobb oldali kerekek távolsága nagyobb, mint a bal oldali kerekeké.

Oldalankénti keréktáveltérés

A tényleges menettengely és a jobb, ill. bal oldali kerekek talppontjait összekötő egyenes által bezárt szög. Értéke pozitív, ha a hátsó kerék a mellső kerékhez képest kifelé tolódik el.

Nyomtávkülönbség

A bal oldali kerekek talppontjait és a jobb oldali kerekek talppontjait összekötő egyenesek által bezárt szög. Értéke pozitív, ha a hátsó nyomtáv nagyobb, mint a mellső.

Tengelyeltolódás

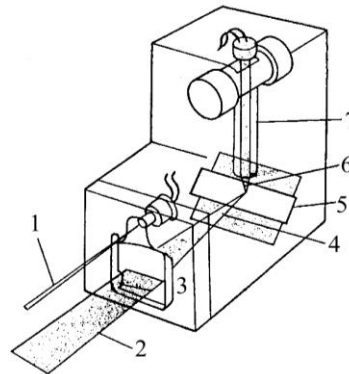
A tengelyeltolódás a nyomtávkülönbség szögének szögfelezője és a tényleges menettengely által bezárt szög. Értéke pozitív, ha a hátsó tengely jobbra tolódott el.

Méréstechnikai alapelvek

⁷¹Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjárműdiagnosztika, Tankönyvkiadó, Budapest, 67. old. 4.1. ábra

A műszerek a függőleges síkban mérhető szögeket (kerékdőlés, csapterpesztés, utánfutás) ingák és libellák segítségével határozzák meg. A vízszintes síkban viszont (kerékösszetartás, tengelyhelyzet-hibák stb.) a mérőfejek közti gumizsinórok, fény- ill. infrasarkanak teszik lehetővé a mérést.

A korszerű műszerek fontos alkotóeleme az ún. CCD-kamera (Charge Coupled Device). Ez az eszköz infrasarkanak segítségével képes mind függőleges, mind vízszintes irányú szögmeghatározásra.



51. ábra. CCD – kamera⁷²

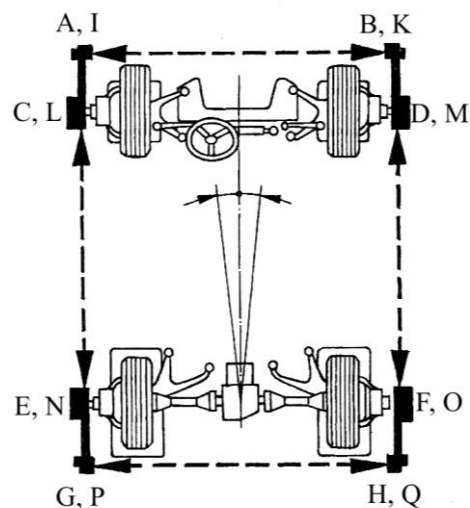
1 – Infra kimenet, összetartás-tengelyhelyzet jeladó, 2 – Infra bemenet, összetartás-tengelyhelyzet jeladó, 3 – Lencse, 4 – Összetartás-tengelyhelyzet jel, 5 – CCD integrált áramkör (IC), 6 – Kerékdőlés (csapterpesztés ill. utánfutás) jel, 7 – Inga integrált infra fényforrással

Mivel a kormányzott kerekeken mindig két vetületben mérünk szöget (csapterpesztés, utánfutás), az ide helyezett mérőfejekben két-két CCD kamerára van szükség, egymásra merőleges irányba beépítve.

A legkorszerűbb műszerek négy mérőfejjel és nyolc szenzorral működnek.

Négyfejes 8 szenzoros műszer által érzékelt jellemzők:

Szenzor	Érzékelt jellemző
1.	A – összetartás-tengelyhelyzet
	I – utánfutás
2.	B – összetartás-tengelyhelyzet
	K – utánfutás
3.	C – összetartás-tengelyhelyzet
	L – kerékdőlés-csapterpesztés



⁷² Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 11.20. ábra

4.	D – összetartás-tengelyhelyzet
	M – kerékdőlés-csaptesztés
5.	E – összetartás-tengelyhelyzet
	N – kerékdőlés
6.	F – összetartás-tengelyhelyzet
	O – kerékdőlés
7.	G – összetartás-tengelyhelyzet
	P – utánfutás
8.	H – összetartás-tengelyhelyzet
	Q – utánfutás

52. ábra. Négyfejes, nyolcszenzoros műszer és az érzékelt jellemzők⁷³

A futóművek bemérése

Előkészítő munkák a futómű bemérése előtt

- A forgószámolyok és csúszólapok elrendezése
- Felállás a járművel a kerékalátétekre
- Kézifék behúzása
- Rögzítőcsapok kihúzása a kerékalátétekből, feszültségmentesítés a jármű lengetésével
- Gumiabroncsok átvizsgálása, levegőnyomás ellenőrzése, kormánykerék holtjáték, kerékcsapágyak, rugók, lengéscsillapítók ellenőrzése
- Mérőfejek rögzítése, keréktárcsa ütés kompenzáció
- A járművet a mérés előtt kondicionálni kell
 - Előírt terhelő tömegek behelyezése
 - Tengelyszintek mérése, és az ennek megfelelő előírt adatok kiválasztása
 - A futómű lefeszítése az előírt szerszámmal a megadott magassági szintre
 - A járművet oldott fék mellett meg kell lengetni, hogy a rugózás stabil helyzetbe kerüljön
 - Az üzemi féket fékpedál-kitámasztóval blokkolni kell.

Keréktárcsa-ütés kompenzáció

A korszerű mérőrendszerek elektronikus keréktárcsa-ütés kompenzációt alkalmaznak, ami azt jelenti, hogy nem kell mechanikusan beavatkozni, mivel a kompenzáció tisztán szoftveres úton történik. Ehhez az adott tengelyt meg kell emelni, és a felszerelt mérőfejet lehetőség szerint

⁷³ Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 11.23. ábra

vízszintes helyzetben tartva 90°-onként körbe kell forgatni, és minden negyed fordulat után meg kell nyomni a mérőfejen a kompenzációs gombot.

Futómű-mérés

A méréseket általában tetszőleges sorrendben vagy programozott sorrend szerint végezzük. A kijelzőn az egyes méréseknél megjelennek az aktuális mért és az előírt értékek.

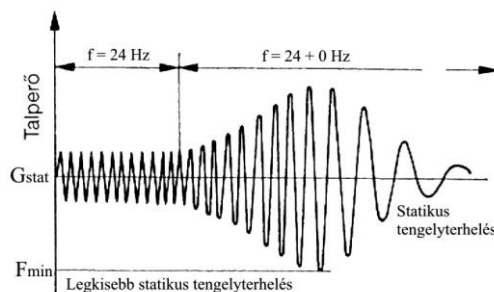
A teljes futómű bemérés ajánlott technológiai sorrendje a következő:

- Állítsuk a kormányzott kerekeket egyenes meneti helyzetbe, a hátsótengely kerékdőlés és –összetartás értékeinek korrekt méréséhez. Ekkor határozza meg a műszer a tényleges menettengely helyzetét is;
- Fordítsuk el a kormányzott kerekeket először az egyik, majd a másik irányba 20°-kal a csapteresztés, az utánfutás és a kanyarodási szögeltérés megmérése céljából;
- Állítsuk a kormánykereket a középhelyzetbe. Ekkor a műszer megméri a mellső kerekek összetartását és dőlését;
- Forgassuk el a kormánykereket mindkét irányba ütközésig, a maximális alakormányzási szög megméréséhez.

3.2.2. Lengéscsillapító diagnosztika

A jármű közlekedésbiztonságát a gumiabroncs és az útfelület erőkapcsolata, tapadása határozza meg. A lengéscsillapítás vizsgálatát az erőkapcsolat feltárására kell irányítani oly módon, hogy a jármű rugózatlan tömegét és lengőrendszerét eredeti állapotában hagyjuk. Az eljárás alapja, hogy valós közúti állapotokat utánozva a járműkerék talpfelületét állandó amplitúdóval gerjeszti és az önfrekvencián jelentkező talperő ingadozást az eredeti talperőhöz viszonyítva értékeli.

Tehát a műszer a keréklengetés közben a változó talperőt méri és ingadozását értékeli. A mechanikus gerjesztőrendszer a jármű futóművét a keréktalpponton keresztül a hajtó villanymotor bekapcsolása után 24 Hz állandó értéken 7,5 mm amplitúdóval gerjeszti. A villanymotor kikapcsolása után egy beépített lendkerék hatására a lengés frekvenciája fokozatosan csökken, majd megszűnik.



53. ábra. A talperő változása az idő függvényében⁷⁴

A mérőlapra állított kerék alatti erőmérő cella a jármű súlyereje okozta statikus erőt méri, és ehhez adódik a gerjesztésből származó szinuszosan változó erő.

Az erőmérő cella a talperővel arányos elektromos jelet képz. A villanymotor kikapcsolása után kezdődik a mérési fázis. A lendkerékben tárolt energia a futóművet állandó amplitúdóval tovább gerjeszti, de fokozatosan csökkenő frekvenciával. A gerjesztés felülről közelítve eléri, majd áthalad a felfüggesztés önfrekvencia pontján és ekkor a talperő ingadozása eléri szélső értékét.

A felfüggesztési rendszer minősítése érdekében az ingadozó keréktalperő negatív csúcserkének mérése és regisztrálása a cél. A vizsgáló berendezés monitorján látható a méréskor felvett talperő ingadozás. A kinyomtatott járművizsgálati jegyzőkönyvben megtalálható az ábra szerinti módon számított és az értékelés alapjául szolgáló: a lengéscsillapítás mértéke %-ban.

$$A(\%) = \frac{F_{\min}}{G_{\text{stat}}} \cdot 100\%$$

Mivel az egyes járművek statikus terhelése, azaz a mérés kiinduló értéke minden esetben 100%, így valamennyi gépkocsitípusnál azonos értékelési norma alkalmazható.

A mérési eredmény kiértékelése:

A lengéscsillapítás mértéke %-ban	A lengéscsillapító műszaki állapota
60 – 100%	Nagyon jó
45 – 59%	Jó
30 – 44%	Gyenge (mielőbbi lengéscsillapító csere)
20 – 29%	Elégtelen (azonnali lengéscsillapító csere)
1 – 19%	Veszélyes (azonnali lengéscsillapító csere)
0%	Nincs érintkezés a talajjal

A mérés eredményét befolyásoló tényezők:

A jármű M rugózott és m rugózatlan tömeg aránya befolyásolja a dinamikus talperő viszonyának ($A\%$) értékét úgy, hogy minél nagyobb a rugózott tömegarány, annál kedvezőbbek a tapadási viszonyok. Az útegyenetlenségek csillapításában a gumiabroncs saját rugalmassága és a benne lévő levegő összenyomhatósága is jelentős szerepet játszik. A gumiabroncs nyomása jelentősen befolyásolja a dinamikus talperő értékét. Az abroncsnyomás növelésével csökken a tapadás. 0,5 bar abroncsnyomás változás mintegy 10%-os tapadóerő-változást eredményez.

Járműterhelés és terheléeloszlás

A jármű terheléeloszlása is nagymértékben befolyásolja a mérés eredményét, mivel az üres gépjármű talperőviszonyához képest az utasokkal terhelt gépjármű esetén a talperőviszony növekedését tapasztaljuk.

⁷⁴ Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 12.5. ábra

A hőmérséklet is hatást gyakorol az olaj viszkozitására, és így a lengéscsillapító csillapítási tényezőjére is. Ha például az olaj hőmérséklete -15°C -ról $+60^{\circ}\text{C}$ -ra növekszik, akkor a csillapítási tényező akár 30%-kal is csökkenhet. A mérést tehát mindig üzem meleg lengéscsillapítókkal kell végezni.

A mérés előtti ellenőrző műveletek:

- Gumiabroncs típusa/gyári méret, bal - jobb egyforma, állapot ellenőrzése
- Gumiabroncs levegőnyomása/gyárilag előírt
- Olajszivárgás, olajfoltok a lengéscsillapító oldalán. A relatívan elmozduló alkatrészeket összekötő, por és vízszigetelő gumiharang hibátlanságának ellenőrzése.

A lengéscsillapító vizsgálat menete

- A vizsgálat előtt ellenőrizzük a mérési eredményeket befolyásoló tényezőket (járműterhelés, gumiabroncsnyomás)
- A gépjármű mellső tengelyével a lengéscsillapító-vizsgáló próbapad vizsgáló lapjaira állunk úgy, hogy a gumiabroncs talppontjai sehol ne érintkezzenek a mérőlapot körülhatároló kerettel
- Rögzítjük a gépjárművet az üzemi fékkel, majd óvatosan felengedjük a fékpedált, ekkor a gépjármű sík padlózaton áll, így elméletileg nem gördülhet el eredeti pozíciójából. Bekapcsoljuk a lengéscsillapító-vizsgáló berendezést. Ekkor a számítógép egy rövid időre elindítja a motorokat, néhány másodperces (2... 3 másodperc) lapmozgatással megrázza a gépjármű futómű felfüggesztését, ezáltal a mozgó-súrlódó alkatrészkapcsolatokban minimálisra csökken a belső erők nagysága. Az állandósult gerjesztő szakasz talperő-középerő értéke a statikus talperő: G_{stat}
- A megszüntetett gerjesztés után a lecsengő lengés a rezonanciaállapoton áthalad. Az ekkor lecsökkent talperő legkisebb értéke lesz a minimális talperő: F_{min}
- A kiértékelést a számítógép végzi az $A(\%) = \frac{F_{\text{min}}}{G_{\text{stat}}} \cdot 100\%$ összefüggés alapján.

A próbapadi vizsgálat munkavédelmi előírásai

- A használaton kívüli görgős fékerőmérő görgőire rá kell tenni a fedelet
- A mérőberendezés üzeme alatt tilos állni a vizsgált jármű mellett 0,5 m, előtte 1 m, mögötte 2 m-en belül
- A rázólapra ráállni nem szabad
- A mérés alatt az aknában senki nem tartózkodhat
- Ha a fékerőmérő próbapad közelében bármilyen veszély állna elő, akkor a mérést irányító számítógép állványának oldalán található, vészleállító nyomógombot kell megnyomni és a pad feszültségmentessé válik.

3.2.3. Fékberendezések diagnosztikája

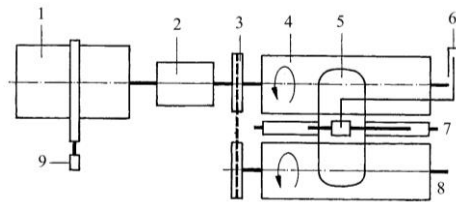
A görgős fékerőmérők azok a berendezések, amelyek villamos motorok által, görgőpárokon keresztül az álló gépkocsi egy tengelyén lévő kerekeit kis sebességgel (2 – 10 km/h) megfor-

gatják és a jármű fékberendezésének működtetésekor a hajtó villamos motorok reakciónyomatékát értékelve, a bal és jobb oldali gépjárműkerék kerületén ébredő fékerőt és a pedálerőt egyidejűleg kijelzi. A görgős egységre a járművel mindig a megadott irányban kell ráállni, mert a görgő forgásiránya adott. A görgők tengelyei nem azonos távolságra vannak a talaj síkjától. Az emelt görgőnek kell a menetirány szerint hátul elhelyezkedni.

A görgők felülete fokozottabb tapadású az országúti értékekhez képest.

Kerékcúszást érzékelve, a kerék blokkolása előtt lekapcsolja a hajtást.

A fékpad szerkezeti felépítése, működése:



54. ábra. Görgős fékpad szerkezeti vázlata⁷⁵

1 – Villamos motor, 2 – Hajtómű, 3 – Lánchatás, 4 – Mérőgörgő, 5 – Járműkerék, 6 – Kerékfék szerkezet, 7 – Tapintógörgő, 8 – Támasztógörgő, 9 – Erőmérő

A görgős fékpad vizsgálat során a gépjármű egy tengelyének kerekeivel áll a fékpadra. A görgőpár alkotja a görgőágyat, ebben helyezkedik el a járműkerék. A görgőpár között van a tapintógörgő, amelyet rugó szorít a kerékhez. Az egymással lánchajtással összekapcsolt görgőket, ezen keresztül a járműkereket, villamos motor hajtja. A villamos hajtómotor billenő ágyazású, karon keresztül erőmérő cellára támaszkodik.

A kerékfékerőt közvetett módon állapítjuk meg: tulajdonképpen a kerékfék szerkezet kerékforgást gátló nyomatékával. Az állandósult vizsgálati fordulatszámon egyensúlyt tartó hajtónyomaték értékét mérjük, és ezt feleltetjük meg a kerékfék szerkezet nyomatékának. Az értékelési paraméter a keréktalpponti forgatóerő, amelyet egy másik szemszögből kerékfékerőnek nevezünk.

A fékvizsgálat előkészítő műveletei:

A mérés előtti ellenőrzések:

- Gumiabroncs típusa/gyári méret, bal - jobb egyforma, állapot ellenőrzés
- Gumiabroncs levegőnyomása/gyárilag előírt
- Fék szerkezet dugattyútömítései melletti olajfolyás ellenőrzése
- Fém fékcső kopás és korróziós nyomainak ellenőrzése
- Repedések ellenőrzése a gumi fékcsövek felületén
- Fékfolyadék szint ellenőrzése
- A fékfolyadék forráspontjának ellenőrzése és a kapott érték összehasonlítása a fékfolyadék-tartály záró csavarján feltüntetett értékkel.

⁷⁵ Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 13.1. ábra



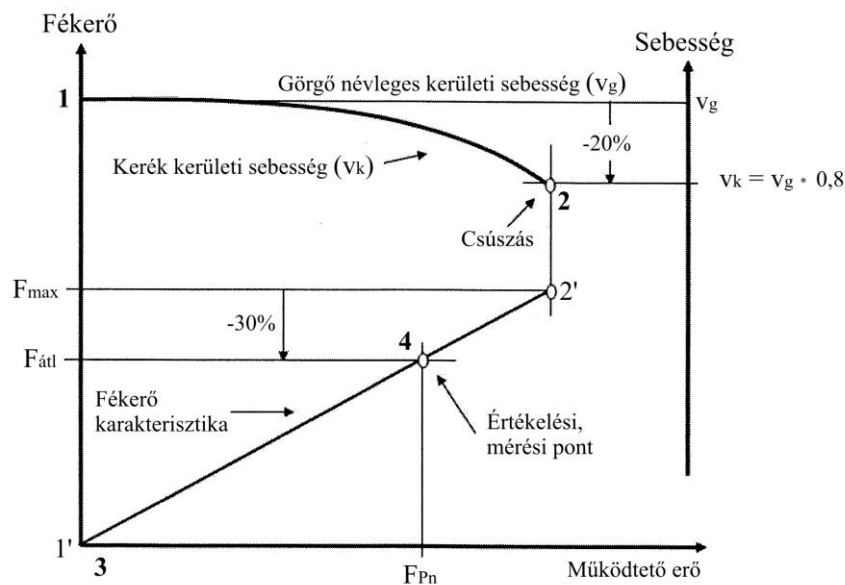
55. ábra. A fékfolyadék forráspontjának ellenőrzése⁷⁶

A fékpad vizsgálat munkavédelmi előírásai:

- Különösen balesetveszélyes berendezés, mert mérés közben a görgőkhöz lehet férni.
- A görgők indítását fokozott figyelemmel kell végezni.
- A használaton kívüli görgőkre fedelet kell tenni.
- A fékpad elektromos részeit óvni kell a víztől, a mechanikát vízsugárral mosni tilos.
- A fékpadot csak kiképzett szakember kezelheti.
- Mivel a fékerőmérő próbapad görgői rövid időre, de foroghatnak akkor is, ha nem áll benne jármű, és mivel a forgás indítható a pedálerőmérő megnyomásával is, ezért semmilyen körülmények között nem tartózkodhat illetéktelen a mérőhely közelében, hacsak nincs feszültség-mentesítve, és fedőlappal letakarva. A görgős fékerőmérő üzeme alatt a jármű mellett 0,5 m, előtte 1 m, mögötte 2 m távolságon kívül kell tartózkodni.
- A kezelőszemélyzet is elővigyázatosan mozoghat a közvetlen közelében.
- Tilos a görgős fékerőmérő üzeme alatt a szerelőaknában tartózkodni.
- A jármű nem vizsgált tengelyét a görgőkre való ráállás után mindkét oldalon előlről és hátulról ki kell ékelni.
- Ha a fékerőmérő próbapad közelében bármilyen veszély állna elő, akkor a mérést irányító számítógép állványának oldalán található, vészleállító nyomógombot kell megnyomni és a pad feszültségmentessé válik.

Hazai minősítő fékvizsgálat technológiája

⁷⁶ Saját fénykép



5664. ábra. A fékvizsgálat munkapontjai⁷⁷

A vizsgálat során a fékkarakterisztikát a határérték szlip értékig felvesszük (1'-2'), azt digitálisan rögzítjük. Határérték szlipnek (az előírás „csúszásnak” nevezi) azt az állapotot nevezzük, ha a mért tengely valamelyik kerekének kerületi sebessége a görgő kerületi sebességének (v) 80%-ára csökken (2 pont). Az ekkor kerekenként kialakuló fékerőt maximális fékerőknek (F_{\max}) nevezzük. A határérték szlip elérésekor tovább nem fokozzuk a működtető erőt, a fékpédálról lelépünk. Az új előírás szerint az értékeléshez a karakterisztika csak egy pontját emeljük ki, és ezen az egy, ún. névleges ponton kitarásos (állandó értéken tartott működtető erővel végzett) mérésnél állapítjuk meg a minősítéshez szükséges fékerőt. A vizsgálat névleges pontját (4) a névleges működtető erő (F_{Pn}) tűzi ki. A névleges működtető erő a maximális fékerő 70%-ához tartozó működtető erő. Ezt egy tengely jobb és baloldali kerekénél külön-külön meghatározzuk, és a nagyobbikat tekintjük névleges működtető erőnek. A rendelet meghatározza a tengely-fékerő fogalmát, mely üzemi fék esetén: $F = F_{j\text{átl}} + F_{b\text{átl}}$; izomerővel működtetett rögzítő fék esetén: $F = F_{j\text{AMAX}} + F_{b\text{AMAX}}$; rugóerőtárolós rögzítő fék esetén:

$$F = F_{j\text{átl}} + F_{b\text{átl}}$$

Üzemi féknél, amíg a hatósági fékerő határértékek (alsó határgörbe) nem kerülnek típusonként meghatározásra, a tengely-fékerők értékeléséhez a számított tengelyfékerő határértékeket kell használni. A minimálisan szükséges tengely-fékerő határértéket járműkategóriánként (számítással) határozzuk meg. A hatóságilag előírt szükséges összes fékerő értékét a lefékezettségi százalék megadott értékkel történő számítása adja. A lefékezettségi százalék (l_{sze}) meghatározásának képlete:

$$l_{sze} = \frac{\Sigma F}{m_{\delta} \cdot g} \cdot 100\%$$

⁷⁷ Forrás: Bosch

- ΣF - a szükséges fékerő, amely a négy kerékfékszerkezet által létrehozott fékerő összege,
- m_0 – a gépjármű megengedett, a forgalmi engedélyben szereplő össztömege,
- g – a nehézségi gyorsulás értéke

A fékszerkezet minősítése az alábbi összefüggések alapján valósul meg

Átlagos fékerő

$$F_{\text{átlagos}} = \frac{F_{\text{max}} + F_{\text{min}}}{2} \text{ [N]}$$

Bal-jobb eltérés

$$\Delta F_{\text{eltérés}} = \frac{F_{\text{nagyobbátlagos}} - F_{\text{kisebbátlagos}}}{F_{\text{nagyobbátlagos}}} \cdot 100[\%]$$

Fékerő ingadozás

$$\Delta F_{\text{ingadozás}} = \frac{F_{\text{max}} - F_{\text{min}}}{F_{\text{átlagos}}} \cdot 100[\%]$$

Rögzítőfék megfelelő, ha:

$$(m_{\text{össz}} \cdot 9,81) \cdot 0,2 < F_{\text{balmax}} + F_{\text{jobbmax}}$$

A fékhatás mérésére vonatkozó hatósági határértékek az M1 és N1 járműkategóriákra vonatkozóan az alábbi táblázat tartalmazza.

	Üzemi fék	
Tengelyhelyzet	„A” tengely	„B” tengely
Fékerő eltérés %	20%	30%
Fékerő ingadozás %	kerekenként 30%	kerekenként 30%
	Rögzítőfék	
Fékerő eltérés %	$(m_{\text{össz}} \cdot 9,81) \cdot 0,2 < F_{\text{balmax}} + F_{\text{jobbmax}}$	

Az elektromechanikus rögzítő fékek minősítésére vonatkozó hatósági előírás:

Az elektromechanikus rögzítő fékkel rendelkező M1 és N1 kategóriájú járműveknél a jobb és baloldali rögzítőfék erők közötti eltérést nem kell értékelni. Ez esetben a mért fékerők összegének meg kell haladnia a jármű összes tömegéből számított súlyerő 20%-át. Ellenkező esetben a járművet alkalmatlannak kell minősíteni.

3.2.4. Szervokormány-diagnosztika

A szervokormányok csoportosítása:

A rásegítéshez használt energia szerint

- Hidraulikus
- Elektromos

Az elektromechanikus szervokormányok csoportosítása kialakítás szerint:

- Kormányoszlopra szerelt
- Fogaslécclal, egytengelyű motorral hajtott
- Fogaslécclal, párhuzamos motorral hajtott

- Két nyeles tengelyes megoldás

Az elektromos szervokormányok alkalmazásának előnyei

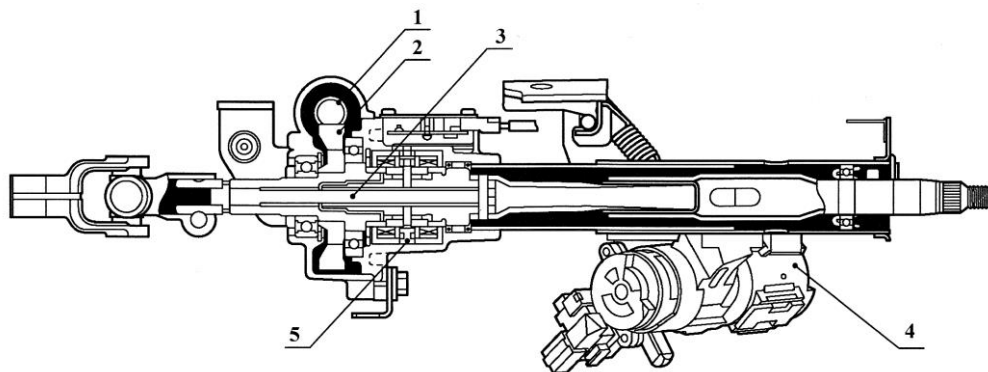
- Kis kormányzási nyomatékigény
- Kisebb tüzelőanyag-fogyasztás
- Kisebb tömeg
- A sebességtől függő rásegítés egyszerűen megoldható
- Az öndiagnosztikai rendszer egyszerűen létrehozható
- Veszélyes hulladékot nem tartalmaz, jól újrahasznosítható
- Tud együttműködni más elektronikus rendszerekkel.

A Toyota elektromos szervokormány

Főbb szerkezeti elemei és azok feladata:

Kormányoszlopra szerelt egyenáramú motor, feladata a rásegítő nyomaték létrehozása a csiga-hajtáson keresztül. Az induktív elven működő nyomatékérzékelő a kifejtett nyomatékkal arányos jelfeszültséget hoz létre, melyet továbbít az EPS (Elektrik Power Steering) irányítóegység felé. Az irányítóegység a bemenő információk alapján vezérli a szervomotort.

Az ABS irányítóegység sebességjelet biztosít az EPS ECU számára. A motor irányítóegység motorfordulatszám jelet szolgáltat az EPS ECU számára, ha pl. áll a motor az ESP nem működik, továbbá emeli az alapjáratot, ha rásegít az EPS. A diagnosztikáról a műszerfalán elhelyezett ellenőrző lámpa gondoskodik.



575. ábra. A kormányoszlop⁷⁸

1 – Csiga, 2 – Csigakerék, 3 – Torziós rúd, 4 – gyújtáskapcsoló, 5 - Nyomatékérzékelő

A nyomatékérzékelést egy torziós rúd nyomatékának hatására történő elcsavarodási szögének érzékelésére vezetnek vissza. A kormánykerékre ható nyomatékokat az érzékelési határig a torziós rúd viszi át a kimeneti oldalra. A rúd a terhelés hatására a nyomatékkal arányosan elcsavarodik. Az elcsavarodási szöget két tekercs alkalmazásával induktív módon érzékelik. Az egyik - az úgynevezett kompenzáló tekercs induktivitását az alapbeállítás és az érzékelő hőmérséklete befolyásolja, az elcsavarodás mértéke nem. (Az 1 és 2 érzékelőgyűrűk a behajtó tengellyel együtt

⁷⁸ Forrás: Toyota

mozognak és egyébként is, a póluskialakításból adódóan az egymáshoz képesti elfordulásnak nem lenne szerepe.)

Az érzékelő tekercs induktivitását azonban a 2 és a 3 jelű érzékelő gyűrűk egymáshoz képesti elfordulása számottevően befolyásolja, hiszen a tekercsmag mágneses ellenállása szempontjából nem mindegy, hogy a kiálló szegmensek egymással szemben, vagy ehhez képest elfordult helyzetben állnak. Mivel a 2 jelű gyűrű a behajtó tengellyel a 3 jelű a kihajtóval mereven össze van kötve. A kormányzási nyomaték létrejöttekor a két gyűrű a nyomatékkal arányosan elfordul, tehát az érzékelő tekercs induktivitása változik.

A kompenzáló és az érzékelő tekercsek pillanatnyi induktivitásainak nagyságából a tekercsek közvetlen közelében - a kormányoszlopra szerelt - jelfeldolgozó elektronika 0-5 V közötti jel-feszültségeket generál, melyek nagysága a kormánykerékre ható nyomaték pillanatnyi nagyságától és irányától függ. Az elektronika a tekercsek induktivitásának érzékelése alapján két jelet állít elő, amelyek értékei hibátlan működés esetén közel azonosak. Az úgynevezett redundáns, új információt nem közlő, látszólag fölösleges kettősséget, biztonsági okokból alakították ki.

Járműsebesség jel

Ahhoz, hogy az ECU a rásegítő hatást a járműsebességgel arányosan tudja változtatni, ismernie kell a jármű pillanatnyi sebességét. A járműsebesség jel egy a járműsebességétől függő, adott frekvenciájú négyszög jel, amelyet közvetve az ABS ECU-tól kap az EMPS ECU ($v = 120$ km/h esetén $f = 80$ Hz).

Motorfordulatszám jel

Az ECU álló motor esetén megszünteti a rásegítő hatást, hogy feleslegesen ne terhelje az akkumulátort. Ehhez tudnia kell jár-e a motor. A motorfordulatszám jel egy motorfordulatszámától függő frekvenciájú négyszögjel. ($n = 6000$ 1/min, $f = 200$ Hz).

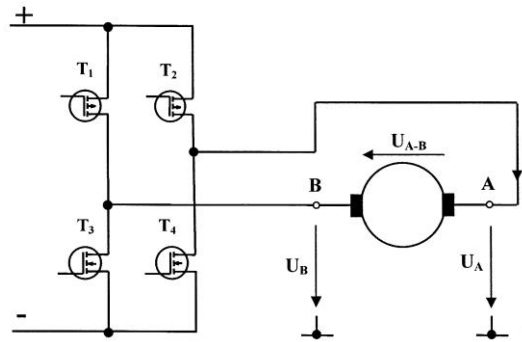
Végfok-hőmérséklet jel

Az ECU-ban elhelyezkedő - a szervomotort vezérlő - kapcsolóelemek üzem közben nagy áramokat kapcsolnak, ezért számottevően melegek lehetnek. Különösen igaz ez akkor, ha folyamatos és erős a rásegítés. (Pl. a kormányt hosszú ideig teljesen aláfordított helyzetben tartják.). Hogy ekkor se következzen be sérülés a MOS-FET-ek hőmérsékletét az ECU beépített hőmérséklet érzékelőjén keresztül folyamatosan figyeli, s ha fennáll a túlmelegedés veszélye a rásegítő hatást az irányítóegység a rendszer védelme érdekében fokozatmentesen, de intenzíven csökkenti.

A rendszer beavatkozója

Villamos szervomotor

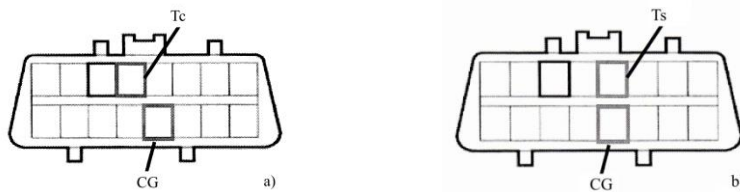
A rendszer a servo-hatást egy állandó-mágneses kefék motor csigaáttételen keresztül megnövelt forgatónyomatékával valósítja meg. Az áttételt természetesen úgy alakították ki, hogy a motor a csigakerék felől visszahajtható legyen. (A kormányozhatóságnak meg kell maradnia az EPS meghibásodása esetén is.)



66. ábra. A szervomotor vezérlése⁷⁹

A ráségítő motort az ECU végfok-tranzisztorai vezérlik. A 4 db teljesítmény MOS-FET zárt helyzetében a motor mindkét kivezetése azonos potenciálon van, mindkét kivezetés potenciálja kb. 5-7 V, hiszen a közel egyforma ellenállású zárt kapcsolóelemeken a fedélzeti feszültség fele-fele esik. Ha az ECU T₂ és T₃ jelű kapcsolóelemeit nyitja a „B” pont potenciál testhez közelít, az „A” ponté a „+” táphoz tart, az U_{AB} iránya az ábra szerinti, áram az I-vel jelölt irányban növekszik, amelynek nagyságával és irányával arányos a ráségítő nyomaték. Ha az ECU T₁ és T₄ jelű kapcsolóelemeit nyitja az „A” pont potenciál testhez közelít, „B” ponté a „+” táphoz emelkedik az U_{AB} iránya az ábra szerintivel ellentétes, az áram az I-vel jelölt iránnyal ellentétesen kezd növekedni, ami ellentétes irányú nyomatékot kelt. Az ECU a kapcsolóelem párokat 20 kHz frekvenciával nyitja illetve zárja és a kitöltési tényező változtatásával állítja be az optimális ráségítéshez szükséges átlagáramot.

A hibatároló villogókódos kiolvasása és törlése



587. ábra. Hibatároló kiolvasása a), a hibatároló törlése b)⁸⁰

A kiolvasás menete:

- A gyújtást kapcsoljuk ki;
- A (DLC3) diagnosztikai csatlakozó Tc és CG érintkezőit zárjuk rövidre;
- A gyújtást kapcsoljuk be;
- A hibakódokat olvassuk le (növekvő számsorrendben jönnek);
- A hibát a táblázat alapján azonosítsuk be;
- A rövidzárat szüntessük meg!

Normál kód: hibátlan a rendszer, ha az ellenőrző lámpa 2 Hz frekvenciával villog.

⁷⁹ Forrás: Toyota

⁸⁰ Forrás: Toyota

A hibatároló törlésének menete:

- A diagnosztikai csatlakozó Ts és CG érintkezőit zárjuk rövidre;
- A gyújtást kapcsoljuk be;
- A Ts és CG közötti összeköttetést 8 másodperc alatt legalább 4-szer kapcsoljuk ki és be;
- A fenti módon ellenőrizzük, hogy a hibatároló üres-e;
- A rövidzárat szüntessük meg!

4. Benzinmotorok irányító rendszerei

4.1. Motronic motorirányítás

A közvetlen benzinbefecskendezésű benzinmotoroknál új vezérlési koncepció kialakítása vált szükségessé. A befecskendező szelepek egyaránt képesnek kell lennie homogén keverék és ún. réteges keverékképzés létrehozására.

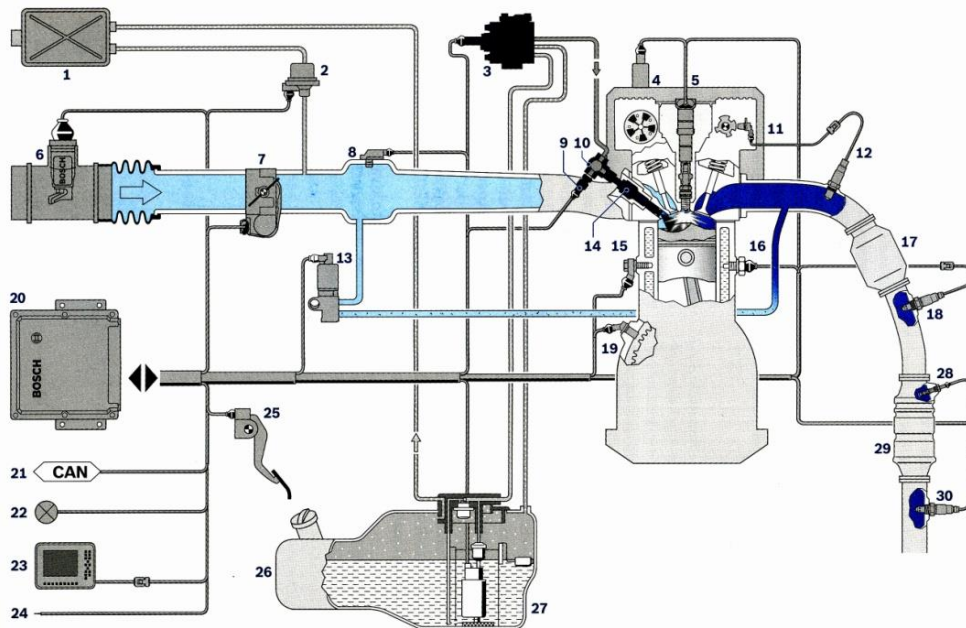
Motronic esetében a szívócsőbe végzett befecskendezés során már megvalósult -, valamint egy helyileg korlátozott töltésréteg (rétegezett-üzem) létrehozására is az égéstéren belül.

A homogén keverék-eloszlás a tüzelőanyag szívóütemben történő befecskendezésével, a réteges töltés pedig a sűrítési ütem végén, röviddel a keverék gyújtása előtti befecskendezéssel érhető el. A közvetlen befecskendezés előnye a tüzelőanyag-fogyasztás szempontjából csak ezzel a réteges üzemmel aknázható ki.

Azt a motorirányító rendszert, amely teljesíti ezeket a szigorúbb követelményeket, MED Motronic-nak hívják. A két rendszer között a leglényegesebb különbség a tüzelőanyag-rendszerben, valamint az NO_x tároló katalizátorral felszerelt kipufogó berendezésben mutatkozik meg.

A MED-Motronic rendszer részei:

- A levegő rendszer
- A tüzelőanyag-rendszer
- A gyújtásrendszer
- A kipufogógáz-tisztító rendszer
- Fedélzeti diagnosztika



598. ábra. A közvetlen benzinbefecskendezéses rendszer (MED-Motronic) felépítése⁸¹

- 1 - Aktívszén-tartály, 2 - Regeneráló szelep, 3 - Nagynyomású szivattyú, 4 - A változtatható vezérműtengely-vezérlés beavatkozó, 5 - Gyújtótétkercs ráhelyezett gyújtógyertyával, 6 - Hőfilmes légtömegmérő, 7 - Fojtószelepegység, 8 - Szívócső-nyomásszenzor, 9 - Tüzelőanyag-nyomásszenzor, 10 - Nagynyomású tüzelőanyag-elosztó, 11 - Vezérműtengely-fázisszenzor, 12 - Lambda-szonda az elő-katalizátor előtt, 13 - Kipufogógáz-visszavezető szelep, 14 - Nagynyomású befecskendező szelep, 15 - Kopogásszenzor, 16 - Motorhőmérséklet érzékelő, 17 – Elő-katalizátor (hármass hatású), 18 - Lambda-szonda az elő-katalizátor után, 19 - Fordulatszám-szenzor, 20 - Motorvezérlő egység, 21 - CAN csatlakozó, 22 - Hibajelző lámpa, 23 - Diagnosztikai csatlakozó, 24 - Csatlakozó az indítógátó vezérlőegységhez, 25 - Gázpedál-modul, 26 - Tüzelőanyag-tartály, 27 - Tüzelőanyag-tartály beépítési egység az elektromos tüzelőanyag-szivattyúval, a szűrővel és a nyomásszabályzóval, 28 - Kipufogógáz-hőmérséklet szenzor, 29 - Főkatalizátor (NO_x tároló és hármass hatású katalizátor), 30 - Lambda-szonda a főkatalizátor után

4.1.1. A levegőrendszer

Közepes fordulatszámig kb. 3000 min⁻¹ és kis fordulatszámigény mellett a motor rétegzett üzemmódban működik, tehát a fojtószelep teljesen nyitott. Ebben az üzemmódban a forgatónyomatékokat nem a beszívott levegő tömegével, hanem a befecskendezett tüzelőanyag mennyiségével állítja be a motorvezérlés. Az NO_x csökkentése érdekében kipufogógáz-visszavezetést (AGR) alkalmaznak. A levegő tömegáram mérésére a motorba irányuló tömegáramok (levegő és a kipufogógáz) pontos vezérlése miatt van szükség. A levegő tömegáram meghatározására hőfilmes légtömegmérőt és szívócsőnyomás érzékelőt használnak. A hőfilmes légtömegmérővel (6) történik a szívócsőbe áramló friss levegő mérése. Ennek a tömegáramnak a segítség-

⁸¹ Forrás: Bosch

ével meghatározható a szívócsőben lévő levegő parciális nyomása. A szívócső-nyomásszenzorral (8) mért szívócső-nyomás és e parciális nyomás különbségéből következtetni lehet a visszavezetett kipufogógáz-tömegáramra. A kipufogógáz-tömeg a szegény keverékű üzemben el nem égett oxigén-részt tartalmaz, amely a mért lambda értékből határozható meg. A fojtószelep feletti nyomásviszony és a beszívott levegő hőmérséklete segítségével a mért fojtószelep-nyitási szögből kiszámítható a fojtószelepen keresztül áramló frisslevegő-tömegáram. A kipufogógáz-ellennyomás segítségével meghatározható az EGR-szelepen keresztül visszavezetett kipufogógáz-tömegáram. Az EGR szelep pillanatnyi helyzetéről egy potenciométer ad kellő pontosságú tájékoztatást a motor ECU számára.

A beszívott levegő hőmérsékletének meghatározására mindkét mérőrendszerben hőmérséklet-szenzorokat alkalmaznak. A hőfilmes levegő-tömegárammérő jelenléte esetén a hőmérséklet-szenzort ebbe építik be, a nyomásmérős rendszerben ezt külön kell beépíteni a fojtószelep elé.

4.1.2. A tüzelőanyag-rendszer

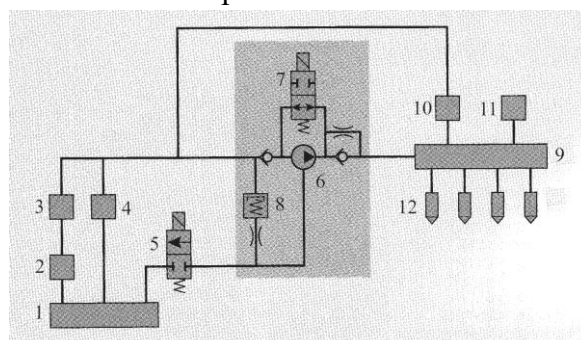
A tüzelőanyag-rendszere kis- és nagynyomású körből áll. Ebben a tekintetben jelentős eltérés mutatkozik a kisnyomású benzinbefecskendező rendszerektől, amelyben a befecskendező szelepek a kisnyomású körhöz csatlakoznak. A közvetlen befecskendezésű rendszer rendelkezik ugyanis egy nagynyomású szivattyúval.

A kisnyomású rendszer részei:

- elektromos tüzelőanyag-tápszivattyú a két beépített nyomáskorlátozó szeleppel;
- kisnyomású nyomásszabályzó;
- záró szelep.

A nagynyomású kör részei:

- nagynyomású szivattyú, amely 12 MPa (120 bar) nyomást hoz létre;
- mennyiség szabályzó szelep, amely a szivattyú által szállított mennyiséget szabályozza;
- gyűjtőcső, amely a befecskendezendő tüzelőanyag tárolójaként működik;
- Nyomásérzékelő, mely a gyűjtőcsőben lévő benzinnomás értékről ad információt a vezérlőegységnek;
- Nyomáskorlátozó szelep, mely a gyűjtőcső nyomását a maximális értékre korlátozza;
- Nagynyomású befecskendező szelepek.



609. ábra. A közvetlen benzinbefecskendezéses rendszer felépítése⁸²

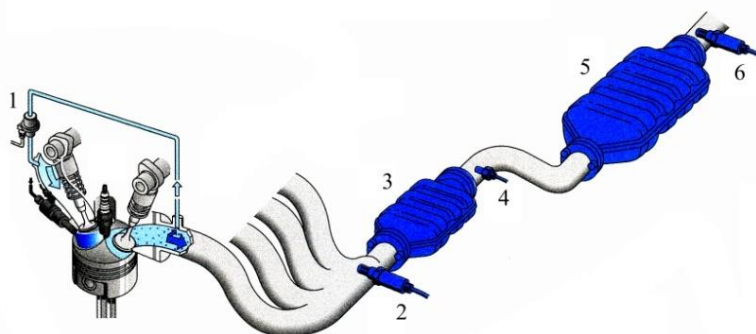
1 – Tüzelőanyag-tartály, 2 – Elektromos tüzelőanyag-tápszivattyú, 3 – Tüzelőanyag-szűrő, 4 – Kisnyomású nyomásszabályozó, 5 – Záró-szelep, 6 – Nagynyomású szivattyú, 7 – Mennyiség szabályzó szelep, 8 – Nyomáscsillapító, 9 – Gyújtócső, 10 - Nyomásszabályzó szelep, 11 – Nyomáskorlátozó szelep, 12 – Nagynyomású befecskendező szelepek

4.1.3. A gyújtásrendszer

A gyújtószikrához szükséges nagyfeszültséget hengerenkénti gyújtótekercesek biztosítják. A szegénykeverékes üzemmódban működő motor biztos gyújtáshoz nagyobb energiát és gyújtófeszültséget biztosító, nagyobb áttételű gyújtótekercsre van szükség.

4.1.4. A kipufogógáz-tisztító rendszer

A katalizátoros károsanyag-emisszió csökkentő rendszer az alábbi ábrán látható szerkezeti egységekből áll. A motor-közeli (más elnevezéssel elő-) katalizátor (3) fő feladata a motorindítás utáni gyors bemelegedéssel a hidegjáratási szakaszban az emisszió csökkentés, és a hőtermelés. Ezáltal a főkatalizátor is hamarabb eléri a beindulási hőmérsékletet, ami természetesen szintén csökkenti a károsanyag kibocsátást.



70. ábra. Kipufogógáz-tisztító rendszer NO_x katalizátorral⁸³

1 – Motor a füstgáz visszavezető rendszerrel, 2 – Szélessávú lambda-szonda 3 – Motor-közeli katalizátor, 4 – Feszültséggenerátor ugrássonza (monitor-szonda) 5 – NO_x tároló (főkatalizátor) 6 – Kétpontos lambda-szonda NO_x – szenzorral integrálva

A három komponensre ható előkatalizátor mögött egy különleges, kettős feladatú főkatalizátort (5) találunk. Egyik feladata a fő károsanyag összetevők mennyiségének további csökkentése, a másik az NO_x időleges eltárolása. Mivel szegénykeverékes üzemben nem keletkezik elegendő CO az NO_x redukálására, ráadásul a platina (mint oxidációs katalizátoranyag) oxidálja az N₂ egy részét is, a szegénykeverékes üzemmódban az NO_x döntő hányadát el kell tárolni. Az NO_x tároló (Nitrogenoxide Storage Catalyst = NSC), nitrogénoxid abszorber, vagy NO_x csapda hatóanyaga általában BaO, ritkán KO. Mivel az NO_x csapdát a hármas hatású katalizátorral építik egybe, a platina, a ródium és a palládium mellett a felületnövelő rétegen a BaO is jelen van. A

⁸² Forrás: Bosch

⁸³ Forrás: Bosch

68. ábrán megfigyelhetjük azt is, hogy a közvetlen befecskendezéses rendszereknél, legtöbbször nem találunk szekunderlevegő bevezető rendszert, mivel e befecskendező rendszer szükség esetén létre tud hozni katalizátorhevítő üzemmódot is.

NO_x - tároló katalizátor működése

Az NO_x eltárolásának folyamata:

Az NO_x - tároló hatást, a főkatalizátorban jelenlévő báriumoxid eredményezi. Szegény keverékes üzemben ($\lambda > 1$) a főkatalizátorban, első lépésként a platina tovább oxidálja az NO-t NO₂-vé. A második lépésben az NO₂-t és a kipufogógázban lévő O₂ egy részét, a BaO kémiaiilag megköti, báriumnitrát - Ba(NO₃)₂ - keletkezik. Ez a folyamat 250-500°C-on zajlik ideálisan.

A tároló regenerálása:

A báriumnitrát báriumoxiddá regenerálása néhány másodperces dús keverékes üzemben ($\lambda \sim 0,85-0,9$) jön létre. Ekkor a viszonylag sok CO az első lépésben a Ba(NO₃)₂ -t visszaalakítja BaO-dá, NO-dá és CO₂-vé. Az eltárolóanyag tehát e folyamatban regenerálódott. Második lépésben a ródium katalizátoranyag az NO-t a CO-val redukálja N₂-vé és CO₂ is keletkezik.

A tárolási és regenerálási periódusok irányítását a motorvezérlő alapvetően kétféle módon végezheti. A kevésbé precíz, ha a bemeneti jellemzők ismeretében egy modell alapján a motorvezérlő számításal igyekszik meghatározni, hogy milyen mértékben lehet telített az NSC. Ekkor a fő katalizátor mögött egy monitorszondát találunk. A másik - a szabályozott - megoldásnál egy NO_x szenzorral érzékeli a főkatalizátor mögötti füstgáz nitrogénoxid tartalmát. Ha az számottevően megnövekszik, az ECU „tudja”, hogy az NO_x tároló katalizátor „megtelt”, kezdeni kell a regenerálást. Az NO_x-szonda egy áramszonda, amely a kipufogógáz pillanatnyi NO_x tartalmától függő áramjelet állít elő. A μA nagyságú szondaáram és a szonda táplálása miatt, általában a szonda közelében egy „saját ECU-t” helyeznek el, amely vagy közvetlenül, vagy CAN-en kommunikál a motor ECU-val.

A rendszer működési periódusai

Rétegezett szegénykeverékes üzemben kb. 60-90 s-ig az NSC eltárolási üzemmódban működik, a BaO folyamatosan köti meg az NO-t a fentebb megismert kémiai reakcióknak megfelelően. Ha az NO_x-tároló katalizátor megtelt, - erről a motorvezérlő az NO_x szenzor áramjele alapján közvetve szerez tudomást, jön a kb. 2 másodperces $\lambda \sim 0,85-0,9$ -es homogénkeverékes üzem. Mivel ekkor a dús keverék miatt viszonylag sok CO keletkezik, a regenerálási folyamat gyorsan lejátszódik és a rendszer 60-90 másodpercre ismét átállhat a részterheléskor jobb hatásfokú rétegezett üzemre. A benzin a mai napig tartalmaz ként, amely több szempontból is kedvezőtlen hatású. (Pl. az égése során keletkező kéndioxid veszélyes károsanyag, nagy mennyiségben a vízzel egyesülve savas esőt hozhat létre). A kén a nitrogénoxid tároló katalizátor működését is kedvezőtlenül befolyásolja, mivel az a báriumoxiddal egyesülve BaSO₄-et alkot. Ez csökkenti az aktív BaO mennyiségét, ezzel csökken az NSC-ben eltárolható nitrogénoxid mennyisége is. Ekkor lerövidül a tárolási idő, s ha az egy meghatározott érték alá csökken, az ECU kéntelenítési üzemmódot rendel el. Ekkor 650°C fölé hevíti a főkatalizátort, amelynek eredményeként a BaSO₄ báriumoxiddá és kéndioxiddá bomlik. A kéntelenítési folyamatban a rendszer váltogatja

a dús homogén keverékes, valamint a rétegezett, katalizátorhevítő üzemet. (Az utóbbi üzemmódnál utógyújtás irányba állít, és dupla befecskendezést alkalmaz). A második befecskendezés a munkautemben jön létre, s a tüzelőanyag számottevő hányada a katalizátorokban ég el, jelentős hőmérsékletnövekedést létrehozva.

A szervofék depressziójának szabályozása: A fojtás nélküli (rétegezett keverékképzésű) üzemben hiányzik a szívócsőben létrejövő depresszió, ami létrehozza a depressziót a fékerő-rásegítőben. Depresszió-kapcsoló vagy nyomásérzékelő méri, hogy elegendő-e a depresszió a fékerő-rásegítőben. Adott esetben át kell váltani egy másik üzemmódra, amelyben felépíthető a fékrásegítéshez szükséges depresszió.

4.1.5. Fedélzeti diagnosztika

A közvetlen benzinbefecskendezéses és rétegezett keverékképzésű rendszerek fedélzeti diagnosztikája a nagynyomású rendszer és azok tartozékaival egészül ki, a hagyományos szívócsatorna befecskendezésű rendszerekhez képest. Ennek a nagynyomású körnek az összes elemét ellenőrizni kell a megbízható működés szempontjából, és hiba esetén a biztonságos szükség üzemmódot is biztosítani kell, hogy a gépkocsival a legközelebbi szervizig el lehessen jutni. A hibatárolóban eltárolt hibáról megfelelő módon tájékoztatni kell a jármű vezetőjét és javítást végző szakembert.

4.2. Változtatható paraméterű szelepvezérlés

4.2.1. A vezérlési idő hatása a motorüzemre

A szelepek nyitási törvénye csupán egy szűk üzemi tartományban jelent optimumot a motor számára, az ettől eltérő esetekben viszont korlátozza az optimális töltetcserét.

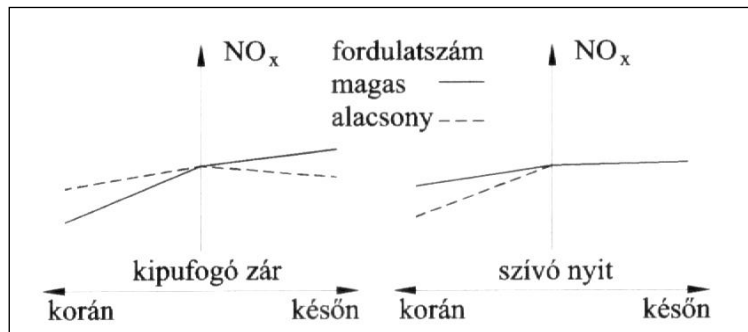
Az üzemállapothoz történő igazításra a szelep nyitási függvényének megváltoztatása kínál lehetőséget, melynek két módja lehetséges:

- a szeleplöket üzem közbeni változtatása (fojtószelep nélküli terhelésszabályozás)
- a szelepnitási időzítés jellemzőinek megváltoztatása (változtatható paraméterű szelepvezérlés)

A szívószelep korábbi zárása a motorteljesítményre és a nyomatékra nézve alacsony motorfordulatszámokon hatásos (a dugattyú nem tolja vissza a közeget).

A szívószelep későbbi zárása a motorteljesítményre és a nyomatékra nézve magasabb motorfordulatszámokon hatásos (a levegő tehetetlenségénél fogva még tovább áramlik).

4.2.2. A vezérlési idő hatása az NO_x emisszióra



611. ábra. A vezérlési idők hatása az NO_x emisszióra⁸⁴

Belső kipufogógáz visszavezetés: a hengertöltet maradékgáz hányadát nem külső, vezérelt csatorna (EGR) segítségével növeli a motorvezérlő rendszer, hanem a vezérlési paraméterek célszerű megválasztásával éri el ugyanazt a hatást. A kipufogógáz egy részének benntartása, vagy visszaszívása a hengerben azt eredményezi, hogy csökken az égési véghőmérséklet, aminek következtében kevesebb NO_x keletkezik. Ezért nem találunk a változtatható paraméterű szelepvezérlésű motoroknál kipufogógáz visszavezető (EGR) rendszert.

- Magas fordulatszámon a kipufogószelep korábbi zárása hatásos, mivel fojtása révén visszatartja a hengerben elégett gáz egy részét.
- Alacsony fordulatszámon a későbbi kipufogószelep zárás a hatásosabb, mivel ez a kipufogórendszer felől égéstermék visszaszívást okoz.
- Alacsony fordulatszámon a korai szívószelep nyitás előnyös, ami a szívócsőbe történő égéstermék visszaáramlást okoz.

A működési elv szerint lehetnek:

- Mechanikus működtetésű (centrifugális állítás a vezértengelyen)
- Hidraulikus
 - Szíj vagy láncállítás a vezértengelyen
 - „Írányváltó motor-állítás” a vezértengelyen

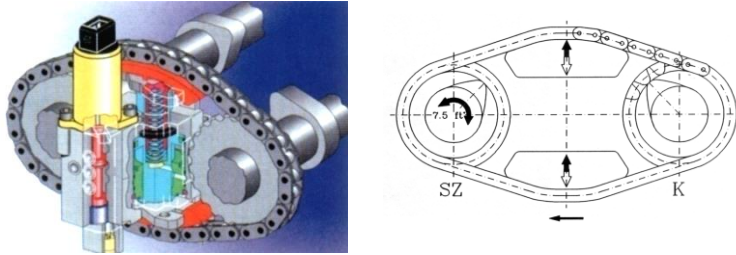
A szerkezet bonyolultsági foka szerint lehetnek:

- Első generációs (két véghelyzet állítók)
- Második generációs (két véghelyzet között fokozat nélkül állító szerkezetek)
- Harmadik generációs („írányváltó motor” elvére alapozott szerkezetek)

Első generációs (két véghelyzet) állítók

⁸⁴ Forrás: Toyota

Láncos vezérműtengely állító

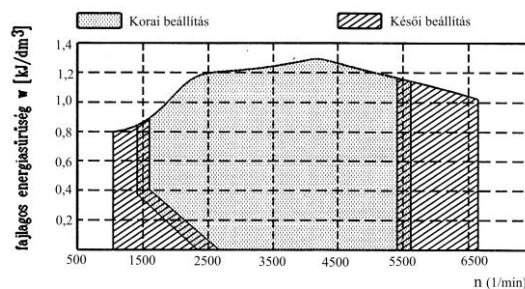


622. ábra. VARIOCAM szelepvezérlő rendszer⁸⁵

Működése: A kipufogó-vezérműtengely meghajtásáról fogazott szíj gondoskodik. A szívó-vezérműtengelyt a kipufogóról láncsal hajtják át. A fel és a lefutó bütyökprofilok méret és alak eltérése miatt az áthajtó láncba csillapítóval szerelt feszítőt alkalmaznak.

A vezérmű-állító 7,5 vezérműtengely fok szögelfordulást hoz létre.

A vezérlési jellegmező az alábbi ábrán látható:



63. ábra. VARIOCAM szelepvezérlő rendszer vezérlési jellegmezője⁸⁶

Második generációs két véghelyzet között fokozat nélkül állító szerkezetek

A BMW M3-VANOS (Variable Nockenwellen-Spreizung). Jelentése változtatható vezértengely-elékelési szög.

Fő jellegzetessége:

- A szívószelep üzem közbeni állíthatósága 42°-os tartományban fokozatmentesen történik.
- A motor 250 km/h-nál történő leszállítását is a rendszer végzi.

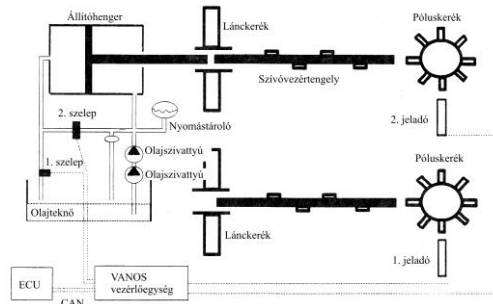
Az M3-VANOS a fojtószelep-potenciométer (terhelési jel) és a motorfordulatszám alapján határozza meg a szívó vezértengely optimális beállítási helyzetét. A szívó vezérműtengely a beavatkozást a lánckerék és a szívó vezérműtengely közé épített fogazott tengely végzi, amelyet a munkadugattyú mozdit el a kívánt mértékben, tengelyirányban. Ez váltja ki a ferde fogazat révén, a vezérműtengely és a lánckerék egymáshoz viszonyított elfordulását. A mintegy 100 bar értékű üzemi olajnyomást a kipufogó-vezértengely által meghajtott, erre a célra járulékosan beépített olajszivattyú állítja elő. Ezzel a működési sebességet sikerült megnövelni: a vezértengely elállítási idő 250 ms. A szívó vezérműtengely elékelési szöge (azaz a maximális löket

⁸⁵ Dr. Lakatos István: Gépjárműmotorok szelepvezérlése, AJAX Szakkönyvtár, 21. ábra

⁸⁶ Dr. Lakatos István: Gépjárműmotorok szelepvezérlése, AJAX Szakkönyvtár, 25. ábra

helye a felső holtponthoz viszonyítva) a legkésőbbi beállítási helyzetben 122°ft, míg a legkorábbi 80°ft.

A BMW M3-VANOS rendszer felépítése:



64. ábra. Az M3-VANOS rendszer felépítése⁸⁷

Az olajszivattyú a mágnes-szelephez, majd az állítóhengerbe szállítja az olajat. Ha a vezérlőegység számításai alapján a szívó vezérműtengely későbbre időzítése válik szükségessé, akkor a (2) mágnes szelep zárva marad és az (1) kinyit. Ennek eredményeként az állítóhenger rudazat felőli oldalán megnő a nyomás és a szívó vezérműtengelyt a késői időzítés irányába mozdítja. A motor indításakor mindkét mágnes szelep zárva van. Ez azt jelenti, hogy a szívóvezér-tengely alaphelyzetben van. Alapjáraton, a szívásidőzítés a késői véghelyzetnek megfelelő. Gyorsításakor, amikor a vezérlőegység korai állítást „ítél szükségesnek” a (2) mágnes-szelep nyit és az (1) zárva marad. Az állítódugattyú mindkét oldalán azonos az olajnyomás. A dugattyú alsó részéhez rögzített fogazott tengely ilyenkor korai irányba fordítja el a tengelyt. A szabályozási folyamat 0°ft és 42°ft között tetszőleges beállítási helyzetet tesz lehetővé. Amikor a kívánt vezértengely helyzet megvalósul, a VANOS-vezérlőegység mindkét mágnes-szelepet zárja.

A **harmadik generációs** vezérműtengely-állítók a szívó és a kipufogó vezérműtengelyt fokozat-mentesen képesek állítani az alábbi táblázatnak megfelelően. A táblázat azt is mutatja, hogy a szívócső hosszát hogyan kell változtatni a motor alacsony fordulatszámán annak érdekében, hogy a keverékképzés alacsonyabb fordulatszámon is megfelelő legyen, illetve magasabb motorfordulatszámon ne okozzon fojtást a rendszer.



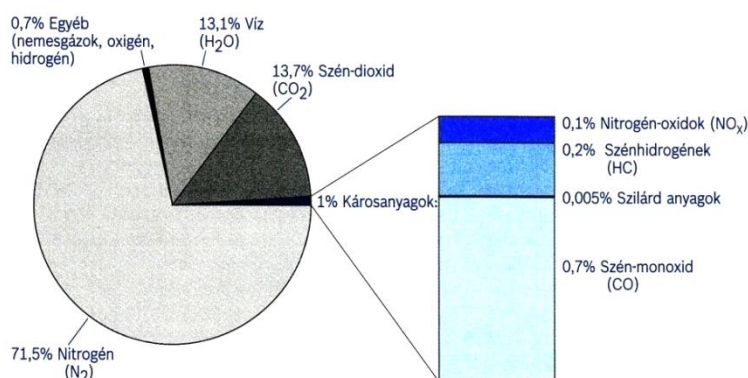
65. ábra. A harmadik generációs vezértengely-állító működése⁸⁸

⁸⁷ Dr. Lakatos István: Gépjárműmotorok szelepvezérlése, AJAX Szakkönyvtár, 27. ábra

⁸⁸ Forrás: Renault

4.3. Benzinmotorok gázelemzése

4.3.1. A benzinmotor kipufogógáz összetevői



66. ábra. A benzinmotor kipufogógáz összetevői⁸⁹

Fő alkotóelemek:

Nitrogén (N₂)

A nitrogén, mint a motor által beszívott levegő fő alkotóeleme (78%) a tüzelőanyag elégetésében nem vesz részt. Azonban kb. 71,5%-kal a kipufogógáz legjelentősebb alkotóeleme.

Szén-dioxid (CO₂)

A tüzelőanyagban található kémiai kötött szén tökéletes égés esetén szén-dioxidot (CO₂) hoz létre, melynek részaránya a kipufogógázban kb. 13,7%. A kibocsátott szén-dioxid mennyisége egyenesen arányos a tüzelőanyag-fogyasztással. A széndioxid-kibocsátást csak tüzelőanyag-fogyasztás csökkentésével lehet csökkenteni. Üvegházhatást okoz, ami jelentős klímaváltozással jár.

Víz (H₂O)

A tüzelőanyagban található kémiai kötött hidrogén elégetése során vízgőz keletkezik, mely lehűléskor legnagyobb részben kondenzálódik. Hideg időben gőzfelhőként jelenik meg a kipufogócső végén. A kipufogógázban található részarány kb. 13,1%.

Melléktermékek (káros összetevők)

Szén-monoxid (CO)

A szén-monoxid dús levegő-tüzelőanyag keverék tökéletlen égése során keletkezik a levegőhiány miatt. A szén-monoxid színtelen, szagtalan gáz. Csökkenti az ember oxigénfelvevő képességét a vérben és ezért a testben mérgezést okoz.

Szénhidrogének:

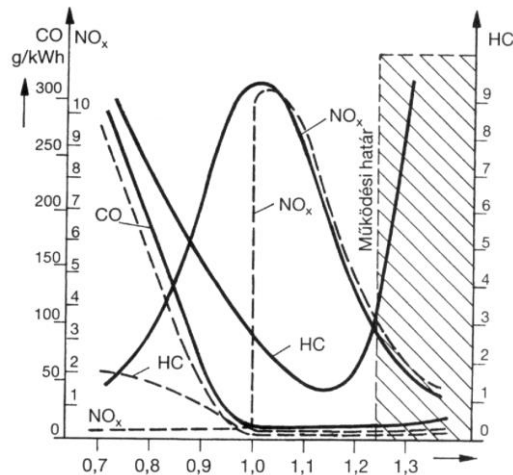
Szénhidrogének gyűjtőfogalom alatt (Hydrokarbon-HC) a szénből (C) és a hidrogénből (H) álló összes vegyületet értjük. A HC-kibocsátás a levegő tüzelőanyag keverék oxigénhiány következtében fellépő tökéletlen égésére vezethető vissza.

A szénhidrogének rákkeltő hatásúak.

⁸⁹ Forrás: Bosch

Nitrogén-oxidok (NO_x)

A nitrogén-oxid a nitrogénből és oxigénből álló vegyületek gyűjtőfogalma. Olyan égési folyamatok melléreakciójánál keletkezik, amelyben nitrogént tartalmazó levegő van jelen. A motorban a magas égési vég hőmérséklet esetén keletkezik nagyobb mennyiségben. A nitrogén-oxid (NO) színtelen szagtalan gáz. A nitrogén-dioxid vörösesbarna színű, szúrós szagú gáz és nyálkahártya irritációt savas esőket és szmogot okoz.



67. ábra. A kipufogógáz-összetevők változása a légviszony függvényében⁹⁰

Kén-dioxid (SO₂)

A tüzelőanyag kéntartalmának oxidációja következtében jön létre.

Szilárd anyagok (részecskék, korom)

Benzinmotoroknál elhanyagolhatóan kicsi

4.3.2. Hatósági környezetvédelmi vizsgálat

Minden gépjárművet meghatározott időnként környezetvédelmi felülvizsgálatra köteleznek. A mérés előtt szemrevételezéssel az alábbiakat kell ellenőrizni.

- A kipufogórendszer állapotát;
- A forgattyúház-szellőztető rendszer állapotát;
- A légszűrő állapotát;
- A kipufogógáz-visszavezető rendszert;
- A katalizátor állapotát;
- Az érzékelők és a perifériák vezetéseit;
- A lambda-szondát
- A tartályszellőztető rendszert;
- A zavarjelző (MIL) lámpa jelzését.

⁹⁰ Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokoljai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 8.1. ábra

Szabályozott keverékképzésű, katalizátoros gépkocsik felülvizsgálata

A műszerek csatlakoztatása (olajhőmérséklet-adó, fordulatszámadó, kipufogógáz-mintavevő szonda és egyes esetekben előgyújtás- és zárásszögmérő) után be kell táplálni a vizsgálati feltételeket, a gyártó által előírt adatokat:

- motorhőmérséklet, a gyártó szerint, vagy min. 70°C olajhőmérséklet,
- alapelőgyújtás és zárásszög (ha mérhető általános diagnosztikai eszközökkel),
- alapjárat fordulatszám,
- alapjárat CO, tf% kibocsátás megengedhető legnagyobb értéke (gyári érték hiányában 0,5%),
- emelt üresjárat fordulatszám (gyári érték hiányában 2500...3000 1/min),
- lambda-érték emelt üresjáraton (gyári adat hiányában $\lambda = 1,0 \pm 0,03$),
- emelt üresjárat CO, tf% koncentráció (a gyári előírás vagy annak hiányában max. 0,3%).

A környezetvédelmi jellemzők mérése

- A motor hőmérsékletének mérése és dokumentálása (alapjáraton);
- A gépkocsi emelt fordulatu üresjárat jellemzőinek mérése és dokumentálása (a mérés előtt a fordulatszámot legalább 30 s ideig a vizsgálati fordulatszámon kell tartani), mérendő:
 - az emelt üresjárat fordulatszám, 1/min
 - a lambda-érték
 - a CO-koncentráció tf%.
- A gépkocsi alapjárat fordulatú jellemzőinek mérése és dokumentálása (a mérés előtt a fordulatszámot legalább 30 s ideig a vizsgálati fordulatszámon kell tartani), mérendő:
 - az alapjárat fordulatszám, 1/min
 - a CO-koncentráció a kipufogócső végén, tf°
 - az alap-előgyújtási időpont, ft°, ha mérhető.

A gépkocsi minősítése

- MEGFELELŐ: ha a szemrevételezéses ellenőrzés, eredménye megfelelő, és a mért értékek a gyári előírásnak, ill. annak hiányában a rendelet által megadott értékeknek megfelelnek;
- NEM MEGFELELŐ: minden az előbbtől eltérő esetben.

Szabályozott keverékképzésű, katalizátoros, OBD rendszerrel felszerelt gépkocsik felülvizsgálata

Otto-motoros, szabályozott keverékképzésű, katalizátoros, OBD rendszerrel felszerelt gépkocsi környezetvédelmi felülvizsgálatához 2004. január 1-jétől csak automatikus vezérlésű és kiértékelésű mérőrendszerek használhatók, amelyek rendelkeznek az OBD rendszer adatainak kiolvasását és az adatoknak a mérésvezérlését végző műszeren, ill. a mérőrendszer képernyőjén történő megjelenítését lehetővé tevő programmal.

Az OBD I szerint minden olyan rendszert ellenőrizni kell, amely emisszió korlátozó feladatot lát el, és elektromosan az irányítórendszerrel kapcsolatban áll. A bekövetkezett és tárolt hibára a gépjármű műszerfalán elhelyezett lámpa (MIL - Malfunction Indicator Lamp) kigyulladására figyelmezteti az üzemeltetőt.

Az OBD I előírásokat az 1994-es modellévtől kezdődően felváltották az OBD II előírások. (1996. január 1-jével Otto-motoros gépjárműveire a halasztó hatályi kivételi engedélyek is lejárta, dízelmotorral szerelt gépjárműveknél 1997-ben.) Az OBD II a személygépjárművekre és a könnyű haszongépjárművekre.

A környezetvédelmi felülvizsgálatot a szabályozott keverékképzésű, katalizátoros gépkocsiknak megfelelően kell elvégezni, a következő kiegészítésekkel:

Az OBD kiolvasót, ill. a felülvizsgáló műszert csatlakoztatni kell a gépkocsi diagnosztikai csatlakozójához, és a gyújtást bekapcsolva (a motor beindítása nélkül), meg kell várni a motorvezérlő egységgel történő kapcsolat felépülését.

A motort be kell indítani, alapjáraton járatni és a zavarjelző (MIL) lámpa jelzését szemrevételezés alapján értékelni kell. A MIL lámpának ki kell aludnia. A MIL lámpa hibajelzése esetén a felülvizsgálat nem folytatható.

Az OBD rendszer funkcionális ellenőrzése:

- Az OBD kiolvasónak automatikusan a MODUS 01 (mért értékek) vizsgálati módba kell kapcsolnia, és fel kell ismernie a motorvezérlő diagnosztikai rendszerének státusát. Normális kommunikáció esetén a diagnosztikai rendszer státusa csak információs adat, nem kerül értékelésre.
- Ki kell olvasni a zavarjelző (MIL) lámpának a motorvezérlő diagnosztikai rendszerében tárolt állapotát (be/ki).
- Ki kell olvasni a tárolt hibák számát.
- Ki kell olvasni az ún. készenléti kódot (továbbiakban Readyness-kód, jelzi, hogy milyen rendszerkomponensek ellenőrzésére van felkészítve az OBD rendszer és a lehetséges ellenőrzések közül melyeket hajtotta végre).

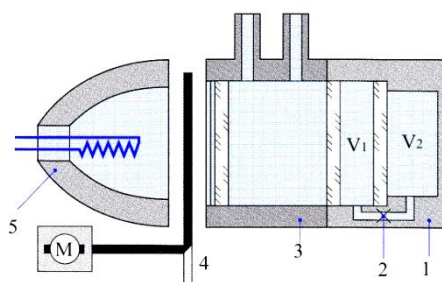
4.3.3. A kipufogógáz mérésének elve

A kipufogógáz-mérő műszereket az üzemeltetés közbeni felügyelet során végzett kipufogógáz méréskor alkalmazzák, a hatóság által előírt kipufogógáz határértékek betartásának érdekében, valamint hibakeresési és szerviztevékenységek során.

Mérési eljárás

A kipufogógáz egyes alkotóelemeit szelektív módon, nagy pontossággal kell mérni. A laboratóriumokban ehhez költséges eljárásokat alkalmaznak. A szakszervizekben a kipufogógáz ellenőrzéséhez végül az infravörös eljárás terjedt el. Ez az eljárás azon az elven alapszik, hogy az infravörös fényt a kipufogógáz bizonyos összetevői erősen elnyelik, mégpedig az adott komponensre jellemző hullámhosszon.

Kivitelről függően léteznek egykomponensű berendezések vagy többkomponensű berendezések.



68. ábra. Mérőkamra az infravörös eljárás szerint⁹¹

Egy kb. 700°C-ra felmelegített sugárzószáll infravörös sugarakat bocsát ki, melyek átvilágítanak egy mérőedényt és egy fogadó kamrába (1) lépnek be.

A CO-mérés esetén a fogadókamrában gáz van meghatározott CO-mennyiséggel. Ez a CO-ra jellemző sugárzás egy részét elnyeli. Ennek az elnyelésnek a hatására a gáz hőmérséklete emelkedik, aminek következtében az áramlásérzékelőn keresztül a V₁ kamrából gáz áramlik át a V₂ kamrába. Mivel a sugárzást egy forgótárcsa ritmikusan megszakítja, a két, V₁ és V₂ kamra között váltakozó áramlás jön létre. Az áramlásérzékelő ezt az áramlást elektromos váltakozó jellé alakítja át.

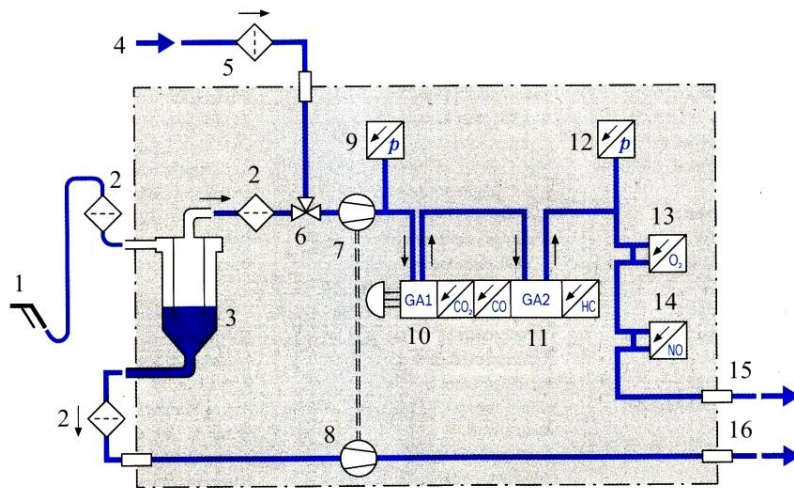
Egy változtatható CO-tartalmú mérőgáz a mérőedényen való átáramlás során a CO-mennyiség arányának megfelelően elnyeli a sugárzási energia egy részét, mely így nem jut el a fogadókamrába. Ennek következtében csökken a fogadókamrán átáramló mennyiség. Így lesz a változó alapjeltől való eltérés a mérőgáz CO-tartalmának mértéke.

A mérendő kipufogógázt a gépjármű kipufogócsövén egy szondával leveszik. A mérőkészülékbe szerelt membránszivattyú (7) elszívja a gázt, mely egy durva szűrőn (2) keresztül a kondenzátum-kiválasztóba (3) jut. A beszívott kondenzvíz és a nagyobb szennyeződések itt kiválasztódnak, mielőtt a mérőgáz egy másik szűrőben ismét tisztításra kerül. Egy második membránszivattyú (8) a kondenzátumot a kondenzációs kimenethez vezeti.

A mérendő gáz ezután a gázelemző kamrába GA1 (10) jut, és megtörténik a CO₂ és CO gázértékek meghatározása. Ezután a gáz a GA2 gázelemző kamrába (11) kerül, mely a HC-részarányt határozza meg. Mielőtt a gáz elhagyná a mérőkészüléket a gázkimeneten (15) keresztül, áthalad az elektronikus szenzorokon (13 és 14), melyek az oxigén (O₂) és a nitrogén-oxid (NO) részarányát mérik.

A gázszivattyú (7) előtti mágnes-szeleppel (6) a mérőkamra bemenete átkapcsolódik kipufogógázzal levegőre, ha az automatikus nullapont beállítás megtörténik.

⁹¹ Forrás: Bosch



69. ábra. A gáz útja a többkomponensű kipufogógáz mérőkészülékben⁹²

1 – Mintavevő szonda, 2 – Nedves szűrő, 3 – Kondenzátum leválasztó, 4 – Levegő, 5 – Aktívszén-szűrő, 6 – Mágnes szelep, 7 – Gázszivattyú, 8 – Kondenzátum szivattyú, 9 – Nyomásérzékelő, 10 – Gázelemző készülék, GA1 (HC mérőkamra), 11 – Gázelemző GA2 (HC mérőkamra), 12 – Környezeti nyomás érzékelő, 13 – Elektrokémiai szenzor (O₂ – szenzor), 14 – Elektrokémiai szenzor (NO – szenzor), 15 – Gáz elvezetés, 16 – Kondenzátum elvezetés

Az aktívszén-szűrő (5) a levegőbemenetnél (4) védi a mérőkészüléket a környezeti levegőből származó szénhidrogének (HC) behatolása ellen.

Egy nyomásérzékelő (9) végzi a teljes gázút tömítettségének ellenőrzését, egy másik nyomásérzékelő (12) meghatározza a környezeti nyomást, melyet a számításoknál figyelembe kell venni. A hatósági környezetvédelmi vizsgálatok végrehajtásához elegendő a négy komponensű gázelemző használata. A négy komponens: CO, HC, CO₂, O₂. Ezen gázok ismeretében a Brettschneider-formula segítségével meghatározható a lambda-érték.

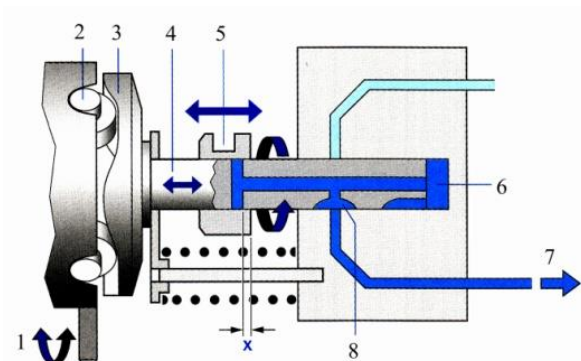
5. Dízelmotorok irányító rendszerei

5.1. A dízelbefecskendező rendszerek szerkezeti kialakításai

5.1.1. Forgóelosztós befecskendező szivattyúk

A forgóelosztós befecskendező szivattyúk jellemzője, hogy egyetlen szivattyúelem végzi minden henger tüzelőanyag-ellátását. A szárnylapátos tápszivattyú szállítja a tüzelőanyagot a belső nagynyomású térbe. A magas-nyomás létrehozása axiális dugattyún keresztül történik. Egy forgó központi elosztódugattyú nyitja és zárja a szabályozó réseket (8) és furatokat és így osztja el a tüzelőanyagot a motor egyes hengereihez. A befecskendezési mennyiséget szabályozó to-lattyú szabályozza.

⁹² Forrás: Bosch



- 1-Befecskendezés állítása
- 2-Görgű
- 3-Lökettárcsa
- 4-Axiális dugattyú
- 5-Szabályozó tolattyú
- 6-Nagynyomású tér
- 7-Tüzelőanyag a befecskendező szelephez
- 8-Vezérlőrés
- x-Hasznos löket

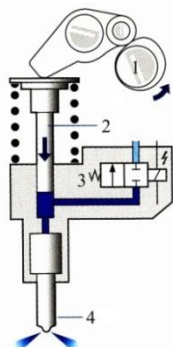
70. ábra. Az élvezérlésű, axiáldugattyús befecskendező szivattyú működési elve⁹³

A motor egy forgó lökettárcsát hajt meg. A bütykemelések száma a lökettárcsán megfelel a motorhengerek számának. Ezek legördülnek a görgős gyűrű görgőin és az elosztó dugattyún a forgómozgás mellett emelőmozgást hoznak létre.

5.1.2. Külső meghajtású egyedi adagoló porlasztók

Az adagoló porlasztókat közvetlenül a motor vezérműtengelye hajtja. A motor vezérműtengelyén a motor szelepvezérlésére szolgáló bütykök mellett megtalálhatók az adagolóporlasztó működtetéséhez szolgáló bütykök is. Ezeket a rendszereket általában haszongépjármű dízelmotorokon alkalmazzák.

Adagoló porlasztó egység



- 1 - Működtető bütyök
- 2 - Az adagoló dugattyúja
- 3 - Nagynyomású mágnes szelep
- 4 - Befecskendező fúvóka

71. ábra. Adagoló-porlasztó egység⁹⁴

Az adagoló-porlasztók működési módja lényegileg megegyezik a soros befecskendező szivattyúéval. Az adagolóporlasztó egység (Unit Injector System) esetében a befecskendező szivattyú és a porlasztó-fúvóka közös egységet alkot. Minden egyes hengerhez a motorban egy adagolóporlasztó egységet szerelnek be a hengerfejbe. Ezt a motor vezérműtengelye, vagy közvetlenül egy nyomórúd, vagy egy himba működteti. Az adagoló-porlasztó integrált építési módjának köszönhetően nincs szükség a többi dízel befecskendező rendszerben alkalmazott nagynyo-

⁹³ Forrás: Bosch

⁹⁴ Forrás: Bosch

mású vezetékre a befecskendező szivattyú és a porlasztó-fűvóka között. Ezért az adagolóporlasztó egység rendszert lényegesen magasabb befecskendezési nyomáson lehet működtetni. A maximális befecskendezési nyomás jelenleg 2200 bar (csak hasznójárművek esetén). Az adagoló-porlasztó egység elektronikus vezérléssel működik. A befecskendezés kezdetét és időtartamát a motorvezérlő számítja ki és nagynyomású mágnes szelepeken keresztül vezérli.

Adagolóporlasztó-nyomócső egység

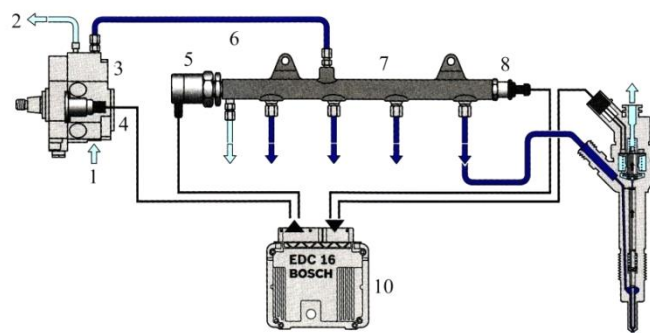
A moduláris adagolóporlasztó-nyomócső egység (UPS ill. PLD) ugyanolyan eljárás szerint működik, mint az adagoló-porlasztó egység), de azzal ellentétben a fűvókatartó kombináció és a befecskendező szivattyú egy rövid, az alkatrészeknek megfelelő nagynyomású vezetékkel vannak összekötve. A nagy nyomás létrehozásának és a fűvókatartó-kombinációnak a szétválasztása egyszerűbb felszerelést tesz lehetővé a motoron.

A motorban minden egyes hengerhez egy adagoló egység (adagoló, vezeték és fűvókatartó szerkezet) kerül beépítésre, melyet a motor vezérműtengelye hajt meg.

Az adagolóporlasztó-nyomócső egységnél is gyorsan kapcsoló, nagynyomású mágnes-szeleppel elektronikusan vezérlik a befecskendezés kezdetét és időtartamát.

5.1.3 Közös nyomócsöves rendszer (CR)

A közös nyomócsöves (Common Rail), nagynyomású tároló és befecskendező rendszernél a nyomás létrehozása és a befecskendezés egymástól függetlenül történik, tárolt mennyiséggel, mely a közös elosztócsőből (Common Rail) és a befecskendező szelepekből áll. A befecskendezési nyomást a motor fordulatszámától és a befecskendezési mennyiségtől teljesen függetlenül hozza létre egy nagynyomású szivattyú. A rendszer ezzel nagy flexibilitást nyújt a befecskendezés terén.



72. ábra. Közös nyomócsöves rendszer⁹⁵

- 1 – Elő-tápszivattyútól, 2 – Tüzelőanyag visszafolyás, 3 – Nagynyomású szivattyú, 4 – Mennyiség szabályzó, 5 – Nyomásszabályzó, 6 – Nagynyomású csővezeték, 7 – Elosztócső (Rail), 8 – Nyomásérzékelő, 9 – Befecskendező szelep, 10 – Motorvezérlő (EDC)

A nyomásszint ilyenkor 1600 bar (szgk.) ill. 1800 bar (hasznójárművek) lehet.

⁹⁵ Forrás: Bosch

Általában egy görgőcellás elő-tápszivattyú tüzelőanyagot továbbít vízleválasztós szűrőn keresztül a nagynyomású szivattyúhoz. A nagynyomású szivattyú biztosítja az állandó magas tüzelőanyag nyomást az elosztócsőben.

A befecskendezés időpontját és mennyiségét, valamint az elosztócső nyomását az elektronikus dízelvezérlés (EDC, Electronic Diesel Control) határozza meg a motor üzemi állapotától és a környezeti feltételektől függően.

A befecskendezett tüzelőanyag mennyiségét a nyomás és a befecskendező szelep nyitvatartási ideje együttesen határozza meg. A nyomásszabályozó szelep, mely a felesleges tüzelőanyagot visszavezeti a tüzelőanyag-tartályba, szabályozza a nyomást. Az újabb generációs Common Rail rendszerekben a befecskendezést az elő-tápszivattyú szállítási teljesítményének szabályozásával változtatják.

A befecskendező szelepek (injektorok) az elosztócsőhöz rövid nyomócsővel csatlakoznak. A korábbi generációs közös nyomócsöves rendszerekben mágnes-szelepes befecskendező szelepeket alkalmaznak, míg a legújabb rendszerekben piezo befecskendező szelepek működnek. Ezeknél a mozgatott tömeg és a belső súrlódás csökkentett, aminek köszönhetően nagyon rövid kapcsolási idővel történhet a befecskendezés. Ennek a károsanyag-kibocsátásra gyakorolt hatása nagyon kedvező.

5.2. Kipufogógáz turbófeltöltés

A turbófeltöltést a motorok teljesítményének növelésére használták többnyire haszongépjárművekben. Manapság már szinte kivétel nélkül minden dízelmotorban alkalmaznak valamilyen feltöltési eljárást. A szívómotorral ellentétben a feltöltött motor esetében a levegő túlnyomással kerül a motorba. Ennek következtében a motor hengerében megnő a levegőtömeg, ami megfelelően megnövelt tüzelőanyag-mennyiséggel nagyobb teljesítményt biztosít azonos hengerűrtartalom mellett, illetve azonos teljesítmény érhető el kisebb hengerűrtartalommal. A henger méret csökkentésével csökkenthető a tüzelőanyag-fogyasztás ezzel egyidejűleg a károsanyag-kibocsátási értékek is javulnak. A legújabb környezetvédelmi előírások nem is teljesíthetők a motorok feltöltése nélkül.

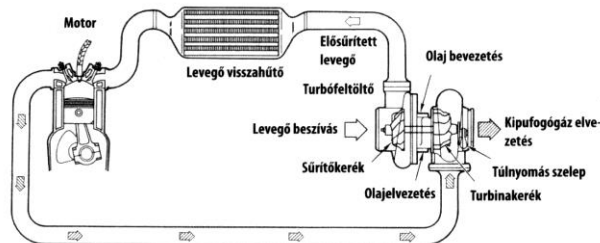
A dízelmotor különösen alkalmas a feltöltéshez, mivel itt csak a levegő kerül sűrítésre és nem a levegő-tüzelőanyag keverék, valamint a rá vonatkozó minőségi szabályozásnak megfelelően jól kombinálható feltöltővel.

Kétféle feltöltési módszert különböztetünk meg:

- A kipufogógáz turbófeltöltő esetében a sűrítési teljesítményt a kipufogógázból lehet nyerni (áramlástechnikai kapcsolat a motor és a feltöltő között).
- A mechanikus feltöltő esetében a sűrítési teljesítmény a motor forgattyús tengelyéről származik (mechanikus kapcsolat a motor és feltöltő között).

A szállítási fok a hengerbe zárt levegőtöltést a lökettérfogat által meghatározott elméleti töltésre vonatkoztatva adja meg normál feltételek között (levegőnyomás $p_o = 1013$ hPa, hőmérséklet $T_o = 273$ K) feltöltés nélkül. A szállítási fok feltöltött dízelmotorok esetében 0,85 és 3,0 között van.

Sűrítés közben a feltöltőben a levegő felmelegszik (180°C -ig). Mivel a meleg levegő sűrűsége kisebb, mint a hideg levegőé, a felmelegedés hátrányosan befolyásolja a hengerfeltöltést. A feltöltő után kapcsolt töltőlevegő-hűtő hűti le a sűrített levegőt és ezzel tovább növeli a henger feltöltését. Így több oxigén áll rendelkezésre az égéshez, amivel nagyobb maximális forgatónyomaték és nagyobb teljesítmény érhető el, adott fordulatszámnál. A 180°C hőmérsékletű levegőt visszahűtve 40°C -ra, több mint 40%-kal növekedhet a hengerbe jutó levegő sűrűsége.



73. ábra. A turbófeltöltő rendszer szerkezeti felépítése⁹⁶

A hengerbe beáramló levegő alacsony hőmérséklete miatt a sűrítési ütem hőmérséklete is csökken. Ennek további előnyei vannak:

- jobb termikus hatásfok és ezzel kisebb tüzelőanyag-fogyasztás, így kevesebb koromki-bocsátás a dízelmotoroknál,
- kisebb termikus terhelés a hengertérben,
- alacsonyabb NO_x -kibocsátás a kisebb égési hőmérséklet miatt.

Kipufogógáz turbófeltöltés

A kipufogógáz turbófeltöltővel való feltöltés a legelterjedtebb alkalmazás. Jellemzően személygépkocsiknál, haszonjárműveknél valamint hajók és mozdonyok nagy motorjainál alkalmazzák.

A kipufogógáz turbófeltöltést a teljesítmény és a maximális forgatónyomaték emelésére használják alacsony és közepes fordulatszámnál, különösen az elektronikus töltőnyomás-szabályozással kapcsolatban. Emellett a károsanyag-csökkentés szempontjai is egyre nagyobb jelentőséget kapnak.

A belsőégésű motorok forró, nyomás alatt levő kipufogógázával nagy mennyiségű energiavész kárba. Ezért kézenfekvő gondolat volt, hogy az energia egy részét a kipufogócsőben a nyomás létrehozásához hasznosítsuk.

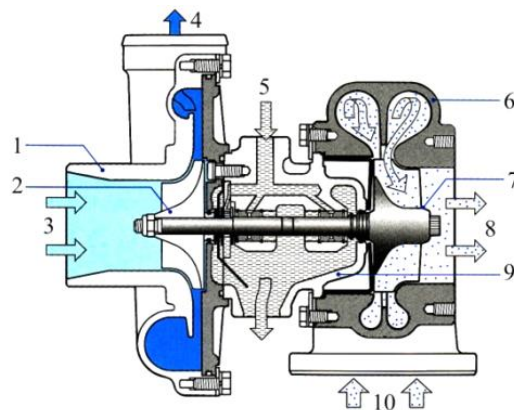
A kipufogógáz turbófeltöltő két áramlástechnikai gépből áll:

- egy kipufogógáz turbinából (7), mely a kipufogógáz áram energiáját felveszi és
- egy sűrítőből (kompresszorból) (2), mely tengelyen keresztül kapcsolódik a turbinához és összesűríti a beszívott levegőt.

A forró kipufogógáz a turbinára áramlik, és gyors forgómozgást hoz létre rajta (dízelmotoroknál legfeljebb kb. 200000 f/min). A turbínakerék befelé irányított lapátjai a kipufogógázt középre

⁹⁶ Kovács Miklós: Turbófeltöltés, Maróti Könyvkereskedés, 140. old.6.6. ábra

vezetik, ahol oldalirányban kilép (8 radiális turbina). A tengely meghajtja a radiális kompresszort.



74. ábra. A turbófeltöltő szerkezeti felépítése és működése⁹⁷

A viszonyok itt éppen fordítottak: a beszívott levegő (3) a kompresszor közepén lép be, a lapátok kifelé nyomják, eközben a levegőt összesűríti (4).

A kipufogógáz turbina előtti nagyobb nyomás miatt nagyobb lesz a motor kipufogóütemében a gázok kitolásához szükséges munka. Ezzel egyidejűleg azonban a turbina a kipufogógáz áramlási energiája mellett részben annak termikus energiáját is át tudja változtatni sűrítési teljesítménnyé, így a töltőnyomás nagyobb lesz, mint a kipufogógáz turbina előtti nyomásának emelkedése. A motor összhatásfoka így tovább javítható az üzemi jellegmező egyes tartományaiban. Állandó fordulatszám mellett a turbina és a turbófeltöltő jellegmezője kedvező hatásfokra és ezzel magas feltöltésre állítható be. Nehezebb azonban a helyzet a változó fordulatszámú üzemelő gépjárműmotor esetében, melytől alacsony fordulatszámú, különösen gyorsítás esetén, nagy nyomatékot várnak el. A kipufogógáz alacsony hőmérséklete és kis mennyisége, valamint a turbófeltöltő tömegtehetetlensége szintén késleltetik a gyorsítás kezdetén a nyomás létrejöttét a kompresszornál.

Ezt a turbófeltöltős személygépkocsi-motoroknál „turbólyuknak” nevezik.

A gyorsítási késedelem (turbólyuk) csökkentésére több lehetőség is kínálkozik:

- A feltöltés-szabályozás eszközeinek (turbina-megkerülő szelep, változtatható turbina-geometria) alkalmazása;
- Kisebb tömegű (tehetetlenségi nyomatékú) sűrítő- és turbinakerék alkalmazása;
- V-henger elrendezésű motoroknál célszerű a két hengersort két külön feltöltővel ellátni, melyek mérete így kisebb lehet;
- Elektromotor csatlakoztatása a turbina és a sűrítő közé;
- Különböző méretű turbófeltöltők összekapcsolása.

⁹⁷ Forrás: Bosch

Üzemeltetési tudnivalók turbófeltöltők esetén:

Kezelési tanácsok:

A turbófeltöltők rendkívül finom, ugyanakkor igen nagy igénybevételű szerkezetek. Ennek megfelelően az alapvető fontosságú követelmények betartására kinos gondossággal ügyelni kell:

A feltöltő által beszívott levegő tisztasága:

- Csak az előírt típusú és minőségű légszűrő betétet használjuk.
- A szűrőbetétet az előírt időközökben cserélni kell.
- A szívóvezeték csatlakozásainál a legcsekélyebb tömítetlenség sem engedhető meg.
- A szorítóbilincseket szükség esetén után kell húzni.
- A csatlakozó tömlőket a legkisebb sérülés esetén cserélni kell.

Előírt minőségű motorolaj használata:

- A legtöbb gépkocsigyártó más, nagyobb teljesítményszintű olajat ír elő turbófeltöltővel szerelt motorjaihoz.
- A feltöltő rendszerint a motorolaj cirkulációs köréből kapja a kenőolajat, ami nemcsak keni, de hűti is a feltöltő csapágóit.
- Ennek megfelelően olajcserénél a gyár által megadott és lehetőleg legmagasabb minőségi fokozatú olajat kell használni.
- Az olaj és az olajszűrő csereperiódusát pontosan be kell tartani.
- Sérült, elhasználódott turbófeltöltő számottevő olajfogyasztást okoz, ami a kipufogógáz színének elváltozásáról többnyire felismerhető.

Vezetési tanácsok:

Valamennyi turbófeltöltős motornál a feltöltő kímélése érdekében az alábbi két szabályt feltétlenül be kell tartani:

- A motor (főleg a hideg motor) beindítását követően egy rövid ideig (kb. egy percig) ne adjunk teljes gázt, terheletlenül sem vigyük a motor fordulatszámát a felső tartományba. Ezekben az átmeneti másodpercekben még nem alakul ki kifogástalan kenés a feltöltő csapágóiban, így azok károsodhatnak.
- Erősen igénybevett, felmelegedett motor (és feltöltő) leállítása esetén a gáz elvétele után hagyjuk a motort kb. fél percig alapjáraton működni. Átmenet nélküli, hirtelen leállítás esetén a motor és az általa meghajtott olajszivattyú leáll, de a feltöltő rotorja még tovább forog a 100-200 ezer/min fordulatszám maradványaként. Olajnyomás hiányában a feltöltő csapágóinak kenése és hűtése megszűnik, ami a besülés veszélyét hordozza magában. További gondot okoz, hogy az intenzív üzem következtében erősen felhevült turbínaházból nagymennyiségű hő áramlik a csapágókhöz.

Fontos tudnivalók az ellenőrzési és karbantartási munkákhoz

- A turbófeltöltők nagy fordulatszámon és igen magas hőmérsékleten üzemelnek. A felhevült felületek megérintése súlyos sérüléseket okozhat.

- A már megbontott rendszert nem szabad működtetni, mert a feltöltőbe bekerülő idegen tárgyak súlyos károsodást és személyi sérülést okoznak.

5.3. A károsanyag-kibocsátás csökkentése

Motoron belüli megoldások

- Az égéstér geometriai optimalizálása;
- A többszelepes technika alkalmazása;
- A befecskendező szelep központi elhelyezése;
- Nagyobb sűrítési viszony és nagyobb befecskendezési nyomás alkalmazása

Motoron kívül elhelyezett megoldások:

- Termikus utókezelésre szolgáló rendszerek,
- Kipufogógáz visszavezetés,
- Tüzelőanyag-gőzök visszatartó rendszere.

5.3.1. Kipufogógáz visszavezetés

A kipufogógáz-visszavezetés (AGR) nagyon hatékony motoron belüli módszer az NO_x kibocsátás csökkentésére a dízelmotorok esetében. Meg lehet különböztetni:

- belső kipufogógáz-visszavezetést, melyet a szelepvezérlési idők befolyásolnak és melyre a maradék kipufogógáz van hatással, és
- külső kipufogógáz-visszavezetést, melyet további vezetékek és egy szabályozószelep köt össze az égéstérrel.

Az NO_x - csökkentő hatást alapvetően a következő okokra lehet visszavezetni:

- kipufogógáz tömegáram csökkentése,
- égési sebesség és a helyi csúcshőmérsékletek csökkentése az inaktív gáz részarányának növelésével az égéstérben, valamint
- részleges oxigén parciális-nyomás illetve a helyi légviszony csökkentése.

5.3.2. Forgattyúház-szellőztetés

A belsőégésű motor működése közben a forgattyúház-szellőztetés által távoznak el azok a gázok, melyek az égéstérből a hengerfal és a dugattyú között, a dugattyú és a dugattyúgyűrű között, a dugattyúgyűrűk hézagain és a szeleptömítéseken keresztül a forgattyúházba kerülnek. A forgattyúházból kijutó gázok a motor kipufogógázaihoz képest szénhidrogén-koncentrátumok többszörösét tartalmazhatják. A tökéletes és tökéletlen égés termékei mellett víz (gőz), korom és tüzelőanyag-maradványok lehetnek ebben a gázban, valamint motorolaj egészen kicsi cseppek formájában.

A feltöltéses dízelmotorok esetében a motorolaj részek a kifújt gázokban található korommal lerakódhatnak a turbófeltöltőn, a töltőlevegő hűtőben, a szelepeken és a koromszűrőn és ezzel működési zavarokhoz vezethetnek.

A forgattyúház szellőztetésen keresztüli olajkihordásból adódó olajfogyasztás minimálisra csökkentése érdekében, olajleválasztó segítségével az olaj visszavezetésre kerül és csak a gázok távoznak el.

5.3.3. NO_x – katalizátor

Az SCR-katalizátor

Szelektív katalitikus redukció

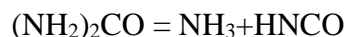
A nitrogén-oxidok átalakítását a szelektív katalitikus redukció alkalmazásával, az SCR- (Selective Catalytic Reduction) is el lehet érni a katalizátorban. Ez a kipufogógázba juttatott szénhidrogének elégetésekor felszabaduló hőenergiát hasznosítja a gáz NO_x tartalmának redukálásához, vagy ammónia, ill. karbamid redukálóanyag beporlasztásával hoz létre hasonló hatást. A szelektív szó arra utal, hogy a redukálóanyag oxidációja nem a kipufogógáz O₂ –tartalmával, hanem NO_x oxigénjével megy végbe. Redukálóanyagként ammóniát (NH₃) használnak. Az ammóniát a karbamid (NH₂)₂CO vizes oldatából nyerik, és pontosan adagolható a kipufogógázhoz. A karbamid német neve Harnstoff, a vizes oldat német rövidítése HWL. Ezzel a megnevezéssel is lehet találkozni, ma ezt az anyagot AdBlue márkaneven forgalmazzák. A karbamid nagyon jól oldódik vízben és ezért egyszerűen adagolható karbamid-víz oldat formájában a kipufogógázhoz.

Az SCR-katalizátor kémiai folyamatai

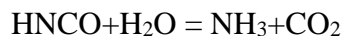
Az AdBlue-ból ammóniát kell felszabadítani (hidrolízis).

Ez két lépésben történik.

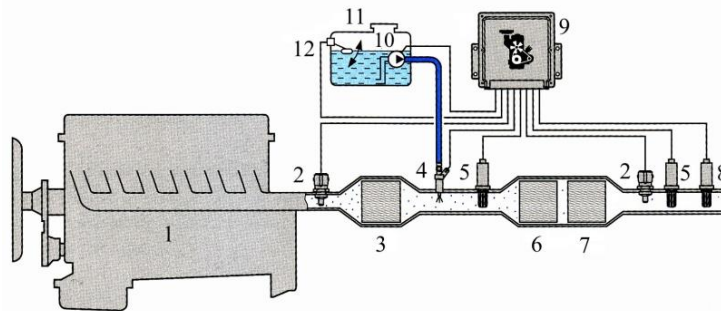
Először termolízis folyamatban ammónia (NH₃) és izociánsav (HNCO) keletkezik:



Majd az izociánsav vízzel ammóniává és széndioxiddá alakul:



A korszerű SCR – katalizátorok egyidejűleg az oxidációs katalizátorok szerepét is ellátják, így elmarad a korábban szükséges elő-katalizátor. A folyamathoz legalább 250 °C hőmérsékletre van szükség.

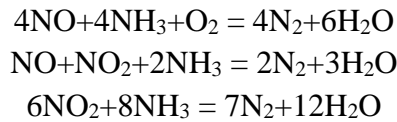


75. ábra. Kipufogó rendszer nitrogén-oxid katalitikus redukcióval⁹⁸

- 1 – Diesel-motor, 2 – Hőmérséklet-érzékelő, 3 – Oxidációs katalizátor, 4 – Redukálóanyag-adagoló fűvőka, 5 – NO_x – szenzor, 6 – SCR-katalizátor, 7 – NH₃ – záró katalizátor, 8 – NH₃ – szenzor, 9 – ECU, 10 – AdBlue szivattyú, 11 – AdBlue tartály, 12 - Szintjelző

A nitrogén-oxidok lebontását az alábbi egyenletek szerint végzi az SCR – katalizátor:

⁹⁸ Forrás: Bosch



300 °C hőmérséklet alatt az átalakulás túlnyomórészt a második egyenlet szerint alakul.

A legkedvezőbb átalakulási arány eléréséhez „1:1”-es NO:NO₂ arány lenne szükséges.

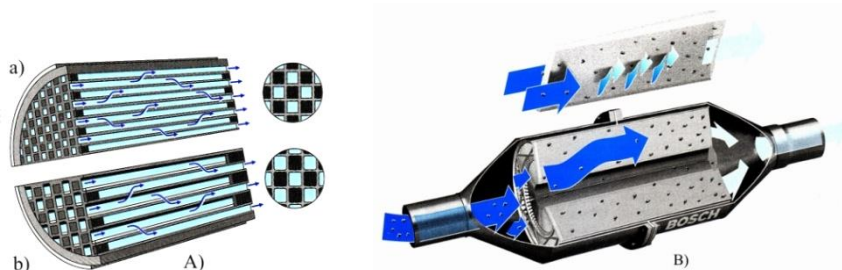
Ilyenkor az átalakulás már 170-200 °C hőmérsékleten is végbemegy.

Az NO oxidálása NO₂ -vé az SCR katalizátor elé helyezett oxidációs katalizátorban megy végbe. A redukálóanyag adagolásának jellemzője az ún. Feed-viszony, amelyet α -val jelölnek, és a kipufogógázhoz kevert ammónia és a kipufogógázban lévő NO_x tömegének a hányadosát jelenti.

5.3.4. Részecskeszűrők

Ez a szűrőtípus általában szilíciumkarbid vagy kordierit anyagból készült méhsejtszerű felépítésű test, amelyben a szomszédos csatornákat az ellenkező végükön kerámiadugókkal zárják le, így a kipufogógáz csak a porózus falakon haladhat át. A csatornák általában négyzet keresztmetszetűek, falvastagságuk 300-400 µm, a csatornák száma 100-300 CPSI (cella/négyzethüvelyk). A kipufogógáz átáramlása közben a részecskék a fal belsejében elakadnak, a szűrő fokozódó eltömődésekor a falak homloklapfelületén is keletkezik egy koromréteg, amely nagyon hatékony felületi szűrést biztosít.

A koromszűrő készülhet szinterfém-ből is. A szűrőt fém hordozószerkezetbe, szűrőtasakokba töltött szinterfém por alkotja. Az ék alakú szűrőtasakok a kilépő oldalon egymáshoz záródnak, így a kipufogógáznak át kell áramlani azok falán, ahol a kerámiaszűrőkhöz hasonló módon lerakódnak a részecskék. Mindkét szűrőtípusnál 95 % feletti szűrési fok érhető el a 10 nm - 1 µm közötti mérettartományban.



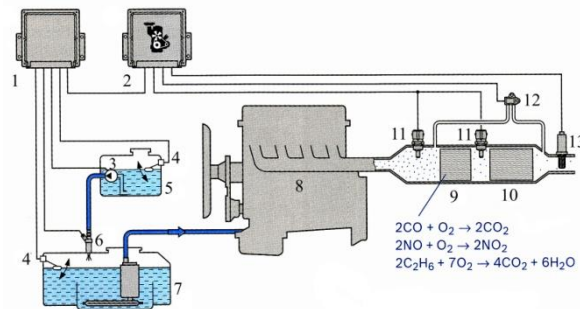
76. ábra. Koromszűrők. A) kerámia (a négyszögletű, b nyolcszögletű kialakítással, B) szinterfém részecskeszűrő⁹⁹

A szűrő anyagától függetlenül, időről időre el kell távolítani a lerakódott részecskéket, azaz a szűrőt regenerálni kell, mivel a növekvő részecske lerakódás miatt növekszik a kipufogógáz ellennyomása, ezzel romlik a motor hatásfoka, növekszik a tüzelőanyag-fogyasztása és csökken a teljesítménye.

⁹⁹ Forrás: Bosch

A szűrő regenerálására átlagosan 500 km-enként van szükség. Oxidáló anyagként NO_2 – ot használva a korom átalakulása már $300\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten is végbemegy, ezt használja a CTR[®] - eljárás. A szinterfém szűrők előnye a kerámiaszűrőkkel szemben, a jó hővezető képesség, melynek eredményeképpen a szűrő egyik területén meggyulladó korom égéshője a távolabbi területeket is felmelegíti, így egyenletes koromleégést biztosít.

A szűrő regenerálása adalékos rendszerű részecskeszűrővel:



77. ábra. Adalékos rendszerű részecskeszűrő oxidációs katalizátorral¹⁰⁰

1 – Adalékvezérlő egység, 2 – Motorvezérlő, 3 – Adalék-szivattyú, 4 – Folyadékszint-szenzor, 5 – Adaléktartály, 6 – Adagolóegység, 7 – Tüzelőanyag-tartály, 8 – Dízelmotor, 9 – Oxidációs katalizátor, 10 – Részecskeszűrő, 11 – Hőmérséklet-szenzor, 12 - Nyomáskülönbség-szenzor, 13 - Koromszenzor

A dízel tüzelőanyaghoz kevert adalékanyaggal (cérium vagy vasvegyületekkel) a korom oxidációs hőmérséklete $350\text{-}450\text{ }^\circ\text{C}$ -ra csökkenthető, azonban a kipufogógáz hőmérséklete még ezt az értéket sem éri el. Egy meghatározott koromtöltet elérésekor ezért aktív regenerációt kell alkalmazni, vagyis a motorvezérlést úgy kell megváltoztatni, hogy a kipufogógáz hőmérséklete megfelelően nagy legyen. Ez elérhető pl. késői tüzelőanyag-befecskendezéssel. A tüzelőanyaghoz adott adalék a szűrőben hamuként marad vissza. A kerámiaszűrők adalékbázisú regenerálás mellett kb. 120 000 km-enként, mechanikus tisztításra szorulnak.

A regenerációhoz szükséges motoron belüli intézkedések a kipufogógáz hőmérsékletének emelésére különböző terhelési viszonyok mellett:

Magasabb motorfordulatszám teljes terhelés esetén, nem szükségesek motoron belüli intézkedések, mivel már az alapjellemzőknél is 600° felett van a kipufogógáz hőmérséklete. Közepes fordulatszám teljes terhelés esetén egyrészt a főbefecskendezés kezdetét „késői” irányban tolják el, más részről korai utó-befecskendezés (kb. 30° -kal a FHP után) is történik. Az alkalmazásnál figyelembe kell venni, hogy ez az utó-befecskendezés még részt vesz az égésben és befolyásolja a forgatónyomatékokot.

Alacsony fordulatszám és nagy terhelésen a csekély feltöltés és a nagy tüzelőanyag-mennyiség miatt a levegőarány $\lambda < 1,4$. Egy késleltetett, vagyis korai utó-befecskendezés itt helyileg nagyon kicsi légviszonyt teremtene, amivel erőteljesen a fekete füst kibocsátás emelkedne; ezért itt késői utó-befecskendezést alkalmaznak (kb. 70° -kal a FHP után).

¹⁰⁰ Forrás: Bosch

Közepes terhelésnél a kívánt hőmérsékletemelkedés a töltőnyomás-csökkentéssel, utó-befecskendezéssel (kb. 30°-kal a FHP után) és a főbefecskendezés késleltetésével érhető el. Alacsony és közepes fordulatszámon részterheléskor nagy hőmérsékletemelkedés szükséges a normál üzemhez képest, ezért a fent leírt intézkedések mellett a levegőmennyiséget is csökkenteni kell a fojtószelepen keresztül. Emellett intézkedéseket kell tenni az égés stabilizálására: az elő-befecskendezés tüzelőanyag-mennyiségének emelésével, valamint az elő- és főbefecskendezés közti időtartam beállításával.

Alacsony fordulatszámon és a legalacsonyabb terhelésnél nem lehetséges stabil regenerálási üzem 600 °C feletti katalizátor utáni hőmérséklet hiányában.

5.4. Dízelmotorok füstölésmérése

A mérési módszer elvéből következően a **dízel füst** a kipufogógázban abszorbeált mindazon szilárd és folyékony összetevők összessége, amelyek elnyelik, megtörik, vagy visszaverik a fényt. Ezt a tulajdonságot a fizikában **extinkciónak** nevezik, amely a közegre bocsátott fény **abszorpcióját** (elnyelés) és a szórását jelenti együttesen. A fényelnyelés elvén működő füstölésmérő műszerek (opaciméterek) ezt az elvet használják, és ezzel függnek össze a füstölés mértékére vonatkozó mérőszámok is.

A füstölés mértéke a fenti definícióból kiindulva jellemezhető a füstoszlopra bocsátott, ismert belépő intenzitású fény kilépéskor mért intenzitásának csökkenésével, hiszen ez a közegben lejátszódó extinkcióval függ össze.

Egy ismert I_0 fényintenzitás értéke az L hosszúságú (optikai úthossz) füstön áthaladva I -re csökken. A csökkenés százalékos mértéke adja az átlátszatlanság vagy más néven az **opacitás** (N) értékét, amely a füstölés mérőszáma:

$$N = \left[1 - \frac{I}{I_0} \right] \cdot 100\% \quad \text{vagy,} \quad N = \left[1 - \frac{1}{e^{KL}} \right] \cdot 100\%$$

Az extinkció mértéke több tényezőtől is függ. Ezek az alábbiak:

- az átvilágított füstoszlop hossza (L optikai úthossz);
- a füstoszlop állapotjellemzőitől: hőmérséklettől (T) és a nyomástól (p);
- a közeg abszolút fényelnyelési együtthatója (K [m^{-1}]), melyet a füstölés mérőszámaként használt.

A hazai előírás K értékben adja meg a füstölési határértéket. Az N , az opacitás [%] és az abszolút fényelnyelési együttható (K) egymásnak teljes mértékben megfelelő fogalmak, a K kifejezhető az előbbi összefüggésből:

$$K = -\frac{1}{L} \cdot \ln \left(1 - \frac{N}{100} \right) \left[\frac{1}{m} \right]$$

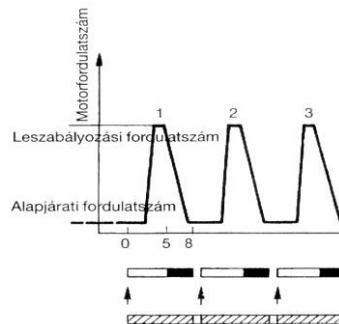
A hazai rendelet a kipufogógáz dinamikus nyomásával töltött részáramú vagy mintavételes opaciméterek használatát írja elő, de nem zárja ki a teljes áramú kialakításúakat sem. A részáramú, illetve mintavételes kifejezés azt jelenti, hogy nem a teljes kipufogógáz-áramot vizsgáljuk, világítjuk át, hanem annak csupán egy részét, amelyet mintavevő szondán keresztül veze-

tünk be a műszer mérőkamrájába. A mérőkamra (benne az átvilágított füstoszlop) hossza szabványosított: $0,430 \pm 0,005$ m, de ez az optikákat védő légfüggöny miatt nem tartható be egészen pontosan. A mérőkamra minimális fényvisszaverő képességű, matt fekete felületű. A fényforrás 2800 - 3250 K színhőmérsékletű LED.

A fényérzékelő fotoelektromos cella, amelynek érzékenysége hasonló az emberi szemhez, a legnagyobb érzékenység 550 - 570 nm hullámhossz tartományban van. Az érzékelő kimenet lineáris függvénye legyen a fotocellát érő fény intenzitásának.

Méréstechnika

A reprodukálható mérés további előfeltétele, hogy a mérés lefolytatása is mindig azonos feltételek mellett történjen. A füstölésméréskor alkalmazott teljes terhelésű szabadgyorsítás esetén ez csak programozott méréssel valósítható meg. A programozott mérés fogalma azt jelenti, hogy a műszer LED vagy kijelző felirat segítségével jelzi, hogy mikor kell gázt adni, meddig kell azt tartani, majd elvenni, és mikor kezdődik a következő mérési ciklus. A programozott mérésre vonatkozóan az előírás konkrétan megszabja a betartandó mérési programot.



78. ábra. Programozott füstölésmérés¹⁰¹

A mérési program a gyorsítási folyamatra nézve előírja, hogy annak monotonnak kell lennie. A gyorsítási idő (t_B) számított paraméter. A t_x -szel jelölt mérési hányad azonban gyártó által előírt érték, amelyet az adattáblák tartalmaznak. Ennek értéke általában 0,5 - 2,0 s. A mérési időtartam, mely a gyorsítási idő és a mérési hányad összege, behatárolása nagyon fontos a végeredmény szempontjából. Az alapjárat stabilizálási idő szintén nagyon fontos, előírás szerint min. 15 s. Ha túl rövid, nem áll be a biztos alapjárat, ha túlságosan hosszú, sok korom akkumulálódik a kipufogódobban, amely a szabadgyorsítási szakasz mért füstölésértékét megnöveli. Az értékelést a műszer automatikusan elvégzi, ami tulajdonképpen a három mérési eredmény számtani átlagát jelenti. A gépkocsi környezetvédelmi felülvizsgálati minősítése „megfelelő”, ha a fényelnyelési együttható „K” füstölésérték kisebb a határértéknél.

¹⁰¹ Dr. Lakatos István, Dr. Nagyszokolyai Iván: Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó, 9.7. ábra

5.5. Üzem közbeni felügyelet, fedélzeti diagnosztika

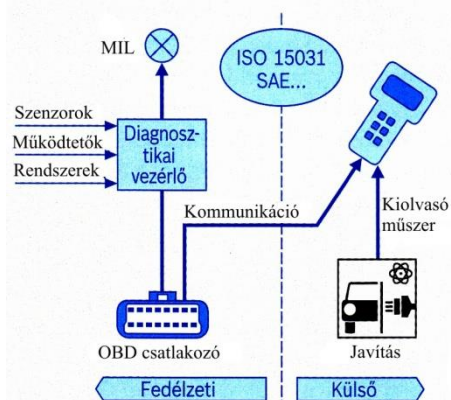
Annak érdekében, hogy a károsanyag-kibocsátási határértéket minden körülmények között beartsák, a motor működésének folyamatos felügyelete szükséges. Ennek alapján a gyártó specifikus diagnosztika a károsanyag-kibocsátással kapcsolatos rendszerek felügyeletét szabványban rögzítették.

Törvényi előírások:

1988. OBD I (CARB, California Air Resources Board) az alábbiakat követeli meg:

- A kipufogógázzal kapcsolatos elektromos komponensek felügyelete (rövidzárlatok, vezetékszakadások) és a hibák eltárolása a vezérlőegység hibatárolójában.
- Hibakijelző lámpa (Malfunction Indicator Lamp, MIL), mely a vezetőnek jelzi a felismert hibákat.
- Fedélzeti eszközökkel (pl. egy diagnosztikai lámpával leadott villogó kódokkal) leolvashatónak kell lennie, hogy mely alkatrészek nem működnek.

1994-ben az OBD II-vel Kaliforniában bevezették a diagnosztikai törvényi szabályozás második fokozatát. A dízelmotoros gépjárművek számára az OBD II 1996-tól vált kötelezővé. Az OBD I terjedelmét kiegészítve most már a rendszer funkcionálása is felügyelet alá került (pl. a szenzorok jeleinek ellenőrzése hihetőség szempontjából).



79. ábra. OBD rendszer és az OBD csatlakozójának lábkiosztása¹⁰²

7-es és 15-ös kapocs: adatátvitel a DIN ISO 9141-2 szerint, 2-es és 10-es kapocs: adatátvitel a SAE J 1850 szerint, 1-3-8-9-11-12-13-as kapocs: OBD által nem foglalt, 4-es kapocs: gépjármű test, 5-ös kapocs: jel-teszt, 6-os kapocs: CAN HIGT, 14-es kapocs: CAN LOW, 16-os kapocs: Akkumulátor pozitív

Az OBD II előírja, hogy az összes kipufogógázzal kapcsolatos rendszer és alkatrész, melyek hibás működése esetén a kipufogógázban levő károsanyag-kibocsátás emelkedik (OBD határértékek túllépése) felügyelet alá kerüljenek. Mindemellett ellenőrizni kell az összes olyan elemet, melyek a károsanyag-kibocsátással kapcsolatos alkatrészek felügyeletéhez alkalmazandók, vagy befolyásolhatják a diagnosztika eredményét. Az európai viszonyoknak megfelelő OBD elnevezése az EOBD. 2003. január óta az EOBD dízelmotoros személygépkocsik és

¹⁰² Forrás: Bosch

könnyű haszongépjárművek számára van érvényben. A gépjármű összes olyan rendszerét és alkotóelemét, melyeknek kiesése a törvényileg előírt kipufogógáz határértékek betartását befolyásolja, a motorvezérlő egységnek megfelelő intézkedéseken keresztül felügyelnie kell. Ha egy fennálló hiba az OBD-kibocsátási értékek túllépéséhez vezet, a hibás működést a MIL-en keresztül ki kell jeleznie a rendszernek.

Az ISO 15 031-4 által definiált rendszer teszternek automatikusan fel kell ismernie a vizsgált irányítóegységgel történő kommunikációhoz tartozó adatátvitel módját.

A rendszer teszternek az alábbi követelményeknek kell megfelelni:

- ki kell jeleznie
 - a kipufogógáz-releváns hibakódokat,
 - a kipufogógáz-releváns mért értékeket,
 - a motorműködésre jellemző értékeket,
 - a lambda-szonda felügyeletének eredményeit,
- képesnek kell lennie a hibakódok törlésére,
- segítséget kell biztosítani az egyes mérési műveletekhez.

5.5.1. Rendszerteszterek

A diagnosztikai teszter (Scan-Tools) használati üzemmódjai:

Az ISO 15 031-5 szabvány 9 üzemmódot definiál a különféle adatformátumokra.

Service 1 (1-es üzemmód)

A rendszer aktuális értékeinek kiolvasása:

- analóg ki- és bemenő adatok (érzékelők és beavatkozók adatai),
- digitális ki- és bemenő adatok (jeladók digitális adatai, kapcsolóállás),
- státuszinformáció (ki- vagy bekapcsolt állapot),
- számított adatok (befecskendezési idő).

Service 2 (2-es üzemmód)

A hiba fellépésekor uralkodó környezeti feltételek kiolvasása (Freeze Frame).

- analóg be- és kimenő adatok (fordulatszám, hőmérséklet stb.),
- digitális ki- és bemenő adatok,
- státuszinformáció,
- számított adatok.

Service 3 (3-as üzemmód)

A hibatároló kiolvasása:

A kipufogógázzal kapcsolatos és megerősített hibakódok kiolvasása.

Service 4 (4-es üzemmód)

A hibakódok törlése:

A hibatárolóból és a kísérő információ törlése, alapállapot visszaállítása.

Service 5 (5-ös üzemmód)

Lambda-szonda mérési értékeinek és küszöbértékeinek kijelzése.

Service 6 (6-os üzemmód)

Gyártmány specifikus funkciók mérési értékeinek kijelzése (pl. kipufogógáz visszavezetés).

Service 7 (7-es üzemmód)

A hibatároló kiolvasása. A Service 7-ben a még meg nem erősített, időszakosan fellépő hibakódok kerülnek kiolvasásra.

Service 8 (8-as üzemmód)

A tesztfunkciók kiváltása (gépjárműgyártótól függő) pl. befecskendező szelepek működtetése.

Service 9 (9-es üzemmód)

Gépjárműre vonatkozó információk, kódok kiolvasása.

OBD felügyelet által ellenőrzött területek

- katalizátor,
- szekunder levegő befúvás,
- tüzelőanyag-rendszer,
- lambda-szondák,
- kipufogógáz-visszavezetés,
- forgattyúház-szellőztetés,
- a motor hűtési rendszere,
- részecskeszűrő (koromszűrő, csak dízelrendszereknél),
- általános rendeltetésű komponensek,
- egyéb károsanyag-kibocsátással kapcsolatos komponensek/rendszerek.

Hibakódok

A kódok 4 információegységből, 5 karakterből állnak.

Hely	Karakter	Jelentése
1. karakter Jármű alrendszer	B	karosszéria (Body)
	C	futómű (Chassis)
	P	motor, hajtáslánc (Undefined)
	U	tartalék hely (Underfinied)
2. karakter Kód illetékesség	0	hibakód SAE szerint (OBD II)
	1	a gyártó hibakódja
	2	a gyártó hibakódja
	3	tartalék hely
3. karakter Alrendszer, alkatrészecsoport	1	tüzelőanyag és légnyelés
	2	tüzelőanyag és légnyelés
	3	gyújtórendszer
	4	járműsebesség és fordulatszám-szab.
	5	járműsebesség és fordulatszám-szab.
	6	ECU és kimenőjelek
	7	hajtómű

4. és 5. karakter Rendszerelem-azonosító	01-99	rendszerelem-azonosító
--	--------------	------------------------

5.5.2. Hibajelző lámpa

A műszerfalán található ellenőrző lámpa (MIL) megvilágított mezőjében, vagy felíratnak vagy motorszimbólumnak kell lennie.

Az OBD II, illetve EOBD szerint az ellenőrző lámpa háromféle módon ad információt a vezetőnek, illetve az ellenőrzést végző személynek.

- nem világít,
- folyamatosan világít,
- villog.

A diagnosztikai szoftver, a hiba beazonosítást követően a hibajelző lámpa kigyújtására azonnal, vagy adott számú menetciklus után ad parancsot.

A MIL lámpa kigyújtása, illetve villogásának kiváltása attól függ, hogy milyen hiba áll fenn:

- annál a hibánál, melynél az emisszió legalább másfélszer haladja meg a határértéket, a lámpa folyamatosan világít,
- annál a hibánál, mely katalizátor-károsodást eredményezhet, a lámpa villog,
- egyéb felismert és tárolt hibák esetén a lámpa nem világít.

A MIL lámpa aktiválása az alábbi esetekben történik:

- a motormenedzsmet, valamint a hajtómű irányítóegységhez kötődő rendszerelemek működési hibájának, illetve áramkörének hibaazonosításakor,
- egyes szerkezeti elemek állapotromlása azonosításakor, mely állapotromlás az emissziót legalább 15%-kal megnövelni képes,
- megadott határérték átlépése,
- nem plauzibilis (híhető) érzékelőjel beérkezésekor,
- gyújtáskimaradás fellépése, mely a katalizátor károsodásához vezethet, illetve a határértéket másfélszeresen meghaladó emissziót eredményez,
- a tüzelőanyagkipárolgás-gátló rendszerben a megengedettnél nagyobb szivárgás bekövetkezésekor,
- a motormenedzsmet- vagy a hajtóműirányító-rendszer „szükségfutás” üzemállapotában,
- amennyiben a lambda-szabályozás a motorindítás után megadott időtartamon belül nem kapcsol be,
- motorindítás előtti gyújtásbekapcsoláskor.

5.5.3. Hibakeresés

Az OBD II, illetve EOBD rendszereknél a MIL- lámpa két hibatípust képes jelezni:
A MIL- lámpa világít, illetve villog menet közben, vagy a motorindítás után nem alszik ki:

Teendők:

- Ok: pl. gyújtáskimaradás, vagy kipufogógáz-releváns hiba.
- Keresse meg a diagnosztikai csatlakozót a járműben!
- Csatlakoztassa a rendszer tesztet!
- Kapcsolja be a gyújtást!
- Olvassa ki a rendszer hibakódját!
- Diagnosztikai célból vizsgáljon meg néhány mért értéket!
- Javítsa ki a hibát!
- Törölje a hibakódot a rendszerteszterrel!
- Végezzen próbautat: a MIL- lámpa nem világíthat. Hiba esetén a MIL nem kapcsol be azonnal. Hibától függően ehhez néhány menetciklusra van szükség.

A MIL- lámpa nem világít a gyújtás ráadása után:

- MIL- lámpa hiba,
- Motorvezérlő hiba.

5.5.4. Readiness-kódok

Az EOBD valamennyi elektronikus alkatrész megfelelő működését folyamatosan felügyeli. Annak érdekében, hogy a környezetvédelmi felülvizsgálat előtt biztonsággal fel lehessen ismerni, hogy a rendszervizsgálat teljes körű volt-e, ún. Readiness-kódokat alkalmaznak, melyek az egyes rendszerek üzemképességét jelzik vissza.

A Readiness-kódok 12-jegyű bináris karaktersorozatok, ahol minden helyiértéken 0 (diagnosztika végrehajtva) vagy 1 (diagnosztika nincs végrehajtva) állhat.

A Readiness-kód csupán azt jelzi, hogy a diagnosztika végre lett-e hajtva. Amennyiben a végrehajtott diagnosztikai eljárás nem eredményez hibajegyzést a tárolóba, a rendszerek hibamentesek.

A motorirányító egység Readiness-kódot jelez, ha:

- valamennyi diagnosztika hiba nélkül lefutott és a MIL-lámpa nem világít,
- valamennyi diagnosztika lefutott, felismert hiba került a hibatárolóba és ezt a MIL-lámpa jelzi,
- a Readiness-kódot törölték,
- a motorvezérlőt első ízben helyezték üzembe.

A Readiness-kódok kiolvasása:

- rendszerteszterrel
- az adott márka saját diagnosztikai eszközével.

Readiness-kódok generálódnak:

- Új Európai Menetciklus végrehajtása esetén,
- hosszabb ideig való normál üzemi haladás esetén.

- diagnosztikai rendszer segítségével, (rövidített menetciklus végrehajtásával),
 1. Hidegindítás (kb. 3 perc),
 2. Állandó sebességű, kis terhelésű üzem, (kb. 15 perc),
 3. Állandó sebességű, közepes terhelésű üzem, (kb. 15 perc).

A Readiness-kódok felépítése és jelentése

Rendszerek	Folyamatosan felügyelt rendszerek				Sporadikusan felügyelt rendszerek							
	Foglalt, mindig „0”	Átfogó komponens jelzés	Tüzelőanyag-ellátó rendszer	Gyújtás hiba (kimaradás)	Kipufogógáz visszavezetés	Lambdaszonda fűtés	Lambdaszondák	Klímaberendezés	Szekunderlevegő rendszer	Tankszellőztető rendszer	Katalizátor fűtés	Katalizátor
Nem vizsgált	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vizsgált vagy nem beépített	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6. Alternatív járműhajtások

6.1. Alternatív hajtóanyagok

Bioetanol: Oktánszámnövelő adalékanyagként alkalmazzák.

Nyers növényi olajok: Gázolajjal keverve használják.

Biodízel: Növényi olajok át észterezésével nyerik. A nyers növényi olajhoz képest nagyobb a cetánszáma és a viszkozitása.

Biometanol: Biomasszából előállítható alkoholfajta.

Biogáz: Biogáznak nagy vagy, tisztán metán tartalmú, szobahőmérsékleten és légköri nyomáson gáz halmazállapotú tüzelőanyagot nevezünk.

Hidrogén: Alkalmazását a bonyolult előállítása és tárolás nehézségei korlátozzák.

Földgáz: Fosszilis energiahordozó. Károsanyag kibocsátása kisebb, mint a hagyományos motorhajtó anyagoké.

PB (propán-bután) gáz: Előnye a közel tökéletes égés és a nagy kompresszió tűrés.

6.2. Hibridhajtású járművek

A járműiparban hibridhajtásról akkor beszélünk, ha a jármű egy olyan hajtóművel rendelkezik, amelyben két eltérő módon működő (pl. eltérő energiafajtát felhasználó) motor szolgáltatja (szolgáltathatja) a mechanikai energiát.

A hibridhajtás létrehozásával az alábbi fő célok valósíthatók meg:

- Tüzelőanyag takarékoság, (a hőerőgép szinte mindig a gazdaságos üzemi munkapont tartományban működik, a regeneratív fékezésnél energiát nyer vissza a rendszer, start/stop üzemmóddal is tüzelőanyagot takaríthat meg, stb.,)
- Károsanyag kibocsátás csökkentés, (ha csökken a tüzelőanyag felhasználás, csökken a CO₂ kibocsátás is, a motor szinte mindig a kis károsanyag emissziójú munkapont tartományban működik, a „stop” üzemben nem emittál stb.).
- Teljesítménynövelés, a vezetési élmény javulása, (a villamos motorral kiegészített rendszer korlátozott ideig lehetővé teszi egy kisebb hőerőgéppel ugyanannak a vezetési élménynek a lehetőségét, mint egy nagyobbal. Amikor szükség van a nagy teljesítményre, jelentős nyomatékra, a HV akkumulátorban rendelkezésre álló energiát fel tudja használni a villamos motor. A kisebb hőerőgép a nagyobb terhelés miatt gazdaságosabban fog üzemelni, kisebb fogyasztás és jobb emissziós mutatók mellett.)

6.2.1. Hibrid alap-üzemmódok

Tisztán villamos hajtás

Az úgynevezett fullhibrid képes hosszabb távolságok megtételére úgy, hogy csak a villamos motor hajtja a járművet. Ilyenkor a hőerőgépet leválasztják. Ekkor a hibridhajtó akkumulátorról (HV akkumulátor) működik a villamos motor és a jármű lokális (helyi) károsanyag emisszió nélkül, gyakorlatilag hangtalanul üzemel. Ez az üzemmód előnyös, mert a hőerőgép a kis terheléstartományokban gazdaságtalanul és jelentős károsanyag kibocsátással üzemel.

Villamos rásegítéses üzem

A hőerőgép és a villamos motor is pozitív hajtónyomatékot szolgáltat, a két gép teljesítménye összeadódik. Rövid időre - pl. egy nagy gyorsulással történő előzésre - kiemelkedően nagy nyomaték és teljesítmény áll rendelkezésre.

Generátor üzem

A HV akkumulátor töltése teljes egészében nem fedezhető a visszatápláló fékezéssel. Ezért ebben az üzemmódban a villamos gép (MG = motorgenerátor, IMG = integrált motorgenerátor) generátorként, a hőerőgép energiájának egy részét felhasználva tölti a HV akkumulátort, ha az irányítóegység ezt szükségesnek ítéli. A hatékony tüzelőanyag felhasználás érdekében, ha lehetséges, célszerű ezt az üzemmódot a hőerőgép alacsony terhelésénél létrehozni, hogy az a gazdaságosabb üzemi tartományban működjön.

Visszatápláló fékezés (regeneratív fékezés)

Fékezéskor a jármű mozgási energiájának egy részét a generátorként működő MG visszatáplálja a HV akkumulátorba. A regeneratív fékezési igényről a féket irányító elektronika informálja a hajtásvezérlő elektronikát.

Start/stop funkció

Ha a jármű megáll a HV-ECU - a hibridhajtás központi irányítóegysége, meleg motor esetén minden beavatkozás nélkül leállítja a hőerőgépet.

6.2.2. A hibridizálás mértéke

E mérték azt jellemzi, hogy milyen a belsőégésű motor és a villamos motor hajtóteljesítményének az aránya, eloszlása és mennyire számottevő a hőerőgéphez képest a villamos gép teljesítménye.

Micro-hibrid: Ezeknél a járműveknél az indító motorként is működő szíjjal hajtott villamos gép (motorgenerátor) teljesítménye 5 kW-nál kisebb, tehát a hőerőgéphez képest csak kevésbé számottevő. A villamos gép törpefeszültségről üzemel motorként, vagy generátorként.

A hőerőgép a járművön szinte változatlan. Kismértékű fékeenergia visszatáplálásra képes. Energiatárolója egy növelt kapacitású ólomakkumulátor. Lehetséges a Start-Stop funkció és esetleg gyorsításnál a villamos „rásegítés”. Kb. 5-10% CO₂ kibocsátás és fogyasztáscsökkenés érhető el.

Mildhibrid: Az enyhe (gyenge, mérsékelt) hibridek általában párhuzamos kialakítású hibrid rendszerek, amelyeknél a 20 kW-nál nem nagyobb MG a hőerőgéppel azonos tengelyt hajt meg. A villamos gép, amely ekkor az indítómotor is egyben, képes megnövelni a hajtónyomatékot és alkalmas a regeneratív fékezésre. Elsősorban alacsony motorfordulatszámokon van jelentős szerepe. A villamos gép torziós lengések csillapításában is részt vehet. Ha a motor nem tudja a hengerlekapcsolásos üzemet, vagy nincs lehetőség a szétkapcsolásra, a tisztán villamos hajtásnak nincs értelme, hiszen így nagy a hőerőgép hajtónyomaték igénye (úgynevezett vonszolt nyomatéka). Az MG-t motorüzemben nagyfeszültségű akkumulátor táplálja inverteren keresztül. Kb. 15%-os az energia megtakarítás.

Full-hibrid: A „teljes” hibrid hosszabb távolságok megtételére is alkalmas tisztán villamos hajtással (EV mód) a HV akkuról. Ekkor a hőerőgép természetesen nem üzemel. Elsősorban a soros és a vegyes hibridelrendezéseket alkalmazzák, az utóbbit rendszerint egy bolygóműves nyomatékosztóval valósítják meg. Az alkalmazott villamos gépek teljesítménye nagyobb, mint 20 kW. Kb. 25-30% fogyasztás és CO₂ kibocsátás csökkenés érhető el.

Plug-in hibrid: E megoldás a full-hibrid elektromosan külső forrásról tölthető változata. Azáltal, hogy a full-hibridnél számottevően nagyobb tárolóképeségű akkumulátort szereltek a járműbe, nagy távolságok megtételére is alkalmas tisztán villamos hajtásról. Csak hosszabb utak megtételekor használja a hőerőgépet. A HV akku villamos utántöltése elsősorban a háztartásokban valósulhat majd meg, de ha a jövőben elterjed, gyorsöltéssel töltőállomásokon is lehetséges 5-15 perc alatt. Elterjedését jelenleg a nagy energiátároló képességű hosszú élettartamú telep előállítási költsége, mérete és súlya akadályozza.

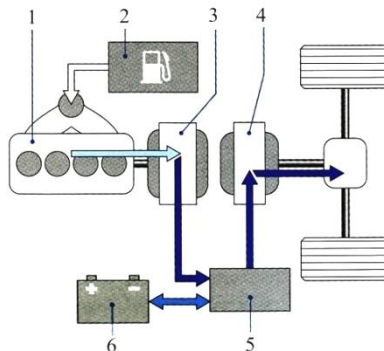
6.2.3. Hibridhajtás-konstrukciók

Soros hibridhajtás (Series Hybrid Electric Vehicle = S-HEV)

Fő jellemzője, hogy az energia átalakítói egymás után vannak kapcsolva. A hőerőgép mellett legalább két villamos gépre - egy generátorra és egy motorgenerátorra - van szükség. A belsőégésű motor nem kapcsolódik mechanikusan, közvetve sem, a jármű hajtott tengelyeihez. A generátor a hőerőgép mechanikai energiáját átalakítja villamos energiává. Az inverter (frekvenciaváltó) a kimenő teljesítményigény alapján - a generátor (és a HV akku) energiáját felhasználva - előállítja a villamos hajtómotor számára az adott hajtásfeladat ellátásához szükséges jellemző feszültséget (és áramot). A jármű hajtását kizárólag a villamos motor végzi.

Az S-EHV jellemzői:

- A belsőégésű motor működési tartománya szabadon változtatható (jó fajlagos fogyasztás, kis károsanyag-emisszió).
- A szükséges energiát biztosíthatja a generátor, a HV akku és a kettő együtt is.
- A nagy motorgenerátor teljesítmény miatt erős regeneratív fékezés valósítható meg.
- Hátránya a sok energiaátalakítás okozta veszteség, a magas költség (nagy teljesítményű villamos gépek).
- Elsősorban vasúti járműveken és haszongépjárműveknél alkalmazzák.

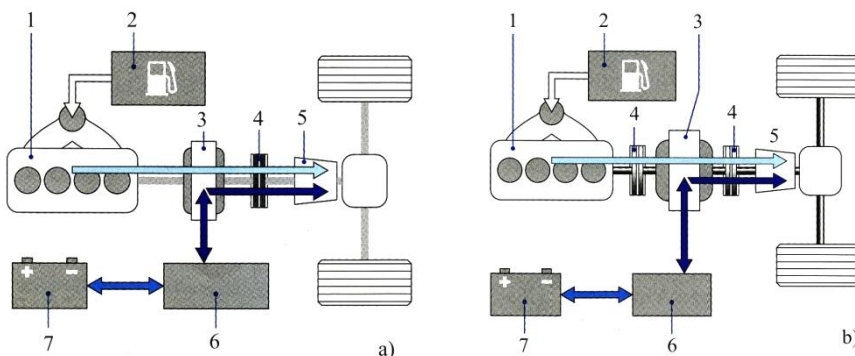


80. ábra. Soros hibridhajtás (SHEV)¹⁰³

1 - Belsőégésű motor, 2 - Tüzelőanyag tartály, 3 – Generátor, 4 - Motor-generátor (MG = IMG), 5 – Inverter, 6 - HV akkumulátor

Párhuzamos hibridhajtás (Parallel Hybrid Electric Vehicle = P-HEV)

A P-HEV-ben egy motorként és generátorként is működtethető villamos gép közvetlenül kapcsolódik a belsőégésű motor főtengyeléhez. Ez nyomatékösszegzéssel jár, ahol a hajtómotorok forgatónyomatékai tetszőleges arányban variálhatók, a fordulatszámok azonban nem. Ez utóbbi korlátozza a hőerőgép működési tartományának megválasztását. Szükség van tehát nyomaték-váltóra és egy tengelykapcsolóra is. E megoldásnak P1-HEV a jele. Ha a regeneratív fékezés hatásfokát javítani szeretnénk, és alkalmazni szeretnénk a tisztán villamos hajtást, be kell építeni még egy tengelykapcsolót, amivel a hőerőgép teljesen leválasztható. Ennek P2-HEV a jele.



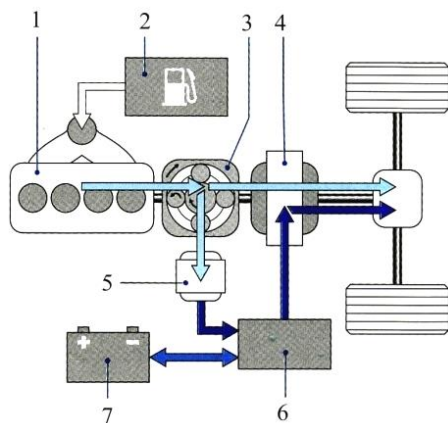
¹⁰³ Forrás: Bosch

81. ábra. Párhuzamos hibridhajtás a) egy tengelykapcsolóval, b) két tengelykapcsolóval¹⁰⁴

1 – Belsőégésű motor, 2 – Tüzelőanyag tartály, 3 – Motor-generátor (MG = IMG)
4 – Tengelykapcsoló, 5 – Nyomatékváltó 6 – Inverter, 7 – HV akkumulátor

Nyomatékosztó (teljesítményosztó) vegyes hibridhajtás, E vegyes hibridek központi alkatrésze egy bolygómű (esetleg kettős bolygómű). Alapesetben a bolygóműbe a hőerőgép által bevitt mechanikai teljesítmény kétfelé oszlik. Egyik része mechanikus úton történő teljesítményátadással a hajtómű kihajtó tengelyén a kerekek felé áramlik.

A másik része egy tisztán villamos úton történő teljesítményátadás (ezért soros is), amely az ekkor generátorként működő MG I - en, az inverteren és a motorként működő MG II - n jut el a kerekekhez. Az MG II a hajtómű kihajtó tengelyével (a bolygómű koszorú kerekével) áll közvetlen kapcsolatban tehát itt a nyomatékösszegzés valósul meg (ezért párhuzamos is).



1 – Belső égésű motor
2 – Tüzelőanyag tartály
3 – Bolygómű
4 – Villanymotor
5 – Generátor
6 – Inverter
7 – HV akkumulátor

82. ábra. Nyomatékosztó hibridhajtás¹⁰⁵

A nyomatékosztó PS-EHV főbb jellemzői:

- Olyan vegyes hibrid, amely egyszerre, egy időben működik soros és párhuzamos üzemben is;
- A hőerőgép és a motorgenerátorok megfelelő vezérlésével tág tartományban tudja változtatni a mechanikusan és villamos úton átvitt teljesítmény arányát, (ezzel a hőerőgépet képes a károsanyag kibocsátás és a tüzelőanyag-fogyasztás szempontjából optimális munkapont tartományban tartani);
- A jelentős hányadú mechanikus teljesítmény átvitel miatt a 3 - Bolygómű energiavesztése viszonylag kicsi;
- A rendszer külön nyomatékváltót nem igényel;
- Képes a tisztán elektromos hajtásra, tehát full-hibrid;
- Műszakilag közepesen bonyolult, előállítási költsége a gépjárművekhez viszonyítva számottevő.

¹⁰⁴ Forrás: Bosch

¹⁰⁵ Forrás: Bosch

6.3. Toyota Prius HSD

A Prius egy 1497 cm³ négyhengeres soros motorja szívóoldali változó szelepvezérléssel ellátott. A hajtásláncba a benzinmotor mellé két szinkrongépet terveztek melyek között a teljesítményelosztást egy bolygómű végzi. Az erőátvitel tulajdonképpen fokozatmentesen történik. A belső égésű motor 53 kW teljesítményt szolgáltat nagyon jó hatásfokkal, korlátozott fordulatszám tartományban. A villamos gép névleges teljesítménye 33 kW, mellyel a benzinmotort támogatja. A második villamos gép segít a belsőégésű motor indításában és emellett a generátor szerepét is betölti.

A generátor egy 6,5 Ah Nikkel-Fém-Hidrid akkumulátort tölt. Alacsony sebességnél és mérsékelt gyorsításoknál az autó képes tiszta villamos üzemre is. Ha az akkumulátor feszültsége egy adott szint alá csökken, a HSD automatikusan elindítja a belső égésű motort. Ehhez az energiát az akkumulátor telepből nyeri.

A Prius intelligens hajtásrendszere képes a fékenergia visszanyerésére, melyet a 33 kW-os generátor az akkumulátor töltésére használ fel.

6.3.1. A Prius Atkinson ciklusú motorja

Az egyszerű négyütemű motorokat is szokták Atkinson motornak nevezni, amennyiben a szívóoldali szelepek szívó ütemben jóval az alsó holtpont fölött kerülnek zárásra. Ilyenkor a dugattyú a felső holtpont felé történő mozgása során a beszívott keverék egy részét visszatolja a szívócsatornába, ezáltal megvalósítva az Atkinson motorra jellemző eltérő szívási és terjeszkedési lökethosszra vonatkozó különbséget. Az így megvalósított nagyobb terjeszkedési arány jótékonyan hat a gazdaságosságra. A hosszabb terjeszkedési ütem miatt kevesebb, munkára fogható energia távozik a kipufogó rendszeren keresztül hő formájában.

Bár a motor termikus hatásfoka jobb, mint az ugyanakkora méretű, de az Otto-ciklust megvalósító motornak, mégsem kedvelt a motorgyártásban, mivel a teljesítménysűrűsége szükségszerűen kisebb, mint az azonos méretű és kialakítású Otto motoré. Ez abból adódik, hogy az Atkinson motor hengerei nem töltődnek fel annyira, mint az azonos kialakítású Otto motorok hengerei.

A Prius belső égésű motorja 1497 cm³ 16 szelepes, dupla vezérműtengelyes erőforrást kapott, ezt a motort később (III. generáció) egy 1,8 literes erőmű váltotta fel. Ezt a motort direkt a hibrid autóba fejlesztették, összehasonlítva a hagyományos Otto-motorokkal észrevehető, hogy ugyanakkora teljesítményt lényegesen kisebb fogyasztás mellett le tud adni.

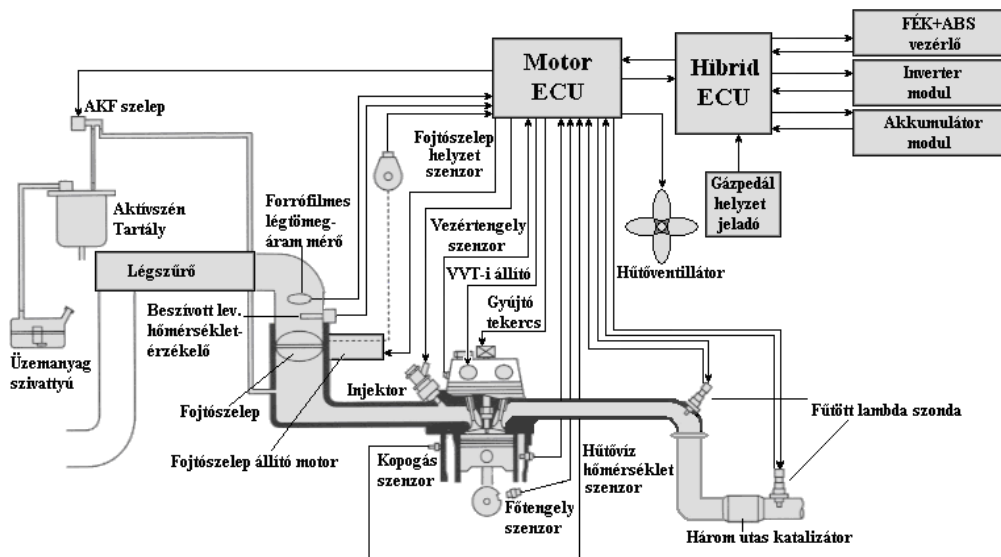
A motorirányító egység a fojtószelepállásból, a fordulatszámából és a forrófilmes légtömeg árammérő terhelés jeléből számítja ki a befecskendezés pontos értékét. A befecskendezési idő korrekciós tényezői a motorhőmérséklet és a beszívott levegő hőmérséklet.

A fojtószelep és a gázpedál között csak villamos kapcsolat van. A vezető szándékát a gázpedál helyzet jeladó érzékeli. A gázpedálba épített jeladók két jelet bocsátanak ki. A stabil öt voltot a

hibrid ECU adja a gázpedál helyzet jeladónak. A feszültséget egy-egy potenciométer osztja két feszültségértékké, amelyek között konstans 0,8 V mérhető. Ha az egyik jel megszűnik, a hibrid ECU hibát jelez. A Hibrid irányító egység közli a motor ECU-val a vezető kívánságát. Ezután a motorirányító egység határozza meg a fojtószelep nyitási szögét. A tényleges beavatkozást egy egyenáramú motor végzi el.

A fojtószelep helyzetének mérése kétpályás potenciométerrel történik és ezt a motorvezérlő és a fojtószelep ECU is megkapja. Az alapjárat szabályzást is a fojtószelep állító motor végzi.

A tempomat funkció alapvetően jár az autóhoz, amit a hibrid ECU végzi.



832. ábra. A motorirányító egység elemeinek elhelyezkedés¹⁰⁶

A Prius motorja hengerenkénti gyújtási rendszerrel van szerelve. A gyújtótekercesek a gyertyán találhatóak és ebbe az egységbe integrálták a gyújtás végtranzisztort is. A „gyújtás modul” a motor ECU-ba van építve és így csak négy árnyékolás nélküli vezeték megy egy-egy gyertyához. A jelvezeték a tranzisztorokat vezérlő négyszögjelek mérhetőek.

A jármű sebességet a fék ECU méri. Ez az ABS modullal egybe van építve. A vezérlő a négy kerék sebesség jeladó jelét átlagolja és ezt a sebesség jelet küldi el a hibrid ECU-n keresztül a motorirányító egységnek.

6.3.2. Változó szelepvezérlés (VVT)

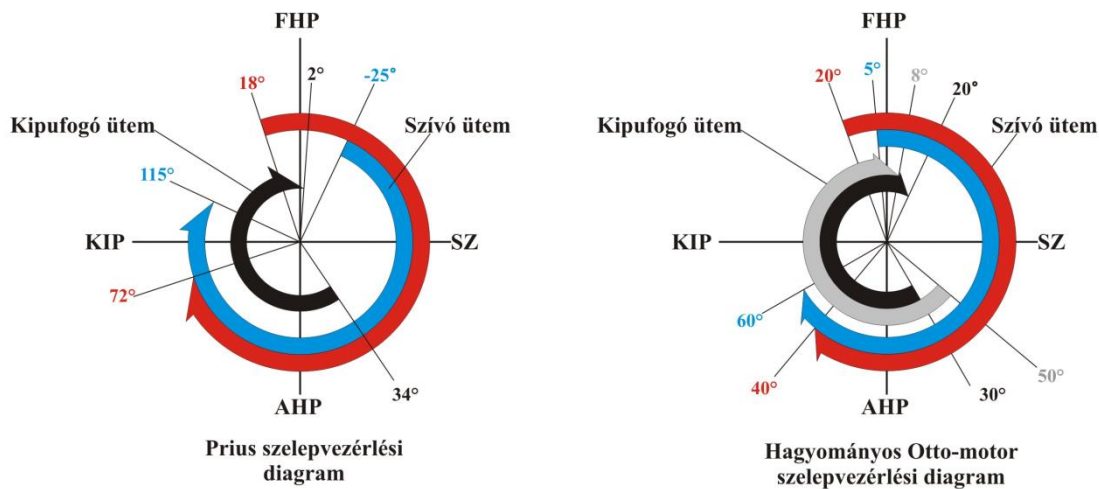
A Prius motorjának egy másik érdekessége a szívó oldali változó szelepvezérlés. Lényege, hogy a szívó oldali vezérműtengely szöghelyzetét a főtengely helyzethez képest 43°-os tartományban képes változtatni. A vezérműtengely végére szerelt állító mechanizmus az olajnyomás segítségével tolja el a vezérműtengely fázisát.

A szelepnyitási időket a motor ECU számolja. Az ideális szelepnyitást a főtengely szöghelyzet jeladó, a fojtószelep potenciométer, a terhelés és a hibrid ECU jeleiből határozza meg.

¹⁰⁶ Forrás: Toyota

A hűtővíz hőmérséklet csak korrekciós tényezőként szerepel.

Az aktuális vezérműtengely helyzetet a vezérműtengely jeladó jeléből érzékeli a motorirányító egység, és ennek tudatában vezérli a VVT-i állító szelepet.



843. ábra. A Prius és a hagyományos Otto-motor szelepvezérlési diagramjai¹⁰⁷

A vezérmű tengely fázishelyzete elsősorban a motor üzemállapotától függ. Üresjáratban és alacsony hőmérsékleten nagyobb visszaállítás (későbbi nyitás) szükséges. Ez szelepösszenyitás nélküli töltésváltozást tesz lehetővé. Ezzel gyorsabb felmelegedés és alacsonyabb fogyasztás érhető el, emellett stabilabb lesz az alapjárat. Másfelől viszont a motor szívási munkája megnövekszik, mivel a szívószelep nyitásának idejét a felső holtpont utánra tolja a motorvezérlő, amikor a dugattyú szívóütemben van. Ezen kívül a szívószelep késői zárása miatt kevesebb levegő felhasználással kell számolni.

Alacsony terhelésnél a motorvezérlő kismértékű szelep összenyitást valósít meg, ami egyenletesebb motorjárást eredményez.

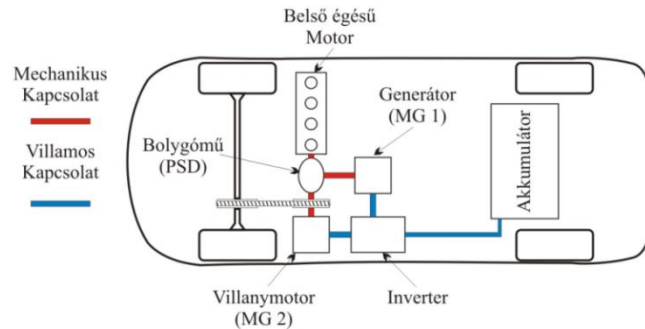
A növekvő terhelés a szelepnyitási időt a felső holtpont irányába tolja el, ami által nagyobb szelep összenyitás valósul meg. Ekkor a beszívott friss levegő-tüzelőanyag keverék keveredik a még hengerben megmaradt kipufogógázzal. Ez a belső kipufogógáz visszavezetés csökkenti a termikus hatásfokot, és kedvező hatással van a fogyasztásra. Emellett növekszik a rendelkezésre álló forgató nyomaték, és a kisebb égéshő csökkenti a nitrogénoxid emissziót is.

A motorvezérlő magas fordulatszámon, nagy terhelésnél a szívószelep fázishelyzetét a későbbi nyitás irányába tolja el, és megszünteti a szelep összenyitást. A szívószelep zárásának késleltetésével nő a motor volumetrikus hatásfoka. Ebben az üzemállapotban a későbbi szelepzárás mellett a gyújtás időpontját is megváltoztatja, ami kedvezően hat a forgatónyomatékra. Magasabb fordulatszám mellett a kiáramló kipufogógáz dinamikus hatásait használja ki a motor, ami nagyobb levegő felhasználást valósít meg.

¹⁰⁷ Forrás: Toyota

6.4. Hibrid Synergy Drive

A Prius teljesítmény elágazásos vegyes hibrid kialakítású rendszer, amit a Toyota HSD-nek (Hibrid Synergie Drive) nevez.

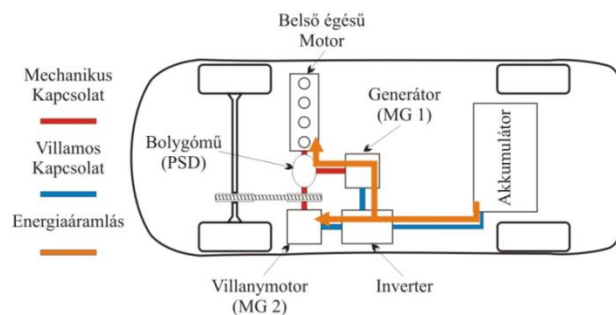


854. ábra. A HSD felépítés¹⁰⁸

Az MG 1-es modul generátorként működik, míg az MG 2 a benzinmotort támogatja. Mindkét villamos motor vezérlését az inverter modul végzi. Ő alakítja át a generátor által létrehozott váltakozó feszültséget egyenfeszültséggé, amivel a nagyfeszültségű akkumulátort töltik, illetve az akkumulátor egyenfeszültségét alakítja váltakozó feszültséggé az MG 2-es motor hajtására. Az autó energiamenedzseléséről a vezető pontos tájékoztatást kap a középkonzolon található többfunkciós kijelzőről. Emellett kijelző mutatja, hogy a villamos energia merre áramlik. Így a vezető teljes képet kap arról, hogy az autó milyen üzemmódban van, és hogy a hajtáslánc elemei milyen mértékben járulnak hozzá az autó haladásához.

6.5. A HSD üzemállapotai

6.5.1. Indítás



865. ábra. Energiaáramlás indításnál¹⁰⁹

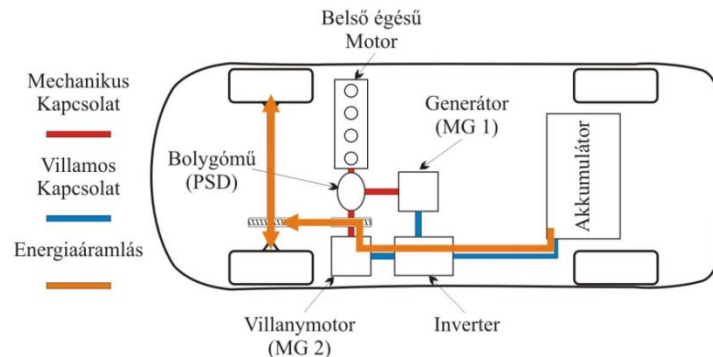
A belső égésű motor indítását az MG 1-es motor végzi. Ehhez az áramot a nagyfeszültségű akkumulátorból veszi. Az inverter az MG 2-es motorra feszültséget kapcsol és ezzel megakadályozza az esetleges hátra gurulást. A motor beindulása után alapjáraton az MG 1-es generátor

¹⁰⁸ Forrás: Toyota

¹⁰⁹ Forrás: Toyota

üzemben működik és táplálja a nagyfeszültségű hálózatot. A generátor terhelése a motorirányító egységet többlet befecskendezésre ösztönzi. Ez segít a motor üzem meleg állapotának mielőbbi elérésére.

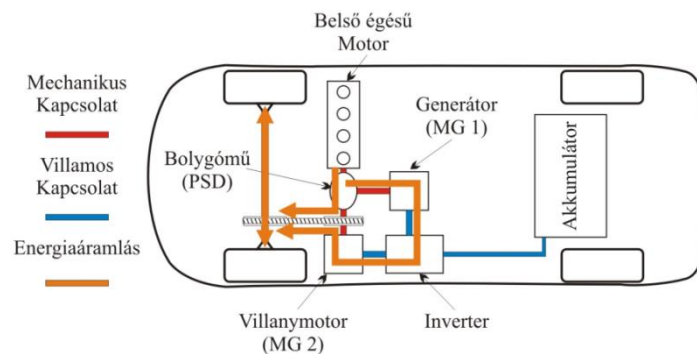
6.5.2. Elindulás



876. ábra. Energiaáramlás elindulásnál¹¹⁰

A Prius elindulásakor, vagy igen kis terhelésnél csak az MG 2-es villanymotorját használja. Így valósítható meg a „STOP and GO” funkció is nulla emisszió mellett. A „STOP and GO” funkció városban használható, amikor a forgalmi dugóban araszol az autó. A hibrid ECU az akkumulátor állapotát, a gázpedál helyzetet és a váltókart figyelembe véve dönti el, hogy milyen a forgalmi helyzet. Ha az akkumulátor töltöttségi szintje megfelelő, akkor a hibrid ECU engedélyezi a tisztán villamos hajtást. Ha menet közben az akkumulátor töltöttsége egy előre megadott szint alá csökken, akkor az MG 1 elindítja a belső égésű motort és generátor üzemre váltva tölteni kezdi az akkumulátort. Gyorsításakor is az MG 1-es motor indítja a benzinmotort, ami segíti az autó dinamikusabb gyorsítását.

6.5.3. Normál haladás



887. ábra. Energiaáramlás állandó sebességnél¹¹¹

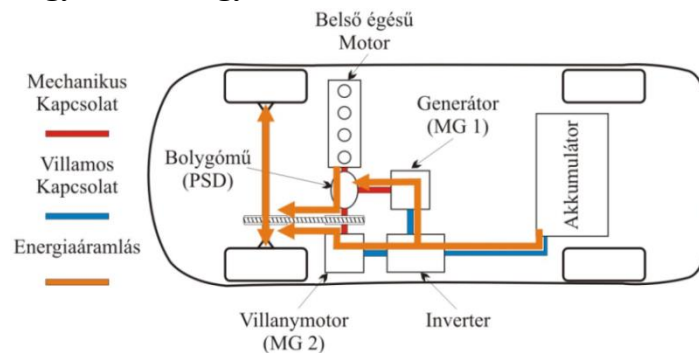
Állandó sebességgel való haladásakor a Toyota mind a három motorja dolgozik. A belső égésű motor biztosítja egyrészt az autó haladását, valamint hajtja az MG 1-es generátort. A generátor

¹¹⁰ Forrás: Toyota

¹¹¹ Forrás: Toyota

által előállított feszültséget az inverter modul egyenirányítja, majd frekvenciamoduláltan 3 fázisú váltakozó feszültséget kapcsol az MG 2-es motorra, amivel támogatja a benzinmotort. Így a belső égésű motor fogyasztás illetve káros anyag kibocsátás szempontjából optimális fordulatszám, terhelésen üzemelhet.

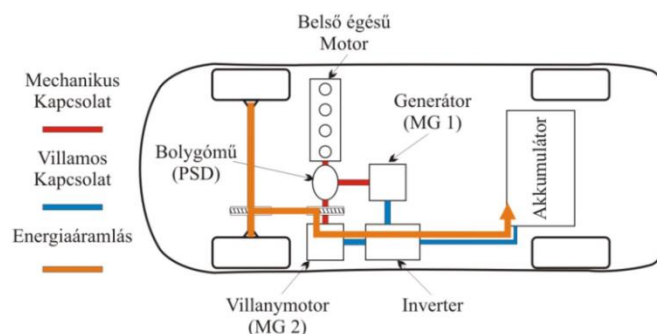
6.5.4. Intenzív gyorsítás, nagy terhelés



898. ábra. Energiaáramlás intenzív gyorsításnál ¹¹²

Gyorsítás közben a villamos gép járulékos nyomatékot biztosít és rásegít a benzinmotor által kifejlesztett teljesítményre. Az MG2-es motor és a belső égésű motor teljesítményét és fordulatszámát a PSD hangolja össze. Az MG 2-es motor hajtásához szükséges áramot az MG 1-es generátor biztosítja. A hibrid ECU figyeli a gázpedál helyzet jeladó jelét és a jelváltás meredekségét, ebből méri fel a gyorsítás intenzitását. Nagy kigyorsításnál az MG 1-es generátor üzembről motor üzemre vált, megszüntetve ezzel a benzinmotor fölösleges terhelését, és emellett ő is támogatja a gyorsítást. Ilyenkor a két villamos gép energiaellátásáról a nagyfeszültségű akkumulátor gondoskodik. Ha az akkumulátor töltöttségi szintje alacsony vagy a hőmérséklete túl magas illetve túl alacsony, akkor a vezetőt a műszerfalon egy kis teknős formájú visszajelző fény figyelmezteti. Ilyenkor érdemes kerülni az intenzív gyorsításokat.

6.5.5. Lassítás



909. ábra. Energiaáramlás regeneratív fékezésnél ¹¹³

¹¹² Forrás: Toyota

¹¹³ Forrás: Toyota

A Prius hibrid rendszere lehetővé teszi az energia visszanyerését. Ilyenkor a kocsí mozgási energiája nem a féktárcsákon távozik hő formájában, hanem az MG 2-es motoron keresztül bekerül az akkumulátorba. Ilyenkor az MG 1-es generátor nem csinál semmit, az MG 2-es motort pedig a kerekek generátor üzemben hajtják. A villamos gép féknyomatékát és a hidraulikus fék fékerezét a hibrid ECU szabályozza.

Lassításnál a hibrid ECU a féküzemi tüzelőanyag elzárás mellett leállítja a belső égésű motort, amit vezető szándékainak megfelelően újraindíthat az MG 1-es generátoron keresztül. Ha a sebesség egy megadott érték alá csökken, akkor a vezérlő megállást feltételez és nem adja vissza a befecskendezést. Ha a vezető rá lép a gázpedálra, a benzinmotor rángatás nélkül újraindul és az autó gyorsulni kezd.

6.5.6 Hátramenet

A Priusba nem építettek külön hátrameneti fokozatot. Ha az autóval tolatni szeretnénk, akkor az MG 2-es motor mozgatja az autót. A motor forgásirányváltással teszi lehetővé a hátrafelé haladást. Ha az akkumulátor töltöttségi szintje elég magas, akkor a kocsí tisztán villamos hajtással halad. Ilyenkor a benzinmotor és az MG 1-es generátor áll.

Ha az akkumulátor töltöttségi szintje túl alacsony, a hibrid vezérlő elindítja a belső égésű motort is. A benzinmotor meghajtja az MG 1-es generátort, ami elég energiát biztosít az MG 2-es motor számára a tolatási művelethez.

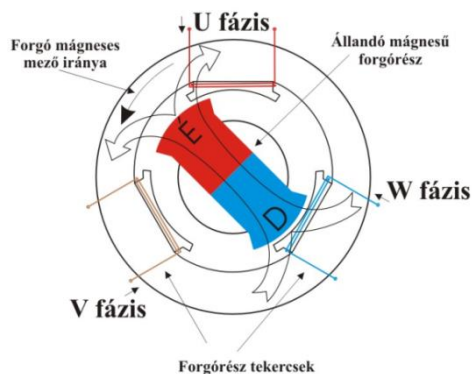
6.6. HSD rendszer elemei

6.6.1 Motorgenerátor MG1

A hajtáslánc lényeges része az MG1-es váltakozó áramú szinkronmotor, ami elsősorban az MG2-es motor villamos ellátását hivatott betölteni. A termelt energiát az adott üzemállapotokban az akkumulátor töltésére használják. A generátoros üzem mellett a belsőégésű motor indítását is erre a motorra bízták. Ha a nagyfeszültségű akkumulátor töltöttségi szintje elér egy előre megadott kritikus szintet, akkor az MG1 motor elindítja a belső égésű motort és generátor üzemre váltva tölteni kezdi az akkumulátor modult.

6.6.2. Motorgenerátor MG2

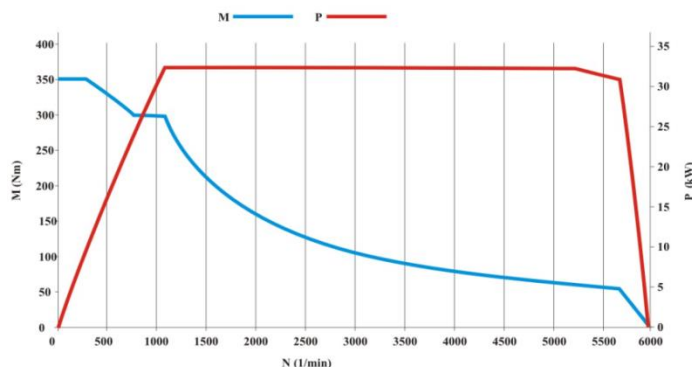
Az MG2-es váltakozó áramú motor az autóba épített villamos gépek közül a legnagyobb teljesítményű, amely működése szerint a belsőégésű motort támogatja. Ez a motor valósítja meg a regeneratív fékezés energiájának villamos energiává történő átalakítását. Felépítése:



100. ábra. Az MG2-es villamos gép kialakítás¹¹⁴

A háromfázisú váltakozó áramú szinkronmotor három állórész tekercssel rendelkezik és egy kétpólusú állandó mágnesű forgórészrel. Az állórész tekercsek csillagpontosan vannak kötve a motoron belül. A villamos gép pontos fordulatszám szabályozását egy fordulatszám érzékelővel valósítják meg, ami az ellipszis alakú forgórész és a tekercsek közötti légrés változást figyeli. A frekvenciaváltó az érzékelő jel segítségével az egyenáramú motorhoz hasonló működést tud elérni. Ennek legfőbb előnye a villamos gép jó szabályozási tulajdonságaiban van. A szinkrongépek kialakításuknál fogva az állórész forgó mágneses mezejéhez képest mindig késésben van a forgórész és emiatt a fordulatszám szabályozás tulajdonságai nem olyan kedvezőek. Ezzel szemben a motor hatásfoka és a kezelhetősége sokkal jobb, mint más villamos gépeké. A rendszer összhatalásfoka a hálózat szempontjából kedvező.

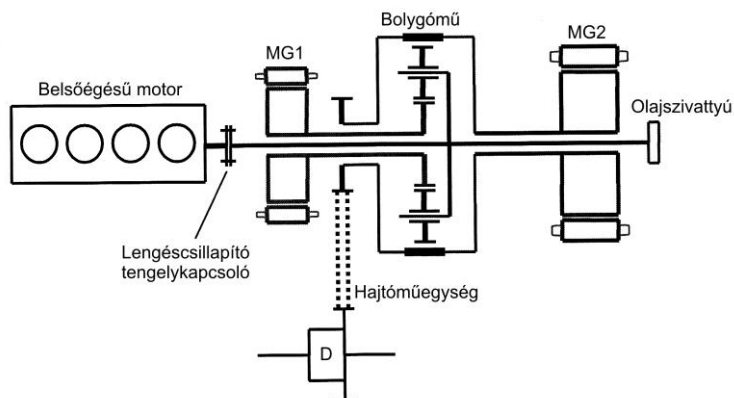
Az állandó gerjesztésű szinkrongép maximális nyomatékát 273,6 V-os hálózati feszültségnél és 351 A-es áram mellett adja le. A nyomaték, a teljesítmény és a fordulatszám arányait a következő kép mutatja.



101. ábra. Az MG2-es motor teljesítmény és nyomaték diagramja¹¹⁵

6.6.3 Hajtáslánc

A nyomaték elosztást, illetve átalakítást a hajtóműbe beépített speciális tengely hajtja végre. A belső égésű motor egy lengéscsillapító tárcsán keresztül csatlakozik a bolygóműhöz.



¹¹⁴ Forrás: Toyota

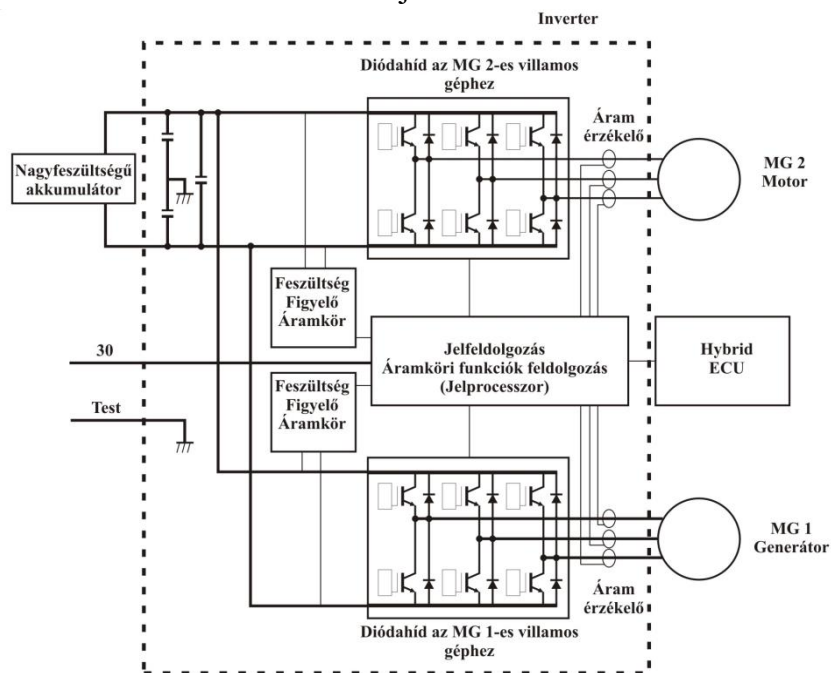
¹¹⁵ Forrás: Toyota

102. ábra. A hajtáslánc szerkezeti felépítése ¹¹⁶

Az MG1-es, MG2-es és a motor teljesítmény elosztását, a Toyota által kifejlesztett bolygómű végzi. A tengelykihajtás lassító áttételeken keresztül, lánchajtással csatlakozik a bolygóműhöz.

6.6.4. Inverter

A Priusba épített inverter fő feladata az, hogy az akkumulátor 288 voltos egyenfeszültségéből váltakozó feszültséget állítson elő az MG 2-es villamos gép számára. Emellett ő végzi az MG 1-es generátor váltakozó feszültségének egyenirányítását, valamint a regeneratív fékezésnél az MG 2-es villamos gép váltakozó feszültségének egyenirányítását az akkumulátor töltéséhez. A következő kép az inverter blokkvázlatát mutatja:



103. ábra. Az inverter blokkvázlata ¹¹⁷

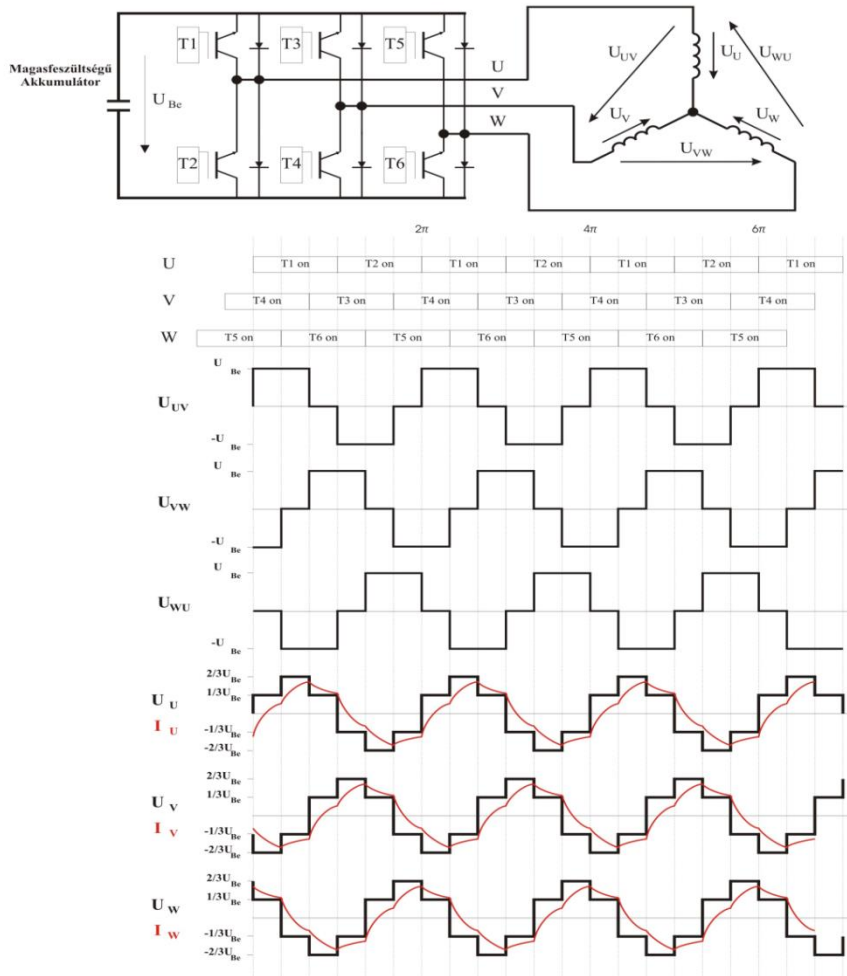
Az inverter modult a 12 voltos akkumulátorról táplálják. Külön testet és akkumulátor 30-ast kap. A nagyfeszültségű akkumulátorból jövő kábelek jól elkülönítve feltűnő narancssárga színű kábelekkel kapcsolódnak az inverter modul kapcsaira.

Az inverterben két szigetelt vezérlő-elektrodájú bipoláris tranzistorokból (IGBT) kialakított hídkapcsolás található. A félvezetők vezérlését a nagy műveleti sebességű jelprocesszor végzi. A jelprocesszor kommunikál a hibrid ECU-val és figyeli a villamos gépek áramát egy-egy áramérzékelővel, amit az inverter kimenetein helyeztek el. A tranzistor hidak bemenő feszültségét két különálló feszültségérzékelő áramkör figyeli, amit a jelprocesszor figyelembe vesz a vezérlő jelek kiadásánál.

¹¹⁶ Forrás: Gál Zoltán

¹¹⁷ Forrás: Toyota

A három fázisú six step inverter működését a következő ábra szemlélteti:



104. ábra. A háromfázisú inverter működése ¹¹⁸

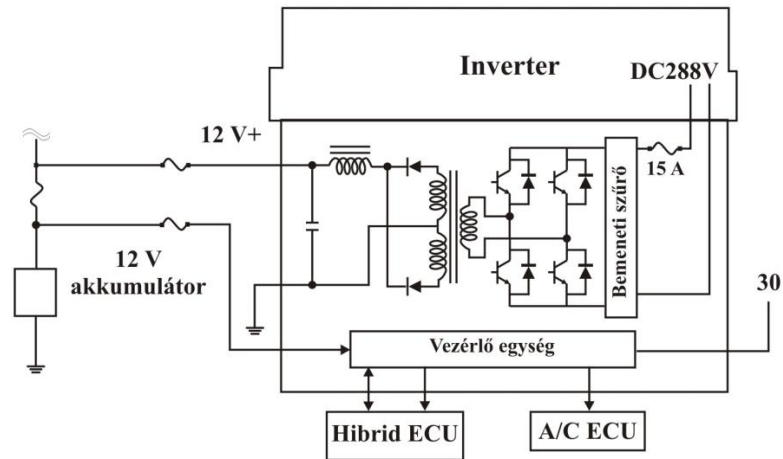
A rajz az ideális inverter működését mutatja. A modul kimenetein nem tiszta szinuszos váltakozó feszültség jelenik meg, hanem négyszögjelekkel közelítik azt. A vezérlő az akkumulátor egyenfeszültségéből a tranzisztorok kapcsolatásával hozza létre a kívánt frekvenciájú váltakozó feszültséget. Az azonos ághoz tartozó félvezetők ellenütemben dolgoznak a rövidzárlatok elkerülése miatt. A hídágak vezérlése 120 fokkal van eltolva egymástól így kaphatunk 3 darab 120 fokkal eltolt közelítő szinusz jelet az inverter kimenetén. A három fázisfeszültség U_U ; U_V és U_W .

A piros vonal az egyes fázisok áramát mutatja soros RL terhelésnél, amivel a motort helyettesíthetjük. A szinkron gépeket egy frekvencia modulált három fázisú jellel működtetik, amit a

¹¹⁸ Forrás: Toyota

jelprocesszor végez. Így képes a villamos gép alacsony fordulatszámon is nagy nyomatékot leadni, a tekintélyes indítónyomaték mellett.

Az inverter modullal össze építették a DC/DC átalakítót, így az közvetlenül a modulról kapja a 288 V-os egyenfeszültséget, megspórolva ezzel a vezetékcsatlakozásokat és csökkentve a hibalehetőségeket. A modul blokkvázlata a következő képen látható:



105. ábra. A DC/DC átalakító blokkvázlata ¹¹⁹

A DC/DC átalakító az autó hagyományos 12 voltos hálózatról működő rendszereinek áramellátását biztosítja és tölti a 12 voltos akkumulátort. A modul önmagában meg tudja oldani a hagyományos feszültségszabályzást és ezzel állandó 14,3 voltos töltőfeszültséget tud biztosítani. Erről egy visszacsatoló jelet kap közvetlenül az akkumulátor kapcsairól. A vezérlőegység kapcsolatban áll a légkondicionáló vezérlőjével és a hibrid irányító egységgel. Az inverter modul vezérlőegysége is a 12 voltos hálózatról működik.

Az IGBT hidak által termelt hő elvezetését egy, a villamos berendezések számára kialakított hűtőkör biztosítja. A kiegyenlítő tartály után a hűtőfolyadék átmegy az inverter modulon, ezután helyezkedik el a szivattyú, ami forgatja a vizet a két motoron keresztül. A motorok után a hűtőközeg a kondenzátorban lehűl. A kondenzátor a motor hűtőradiátora elé van építve.

6.6.6. Akkumulátor modul

A Prius az autó mozgásához szükséges energia egy részét villamos energia formájában tárolja. Ez az akkumulátor modulban történik, ami a csomagtartóban található. A nagyfeszültségű kábelek zárt fémcsőben futnak a kocsiján az inverter modulhoz.

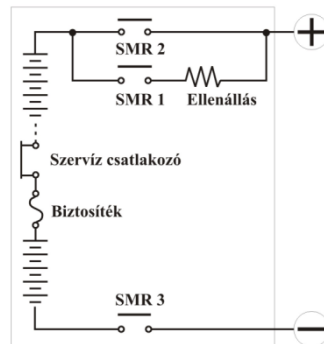
Az akkumulátor NiMH technológiával tárolja a villamos energiát. A hibrid akkumulátor 1,2 voltos cellákból épül fel. Ezek hatos csoportokban modulokra vannak osztva. A 40 modul alkotja a Prius nagyfeszültségű akkumulátor telepét. Ez azt jelenti hogy az akkumulátor feszültsége $1,2 \text{ V} \cdot 6 \cdot 40 = 288 \text{ V}$. Az európai modellekben 2 modullal kevesebb van, ami csak 273,6

¹¹⁹ Forrás: Toyota

Voltos kapcsolószűrésű feszültséget jelent. A III. generációs technika 2009-től tovább csökkentett, 201,6V feszültségű NiMH akkumulátort kapott.

A modulban a cellák mellett található a vezérlőegység, a nagyfeszültséget kapcsoló főrelé (SMR) és a szervíz csatlakozó. A szervíz csatlakozó a nagyfeszültségű hálózatot bontja szerelés esetén. Az áramkör a sorba kapcsolt cellák közepén kerül megszakításra, így nem tud áram folyni a nagyfeszültségű körökben.

A következő képen az akkumulátor felépítése látható:

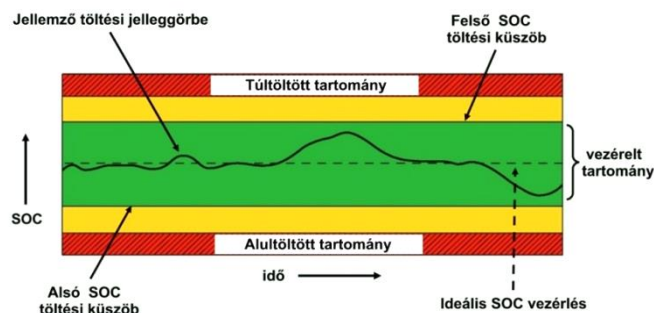


106. ábra. Az akkumulátormodul és a szervízcsatlakozó ¹²⁰

Az SMR főrelé kapcsolja a nagyfeszültségű hálózatot. A gyújtás kulcs elfordítása után a főrelé megkerülő SMR 1-es kontaktora húz meg először. A hirtelen áramlökések csökkentésére egy teljesítmény ellenállást kapcsol. Az SMR 3-as kontaktor egy időben húz meg az egyessel. A kapcsolási tranziensek lezajlása után az SMR 2-es kontaktor meghúz, az SMR 1 elenged és ezzel rendelkezésre áll az akkumulátor teljes kapacitása.

Kikapcsoláskor először az SMR 2-es kontaktor bont, majd kis késleltetés után az SMR 3-as is elenged. Az akkumulátort egy külön vezérlő egységgel látták el. A vezérlő egység figyeli a modulok feszültségét és az áramerősséget. Az akkumulátor káros túlmelegedésének elkerülése érdekében az ECU figyeli a belső illetve a külső hőmérsékletet. A modul hűtéséről egy külön levegőhűtő kör gondoskodik. Az ECU folyamatosan jelent a hibrid vezérlőnek az akkumulátor töltöttségi szintjéről, a töltés illetve fogyasztás mértékéről. A vezérlő figyeli az akkumulátor töltöttségi szintjét, amit SOC-nak (State of charge) neveznek.

¹²⁰ Forrás: Toyota



107. ábra. Az akkumulátor töltöttségi szintje¹²¹

Akkumulátor ECU a kapocsfeszültséget az ideális SOC szinthez szabályozza. Az élettartam növelés miatt a töltöttséget a zöld tartományban kell tartani. A vörös tartományok a túltöltött illetve a lemerült akkumulátor szintjét mutatják. A túltöltöttség károsíthatja az akkumulátort, drasztikus esetben pedig akár tüzet is okozhat. Az akkumulátor csak meleg éghajlaton igényel karbantartást. Túl nagy környezeti hőmérsékletnél a töltöttség szintje akár 60%-al is csökkenhet.

6.6.7 Fékrendszer

A Prius képes az autó mozgási energiájának villamos energiává történő átalakítására. A hibrid irányító egység figyel arra, hogy maximális legyen a regeneratív fékezés. Ha a regeneratív fékhatás nem elegendő, akkor a hibrid ECU a hagyományos hidraulikus fékrendszert is használja. A fékrendszer működési vázlatát a következő képen látható.



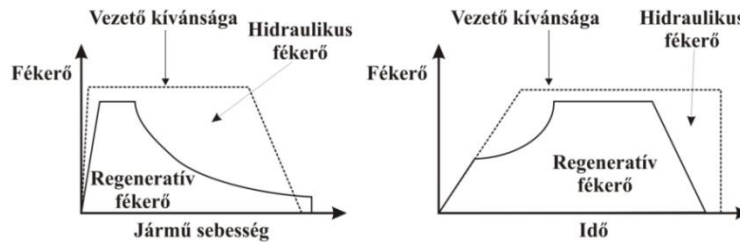
108. ábra. A fékrendszer blokkvázlata¹²²

A főfékhengerbe épített olajnyomás érzékelővel határozzák meg a vezető által kívánt fékerőt. A fék ECU a kívánt fékerőből kiszámítja, hogy mekkora lehet a regenerációs fékerő. Ezután a hibrid ECU hozza létre a regeneratív fékerőt és visszajelzést ad a fék ECU-nak a megvalósított villamos fékezésről. Az összes fékerőből a vezérlő kivonja a hatásos regenerációs fékerőt, ez lesz a hidraulikus fékerő. Az ECU a jel ismeretében kivezérli a mágnes szelepeket, így létrehozva a kívánt hidraulikus fékhatást.

¹²¹ Forrás: Toyota

¹²² Forrás: Toyota

A regeneratív fékerő és a hidraulikus fékerő közötti megosztás függ a jármű sebességétől és az időtől. A képen is látszik, hogy a sebesség csökkenésével egyre több villamos fékerőt engedélyez a hibrid ECU. Ilyenkor a rendszer az egyre kisebb mozgási energiát maximális hatékonysággal próbálja visszanyerni.



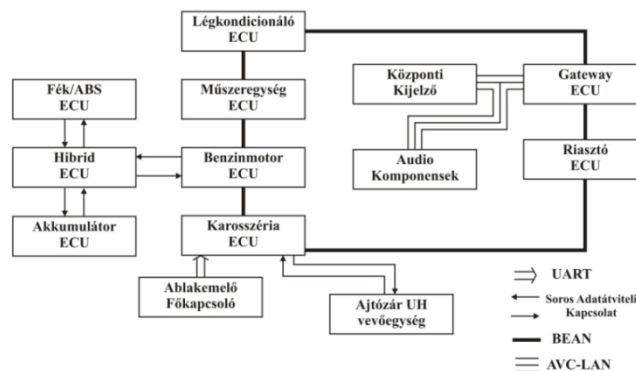
109. ábra. A fékerő eloszlása a sebesség, illetve az idő függvényében ¹²³

A második kép a regeneratív fékerőt ábrázolja az idő függvényében. Hosszabb fékezés esetén a vezérlő fokozatosan egyre nagyobb villamos fékerőt enged.

A vezérlők pontos összehangolásával tudják hatékonyan visszanyerni az autó mozgási energiáját. Így az akkumulátorban elraktározott energia ismét visszafordítható az autó mozgására, csökkentve ezzel a tüzelőanyag fogyasztást.

6.6.8. Multiplex kommunikációs hálózat

A Prius vezérlő egységei között elengedhetetlen az információ csere. Ezt a Toyota egyedi kommunikációs busz hálózattal oldotta meg. A következő képen a Prius I-es multiplex hálózata látható.



110. ábra. A Prius I multiplex hálózatának blokkvázlata ¹²⁴

A karosszéria ECU a benzinmotor ECU a műszeregység ECU, a légkondicionáló ECU, a gateway ECU, a kettős reteszelő ECU, és a riasztó ECU között BEAN rendszert alkalmaztak. A BEAN (Body Electronics Area Network) egy egyvezetékes, aszinkron kommunikációs rendszer, ami maximum 10 kb/sec-os adatátviteli sebességre képes. A karosszéria ECU végzi a központi zárok kezelését, a belső világítás működtetését, az immobilizer vezérlését, és ezeknek a

¹²³ Forrás: Toyota

¹²⁴ Forrás: Toyota

diagnosztikáját. A műszeregység vezérloje a műszerek működtetését, az egyes visszajelző fények és figyelmeztető lámpák megvilágítását végzi. Emellett a jelzőhangok kiadása is az ő feladata. A légkondicionáló ECU a klíma berendezést működteti. Figyeli a vezető kívánságát, az egyes hőmérsékleteket, és kapcsolgatja a klíma kompresszort.

A benzinmotor ECU ezen a buszvonalon is kommunikál. A riasztó ECU a BEAN busz vonalon kapja meg a karosszéria ECU-tól a távirányító kapcsolójelét. A buszon már csak a kapcsolójel megy, az ajtózárr ultrahangos vevőegysége azonosítja a távirányítót. A karosszéria ECU nyitja az ajtó zárat illetve küldi a riasztó deaktiváló jelét. A gateway ECU egyezteti a buszok eltérő sebességét. A központi kijelző és az audio egységek AVC-LAN (Audio Visual Communication – Local Area Network) buszon kommunikálnak. A fék ECU, a HV ECU, a motorvezérlő ECU és az akkumulátor ECU között hagyományos soros kommunikációval történik az adatcsere.

6.7. Tüzelőanyag-cellás hibrid hajtás

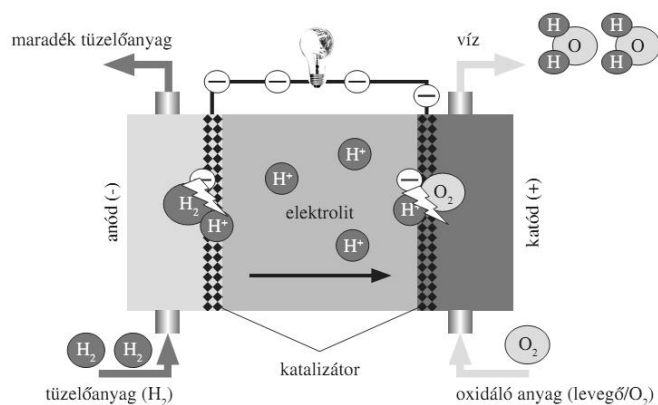
A hatékony, nagy teljesítményű, károsanyag-szegény és nem utolsósorban kedvező költségű energiaátalakítás az „energiatechnika” központi kérdése és feladata. A jelenlegi technika folyamatos fejlesztése mellett a jövőben új technika is érkezik, a tüzelőanyag-cella. Az a tüzelőanyag-cella, amelyről már tudjuk, hogy kiváló hatásfokkal rendelkezik, a tüzelőanyagban tárolt kémiai energiát közvetlenül elektromos árammá alakítja. A technológia a víz elektrolízisének fordítottján alapul, miszerint hidrogén és oxigén egyesüléséből elektromos energia leadása közben az egyedüli „kézzel fogható” reakciós folyamat végtermék a víz. A fejlesztői munka során az átfogó és részletes „well-to-wheel” analízis eredményeként született meg a felismerés, hogy hosszú távon a tüzelőanyag-cellás hajtás legígéretesebb hajtóanyaga a hidrogén.

6.7.1. A tüzelőanyag-cella működése

A tüzelőanyag-cella alapvetően egy galvánelem, melyet energia-átalakítónak alkalmazunk. A hidrogénben kémiai energiát alakítja át elektromos energiává és vele egyidejűleg hőenergiává. A keletkező végtermék tiszta víz. Az alábbi sematikus ábrán látható az energiaátalakítás leegyszerűsített folyamata. Ebből következően a tüzelőanyag-cella a galvánelemek csoportjába tartozik, ahova pl. az újratölthető akkumulátorok is.



111. ábra. A tüzelőanyag-cella blokkvázlata



112. ábra. A tüzelőanyag-cella blokkvázlata¹²⁵

Az elektrolitnak egyidejűleg kettős feladata van. Egyrészt a helyzetéből adódóan az elektródákat egymástól elszigeteli, biztosítva, hogy a két elektródához vezetett kiindulási anyagok egymással ne érintkezzenek. Másrészt ionvezetőnek kell lennie, hogy a szükséges kémiai reakció létrejöhessen. A kémiai folyamat megfelelő sebességének biztosításához katalizátort alkalmaznak. Az elektródák a tüzelőanyag-cellán belül azok az elemek, amelyeken az energiaátalakulás végbemegy. Alapanyagát tekintve grafitpapírból készül. Az elektróda lényeges alkotóeleme a katalizátor. Katalizátorként olyan közeget alkalmaznak, mely felgyorsítja a kémiai reakciót anélkül, hogy abban részt venne, így az nem használdik el.

Az elektróda felületén végbemenő folyamat első lépéseként a hidrogén (H_2) belép az anód porózus területére és ott eléri a háromfázisú „gáz-elektroda-elektrolit” tartományt. A tüzelőanyag-cellának ez a legfontosabb része, mert gyakorlatilag itt történik az az átalakítás, amelynek során a tüzelőanyagban kémiaiilag tárolt energiából elektromos és hőenergia képződik. Ennek a kémiai folyamatnak az intenzitása a képződő elektromos töltések sűrűségének növekedésével jár együtt.

Az elektrolitban a hidrogénionok a pozitív töltéseket jelentik, míg a katódon az elektronokból álló negatív elektromos töltések sokasodnak. Az anód és a katód egy külső áramkörbe kapcsolása során az elektronok ebben a körben áramlanak, ami nem jelent mást, mint hogy elektromos energiát nyertünk.

6.7.2. Tüzelőanyagcella-típusok

A különböző ipari alkalmazási területek eltérő felépítésű és üzemeltetésű tüzelőanyagcella-típusok kifejlesztését eredményezték. Az autóiparban legideálisabb PEMFC és DMFC megoldások terjedtek el.

Ha a tüzelőanyagcella-típusokat rendszerezni akarjuk, különféle szempontok állnak rendelkezésre pl. üzemi hőmérséklet, üzemi nyomás, tüzelőanyagfajta, elektrolit típusa stb.

¹²⁵ Forrás: Toyota

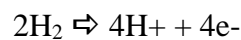
A hőmérséklet szerint megkülönböztetünk alacsony és magas hőmérsékletű típusokat. Az üzemi nyomás szerint léteznek nagynyomású, közepes és kisnyomású (azaz atmoszférikus nyomású) tüzelőanyagcella-típusok.

Gyakorlatilag a tüzelőanyag-cellák osztályozása az alkalmazott elektrolit szerint történik.

Proton Exchange Membrane Fuel Cell: protonvezető membrán-elektrolitos tüzelőanyag-cella (PEMFC)

A PEMFC a legismertebb és legszélesebb körben alkalmazott tüzelőanyag-cella. Felépítését tekintve pontosan úgy, mint a többi tüzelőanyag-cella, két elektródából és a köztük lévő teret kitöltő elektrolitból áll. Az előbbi fejezetben ismertetett típussal ellentétben viszont az elektrolit egy protonvezető membrán, ami a hidrogénionokat (protonokat) szállít.

A katalitikusan aktív anódon végbemenő folyamat végeredménye a hozzávezetett hidrogénmolekulából hidrogénion és elektron jön létre:



Az elektronok egy külső áramkörön keresztül jutnak a katódhoz, miközben elektromos energiát nyerünk. Az elektroliton átáramló protonok ugyancsak a katódhoz jutnak, ahol reakcióba lépnek az oxigénnel és az elektronokkal. A végeredmény víz: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$

A hidrogénben kémiaiilag kötött energia elektromos energiává alakul.

A lejátszódó elektrokémiai folyamat részletesen:

- az egymástól elszigetelt elektródáknál hidrogén áramlik az anódhoz és oxigén a katódhoz.
- az anódoldalon a határtartományban a hidrogén elektrokémiaiilag oxidálódik:
$$2\text{H}_2 \rightleftharpoons 4\text{e}^- + 4\text{H}^+$$
- a protonok (H^+) az anódtól az elektrolit-membránon keresztül a katódhoz áramlanak.
- a szabadrá vált elektronok az anódtól egy külső terhelésen keresztül a katódhoz áramlanak = áram folyik.
- a katód oldalon a négy elektron egyesül egy oxigénmolekulával:
$$\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$$
- a katódoldalon az előbbi átalakulásakor képződött oxigénionok (O^{2-}) vízzé
- egyesülnek az átdiffundált hidrogén-ionokkal /protonokkal/ (H^+): $2\text{O}^{2-} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$.

A PEMFC tüzelőanyag-cella a legszélesebb körben alkalmazható típus. Sokoldalúsága teszi alkalmassá a stabil, a mobil (autóipar) és a hordozható rendszerek kiszolgálására.

A PEMFC tüzelőanyag-cella alacsony hőmérsékletű cella, melynek üzemi hőmérséklete 100°C alatti.

6.7.3. Tüzelőanyagcella-technológia a gyakorlatban

A tüzelőanyag-cella az élet minden olyan területén változásokat hoz, ahol az energianyerés, energiaátalakítás és energiafogyasztás játszik szerepet, tehát mindenhol. Ismerve az emberi természetet, van egy olyan területet, amely érzelmileg mindenkit egy kicsit jobban megérint: az autó.

A kőolajkészletek fogyását és a légszennyezést is hajlamos mindenki az autóval összefüggésbe hozni. Következésképp az alternatív energiahordozók és hajtások is a járműiparra lesznek a legnagyobb hatással.

A kezdeti időkben a hidrogéntekológia indította el pályáján a hidrogénhajtású belsőégésű motort, de az irány a tüzelőanyag-cella felé fordult. A tüzelőanyagcella-változatok közül messze a PEMFC típus legalkalmasabb, mert nagyon rövid az előmelegítési időszükséglete, dinamikus, és kiválóan alkalmazkodik a hirtelen terhelésváltásokhoz. Pl. a gázpedál lenyomása után a rendszer két másodpercen belül eléri teljesítményének 90%-át. A tüzelőanyag-cellás autó vezetése komfortos érzetet nyújt, továbbá nem szükséges indítómotor, ehelyett elegendő egy szivattyú és egy kompresszor is. A gázpedál finom lenyomásával az autó fokozatmentes gyorsulással fut, mint egy erős villanyautó. A belsőégésű motorral ellentétben nincs elvárt minimális fordulatszám a legjobb nyomaték eléréséhez, azt a villanymotorok már az induláskor biztosítják. Modelltől függően 15-16 s alatt érik el a 100 km/h sebességet, maximális sebességük 140-170 km/h.

Elmarad a belső égésű motorra jellemző zaj és vibráció, ami csaknem zajmentes vezetési élményt nyújt. Ami a hagyományos zajból megmarad, az a gumi és a menetszél zaja. Ami új lesz, az villanymotorok és induláskor a kompresszor hangja.

Mivel az ilyen típusú járműbe kevés mozgó alkatrészt építenek, megbízhatóbb és hosszabb élettartamúak, mint a jelenlegi autók.

A tüzelőanyag-cellás autók hajtásláncban betöltött szerepe szerint megkülönböztetünk:

- közvetlen elektromotoros hajtást,
- hibrid hajtást.

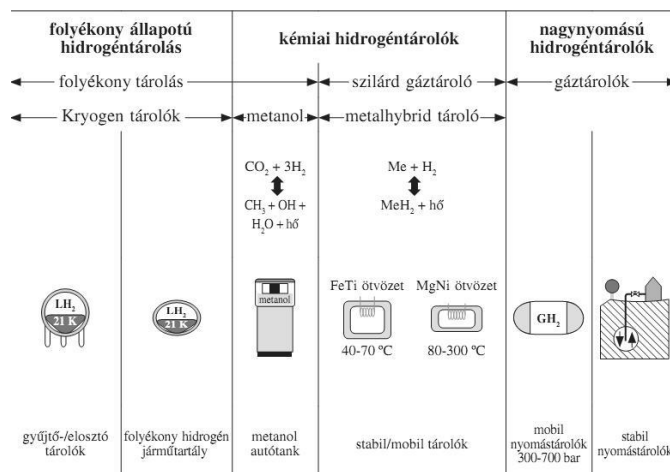
Az első kivétel a tüzelőanyag-cella által termelt elektromos áram közvetlenül villamos motorokon, mint fogyasztókon keresztül hasznosul. A hibrid hajtásnál az alapterhelés fedezete az első megoldással azonos módon történik, de az ezen felüli energiatárolására kiegészítésként akkumulátort alkalmaznak. A kis terhelési tartományban az energiatároló töltődik, hogy a csúcsteljesítmény-fedezetként a tüzelőanyag-cellával párhuzamosan az elektromotorok hajtásába besegítsen.

6.7.4. Hidrogéntárolási eljárások

Mindaddig, amíg a járművön való hajtóanyag-előállítás nem megoldott – például elektromos áram napenergia segítségével –, a járműveken a hajtóanyagokat tárolni kell. A tárolásnál az egyik alapvető feladat, hogy minél hosszabb út megtételéhez elegendő hajtóanyagot legyen képes a gépjármű magával vinni. Nagyon fontos szempont a biztonság, hogy hőhatás, illetve baleset esetén a tárolt anyagok ne gyulladjanak meg, ne robbanjanak fel.

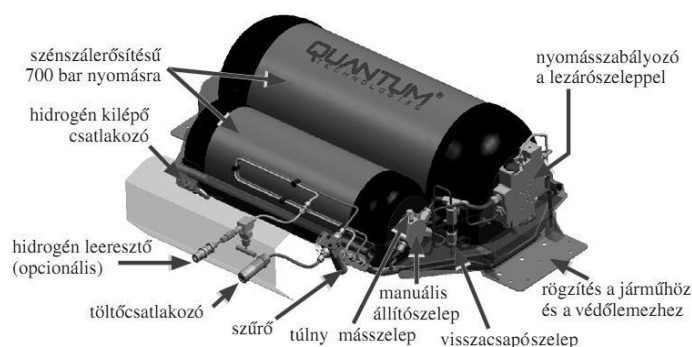
A technika mai állása szerint a hidrogén tárolására három kipróbált módszer áll rendelkezésre:

- nyomástárolók,
- vákuumszigetelt Kryogen-tárolók (folyékony állapotú tárolás),
- fémhidrid tárolók.



113. ábra. Hidrogéntárolás ¹²⁶

A hidrogén ipari felhasználásához alkalmazott nagynyomású tartályok nyomása jelenleg már eléri az 700 bar-t (70 MPa). Ennek a nyomásnak az előállításához a tárolt energia 15-20%-ára van szükség. Az alkalmazott tartályforma ilyen nagy nyomás mellett gömb vagy henger alakú lehet az egyenesletes nyomáselosztáshoz, illetve a feszültségfókuszok elkerülés érdekében. Példa a tárolt energiára: egy 700 bar nyomású tartály acélból mintegy 3 kg hidrogén tárolására alkalmas 85 liter térfogat mellett, tömege pedig kb. 80 kg.



114. ábra. 700 bar nyomású hidrogéntároló ¹²⁷

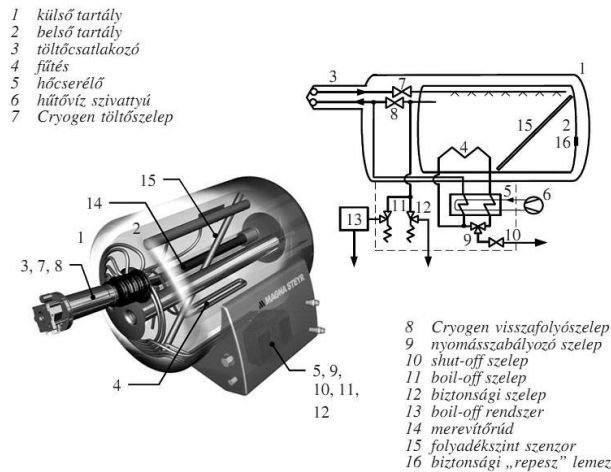
Vákuumszigetelt Kryogen-tárolók (folyékony állapotú tárolás) Kryogen-közegek

Számos olyan gáz halmazállapotú anyag van (pl. hidrogén, oxigén, hélium, nitrogén, földgáz vagy a levegő), melyek igen alacsony hőmérsékleten cseppfolyóssá válnak. Ebben az állapotban viszont nagyobb energiasűrűséggel rendelkeznek, bár ez az állapotváltozás megfordítható, így a folyékony állapotú tároláshoz speciális tartályszigetelés szükséges.

A hidrogén esetében a forrásponti hőmérséklet, ami alatt az cseppfolyósítható -239 °C (33,18 K), valamint a szükséges nyomás $p = 12,9\text{ bar}$. Az alkalmazott hűtési hőmérséklet -253 °C .

¹²⁶ Forrás: Dr. Emőd István, Tölgyesi Zoltán, Zöldi Máté: Alternatív járműhajtások? 92. old.

¹²⁷ Forrás: Dr. Emőd István, Tölgyesi Zoltán, Zöldi Máté: Alternatív járműhajtások, 93. old, 3.18. ábra



115. ábra. LH2 hidrogéntároló¹²⁸

A Hibridhajtással kapcsolatos rövidítések és fogalmak:

- **HV** - Hybrid Vehicle - Hibridhajtású jármű;
- **HV battery** - Hibrid járműhajtó akkumulátor (HV) akku (pl. Toyota Prius I, 228 darab nikkell-fém hibridakku cellából áll, $U_n = 273,6$ V a feszültség (1,2 V/cella), 6 cella alkot egy modult, $2 \times 19 = 38$ modul egy telepet);
- **Battery-ECU** - HVB-ECU - a hibrid járműhajtó akkumulátor irányító egysége;
- **HV-ECU** - a hibridhajtás központi irányítóegysége;
- **DC-DC converter** - egyen-egyen átalakító pl. 273,6 V DC-t átalakít 14 V DC-re, (ellátja a fogyasztók jelentős részét villamos energiával továbbá tölti a kiegészítő akkut is);
- **Inverter** - az egyen feszültséget átalakítja (pl. 3 fázisú) előírt váltakozó feszültséggé;
- **IPM** - Intelligent Power Module - az inverterek, a DC-DC átalakító, és a Boost converter egység együtt közös dobozban (PCU = power control unit);
- **MG = IMG** - motorgenerátor, integrált motorgenerátor. Tág tartományban változtatható jellemzőfü, háromfázisú, váltakozó-áramú szinkron motorként és generátorként is üzemelni tudó villamos gépek;
- **Transaxle** (transzmission) – hajtómű;
- **Rezolver** - a motorgenerátorok indukciós elven működő fordulatszám és forgórész szög-helyzet érzékelője;
- **PWM** - pulse width modulation - impulzus szélesség moduláció;
- **Szervizcsatlakozó** - vizsgálat karbantartás vagy javítás közben a csatlakozót kihúzva a HV akkumulátor lekapcsolható.

Munkavédelem, biztonsági előírások

Az áramütés elkerülése

¹²⁸ Forrás: Dr. Emőd István, Tölgyesi Zoltán, Zöldi Máté: Alternatív járműhajtások, 94. old. 3.19. ábra

Szakszerűtlen beavatkozás esetén a ≈ 100 V-os feszültségű hálózat balesetveszélyt jelenthet. Ezért járó motornál, illetve bekapcsolt gyújtásnál az IMA rendszer elemeit tilos megérinteni!

A rendszer-főkapcsoló

Az IMA szerkezeti elemeinek javításakor a rendszer-főkapcsoló lekapcsolásával feszültség mentesíteni kell a rendszert. Lekapcsolás után legalább 5 percet várni kell, míg a kapacitorok kisülnek.

A rendszer-főkapcsoló lekapcsolását követően, a kapacitorok kisülése miatt, a javítási művelet megkezdése előtt méréssel ellenőrizni kell a feszültség szintet. A nagyfeszültségű rendszer szerelésekor biztonsági okból használjunk érintésvédelmi kesztyűt.

7. A gépjárművek vezető támogató rendszerei, ADAS

(Advanced driver-assistance systems)

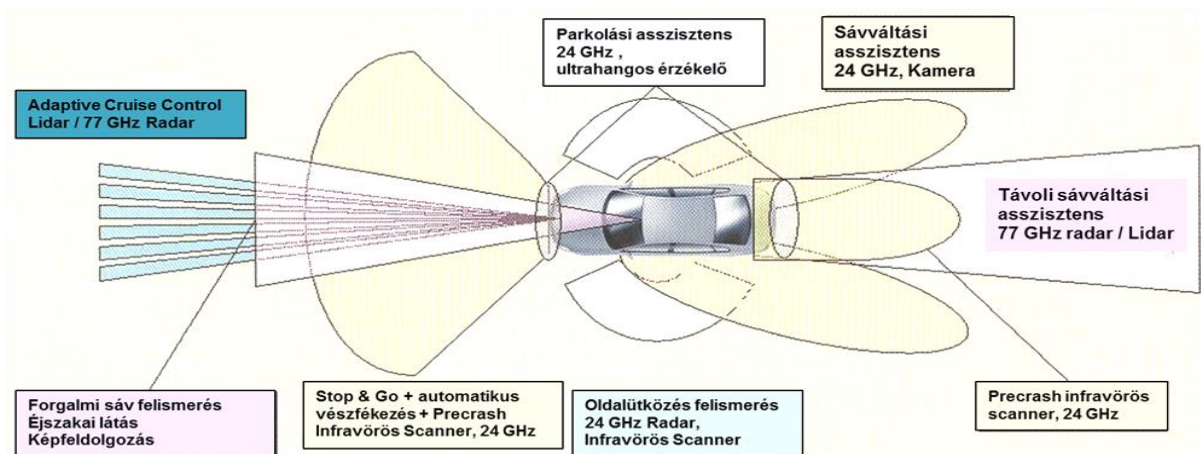
A gépkocsivezetés tulajdonképpen nem más, mint a jármű mozgása közben a környezetünkben történő mozgások észlelése, a változtatások figyelése, értékelése. Beilleszkedés egy sok szabadságfokú rendszerbe, mozgó objektumok sorába. A forgalomba történő konfliktusmentes beilleszkedéshez a vezető érzékszerveinek hibátlan működése szükséges. Az érzékszervek néha tompulnak, jeleinek a központi idegrendszerben való feldolgozása is lehet pontatlan, néha egyszerűen kihagyhat. Érzékelésünknek vannak fizikai korlátai és holtterei. A baleseti okok között vezető helyek egyikét a vezetői figyelmetlenség foglalja el.

A gépkocsivezetés információi

A gépkocsivezetés döntő részben látás útján szerzett információkból, részleges automatizálása pedig a vezetői asszisztens rendszerek mérésén alapuló információkból áll. A gépkocsik forgalmi információgyűjtése közvetlenül, kommunikáció útján, előrejelzés alapján megszerezhető információszerezést jelent. A vezetői asszisztens rendszerek ultrahangos, radaros, lidaros és 3 dimenziós videokamerákkal, közvetlenül megszerezhető, villamos (digitális) jelekké alakítható információk hasznosítására épülnek. A környezeti információk villamos jelekké alakításának előnye, azok szinte tetszőlegesen kombinálhatósága.

A járműről és annak forgalmi környezetéből, folyamatosan 1011 bit/s-nyi információáram éri a vezetőt. Amikorra ebből tudatos válasz születik, a válaszadás 1-2 információra csökken, másodpercenként. Az érzékszervi észlelet, 0,3-0,4 század másodpercenként érkező csomagok formájában tudatosul. A vezetői asszisztens rendszerek az emberénél legalább két nagyságrenddel kisebb válaszadási késedelemmel tájékoztatják a vezetőt a jármű mozgásállapotáról, és avatkoznak be annak módosításába.

A járművekben alkalmazott prediktív (előrejelző) védelmi technológiák időben felismerik a veszélyhelyzeteket és már az előtt reagálnak, vagy figyelmeztetnek, hogy egyáltalán kialakulna egy balesetveszélyes forgalmi helyzet. Ezeket, a prediktív biztonsági rendszereket nevezzük fejlett vezetőtámogató rendszereknek (ADAS). A megfelelő menetbiztonság érdekében szükséges információkat különböző típusú, működési elvű érzékelő elemek biztosítják a vezetőtámogató rendszerek részére. Az információk rendkívül gyors feldolgozása biztosít lehetőséget a vészhelyzetek elkerülésére, illetve a balesetek következményeinek mérséklésére.



116. ábra. Az asszisztens rendszerek érzékelési tartományainak áttekintése¹²⁹

7.1. Az információszerzés technikai rendszerelemei

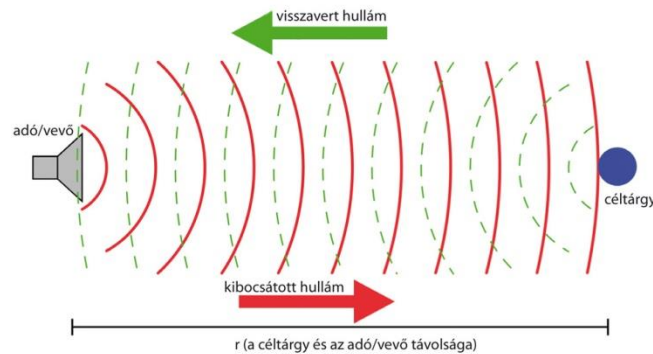
7.1.1. Az ultrahangos érzékelők

Gépjárművekben 40–50 kHz-es frekvenciájú rezgésmérést jelent, amely utastéri védelem biztosításában és parkolás segítő asszisztens rendszerben (akadálytávolság-mérés) kerül felhasználásra. Az emberi füllel hallható hangoknál „magasabb” frekvenciájú ultrahangok precíziós térbeli helymeghatározásra való alkalmasságát a rovaroktól a denevérekig számos élőlénynél tapasztaljuk. Az élettani folyamataikat felhasználó mérés technikai alkalmazásoknak – az autók tolatóradarjától a diagnosztikai készülékekig – ma már sok változatát használjuk a hétköznapi életben, amelyek számát tovább gyarapíthatja, hogy például az ultrahang visszaverődésén alapuló távolságmérés működési elve ma már „filléres” mikro-vezérlőkkel is megvalósítható. A technológia fő előnye, hogy érintésmentes, és a mérés technika számos területén csaknem mindenféle anyagú „cél tárgy” detektálására alkalmas. A járműtechnológiában az ultrahangos távolságmérés például a parkolás megkönnyítésére használható: a távolságérzékelő méri a jármű távolságát valamilyen akadálytól (egy másik járműtől, faltól).

A mérés egyik célja lehet az ultrahangos szenzor és egy másik tárgy (a cél tárgy) közötti távolság meghatározása. Ezt az ultrahangos mérés technikában annak az időnek a meghatározásával valósítjuk meg, amíg a szenzorból kibocsátott ultrahang-hullám eléri az r távolságban levő cél tárgyat, és onnan visszaverődve eljut ismét az érzékelőig. Ennek az időnek, valamint az ultrahang-jelnek a levegőben (vagy az érzékelő és a cél tárgy közti teret kitöltő más, akusztikai szempontból homogénnek feltételezett közegben) mérhető terjedési sebességének ismeretében a távolság kiszámítható. Bár ez a számítás egyszerűnek tűnik, az ultrahang terjedési sebessége számos más tényezőtől is függ, mint a levegő nedvességtartalma, nyomása, áramlása összetétele. A legtöbb ultrahangos szenzort az ember által is belélegezhető levegőben való használatra tervezték. Azok a szenzorok, amelyeket ilyen összetételű levegőben való használatra szántak, nem biztos, hogy helyesen működnek más gázokban, amelyekben más a hangterjedés sebessége. Az ultrahangjel

¹²⁹ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jarmufedelzeti_elektronika/ch03.htm

frekvenciája 40 kHz körüli, azaz magasabb a hallható hangok 20 Hz...20 kHz-es tartományánál.



117. ábra. Az ultrahangos mérés elve¹³⁰



118. ábra. Negyedik generációs ultrahangos érzékelők¹³¹

7.1.2. A radarérzékelők

Szilícium-germánium (Si, Ge), gallium-arsén (Ga, As) félvezető elemek által előállított, 24, illetve 77 GHz-es mérőfrekvenciájú rezgésmérésen alapul. A járművekben általában rövid, közép és nagy távolságú mérésekre alkalmas berendezéseket alkalmaznak. Napjainkban a gépjárművekbe épített radar-elvű rendszerek a 77GHz-es frekvenciatartományban működnek.

A RADAR (Radio Detection and Ranging) angol eredetű szó, amely nálunk a II. világháborúban vált ismertté. Jelentése: rádiófelderítés és helymeghatározás. Ez azt jelenti, hogy a készülék a rádióhullámok segítségével fedezi fel a célpontot, és térképszerűen ábrázolja a tárgyak térbeli helyzetét. Mivel a rádióhullámok sokféle közegen (ködön, füstön, felhőkön, falakon) áthatolnak, ezért a radarok az éjjeli sötétségben, a fény számára áthatolhatatlan tárgyakon át is kitűnően látnak. A különböző közegeken való áthatolás nem egységes, ezért a különböző közegek eltérő terjedési jellemzőkkel rendelkeznek, veszteségeket okoznak.

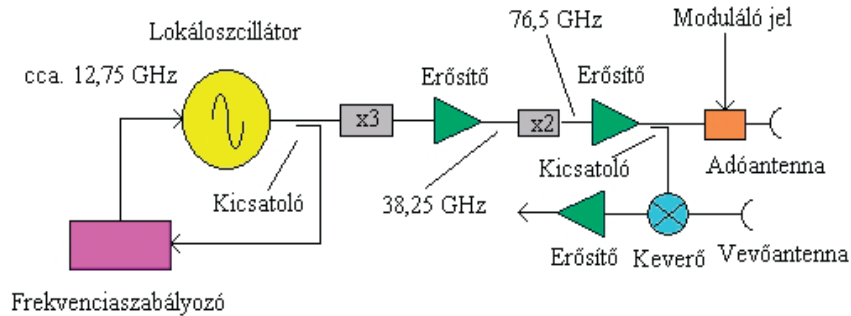
A távolság radarelvű mérése az elektromágneses hullámok tulajdonságain alapul.

Ezek a következők:

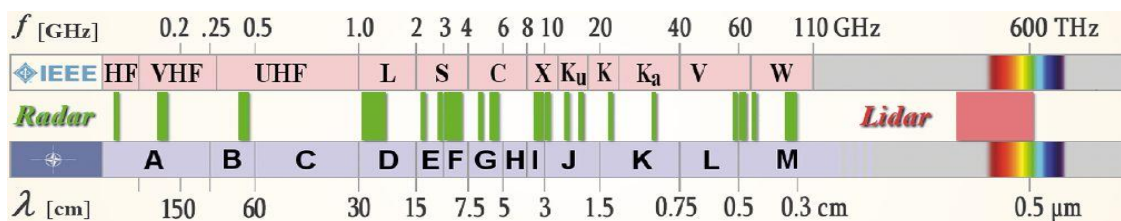
¹³⁰ Forrás: <https://www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2377-ultrahangos-merestechnika>

¹³¹ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jarmufedelzeti_elektronika/ch03.html

- Az elektromágneses hullámok akkor verődnek vissza, ha elektromosan vezetőképes felülettel találkoznak. Ha ezeket a visszavert hullámokat a kibocsátás helyén detektáljuk, az azt jelenti, hogy a kisugárzás irányában elektromágneses hullámokat visszaverő tárgy található.
- Az elektromágneses energia a levegőben állandó sebességgel terjed, amely jó közelítéssel azonos a fény vákuumbeli terjedési sebességével (kb. 0,3%-kal kisebb annál). Egyszerű számításoknál megszokott a 300 000 km/s értékkel való közelítés. A fénysebesség állandósága lehetővé teszi a radarberendezés és egy reflektáló tárgy távolságának meghatározását. A távolságmérést a kibocsátott és visszavert hullám terjedési idejének mérésére vezetjük vissza. A mérés bizonytalanságát csak az atmoszférikus és időjárási feltételek bizonytalansága okozza (természetesen a technikai megvalósításból adódó bizonytalansággal együtt).
- Az elektromágneses energia elvileg egyenes vonalban terjed, amelyet csak kismértékben befolyásolnak az atmoszférikus és időjárási tényezők. Speciális radarantennák segítségével a kibocsátott elektromágneses hullámot a kívánt irányba fókuszálják. A radarantenna maximális visszavert jelet adó pozíciójának megkeresésével az adott visszaverő objektum azimutja (oldalszöge), és elevációja (emelkedési szöge), meghatározható.



119. ábra. Radarberendezés elvi felépítés¹³²



120. ábra. Hullámhossz és frekvencia tartományok¹³³

¹³² Forrás: Autótechnika 2008

¹³³ Forrás: <https://www.magyar-elektronika.hu/34-tartalom/tartalom/1569-a-radartechnika-alapjai-4-resz-a-radartelepites-nehany-gyakorlati-kerdese>



121. ábra. Az ACC rendszer radar érzékelője¹³⁴

7.1.3. A lidaros távérzékelés

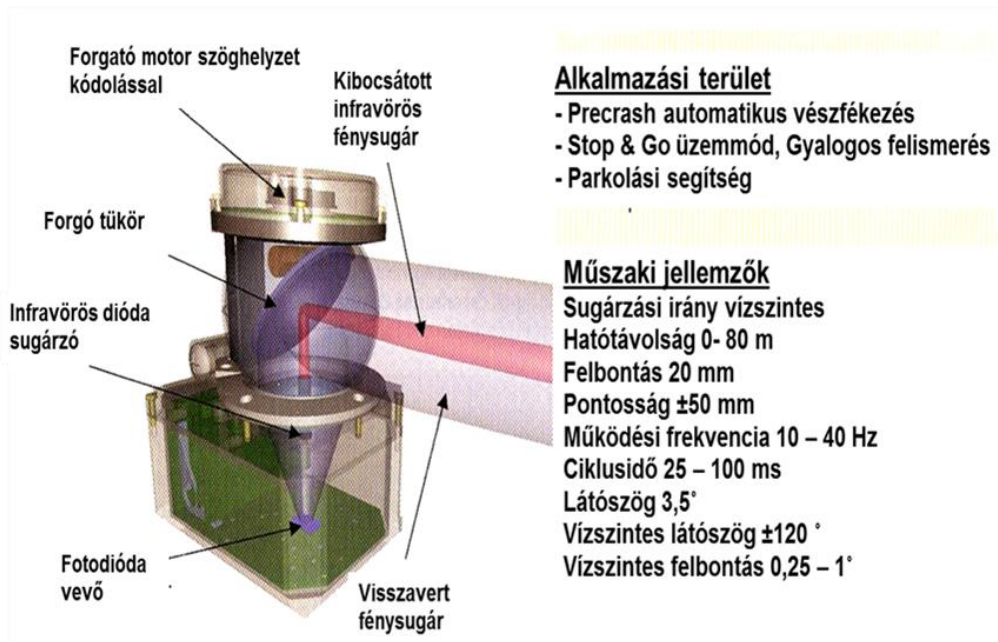
Optikai távolságmérő eljárás. Jelforrása lézerszkenner, amely a kibocsátott lézerimpulzusoknak a céltárgyról való visszaverődéséből, az ahhoz szükséges futási idő méréséből állapítja meg annak távolságát. A lézernyalábbal a tárgyat „letapogatva” annak térbeli szerkezetére is lehet következtetni.

A lézeres rendszerek típusai:

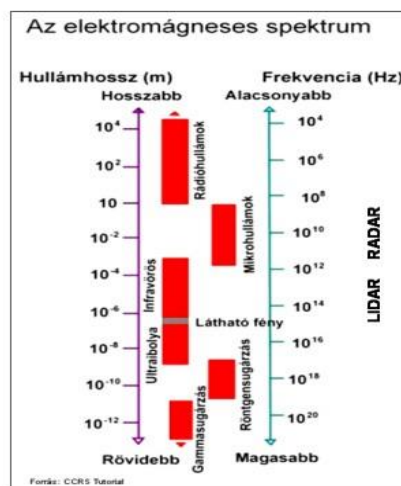
- Topográfiai LIDAR
- Mélységmérő LIDAR
- Több visszaverődést regisztráló LIDAR
- Teljes jelalakos lézer szkennelés

A LIDAR az ultraviola, a látható és az infravörös tartományban működik. A LIDAR működésének alapelve megegyezik az elektromágneses energia alapú távolságmérés elvével. A lézer által kibocsátott energia-impulzus (vagy folytonos hullám) kölcsönhatásba kerül a terjedés irányában lévő objektumokkal, melynek következményeként visszaverődik. Az egyes impulzusok kibocsátása és visszaverődése között eltelt idő, rögzítésre kerül. Mivel az elektromágneses energiaterjedési sebessége ismert, a tereptárgynak a lézertől való távolsága meghatározható a tárgy által visszavert sugár kibocsátásának és visszaérkezés idejének különbségéből. A terepi tárgyak (mérési pontok) pontos térbeli elhelyezkedésének (koordinátáinak) meghatározásához azonban szükséges a szenzor helyének és helyzetének pontos ismerete.

¹³⁴ Forrás: https://mogi.bme.hu/TAMOP/jarmufedelzeti_elektronika/ch03.html



122. ábra. Automotive Laser-scanner szerkezete¹³⁵



123. ábra. Az elektromágneses spektrum tartománya¹³⁶

7.1.4. Kamerás érzékelés

A gépjárművekbe épített korszerű (3D) kamerák a megszerezhető képi információk, elsődleges elemei és a vezetői látást kiegészítő információs eszközei. Több vezető támogató rendszer egyik fő érzékelő eleme. Egyes ADAS rendszerekben más érzékelő elemekkel kombináltan is alkalmazzzák.

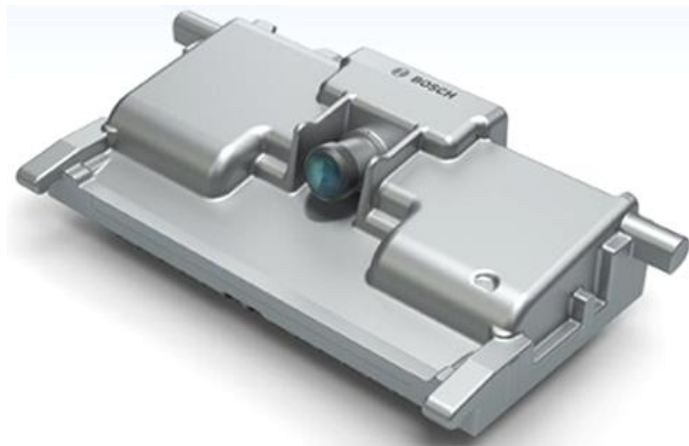
¹³⁵ Forrás: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOI3/ch01s03.html

¹³⁶ Forrás: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOI3/ch01s03.html

A térbeli képképzés alapvető eszközei a különböző eljárásokkal dolgozó, úgynevezett háromdimenziós szkennerek és mérőgépek. A szkennerek és a mérőgépek közötti alapvető különbség, hogy a szkennerek nem létesítenek fizikai kapcsolatot a vizsgált tárggyal. Az optikai szkennerek, melyek lézer, vagy fehér fényel dolgoznak, a fény visszaverődését felhasználva alkotnak képeket, vagyis egy tetszőleges koordináta-rendszerben elhelyezhető térbeli pontfelhőt hoznak létre. Az optikai szkennerek a látható fény tartományában dolgoznak. Mérésre a visszavert fény erősségét és a kontrasztok eltérését használják fel oly módon, mely módszer alapja a klasszikus háromszögelési elv. A szkennerek két fő egysége a videokamera és a projektor. A digitális kamera képképző lapkájától, vagyis a CCD-től függően változik a kapott kép felbontása, a tárgy digitális másolata. A kamera látószöge csak egy adott méretű részlet befogadására képes, mely területet a lencsék cseréjével növelhetünk. A munkaterület változásával fordítottan arányosan a pontosság is változik.

A tárgyról készült szkennelések egy szoftver segítségével kerülnek összeillesztésre.

A 3 dimenzióba helyezett X, Y, Z koordinátájú pontokat a program összeköti, egy felülethálót illeszt a kapott pontokra. A keletkező, kis háromszögekből álló 3 dimenziós modell már jól jellemzi a beszkennelt eredeti tárgy alakját.



124. ábra. Fedélzeti kamera¹³⁷

7.2. Korszerű járműszensorok

A korszerű járművek gazdaságos és biztonságos működtetéséhez rendkívül sok és sokféle információt kell összegyűjteni, helyesen értékelni és ennek alapján helyes döntéseket kell hozni. Az információs lánc legelején azok az érzékelők vannak, amelyek a jármű számtalan fizikai paraméterét alakítják át digitálisan feldolgozható adatokká. A szensorok között ma már egyre nagyobb arányt képviselnek a mikro-elektromechanikai (MEMS) eszközök.

¹³⁷ Forrás: Forrás: Bosch https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FO13/ch01s03.html

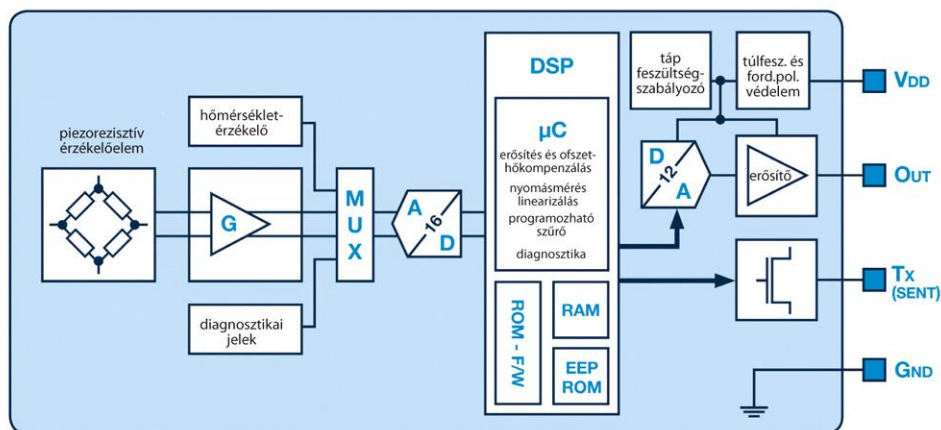
Ezek a mikro-elektromechanikai rendszereknek, (Micro-Electro-Mechanical Systems- MEMS-nek) nevezett érzékelő eszközök nem csak számos új, a nagymértékben automatizált járművekben alkalmazható érzékelési módszer megvalósítására kínálnak lehetőséget, hanem egyben nagy megbízhatóságot, hely- és költségmegtakarítást is jelentenek a gyártóknak.

Minél több környezeti és működési paramétert érzékelhetünk, annál többfelét felügyelhetünk és szabályozhatunk. A MEMS - érzékelők a mérhető paraméterek körének jelentős bővítését teszik lehetővé, és a vezető támogatás automatikus rendszerének (ADAS) is fontos elemei.

A MEMS - érzékelők nem csak a járműbiztonság fokozásában játszanak szerepet, hanem a tüzelőanyag fogyasztás és a károsanyag-kibocsátás csökkentésében, valamint a vezető és az utasok kényelmének fokozásában is.

A jelenleg elérhető MEMS érzékelő típusok négy főcsoportba sorolhatók be:

- mozgásérzékelők, gyorsulásmérők és helyzetérzékelő giroszkópok,
- RF (rádiófrekvenciás) - érzékelők a tárgyak radaros elven történő detektálására,
- általános „fedélzeti” érzékelők – mint például az utastér hőmérsékletének és levegőminőségének mérése, az út infravörös tartományú leképezése és a szélvédőre vetített megjelenítés (Head Up Display – HUD) megvalósításának eszközei,
- áramlás- és nyomásérzékelés.



125. ábra. Az MLX90819 folyadékszintmérő (MEMS) áramkör tömbvázlata¹³⁸

7.3. Járművek aktív és prediktív biztonsági rendszerei

ACC (Adaptive Cruise Control)

Távolságtartó tempomat a jármű első lökhárítójába épített radar vagy a szélvédő mögé épített kamera (vagy ezek kombinációjának) segítségével, a gépjármű figyelemmel követi az előtte haladókat és reagál a sebességváltoztatásaikra.

AEBS (Advanced Emergency Braking System)

¹³⁸ Forrás: www.magyar-elektronika.hu/10005-tartalom/2324-a-miniatur-szenzorok-felokositjak-a-jarmuveket
https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOI3/ch01s03.html

Vészfékező rendszer feladata, a ráfutásos balesetek megelőzése. Ehhez egy, a lökhárítóba épített radart vagy a szélvédő mögé épített kamerát használnak, (és ahogy az ACC esetén, ezek kombinációja is előfordulhat). A rendszer érzékeli, ha a gépjármű túl közel kerül az előtte haladó járműhöz és előbb figyelmezteti a vezetőt, majd szükség esetén akár vészfékez is, hogy elkerülje a balesetet.

ACB (Active City Brake)

Városi vészfékező rendszer, amely kifejezetten a szűk utcákban való lassú haladáshoz kifejlesztett technológia (30 km/h sebességig aktív). Lényege, hogy a rendszer figyeli az előtte lévő útszakaszt, és ha lelép valaki, először hangjelzéssel figyelmeztet, majd szükség esetén állóra fékezi a járművet.

EBA (Emergency Braking Assist)

Amennyiben a rendszer azt érzékeli, hogy a vezető vészfékezést hajt végre (mert el akar kerülni egy balesetet), a vészfék-asszisztens azonnal maximálisra növeli a fékerőt. Erre azért van szükség, mert veszélyhelyzetben a vezető nem fejt ki megfelelő erőt a fékpedálra, így sokszor azért történik baleset, mert a gépjármű nem lassul az elérhető maximális mértékben. A vészfékasszisztens kamerával és lézerezékelővel együttesen határozza meg, hogy fennáll-e az ütközés veszélye. Ütközésveszély esetén helyzettől függően reagál: ha csekély a veszély, hang és fényjelzéssel figyelmeztet, ha nagyobb, működésbe hozza a fékasszisztens rendszert a fékerő növeléséhez. Vészhelyzetben automatikusan lép működésbe a fékrendszer.

LKAS (Lane Keep Assist System)

A sávtartó rendszer abban segít, hogy gépjárművünk az adott forgalmi sávban maradjon. A rendszer szeme, a kamera. A kamera figyeli éjjel-nappal, hogy a gépjármű a felfestések között halad-e. Az LKAS-sel szerelt járművek képesek arra, hogy amennyiben a vezető figyelme lankad, finom kormánymozdulatokkal megfelelő irányba vezetik a járművet. A fejlettebb rendszerek akár fél-1 percre önállóan is képesek irányítani a gépjárművet. A sávtartó 60-160 km/h sebességtartományban működve az elektromos szervokormányal együttműködve segít a visszatérésben.

LDWS (Lane Departure Warning System)

Sávelhagyásra figyelmeztető rendszer hasonlít az előbb említett sávtartó rendszerhez, annyi különbséggel, hogy az ilyen rendszerrel gyártott autótípusok nem képesek beleavatkozni a vezetésbe, pusztán figyelmeztetnek a sávelhagyás veszélyére.

BLIS (Blind Spot Information System)

Holttér figyelő rendszerek a külső tükrökbe, vagy a hátsó lökhárítóba épített szenzorai figyelik, hogy a vezető holtterébe került-e valaki vagy valami és ezt a tükrökbe épített visszajelző segítségével jelzik. Ezen felül hangjelzéssel is figyelmeztet (15 km/h sebességnél automatikusan).

NVA Night (View) Vision

Az „éjjellátó képesség” hő kamerával, vagy infravörös megvilágítással rögzít képeket, és a műszerfal kijelzőjén megjeleníti azokat. Ez növeli a járművezető észlelési tartományát és látótávolságát éjszaka. Működésével nem zavarja a közlekedés többi résztvevőit.

Traffic sign detection, road sign recognition

A gyalogos és táblafelismerő rendszer szélvédő mögé épített kamera segítségével, a gépjármű észleli az utak mellett elhelyezett közúti jelzőtáblákat, a rajtuk szereplő információkat pedig megjeleníti a vezető előtt lévő kijelzőn. Kiemelkedően hasznosak a gyalogos balesetek és a sebesség túllépés megelőzésére.

APS (Automatic Parking System)

Az első és hátsó lökhárítóba épített ultrahangos érzékelők segítségével a gépjármű képes felmérni, hogy a rendelkezésre álló parkolóhelyek közül hová fér be. Amint talál egy megfelelő parkolóhelyet, úgy a vezérlőegység átveszi az irányítást és teljesen önműködően parkol. A hátsó kamera és a lökhárítóba épített ultrahangalapú szenzorok érzékelik az akadályokat, és vizuálisan, valamint hangalapú jelzéssel figyelmeztetik a vezetőt. Tolatáskor a hátsó keresztirányú forgalomra mindkét oldalon 20-20 méterig figyelnek az oldalsó szenzorok. 8 km/h sebesség alatt az érzékelők jelei alapján a rendszer figyelmeztet az oldalról közeledő járművekre.

HDC (Hill Descent Control)

A lejtmenetvezérlő olyan automatikus rendszer, amely a vezető közbeavatkozása nélkül, a kerekek szelektív fékezésével állandó sebességet (8-10 km/h) tartva mozog a lejtőn. A vezetőnek eközben sem a féket, sem a gázt nem kell kezelni, csak a kormányzás művelete terheli. A HDC rendszer a jármű műszerfalán vagy a kormánykeréken lévő speciális gomb segítségével aktiválható. Gyártótól függően a HDC rendszer használata aktiválja a hátsó féklámpákat.

Attention Assist, DDW – Drowsy Driverwarning (Álmos vezető figyelmeztetés) DMS – Driver Monitoring System (Vezető megfigyelő rendszer)

Folyamatosan figyeli a vezető aktivitását, (kormányozgatás, fék- és gázpedál-használat) és amennyiben úgy érzékeli, hogy a vezető reakcióideje nő, figyelmeztet, hogy ideje pihenni. Használatával megelőzhető például az autópályán történő elalvás. A vezető álmoságérzékelő rendszerei kamerákat, vagy más érzékelőket (biometrikus) használnak annak meghatározására, hogy a vezető figyelme továbbra is az úton van-e, és a jármű vezetése biztonságos-e. A legtöbb rendszer nyomon követi a szemmozgást, annak gyakoriságát és a tekintet irányát. Ezek közül a rendszerek közül néhány a vezető fejmozgásai alapján észleli a vezető fáradtságát.

ISA (Intelligent Speed Assistance)

Az intelligens sebességszabályozó asszisztens segítségével az előre beállított sebességértéket tartja az autó, lassabb jármű mögé érve lassít, majd amikor kiürül a sáv, illetve gyorsít az előtte haladó, ismét felveszi az eredeti tempót. A felsorolt paramétereken felül képes a sebességkorlátozásokat is figyelembe venni, amikor szabályozza a jármű sebességét.

AHBC (AdaptiveHighBeam Control)

Adaptív távolsági fényszóró szabályozó rendszer felismeri az úton lévő más járműveket, automatikusan kikapcsolja a fényszórókat, és újra aktiválja őket, amikor már nem áll fenn más járművezető elvakításának a veszélye. Optikai érzékelők szolgáltatják a működéshez szükséges információkat.

ALC (Adaptive Light Control)

Az adaptív fényszabályozó érzékeli a szembejövő forgalmat és az előttük haladó járműveket, automatikusan beállítva a távolsági és a tompított fény magasságát.

GFHB – (Glare-Free High Beam)

Amennyiben a kamera egyéb forgalmat észlel az úton, akkor a vakításmentes távolsági fényszóró vezérlő a távolsági fények fényeloszlását úgy állítja be, hogy elkerüljék a szemből vagy előttünk közlekedő vezető elvakítását.

CMS (Camera Monitor System)

A kamerás figyelő rendszer olyan rendszer, amely monitort és kijelzőt épít a járműre, megjelenítve a külsőleg felszerelt kamerák képét. Például olyan visszapillantó kamerát, amely kiküszöböli valamelyik visszapillantó tükör szükségességét, és jobb képet nyújtanak a jármű környékéről.

HUD (Head-Up-Display)

Egy átlátszó kijelző információt mutat az első szélvédőn, lehetővé téve a járművezetőknek, hogy a szemét az úton tartsa ahelyett, hogy le kellene néznie a műszerfalra információkért.

CTA (Cross Traffic Alert)

Keresztirányú forgalomfigyelmeztető rendszer tolatáskor segíti a járművezetőt a jármű mögötti keresztirányú forgalom észlelésében multi szenzoros, vagy nagy látószögű kamerák segítségével.

EVWS (Electric Vehicle Warning Sound)

Az elektromos járművekre figyelmeztető hang gyalogosok figyelmeztetésére szolgáló rendszer, amely jelzi a gyalogosoknak, ha nagyon kevés zajt kibocsátó elektromos járművek vannak jelen. A gyalogos balesetek elkerülésének fontos eszköze.

EDA (Emergency Driver Assistant)

A vészhelyzeti vezető asszisztensrendszer, amely figyelemmel kíséri a járművezető viselkedését. Ha a rendszer „arra a következtetésre jut”, hogy a vezető már nem képes biztonságosan vezetni a járművet, akkor átveszi a fékek és a kormánykerék irányítását, és megállítja a járművet.

LD (Lane Direction)

Az útvonal érzékelő rendszer az első kamera használatával biztosítja az útvonal-jelölések észlelését.

FCW (Forward Collision Warning)

A ráfutásos ütközésre figyelmeztető rendszerek különféle érzékelőkkel határozzák meg, hogy fennáll-e a jármű ütközési veszélye más járművekkel, gyalogosokkal vagy az úton lévő más tárgyakkal. Ha a járművet közvetlen ütközés veszélye fenyegeti, a rendszer figyelmezteti a vezetőt és megelőző intézkedéseket hoz, például fék előterhelését, a biztonsági övek megfeszítését vagy kormányzást.

MOD (Moving Object Detection)

A jármű körül mozgó tárgyakat észlel, általában parkolás vagy lassú manőverek közben. Általában több, a jármű körül elhelyezett kamerát használ.

7.4. Vezető támogató rendszerek (ADAS) diagnosztikája

A korszerű járművek üzemeltetéséhez és üzemben tartásához a technika fejlődésével egyre újabb és újabb szervizfeladatok elvégzése válik szükségessé. Az utóbbi tíz évben számuk meg sokasodott és ennek nagy részét a közlekedésbiztonsági rendszerek vizsgálata teszi ki. Már nem számítanak újdonságnak a jármű környezetét figyelő érzékelők elhelyezése (kamerák, radarok, lidarok) a gépkocsi szélvédője mögött, a hűtőrács környezetében vagy a hátsó karosszériaelemek takarásában. Újrakalibrálásuk sokféle javítói munka után nemcsak indokolt, hanem, mivel biztonságkritikus rendszerekről van szó, kötelező is.

A vezető támogató rendszerek fejlesztése a nem túl távoli jövőben elvezet az automatikus járművezetés korszakába. A fejlődés rendkívül gyors, a rendszerek egyre bonyolultabbak, ezért magas szintű szakmai felkészültség és eszköztár szükséges a rendszerek biztonságos üzemeltetéséhez. A szervizekben dolgozó szakembereknek egyre szélesebb körű rendszerismeretekkel kell rendelkezni a diagnosztikai feladatok elvégzéséhez, ellenőrzéséhez, javításához. A rendszerekben a mikro-elektronika és a mikro-mechanika széleskörű alkalmazása miatt a javítási lehetőségek beszűkülnek, a javítás szinte csak az egyes hibás szerkezeti elemek cseréjével lehetséges a pontos hibabehatárolás után.

A rendszerek diagnosztikáját és/vagy kalibrálását gyári utasítás szerint, gyártó specifikus, vagy gyártó független diagnosztikai műszerekkel lehet/kell elvégezni. A szervizmunkák (diagnosztika, kalibrálás) csak az előírt, speciális eszközökkel és szerviz körülmények között végezhető el.

Az ADAS rendszerek diagnosztizálására, kalibrálására

Gyári utasítás alapján és előírás szerint kell elvégezni:

- ha az öndiagnosztika hibát jelez,
- ha új érzékelőt kell beépíteni, mert a korábbi hibás lett,
- új szélvédőt, karosszéria elemet (érezékelőt tartó) építünk be és a gyártó előírja,
- ha gyártói utasítás előírja (matricával jelöli) a kalibráció szükségességét,
- futómű állítás után és a tényleges menettengely szögállásán módosítottak,
- a felfüggesztés módosítást követően, (pl. leültetés),
- ha megváltozik a kerékméret, kisebb vagy nagyobb lesz a gördülési sugár,
- sérült, karambolos autó javítását követően.

A kalibrálás lényege:

A környezetérzékelők akkor teljesítik maradéktalanul feladatukat, hajlérzékelésük, jeltovábbításuk és jelfeldolgozásuk megfelel a gyártó által megadott specifikációnak, és azt a térrészt figyelik, amely a jármű megfelelő irányításához szükséges.

A szenzorok látómezői a gépjármű tényleges haladási tengelyéhez viszonyított, a vízszintes síkhoz mért elhajlással definiált helyzetűek. A tényleges menettengely, a „Trust-line” névleges esetben a gépjármű szimmetria (közép) síkjába esik. A környezetérzékelők névleges látómezőit

az autó köré tett vetítő ernyők mutatják. Ezt úgy is elképzelhetjük, mintha az autót egy virtuális nagy téglatest dobozba helyeznénk, ahol az autó középsíkja a doboz szimmetriasíkja. A doboz falai és alaplapja alkotják a vetítőernyőket, és ezeken találjuk a tájolópontokat.

Az ADAS rendszer kalibrációja szoftveres beállítás, gyártótól függően kétféle kalibrálási módszert alkalmazhatunk:

Dinamikus kalibrálás:

A járművel közúton haladva figyeljük és végrehajtjuk a diagnosztikai műszer utasításait.

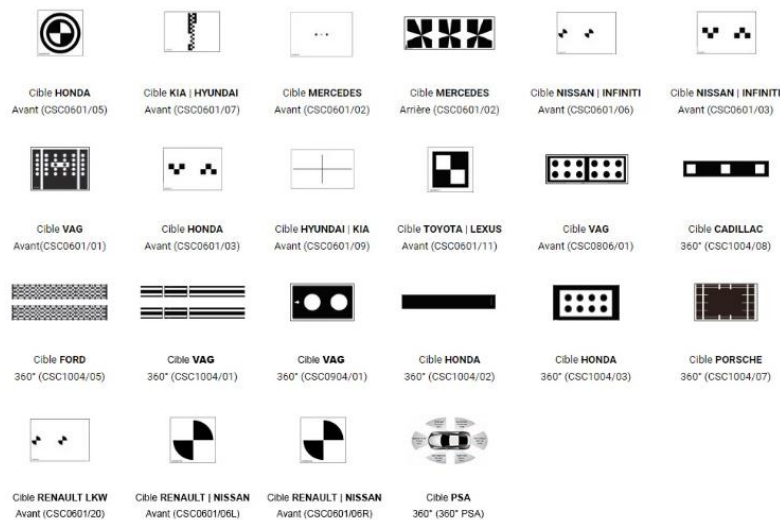
Statikus kalibrálási eljárás

A statikus kalibrálás, szervizben, a gépkocsi álló helyzetében történik. A gépkocsi köré, előírás szerint elhelyezett kalibráló táblát látják az érzékelők, és ezt fogadtatjuk el, mint etalon alapképet, a rendszer szoftverekkel.

A diagnosztika és kalibrálás eszköztárára:

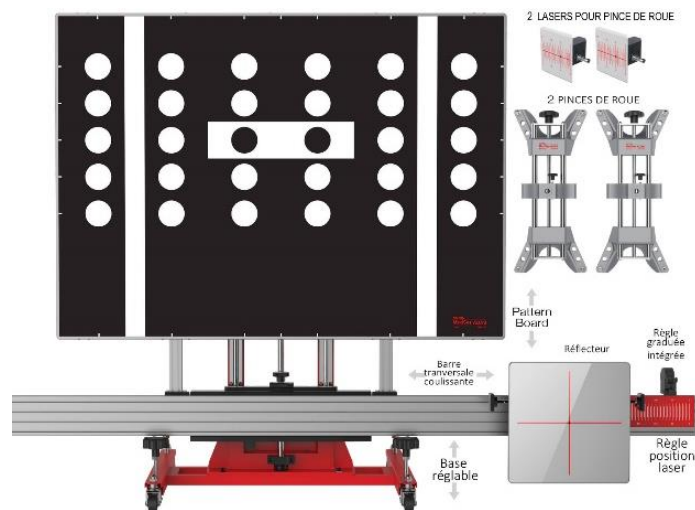
- Egy erre a feladatra alkalmas beálló terület és futómű mérő-ellenőrző műszer,
- A mérőernyők (beállító táblák),
- A vizsgálatokhoz technológia és műszaki adatbázis,
- Gyári, és/vagy független rendszer tesztter.

Kalibráló eszköztár



126. ábra. Kalibráló eszköztár¹³⁹

¹³⁹ Forrás: <https://autel-france.com/autel/125-solution-adas-calibrage-syst%C3%A8me-d-aide-%C3%A0-la-conduite-acc-avm-bsd-hud-ldw-nvs-rcw.html>
<https://www.youtube.com/watch?v=0CMWopfbKs>
<https://www.youtube.com/watch?v=snZIIu5Oi6Q>
<https://www.mechanixgear.com/products/autel-adascomplete>
https://www.autelmaxisysadas.com/Autel-ADAS-Complete-Package--Frame-and-Tar-gets_p_6820.html https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FO13/ch01s03.html



127. ábra. Kalibráló eszköz¹⁴⁰

Irodalomjegyzék

1. Bohner-Gscheidle: Gépjárműszerkezetek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.
2. Pletser József: Gépjármű-villamosság 1, Tankönyvmester Könyvkiadó, Budapest, 2009.
3. Pletser József: Gépjármű-villamosság 2, Tankönyvmester Könyvkiadó, Budapest, 2013.
4. Dr. Lakatos István - Dr. Nagyszokolyai Iván, Gépjármű-diagnosztika, Képzőművészeti Kiadó Kft. 2003.
5. Dr. Lakatos István Ph.D. OBD, EOBD (fedélzeti diagnosztika) Minerva-Sop Bt. Győr 2005.
6. Dr. Lakatos István - Dr. Nagyszokolyai Iván, Elektronikus dízelszabályozás. Novadat Bt. Győr, 1996.
7. Dr. Lakatos István - Dr. Nagyszokolyai Iván, Gépjármű-környezetvédelmi technika és diagnosztika I, Minerva-Sop Bt. - Novadat Bt. Győr, 1997.
8. Dr. Lakatos István - Dr. Nagyszokolyai Iván, Gépjármű-környezetvédelmi technika és diagnosztika II, Minerva-Sop Bt. - Novadat Bt. Győr, 1998.
9. Robert Bosch GmbH, Benzinmotorok kipufogógáz technikája, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2008.
10. Robert Bosch GmbH, Dízelmotorok kipufogógáz technikája, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2008.

¹⁴⁰ <https://www.ebay.it/itm/113347529976>

https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_FOI3/ch01s03.html

11. Robert Bosch Gmbh, Common Rail befecskendező rendszerek, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2008.
12. Dr. Kovács Miklós: Common Rail a gyakorlatban, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2009.
13. Hella Hungária Kft. Gépjármű elektronika egyszerűen, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2009.
14. Robert Bosch Gmbh, Benzinmotorok irányító rendszerei, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2009.
15. Robert Bosch Gmbh, Szenzorok a gépjárművekben, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2008.
16. Robert Bosch Gmbh, Hibridhajtások, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2009.
17. Dr. Lakatos István Ph.D.: Futómű-diagnosztika, Minerva-Sop Bt., Győr, 2002, 150 p. L
18. Dr. Lakatos István: Gépjárműmotorok szelepvezérlése, JAURINUM Bt., Győr, 1994132 p. L, H6
19. Dr. Emőd István, Tölgyesi Zoltán, Zöldi Máté: Alternatív járműhajtások,