

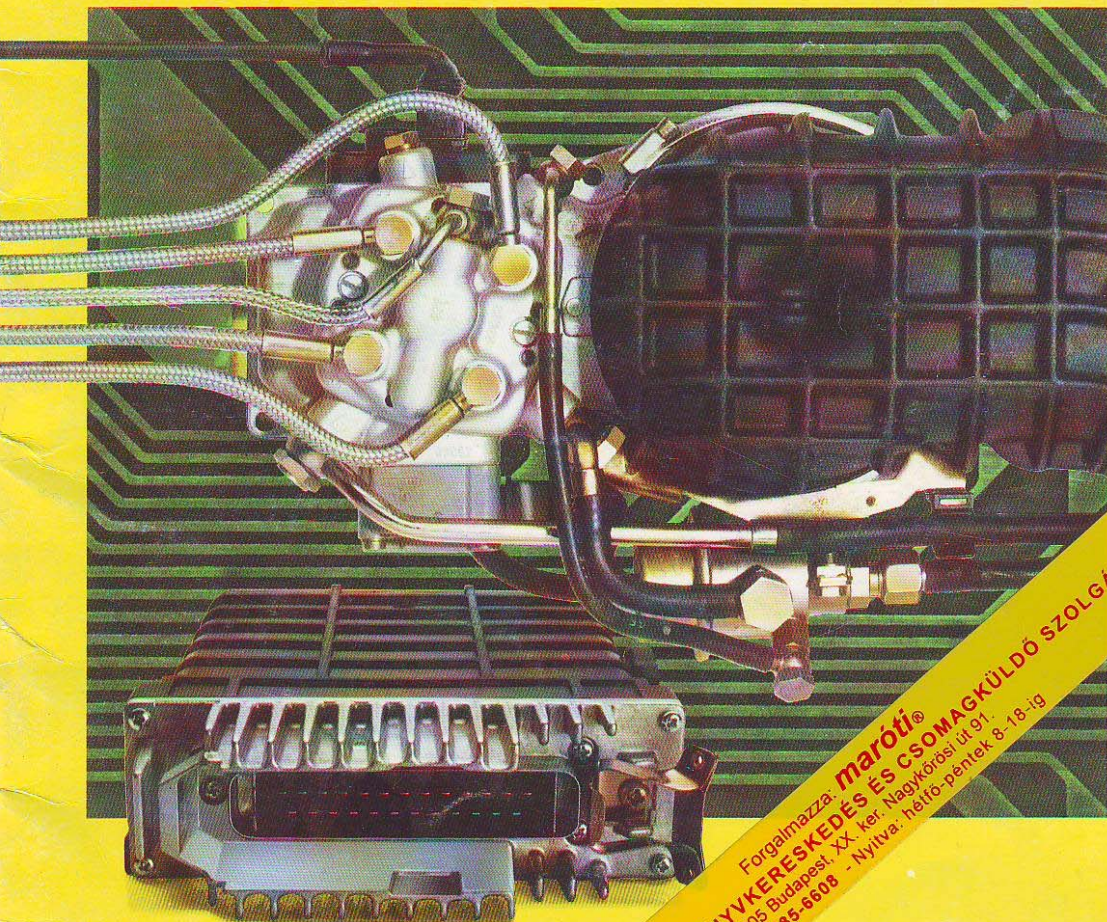
621  
450  
Katalizátoros  
üzemre



# BOSCH

Mechanikus-elektronikus  
benzinbefecskendező rendszer  
lambda-szabályozással

## KE-Jetronic



Forgalmazza: **maróti®**  
KÖNYVKERESKEDÉS ÉS CSOMAGKÜLDŐ SZOLGÁLAT  
1205 Budapest, XX. ker. Nagykörúti út 91.  
Tel./fax: 285-6608 - Nyitva: hétfő-péntek 8-18-ig

Útmutató füzetek



# KE-Jetronic

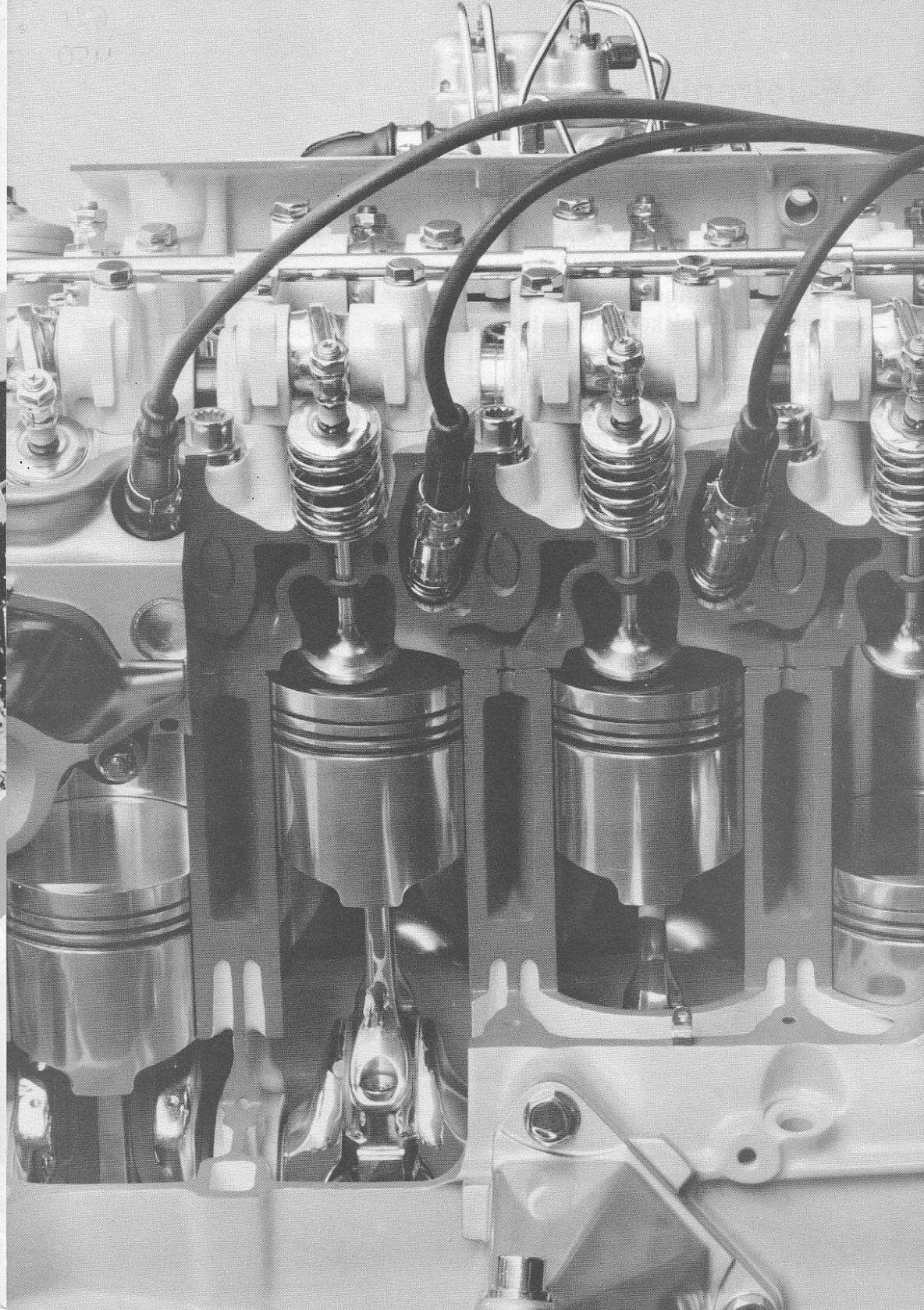
A benzinbefecskendező rendszernek sokféle üzemi helyzetben megfelelő mennyiségű üzemanyagot kell adagolnia. A benzinbefecskendezés fejlesztésének kezdetén a teljesítménynövelés állt előtérben, most pedig már az üzemanyag-fogyasztás és a lehető legkisebb károsanyag-kibocsátás. A mechanikus rendszerek nem képesek ezeket a megnövekedett követelményeket kielégíteni, ezért a bevált K-Jetronic megbízható mechanikus befecskendező alrendszerét egy kiegészítő elektronikával intelligensebbé és sokoldalúbbá tették.

A KE-Jetronic ennek a mechanikus alapfunkciónak, az elektronikus szabályozási és optimálási funkciónak a szintézise.

|                                                                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Az Otto-motor</b>                                                                                                                                                      | <b>3</b>  |
| A 4-ütemű motor működési elve<br>Keverék-előkészítés<br>Keverék-előkészítő rendszerek                                                                                     |           |
| <b>KE-Jetronic befecskendező rendszer</b>                                                                                                                                 | <b>6</b>  |
| A rendszer ismertetése<br>A KE-Jetronic előnyei                                                                                                                           |           |
| <b>Alapfunkciók</b>                                                                                                                                                       | <b>8</b>  |
| Üzemanyag-ellátás<br>Üzemanyag-adagolás                                                                                                                                   |           |
| <b>Keverékillesztés</b>                                                                                                                                                   | <b>12</b> |
| Keverék-alapillesztés<br>Elektronikus vezérlőegység<br>Elektrohidraulikus nyomásállító<br>Hidegindítás<br>A motor melegevése<br>Gyorsulás<br>Teljes terhelés<br>Alapjárat |           |
| <b>Kiegészítő funkciók</b>                                                                                                                                                | <b>20</b> |
| Motorféküzem<br>A fordulatszám korlátozása<br>Keverékillesztés nagy magasságban                                                                                           |           |
| <b>A kipufogógáz összetételének javítása</b>                                                                                                                              | <b>22</b> |
| Katalitikus utókezelés<br>Lambda-szabályozás                                                                                                                              |           |
| <b>Villamos áramkör</b>                                                                                                                                                   | <b>24</b> |

A borítón lévő kép a keverékszabályozót mutatja a légmennyiségmérővel, az integrált üzemanyag-elosztóval, elektrohidraulikus nyomásszabályozóval, valamint az elektronikus vezérlőegységet.







# Az Otto-motor

## Az Otto-motor\* külső gyújtású, belső égésű motor, amely az üzemanyagban lévő energiát mozgási energiává alakítja át.

Az Otto-motoroknál a keverékkészítő berendezések az égéstéren kívül hozzák létre a levegő/üzemanyag keveréket. A keveréket a felfelé mozgó dugattyúk szívják az égéskamrába. A gyújtási rendszer az adott időpontban indítja a gyertyákat át a keverék elé. A felszabadult égéshő növeli a sűrített gáz nyomását. Ez az elősűrített nyomásnál nagyobb égésnyomás a dugattyúkon és a forgattyús tengelyen át mechanikus munkát szolgáltat.

Minden löket után a dugattyú az elégett gázokat kitolja és friss levegő/üzemanyag keveréket szív az égéstérbe. Ez a gázcsere a gépkocsimotorokban a 4-ütemű működési elv szerint megy végbe. A teljes munkafolyamat a forgattyús tengely két fordulata alatt játszódik le.

\* Nikolaus August Otto – 1832-1891 – az 1878. évi Párizsi Világkiállításon mutatta be először a 4-ütemű, kompressziós, gázzal működő motorját.

## A 4-ütemű motor működési elve

1. ütem: szívás
2. ütem: sűrítés
3. ütem: égés (munka) és
4. ütem: kipufogás

A gázcsere a 4-ütemű Otto-motoroknál szelepek vezérlik, amelyek a henger szívó- és kipufogócsatornáit a bütykös tengely helyzetének megfelelően nyitják vagy zárják.

### Shívás

Shívószelep: nyitva  
Kipufogószelep: zárva  
Dugattyú mozgása: felfelé  
Égés: nincs

A felfelé mozgó dugattyú növeli a henger térfogatát, és friss levegő/üzemanyag keveréket szív a hengerbe a nyitott shívószelepen át.

### Sűrítés

Shívószelep: zárva  
Kipufogószelep: zárva  
Dugattyú: felfelé mozog  
Égés: bevezető fázis (gyújtás)

A felfelé haladó dugattyú csökkenti a henger hasznos térfogatát, és sűríti a levegő/üzemanyag keveréket. A sűrítés a motor konstrukciójától függően 8:1 és 12:1 között változhat. Minél nagyobb a sűrítés aránya, annál nagyobb a belső égésű motor termikus hatásfoka, és annál jobban hasznosítható az üzemanyag. A sűrítés nagyságát a kopogáshatár korlátozza. Kopogáson értjük a meggyújtott keverék szabálytalan, ellenőrizhetetlen égését nagy

nyomásnövekedés mellett. A kopogás káros a motorra. Egyenletes levegő/üzemanyag keverékekkel, a szívóter áramlási viszonyai kihasználásával és az égéster megfelelő kialakításával a kopogáshatár a nagyobb sűrítés irányába tolható ki. Röviddel a felső holtpont (OT) elérése előtt meggyullad a sűrített levegő/üzemanyag keverék, és ezzel megkezdődik az égés.

### Munkaütem

Shívószelep: zárva  
Kipufogószelep: zárva  
Dugattyú: felfelé halad  
Égés: elégségi fázis

Amint a gyertyákon keletkező szikrák a sűrített levegő/üzemanyag keveréket meggyújtották, a keverék elégsége folytán növekszik a nyomás a hengerben. A nyomás felfelé hajtja a dugattyút. A hajtórúd munkát ad le a forgattyús tengelyre, amely azután időegységenként motorteljesítményként áll rendelkezésre. A teljesítmény a fordulatszámmal együtt növekszik, ezért van szükség a sebességváltóra, amely a motor fordulatszámát a gépkocsi menetsebességéhez illeszti.

### Kipufogás

Shívószelep: zárva  
Kipufogószelep: nyitva  
Dugattyú: felfelé halad  
Égés: nincs

A felfelé haladó dugattyú a nyitott kipufogószelepen át kitolja az elégett gázokat (kipufogógáz). A 4. ütem után ismétlődik a ciklus. A gyakorlatban a szelepek nyitási idejei kissé átfednek egymást, ezáltal a gáz áramlását és lengését a henger feltöltésére és ürítésére jobban ki lehet használni.

1. ábra (balra). KE-Jetronic-kal működő Otto-motor keresztmetszete (Foto: Daimler – Benz AG)

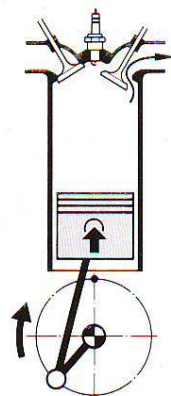
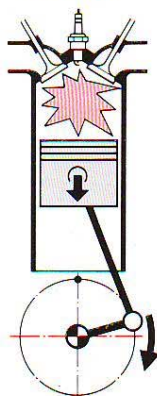
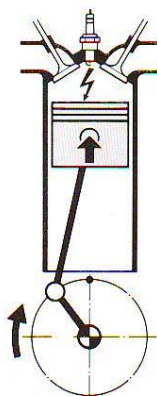
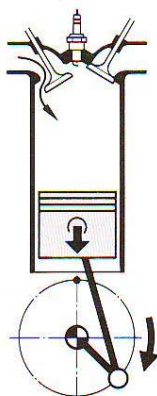
2. ábra. A 4-ütemű Otto-motor munkaütemei

1. ütem: shívás,

2. ütem: sűrítés,

3. ütem: égés,

4. ütem: kipufogás





## Keverék-előkészítés

### Levegő/üzemanyag keverék

Az Otto-motor működéséhez meghatározott arányú levegő/üzemanyag keverékre van szükség. Az elméletileg kiszámított szükséges levegő/üzemanyag arány 14,7:1. A motor mindenkor üzemállapotának megfelelően szükség van a keverék arány módosítására.

Az Otto-motor fajlagos üzemanyag-fogyasztása lényegében a levegő/üzemanyag keverék arányától függ. Elméletileg a tökéletes égéshez és ezzel együtt a lehető legkisebb üzemanyag-fogyasztás végett a lehető legnagyobb légfesleslegre volna szükség, ami azonban lobbánysági okokból és a rendelkezésre álló égésidő miatt nem valósítható meg. A jelenleg gyártott motoroknál a kb. 15...18 kg levegő/1 kg üzemanyag arány mellett a legkisebb a fogyasztás. Jobban szemlélítve ez azt jelenti, hogy 1 liter benzint elégetéséhez kb. 10 000 liter levegőre van szükség. A tökéletes égéshez szükséges arány 14,7:1. Miután a gépkocsik motorjai általában a részterhelés-tartományban üzemelnek, a motorokat úgy tervezik, hogy ebben a tartományban legyen legkevésbé az üzemanyag-fogyasztás. Más üzemi helyzetekben, amilyen pl. az alapjárat vagy teljes terhelés, egy üzemanyag-ban dúsabb keverék a kedvezőbb.

A keverék-előkészítő rendszernek olyan-nak kell lennie, hogy e változó követelményeknek megfeleljen.

### Levegőarány (légfeslesleg-tényező)

Annak a jellemzésére, hogy a levegő/üzemanyag keverék ténylegesen milyen mértékben tér el az elméletileg szükséges (14,7:1) aránytól, a levegő arányának jelölésére a  $\lambda$  (lambda) betűt választották:

$$\lambda = \frac{\text{a bevezetett levegőmennyiség}}{\text{elméleti levegőszükséglet}}$$

$$\lambda = 1$$

A bevezetett levegőmennyiség az elméletileg szükséges mennyiségnek felel meg.

$$\lambda < 1$$

Levegőhiány vagy dús keverék, nagyobb teljesítmény  $\lambda = 0,85...0,95$  esetén.

$$\lambda > 1$$

Légfeslesleg vagy szegény keverék a  $\lambda = 1,05...1,3$  tartományban, ezáltal csökken az üzemanyag-fogyasztás, és kisebb lesz a teljesítmény.

$$\lambda > 1,3$$

A keverék nem alkalmas gyújtásra: a motor nem működik.

$$\lambda = 0,95...0,85$$

Az Otto-motorok 5...15% levegőhiány mellett érik el legnagyobb teljesítményüket.

$$\lambda = 1,1...1,2$$

Itt a legkisebb az üzemanyag-fogyasztás, kb. 20%-ig terjedő légfeslesleg mellett.

$$\lambda = 1,0$$

Kifogástalan alapjárat stöchiometrikus viszony mellett.

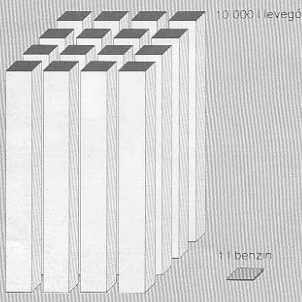
$$\lambda = 0,85...0,75$$

Jó átmenet 15...25% levegőhiány mellett. "Átmenet"-en értjük, amikor egyik terheléstartományból a másikba térünk át, pl. alapjáratról rész- vagy teljes terhelésre. Az átmenet többnyire a gyorsulással párosul. Az ábrák a teljesítmény és a fajlagos üzemanyag-fogyasztás, valamint a károsanyag-képződésnek a levegő arányától való függőségét szemléltetik. Az ábrákból kitűnik, hogy nincs olyan ideális levegőarány, amelynél valamennyi tényező a legkedvezőbb értéket adná.

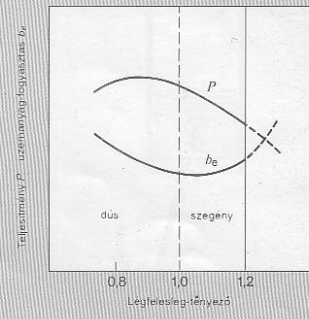
$$\lambda = 0,9...1,1$$

A gyakorlatban a  $\lambda = 0,9...1,1$  levegőviszony mutatkoztartó célszerűnek.

3. ábra. Stöchiometrikus levegő/üzemanyag viszony az ideális égéshez



4. ábra. A légfeslesleg-tényező hatása a teljesítményre (P) és a fogyasztásra (b<sub>e</sub>)





## Keverék-előkészítő rendszerek

A keverék-előkészítő rendszerek – függetlenül attól, hogy porlasztós vagy befecskendezéses berendezések – feladata, hogy a motor mindenkorli üzemiállapotának megfelelően a lehető legjobb levegő/üzemanyag keveréket hozzák létre.

Otto-motorok számára a keveréket porlasztós vagy befecskendezéses rendszerek készítik elő. Évek óta növekszik a keveréket a szívócsőbe történő befecskendezéssel előállító berendezések száma. Ezt az irányzatot azok az előnyök indokolják, amelyek az üzemanyag befecskendezésével, a gazdaságossági követelményekkel, a teljesíthetőséggel, a kifogástalan menettulajdonságokkal kapcsolatosak, valamint a kipufogógázok csökkentett károsanyag-tartalmával magyarázhatók.

Ezen előnyök alapja, hogy a szívócsőves befecskendezés az üzemanyag nagyon pontos adagolását teszi lehetővé, a motor üzemi és terhelési helyzetének függvényében, figyelembe véve a környezetvédelmi szempontokat is. A keverék összetételét úgy szabályozzuk, hogy a kipufogógázban lévő káros anyag aránya csekély legyen. Ezenkívül a befecskendező szelepeknek a hengerenkénti alkalmazásával pontos keverékszolgáltatást érünk el. A porlasztó elhagyásával a szívótut az áramlás szempontjából kedvezőbben képezhetjük ki. Így módon a hengernek a keverékkel való feltöltése kedvezőbb lesz; ennek folytán nagyobb lesz a forgatónyomaték is.

### Mechanikus befecskendező rendszer

A mechanikus befecskendező berendezések területén a K-Jetronic széles körben elterjedt. A rendszer hajtás nélkül működik, és folyamatosan befecskendezi be az üzemanyagot.

A K-Jetronic berendezést külön füzetben részletesen ismertetjük.

### Kombinált mechanikus-elektronikus befecskendező rendszer

A KE-Jetronic a K-Jetronic mechanikus alaprendszerére vezethető vissza. Ez a rendszer bővített üzemi adatfeldolgozással tesz lehetővé elektronikus vezérlésű pótfunkciókat, a motor különböző üzemiállapotához való illesztést, a befecskendezés mennyiségének optimális értékén tartását.

### Elektronikus befecskendező rendszerek

Elektronikusan vezérelt befecskendező rendszerek az L-Jetronic és azok változatai. Elektromágneses befecskendező szelepek szakaszosan, elektronikusan vezérelve üzemanyagot fecskendeznek a szívócsőbe. E rendszer ismertetését a "L-Jetronic" füzetben találjuk.

### "Motronic" kombinált gyújtás- és befecskendező rendszer

A benzinbefecskendező rendszerek csak részben oldják meg a problémákat. A teljes égési folyamat javítására szükség van az üzemi feltételekhez történő gyújtásidő-korrektúra is. A Motronic egyesíti a befecskendező rendszert és a gyújtásrendszert. Mindkettőt számítógép vezérlí közös optimalizálási kritériumoknak megfelelően. Azt, hogy ez hogyan történik, a "Motronic" című füzetünkben ismertetjük.

### A befecskendezés előnyei

#### • Kevesebb üzemanyag-fogyasztás

Aporlasztós berendezéseknél a szívócsőben a szétválási folyamat miatt egyenetlen lesz az egyes hengerekhez jutó levegő/üzemanyag keverék: a porlasztós berendezés még a legkedvezőtlenebbül ellátott hengerhez is elégséges üzemanyagot továbbít, így összességében túl bőséges lesz az üzemanyag-ellátás. Ezenkívül terhelésváltozás alkalmával üzemanyag-film csapódik a szívócső falára, amely később elpárolog. Ennek következménye a nagy üzemanyag-fogyasztás és a hengerek különböző terhelése. A K-Jetronic és

az L-Jetronic berendezéseknél ezzel szemben minden hengernek megvan a maga befecskendező szelepe. A befecskendező szelepek központilag vezéreltek. Így módon biztosított, hogy minden henger ugyanabban az időpontban és terhelés mellett pontosan adagolt mennyiségű üzemanyagot kapjon, a szükségesnél sem többet, sem kevesebbet.

#### • Nagy teljesítmény

A Jetronic-berendezés alkalmazása lehetővé teszi a szívótut optimális kialakítását és a henger jobb töltése folytán nagyobb forgatónyomatékot. Az eredmény nagyobb fajlagos teljesítmény és az üzemviszonyoknak jobban megfelelő forgatónyomaték.

#### • Késleltetésmentes gyorsulás

A Jetronic-berendezésnek majdnem késleltetés nélkül alkalmazkodnak a változó terhelési feltételekhez, miután a befecskendező szelepek a szükséges mennyiségű üzemanyagot közvetlenül a motor szívószelepe előtt fecskendezik be.

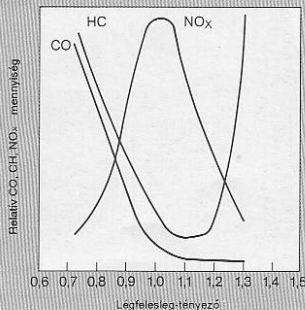
#### • Jobb hidegindítás és melegedés

Az üzemanyagnak a motor hőfokától és az indítási fordulatszámától függő pontos adagolása folytán rövid lesz az indítási idő és gyors, biztos a fordulatszám növekedése. Üzemmeleg állapotban a pontos üzemanyag-adagolás eredményeként a motor egyenletesen jár, kedvező az üzemanyag-fogyasztás és gázadás esetén sem rángat.

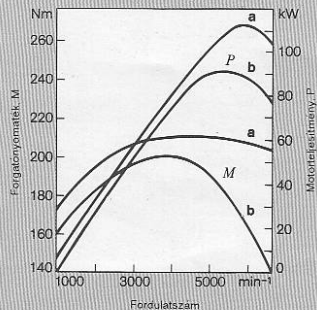
#### • Kis mennyiségű káros anyag a kipufogógázban

A kipufogógázban lévő káros anyag koncentrációja közvetlen összefüggésben áll a levegő/üzemanyag aránnyal. Ha a motort a legkevesebb károsanyag-emisszióval akarjuk üzemeltetni, annak előfeltétele a jó keverék-előkészítés, amely lehetővé teszi egy meghatározott levegő/üzemanyag viszony betartását. A K-Jetronic és az L-Jetronic berendezés olyan pontosan működik, hogy a kipufogógázra érvényben lévő rendelkezések a keverékképzés pontosságának vonatkozásában teljesülnek.

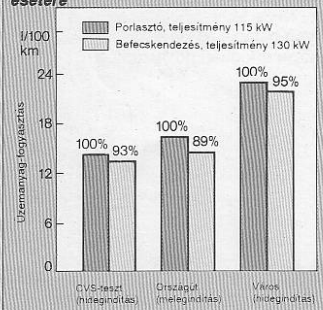
5. ábra. A légfeszleg-tényező ( $\lambda$ ) befolyása a kipufogógáz összetételére



6. ábra. Teljesítmény és a forgatónyomaték alakulása Jetronic-kal (a) és porlasztóval (b)



7. ábra. Az üzemanyag-fogyasztás összehasonlítása Jetronic és porlasztó esetére





# KE-Jetronic befecskendező rendszer

## A rendszer ismertetése

A KE-Jetronic alaprendszer ugyanúgy, mint a K-Jetronic, mechanikus-hidraulikus befecskendező rendszer. A légáram által eltérített porlasztótárcsa vezérli az üzemanyag-adagoló dugattyút, és ezzel különböző mértékben nyitja az adagolórést. Alapfunkcióban a KE-Jetronic az üzemanyagot a motor által beszívott levegő-mennyiség mint alapvezérlőjel nagyságának függvényében adagolja. A KE-Jetronic abban különbözik a K-Jetronic-tól, hogy további üzemi adatokat gyűjt a motorról, érzékelőkkel. Ezek kimenőjeleit elektronikusan egy vezérlőkészülék dolgozza fel, amely elektrohidraulikusan működő nyomásállítót vezérel, és a különböző üzemi helyzeteknek megfelelően a szükséges mértékben változtatja a befecskendezendő mennyiséget. Üzemzavar, hiba esetén a KE-Jetronic alapfunkcióban dolgozik. Ebben az esetben a gépkocsivezető részére meleg motor esetén még jól működő rendszer áll rendelkezésre.

## A KE-Jetronic előnyei

### Csekély üzemanyag-fogyasztás

A hagyományos keverék-előkészítés esetében a különböző hosszúságú szívóutak különböző összetételű keveréket szolgáltatnak az egyes hengerek számára. A KE-Jetronic esetében minden hengernek megvan a maga befecskendező szelepe, amely folyamatosan fecskendezi az üzemanyagot a szívószelepre. A befecskendezett üzemanyag elgőzölög, és intenzíven keveredik a beszívott levegővel. Így módon a pontos adagolás mellett az üzemanyag pontosan, egyenletesen oszlik el a motor hengerei között. Miután a szívócső csak a levegő vezetésére szolgál, az üzemanyag-kondenzáció a szívócső falain – amely egyébként fogyasztásnövelő tényező volna – majdnem kizárt. A KE-Jetronic jelentős mértékben kisebb üzemanyag-fogyasztásról gondoskodik, mindenképp a felmelegedés alatt, a gyorsulási dúsítás, teljes terhelésen, valamint az üzemanyag-betáplálás megszakításával, motorféküzemmódban (tolóüzemben).

### Gyors illesztés az üzemi helyzethez

Indítás után, felmelegítés, gyorsítás és teljes terhelés melletti üzemi állapot folyamán az üzemanyag-szükséglet lényeges mértékben eltér a normál értéktől. A KE-Jetronic elektronikus vezérlőkészülékével beavatkozik a keverékképzésbe, hogy az üzemanyag-mennyiséget pontosan kimérje. A motor hőfokának, a fojtószelep helyzetének (terhelésjel) és a légmennyiség-mérő torlótárcsa mozgásának (kb. a motorteljesítmény időbeli változásának felel meg) pótlólagos érzékelőivel az elektronikus vezérlőkészülék az elektrohidraulikus nyomásállítót át dúsítja vagy szegényíti a levegő/üzemanyag keveréket. A KE-Jetronic gyorsan reagál a motor különböző üzemi állapotára, kedvező forgatónyomatékot hoz létre, valamint nagy motorrugalmasságot. Ebből adódnak az előnyök energiatakarékos alacsony fordulatszámon, de a lehető legnagyobb menettokozatban történő autózásokról, valamint a jó menettulajdonságok. További előnye a KE-Jetronic-nak a biztonságos indítás.

A motorféküzemben hatékonyra váló kapcsoló (rángatásmentesen dolgozik) a motor hőfokától, fordulatszámától függően működik, és megszakítja az üzemanyag-szállítást. Az eredmény a fogyasztás csökkenése. Miután motorféküzemben nem ég el üzemanyag, így káros kipufogógázok sem keletkeznek.

### Káros anyagban szegény kipufogógáz

A csekély károsanyag-kibocsátás előfeltétele az, hogy az üzemanyag a lehető legtökéletesebben égjén el. A KE-Jetronic minden henger számára pontosan kiméri azt az üzemanyag-mennyiséget, amely a motor mindenkor üzem és terhelési állapotához szükséges. A szükséges keverék-összetétel pl. az indítás utáni dúsítás gyors visszavételével vagy a gyorsan működésbe hozott gyorsulási dúsítással olyan pontos lesz, hogy ily módon minimális lesz a károsanyag-emisszió. A kipufogógáz összetételét tovább javíthatjuk a lambda-szabályozóval és a katalitikus kipufogógáz-utókezelővel.

### Nagyobb fajlagos teljesítmény

A KE-Jetronic lehetővé teszi a szívórendszerben az áramlás kedvező kialakításával a hengerek teljesítménynövelő töltését. A rövid befecskendezési út biztosítja, hogy a motor teljes teljesítménye (bármikor) késleltetés nélkül a rendelkezésünkre áll.

A KE-Jetronic – mint valamennyi más Jetronic rendszer – célja, hogy változatlan lökettérfogat mellett jelentősen növekedjen a teljesítmény az üzemanyag-fogyasztás növekedése nélkül. A KE-Jetronic elősegíti a takarékos üzemelést, nagy fajlagos teljesítményt, rugalmasságot, kulturált autózást.



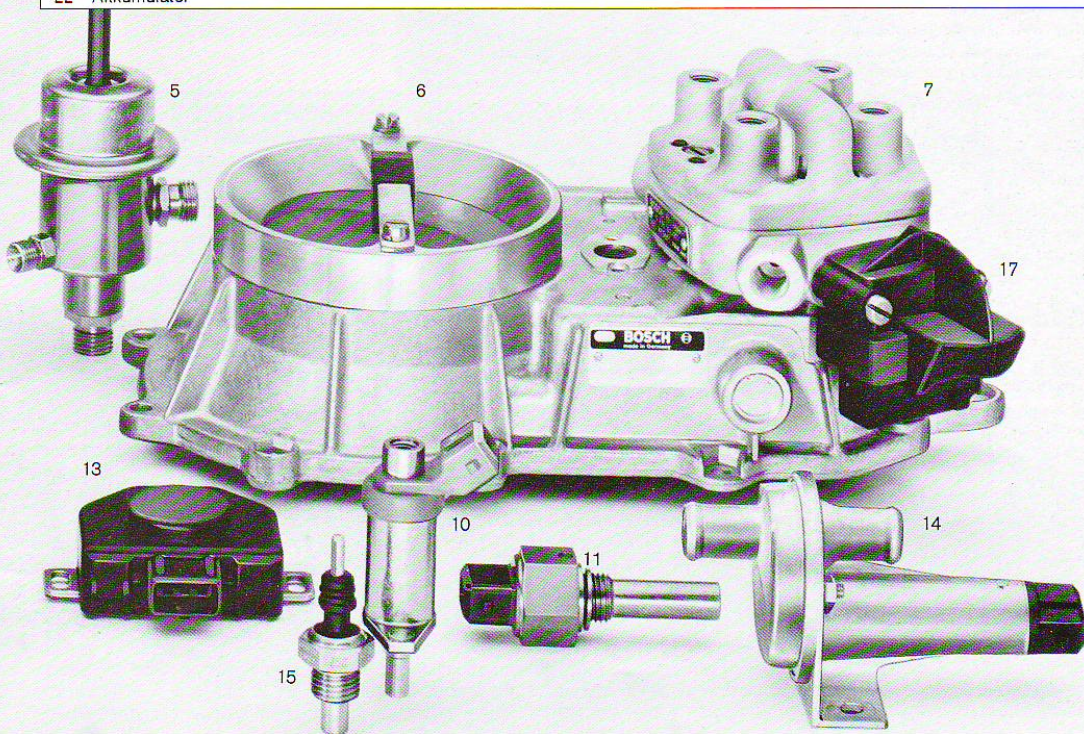
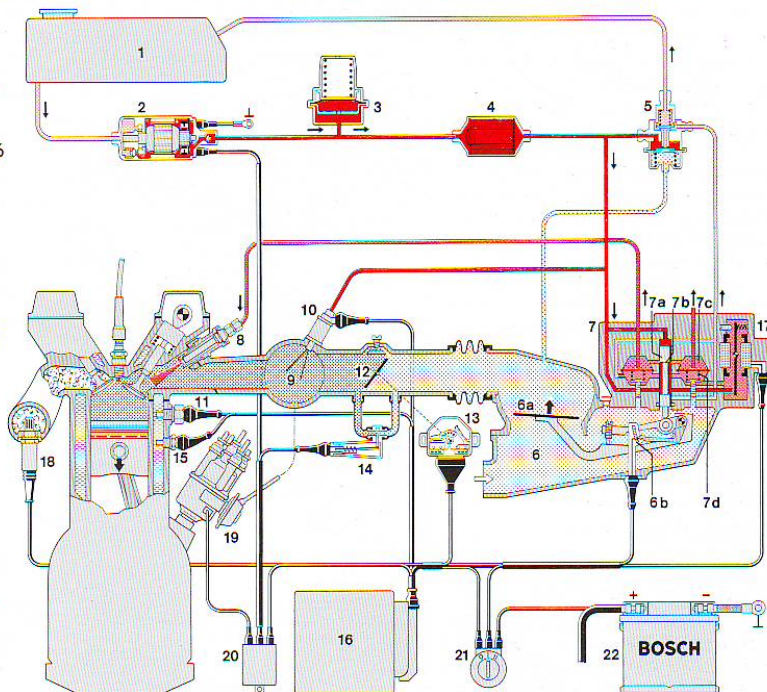
8. ábra. A KE-Jetronic rendszer komponensei



9. ábra. KE-Jetronic rendszer

- Rendszernyomás
- Befecskendő nyomás
- Nyomás a felső kamrában
- Nyomás az alsó kamrában
- Légköri nyomás
- Nyomás a szívócsőben
- Szívóvezeték, ill. visszafolyó

- 1 Üzemanyagtartály (tank)
- 2 Üzemanyag-szivattyú
- 3 Üzemanyag-tároló
- 4 Üzemanyagszűrő
- 5 Rendszernyomás-szabályozó
- 6 Légmennyiségmérő
- 6a Torlótárcsa
- 6b Potenciométer
- 7 Üzemanyagmennyiség-elosztó
- 7a Vezérlődugattyú
- 7b Vezérlőperem
- 7c Felső kamra
- 7d Alsó kamra
- 8 Befecskendő szelep
- 9 Gyújtócső
- 10 Hidegindító szelep
- 11 Hő-idő kapcsoló
- 12 Fojtószelep
- 13 Fojtószelep-kapcsoló
- 14 Pótlevegő-tolattyú
- 15 Motorhőfok-érzékelő
- 16 Elektronikus vezérlőegység
- 17 Elektromechanikus nyomásállító
- 18 Lambda-szonda
- 19 Gyújtáselosztó
- 20 Vezérlőrelé
- 21 Gyújtás- és indítókapcsoló
- 22 Akkumulátor
- 22 Akkumulátor





# Alapfunkciók

## Üzemanyag-ellátás

Az üzemanyagellátó rendszer a villamos hajtású üzemanyag-szivattyúból, üzemanyag-tárolóból, szűrőből és a rendszernyomás-szabályozóból áll.

Az üzemanyagellátó rendszer csak csekély mértékben tér el komponenseiben az ismert K-Jetronic-tól. Villamos hajtású, görgőcellás szivattyú szállítja az üzemanyagot az üzemanyagtartályból 5,4 bar nyomással, némely esetben ennél nagyobb (pl. 5,5...6,5 bar) nyomással a nyomástárolóba, majd egy szűrőn át az üzemanyagmennyiség-elosztóba. A rendszernyomás-szabályozó a nyomást a rendszerben állandó értéken tartja, és a felesleges üzemanyagot visszavezeti az üzemanyagtartályba. Az üzemanyagrendszer állandó átöblítése folytán mindig hideg üzemanyag áll rendelkezésre, ezáltal elkerüljük a gőzbuborék képződését és jók lesznek a melegindítási tulajdonságok.

### Üzemanyag-szivattyú

A villamos üzemanyag-szivattyú szívja a tartályból az üzemanyagot és az üzemanyag-elosztóba szállítja.

Üzemanyag-szivattyúként villamos hajtású görgőcellás szivattyú szolgál. Az önfelszívó szivattyú és az állandó gépjármű villamos motor közös házban van elhelyezve (10. ábra), amelyet az üzemanyag átöblít és hűt a villamos motor.

A szivattyú több üzemanyagot szállít, mint amennyire a motornak szüksége van azért, hogy az összes előforduló üzemi helyzetben a nyomást az üzemanyag-ellátó rendszerben fenntartsa.

A görgőcellás szivattyú egy hengeres kamrából áll, amelyben excentrikusan csapágyazott menesztótárcsa forog. A menesztótárcsa kerületén bemarások vannak, ezekbe vannak a görgők elhelyezve (11. ábra). A centrifugális erő, amely a menesztótárcsa forgásából keletkezik, kifelé nyomja a görgőket, amelyek egyben tömítének is. A szivóhatás úgy jön létre, hogy a görgők a bevezető furat elzárása után a bezárt üzemanyagot (az egyre csökkenő térben) maguk előtt tolják addig, amíg az üzemanyag a szivattyút a kifolyófuraton át elhagyja (11. ábra).

Az üzemanyagrendszer és az üzemanyag-tartály szétválasztásáról a szivattyúban lévő visszacsapó szelep gondoskodik (10. ábra). Ez a szelep akadályozza meg, hogy üzemanyag folyjon vissza a tartályba.

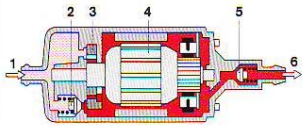
### Üzemanyagszűrő

Az üzemanyagszűrő akadályozza meg, hogy az üzemanyagban lévő szennyeződések bekerüljenek a rendszer nyomásszabályozójába, a mennyiség-szabályozóba és a befecskendező szelepekbe.

A szűrőben papírbetét van, amelynek átlagos pórusmérete 4 µm, mögötte pedig egy

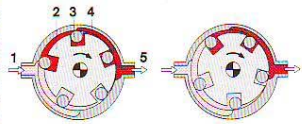
10. ábra. Üzemanyag-szivattyú

1 Szívóoldal, 2 Nyomástároló, 3 Görgőcellás szivattyú, 4 Motor forgórésze, 5 Visszacsapószelep, 6 Nyomóoldal



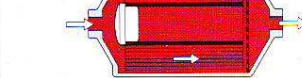
11. ábra. Szivattyúzási művelet, görgőcellás szivattyú

1 Szívóoldal, 2 Menesztótárcsa, 3 Görgő, 4 Alaplemez, 5 Nyomóoldal



12. ábra. Üzemanyagszűrő

1 Papírszűrő, 2 Szita, 3 Támlémez



szita (12. ábra). A szűrőnek ez a kombinációja nagy tisztító hatást nyújt. Támlémez rögzíti a szűrőt a házban. A szűrő háza fémből van. A szűrő élettartama az üzemanyag szennyeződésének fokától függ. A szűrő a nyomástároló után van beszerelve az üzemanyag-vezetékbe (9. ábra). A szűrőházon lévő nyíl jelzi az átfolyás irányát, amelyet feltétlenül be kell tartani, amikor a szűrőt cseréljük.

### Nyomástároló

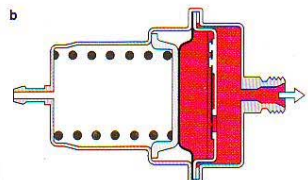
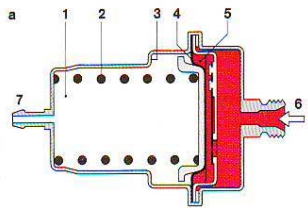
A nyomástároló a motor kikapcsolása után még egy bizonyos ideig tartja a nyomást az üzemanyag-ellátó rendszerben.

A nyomástároló a motor kikapcsolása után az üzemanyag-ellátó rendszert nyomás alatt tartja azért, hogy az újabb indítás alkalmával, különösen forró motor esetén, az indítás ne okozzon nehézséget. A tárolóház megfelelő kialakításánál fogva (13. ábra), az üzemanyag-szivattyútól eredő zajt csillapítja. A tároló belső részét egy membrán két kamrára osztja. Az egyik kamra tárolóként szolgál az üzemanyag számára. A másik kamra kiegyenlítő teret képez, és össze van kapcsolva egy légtelenítő csatlakozón keresztül a légkörrel vagy a tankkal. Üzemelés alatt a tárolókamra üzemanyag-

13. ábra. Üzemanyag-tároló

a) üres, b) feltöltve,

1 Rugókamra, 2 Rugó, 3 Ütköző, 4 Membrán, 5 Tárolótér, 6 Üzemanyag-hozzáfolyás, ill. elfolyás, 7 Vezeték a légköri nyomásra



gal töltődik fel. A membrán a rugó ellenében egészen az ütközőig domborodik ki. Ebben a helyzetben – amely egyébként a legnagyobb tárolási térfogatnak felel meg – marad a membrán mindaddig, amíg a motor jár.

Az üzemanyag-szivattyú a gyújtás- és indítókapcsoló működtetése után állandóan működik. Egy biztonsági kapcsoló akadályozza meg az üzemanyag szállítását bekapcsolt gyújtás és álló motor mellett, pl. egy baleset után (lásd 24. oldal). Az üzemanyag-szivattyú az üzemanyag-tartály közvetlen közelében van elhelyezve, és nem igényel karbantartást.

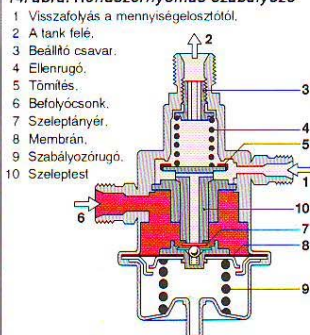
### Rendszernyomás-szabályozó

A nyomásszabályozó az üzemanyag-ellátó rendszer nyomását állandó értéken tartja.

A K-Jetronic-kal szembeni különbség, amelynél egy felmelegedési szabályozó szabályozza a vezérlő nyomást, a KE-Jetronic esetében a hidraulikus ellennyomás, amely a vezérlődugattyúra hat, azonos a rendszernyomással. A vezérlőnyomást pontosan be kell tartani, még akkor is, ha az üzemanyag-szivattyú által szállított mennyiség és a motorba fecskendezett üzemanyag mennyisége nagymértékben

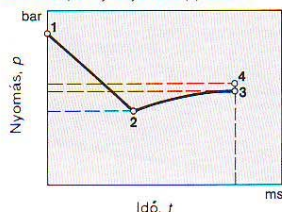


14. ábra. Rendszernyomás-szabályozó



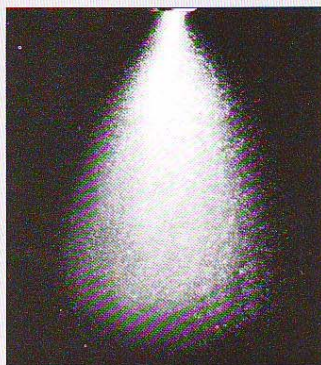
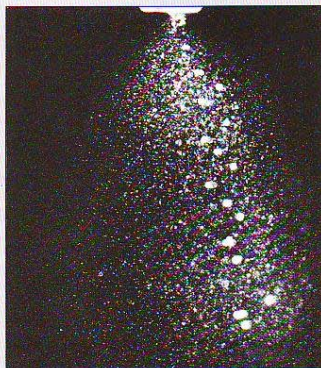
15. ábra. A nyomás alakulása a motor leállítás után

A nyomás a rendszer normálynomásáról (1) először a nyomásszabályozó zárnyomására (2) csökken, majd az üzemanyag-tároló segítségével arra az értékre (3) növekszik, amely még a befecskendező szelepek nyitónyomása (4) alatt van.



eltér, mert ennek a nyomásnak ingadozása a levegő/üzemanyag aránya fejtené ki közvetlenül hatását.

A 14. ábra szemlélteti a nyomásszabályozó keresztmetszetét. Bal oldalon folyik be az üzemanyag, jobb oldalon pedig a mennyiségelosztó visszafolyó csatlakozója van. Felül van a visszafolyó vezeték, amely a tankra van csatlakoztatva. Ha indítás alkalmával az üzemanyag-szivattyú nyomást hoz létre, akkor a nyomásszabályozó membránja lefelé mozdul el. Először is a membrán eltolható szeleptestre mozdul el, mert azt a felső ellenrugó utántolja. Egy rövid időt után a szeleptest egy fix ütközőhöz érkezik, és ekkor a nyomásszabályozó működésbe lép. A mennyiségelosztótól visszafolyó üzemanyag-mennyiség, amely a nyomásállító-átáramlásból és a vezérlő-dugattyúnál kiszivárgó mennyiségből tevődik össze, a beszabályozott mennyiséggel együtt a most már nyitott tömítőrésszel visszafolyik a tankba. Amikor a motort leállítják, az üzemanyag-szivattyú is kikapcsol. Ha most a rendszerben lévő nyomás csökken, akkor a szeleptárcsya beáll a szabályozó fékszerekre, és ezt követően maga előtt felfelé tolja a szeleptestet a rugó ellenében mindaddig, amíg a tömítő a visszaáramlás



16. ábra. Egy KE-Jetronic befecskendező szelep

Sugárkép a levegőburok nélkül (felső ábra), ill. levegőburokkal. A levegő folyamatosan fejti ki hatását, és az üzemanyagot még finomabbra porlasztja (alsó ábra)

a tank felé elzárja. A rendszerben a nyomás gyorsan csökken a zárnyomásra, amelyen a befecskendező szelepek már biztosan zárnak. Ezek után a rendszerben lévő nyomás arra az értékre növekszik, amelyet a nyomástároló meghatároz.

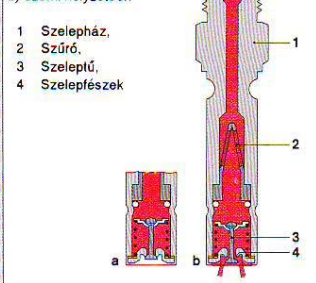
#### Befecskendező szelepek

A befecskendező szelepek meghatározott nyomáson nyitnak, és a szeleptűk rezgő mozgása porlasztja az üzemanyagot.

A befecskendező szelepek az adagolt üzemanyagot a henger szívócsőve előtt porlasztják a szívócsőbe. A befecskendező szelepek tartóra vannak rögzítve, és azok a motor hősugárzása ellen jól szigeteltek. A befecskendező szelepeknek nincs adagolási feladatuk. A befecskendező szelepek automatikusan nyitnak, amint a nyitónyomás pl. a 3,5 bar-t túléli. Ezek tűszeleppel

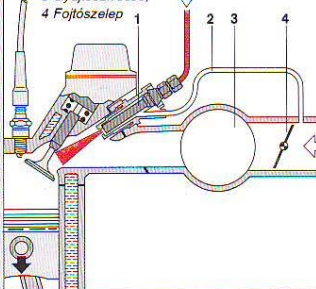
17. ábra. Befecskendező szelep

a) nyugalmi helyzetben  
b) üzemi helyzetben



18. ábra. Befecskendező szelep levegőburokkal

1 Befecskendező szelep, 2 Levegőellátó vezeték, 3 Gyűjtőszívócső, 4 Fojtószelep



rendelkeznek (17. ábra), amelyeknek túl befecskendezéskor nagy frekvenciával hallható rezgő hangot gerjesztenek ("züm-mögnek"). Ily módon lesz jó minőségű az üzemanyag porlasztása még a legkisebb mennyiségű befecskendezés esetén is. A motor kikapcsolása után a befecskendező szelepek zárnak, amikor a nyomás az üzemanyag-ellátó rendszerben a nyitónyomás alá csökken. Ily módon érjük el, hogy a motort leállítás után már nem kerül üzemanyag a szívócsőbe.

#### Levegővel körülvevett befecskendező szelepek

A levegővel körülvevett szelepek javították a keverék-előkészítést, különösen alapjáratban (16. ábra). Ebben az esetben a nyomás-esés kihasználásával a fojtószelep megkerülésével a motor által beszívott levegő egy része a befecskendező szelepeken áttáramlik (18. ábra), ezáltal a kilépő helyeken az üzemanyag porlasztása igen jó lesz. A levegőburkolat különösen hatásos a nagyon vékony, folyamatosan működő KE-Jetronic szelepek esetében. A levegővel körülvevett szelepek csökkentik az üzemanyag-fogyasztást és a kipufogógázban lévő káros anyagok mennyiségét.



## Üzemanyag-adagolás

Az üzemanyag-adagolás a légmennyiség-mérő és az üzemanyag-elosztó segítségével történik. Vannak olyan üzemelési helyzetek, amikor az üzemanyag-szükséglet nagymértékben eltér a normál értéktől. Ilyen esetekben kiegészítő beavatkozásra van szükség a keverékképzésben. Ezt a "Keverékképzés" című fejezetben tárgyaljuk részletesen.

### Légmennyiségmérő

A motor által beszívott levegő mennyisége a teljesítményfelvétel mértéke. A légmennyiségmérő a lebegőtest elve alapján működik, és a motor által beszívott levegőt méri.

A beszívott levegő mennyisége vezérlési alapmennyiség, és ez képezi a befecskendezési alapmennyiséget. Ez a beszívott levegő a megfelelő fizikai mennyiség az üzemanyag-szükséglet levezetésére. A motor szívási körülményeiben bekövetkező változások ezért semmiféle befolyással nincsenek a keverékképzésre. Miután a beszívott levegőmennyiségnek először a légmennyiségmérőn kell áthaladnia mielőtt a motorba kerül, így a légmennyiség mérése megelőzi a tényleges levegőtöltést a hengerekbe. Ez többek között lehetővé teszi az alábbi ismertetett módon a bármikor megfelelő keverékképzést. A motor által beszívott összes légmennyiség átáramlik a légmennyiségmérőn, amely a fojtószelep elé van beépítve. A légmennyiségmérő egy diffúzor, amelyben egy mozgó torlótárcsa van (lebegőtest). A légtölcséren átáramló levegő ki-mozdítja nyugalmi helyzetéből egy bizonyos mértékben a torlótárcsát. Egy emelőkarrendszer viszi át a torlótárcsa mozgását a tolattyúra, amely meghatározza a szükséges üzemanyag-alapmennyiséget.

A motor szívócsőjében történő utángyűjtés esetén (gyújtáshiba) jelentős mértékű nyomóelőcsúszás keletkezhet a szívórendszerben. A légmennyiségmérő úgy van megszerkesztve, hogy a torlótárcsa utángyűjtés alkalmával ellenkező irányban lengessen ki. Ily módon ún. tehermentesítő keresztmetszet képződik. Esőáramú légmennyiségmérő esetén rugó egyenlíti ki a torlótárcsa súlyát és az emelőkarrendszert.

Egy állítható laprugó gondoskodik a pontos nullahelyzetről nyugalmi állapotban.

### Üzemanyag-elosztó

Az üzemanyag-elosztó a torlótárcsa állásának megfelelően osztja el az üzemanyag-alapmennyiséget az egyes hengerek felé.

A torlótárcsa helyzete a motor által beszívott levegőmennyiség mértéke. Egy kar viszi át a torlótárcsa helyzetét a tolattyúkra. A torlótárcsának a réselt perselyben

elfoglalt helyzete szerint a vezérlés megfelelő keresztmetszete szabaddá válik, amelyen az üzemanyag a nyomásbálozó szelepekhez és ezáltal a befecskendező szelepekhez kerülhet. A torlótárcsa kisebb lökete esetén a tolattyú csak kissé emelkedik fel, és ezáltal a vezérlésnek csak kisebb keresztmetszete szabadul fel. A torlótárcsa nagyobb lökete a vezérlés nagyobb keresztmetszetét teszi szabaddá. A torlótárcsa lökete és a vezérlés felszabadított keresztmetszete között lineáris összefüggés van.

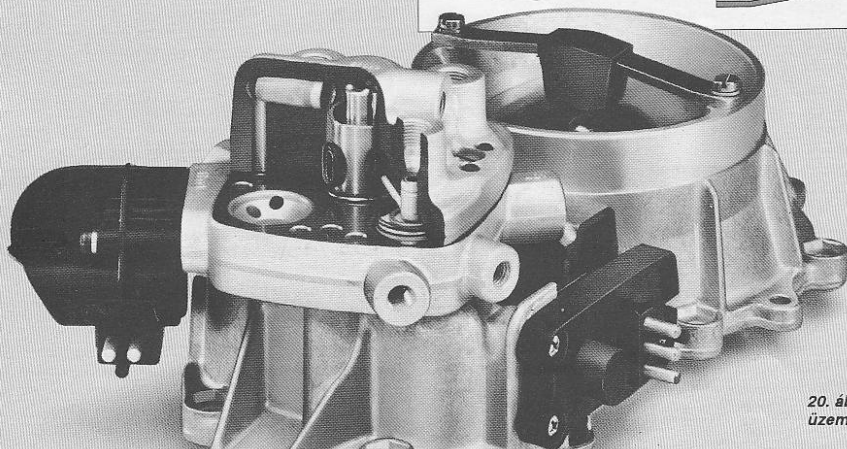
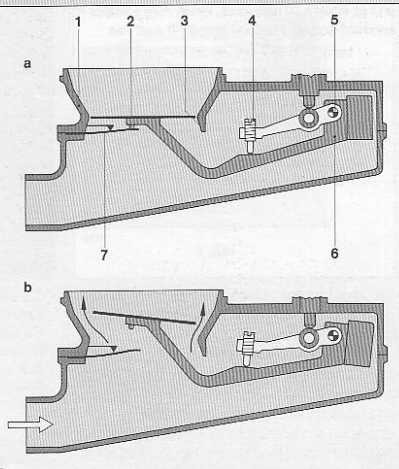
A tolattyúra – a torlótárcsáról átvitt löket-mozgással szemben – hidraulikus erő hat, amely a levegő konstans nyomásesését hozza létre a torlótárcsán, és a tolattyúval mindig a torlótárcsa karjának mozgását követi. Vannak olyan konstrukciójú üzemanyag-elosztók, amelyekben egy nyomórugó (21. ábra) segíti a hidraulikus erőt és megakadályozza a tolattyú fennakadását vákuum következtében, a be-

19. ábra. Emelkedőáramú légmennyiségmérő

a) torlótárcsa nyugalmi helyzetben

b) torlótárcsa munkahelyzetben

- 1 Légtölcsér,
- 2 Torlótárcsa,
- 3 Tehermentesítő keresztmetszet,
- 4 Keverékbeállító csavar,
- 5 Forgáspont,
- 6 Emelőkar,
- 7 Laprugó



20. ábra. Légmennyiségmérő, üzemanyag-elosztóval, metszetben



rendezés lehűlése alkalmával. A rendszernyomás pontos szabályozására azért van szükség, mert különben az ingadozás közvetlenül a levegő/üzemanyag viszonyra (I érték) fejtené ki hatását. Egy fojtó (21. ábra) csillapítja a lengéseket, amelyeket a torlótárcsa erői gerjeszhetnek. Ha leállítjuk a motort, akkor a tolattyú egy axiális hatást kifejtő tömítőgyűrűre ül le (24. ábra.) Ezt egy beállítócsavar tartja, és a vezérlőrés megfelelő túlfedésére magassága beállítható. Amíg a K-Jetronic esetében a tolattyú nullahelyzetét a légmennyiség-mérőkaron való felütkezés határozza meg, a KE-Jetronic esetében a tolattyú az axiális tömítőn nyugszik, mert a nyomórugó és a maradéknyomás a tolattyúra fejt ki hatását. Ez a megoldás megakadályozza a tolattyú mentén létrejött szivárgás miatti nyomásvesztést. Ily módon megakadályozzuk, hogy a tolattyú résén át a nyomástároló kiürüljön, amelynek leállított motor mellett a rendszernyomást magasab-

ban kell tartania, mint a mindenkor üzemanyag-hőfoknak megfelelő gőznyomás.

### Nyomásszabályozó szelepek

A nyomásszabályozó szelepek az üzemanyag-elosztóban egy meghatározott nyomásesést hoznak létre a vezérlőrésen.

A légmennyiségmérő jelleggörbéje lineáris. Ez azt jelenti, hogy kétszeres levegőmennyiség esetén a torlótárcsa lökete kétszeres. Ha ezen löket folytán az üzemanyag-alapmennyiség változásának ugyanilyen arányúnak kell lennie, akkor a vezérlőrésnél (24. ábra) konstans nyomásesést kell biztosítani az átáramló üzemanyag mennyiségétől függetlenül. A nyomásszabályozó szelep a felső és az alsó kamra közötti nyomáskülönbséget az üzemanyag-átfolyástól függetlenül konstans értéken tartja. A nyomáskülönbség rendszerint 0,2 bar. Ily módon érünk el pontos adagolást. A nyomásszabályozó

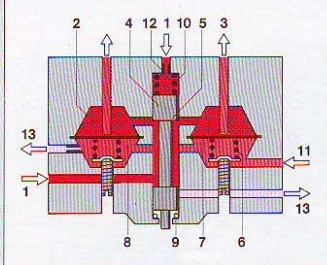
szelepek sík felfekvésű szelepek, és az üzemanyag-elosztóban vannak elhelyezve. Minden vezérlőréshez tartozik egy nyomásszabályozó szelep. A szelep felső kamráját az alsó kamrától membrán választja el (21. ábra). Valamennyi szelep alsó kamrájában van egy spirálrugó. Az alsó teret és az elektrohidraulikus nyomásállítót gyújtóvezeték köti össze. A szeleplepülés a felső kamrában van. A felső kamrák egyrészt vezérlőréssel, másrészt csatlakozóval vannak a befecskendező szelepekkel összekapcsolva. Ezek egymástól függetlenek. A vezérlőrésen a nyomásesést az alsó kamrában lévő spirálrugó, a megfelelő átmérőjű membrán, valamint elektrohidraulikus nyomásállító határozza meg.

Ha nagy mennyiségű üzemanyag áramlik a felső kamrába, akkor a membrán lefelé domborodik, és addig tartja nyitva a szelep kibocsátó szelvényét, amíg a beállított nyomáskülönbség helyreáll. Ha az átáramló mennyiség kisebb, akkor a membránnal erőegyensúly folytán csökken a szelep keresztmetszete mindaddig, amíg újra beáll a 0,2 bar nyomáskülönbség. A membránon tehát erőegyensúly uralkodik, ami bármilyen alap üzemanyagmennyiség esetén fenntartható a szelep keresztmetszetének szabályozásával.

Az elektrohidraulikus nyomásállító üzemanyag-vezetékében van még egy további finomszűrő, amely mágneses leválasztójával a ferromágneses szennyeződéseket eltávolítja.

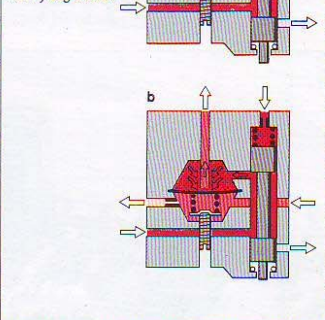
21. ábra. Üzemanyag-elosztó nyomásszabályozó szelepekkel

1 Üzemanyag-bemenet (rendszernyomás), 2 A nyomás-szabályozó szelep felső kamrája, 3 Vezérlők a befecskendező szelepekhez, 4 Tolattyú, 5 Vezérlőperem és vezérlőrés, 6 Szeleprugó, 7 Szelepmembrán, 8 A nyomásszabályozó szelep alsó kamrája, 9 Axiális tömítőgyűrű, 10 Nyomórugó, 11 Üzemanyag az elektrohidraulikus nyomásállító, 12 Fojtó, 13 Visszatató vezeték



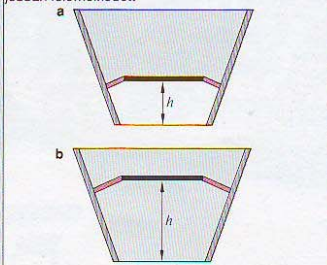
22. ábra. Nyomásszabályozó szelep

a) Pozíció kisebb befecskendezési mennyiség esetén  
b) Pozíció nagyobb befecskendezési mennyiség esetén



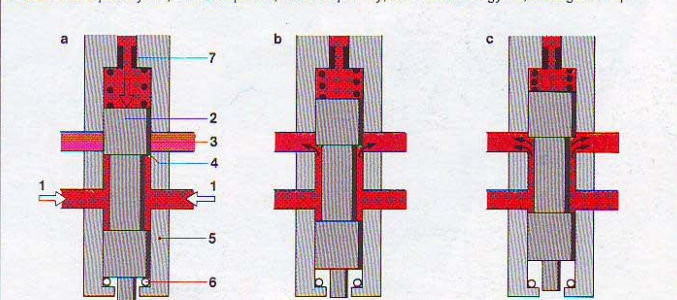
23. ábra. A légmennyiségmérő elve

a) A beszívott levegőmennyiség csekély, a torlótárcsa kissé meg van emelve  
b) A beszívott levegőmennyiség sok, a torlótárcsa jobban felemelkedett



24. ábra. Részlet persely a tolattyúval

a) Nyugalmi helyzet, b) Részterhelés, c) Teljes terhelés, 1 Üzemanyag-bemenet, 2 Tolattyú, 3 Vezérlőrés a perselyben, 4 Vezérlőperem, 5 Részlet persely, 6 Axiális tömítőgyűrű, 7 Lengéscsillapító





# Keverékillesztés

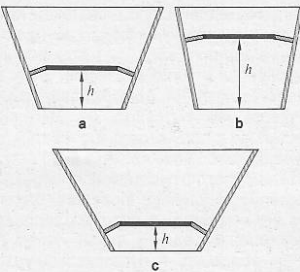
## Keverék-alapillesztés

A keverék alapillesztése az üzemi követelményekhez alapjárat, részterhelés és teljes terhelés esetén a légtorok megfelelő kialakításával történik.

Bizonyos üzemi tartományokban, mint pl. alapjáratban, részterhelésen és teljes terhelésen ezen üzemi tartományban optimális keveréket kell adagolni a motorba. A gyakorlatban ez dúsabb keveréket jelent az alapjáratban és teljes terhelésen, valamint szegényebb keveréket a részterheléses tartomány számára. Ha pl. a légtorok laposabb kúpot képez, mint az alapforma (amely pl.  $\lambda = 1$  keverékre volt meghatározva), akkor szegényebb lesz a keverék. Ha kisebb a kúpszög, akkor a torlótárcsa a motor által ugyanolyan mennyiségű levegő beszívása esetén tovább emelkedik. Ezáltal a vezérlődugattyú több üzemanyagot kever be és így a keverék dúsabb lesz. A légtorok kialakítható oly módon, hogy a torlótárcsa megfelelő helyzete (alapjárat, részterhelés, maximális teljesítmény) különböző mértékben dúsított keveréket adjon. A KE-Jetronic esetében a légtorok úgy van kialakítva, hogy az a teljes munkatartományban  $\lambda = 1$  keveréket állítson be.

26. ábra. A légtorok (légtölcsér) kúpszögének befolyása a torlótárcsa elmozdulására ugyanolyan mennyiségű levegőáramlás esetén

- a) A légtorok alapformája h löketet eredményez  
b) Ha meredekebb a torok formája – ugyanolyan mennyiségű levegő esetén –, akkor nagyobb a h löket  
c) Laposabb torokforma ugyanolyan mennyiségű levegő esetén kisebb h löketet eredményez  
A torlótárcsa által szabadra tett felület (a, b és c esetén egyforma).



A légmennyiségmérőn lévő torok kialakítása

- 1 A max. teljesítmény számára, 2 A részterhelés számára, 3 Alapjárat számára



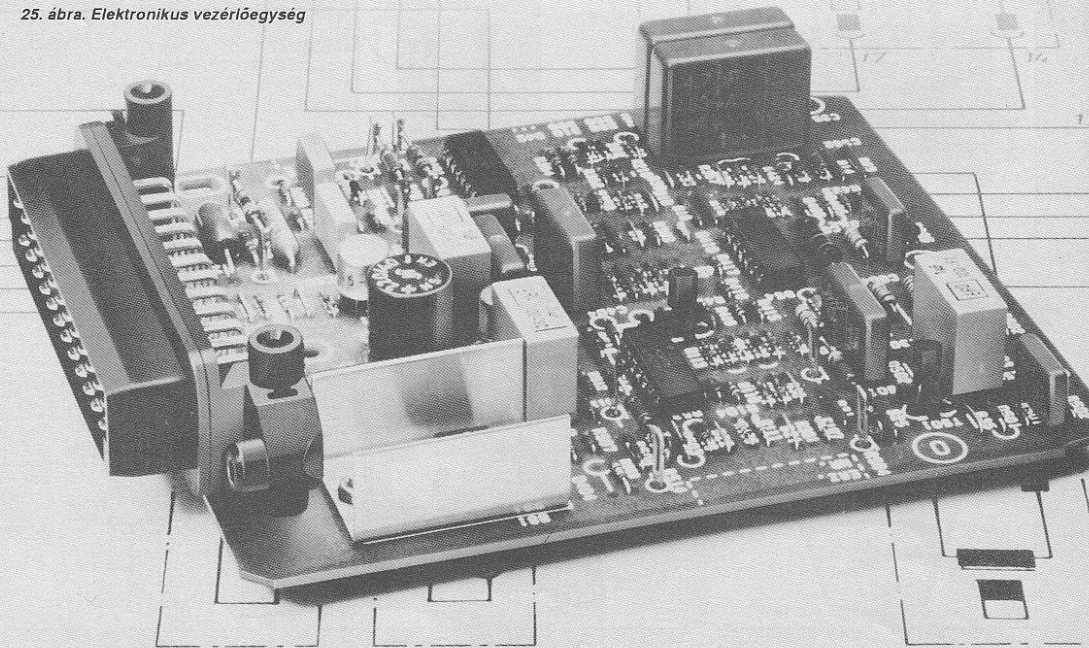
## Elektronikus vezérlőegység

Az elektronikus vezérlőegység kiértékeli a motor üzemi állapotáról az érzékelők által továbbított adatokat. Ebből vezérlőáramot képez az elektrohidraulikus nyomásállító számára.

**Érzékelők az üzemi adatgyűjtés számára**  
Azért, hogy a beszívott levegő mennyiségéből megállapíthassuk a szükséges üzemanyag-mennyiséget, sok üzemi adatot kell gyűjtenünk és az elektronikus vezérlőegységhez eljuttatnunk. Az érzékelőket a mindenkor illesztési funkcióval összefüggésben ismertetjük.

| Üzemállapot               | Érzékelő                                                |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| Teljes terhelés           | Fojtószelep-kapcsoló                                    |
| Alapjárat<br>Fordulatszám | Gyújtáskiváltó rendszer (többnyire a gyújtáselosztóban) |
| Indítás                   | Gyújtás-indító-kapcsoló                                 |
| Motor hőfoka              | Motorhőfok-érzékelő                                     |
| Légnyomás                 | Légnyomás-érzékelő                                      |
| Keverék-összetétel        | Lambda-szonda                                           |

25. ábra. Elektronikus vezérlőegység





### Az elektronikus vezérlőegység felépítése és működése

Az elektronikus áramkör a rendeltetésnek megfelelően analóg vagy analóg/digitális kevert technológia szerint van felépítve. Az Európa-készülékre alapozva a lambda-szabályozó és az alapjárat szabályozó modulja járul még ehhez. A szélesebb körű rendeltetésre szánt vezérlőegységek digitális technikával készülnek: nyomtatott áramkörü lemezen elhelyezett elektronikus alkatrészek, integrált áramkörök (mint pl. műveleterősítő, komparátorok és feszültségstabilizátorok), tranzisztorok, diódák, ellenállások és kondenzátorok. A nyomtatott áramkörü lemezek egy házban vannak elhelyezve. A ház lehet egy nyomáskiegyenlítő elem. 25-pólusú dugaszoló kapcsolja össze a vezérlőegységet az akkumulátorral, a jeladókkal és az állítótaggal.

A vezérlőegység feldolgozza az érzékelők által beadott jeleket, és ebből számítja ki a vezérlőáramot az elektrohidraulikus nyomásállító számára.

### Feszültségstabilizálás

A vezérlőegységnek stabil feszültségre van szüksége, amely a gépkocsi hálózati feszültségétől függetlenül konstans. E feszültséggel jön létre az elektrohidraulikus nyomásállító számára a motor jellemzőitől (motorállapot-érték) függő áram. A vezérlőegység feszültségét integrált áramkör stabilizálja.

### Bemeneti szűrő

Ez a szűrő kiszűri az érzékelők bemenőjeleiből az esetleg előforduló zavaró jeleket.

### Összegező

Az összegező gyűjti össze az érzékelők kiértékelt jeleit. Az elektromosan feldolgozott módosító jeleket műveleti áramkör összegzi, és ezután az áramszabályozóhoz továbbítja.

### Végfokozat

A végfokozat hozza létre a nyomásállító számára a vezérlő áramot. Emellett a nyomásállítóba ellenkező irányú áramok vezethetők a nyomásesés növelése vagy csökkentése végett.

Folyamatosan vezérelt tranzisztorral tetzés szerint állítható be pozitív irányba a nyomásállítóban az áramerősség. Motorfűküzmódban az áram negatív irányba folyik. Ez az áram olyan befolyást gyakorol a két tér nyomáskülönbségére, hogy a nyomá szabályozó szelepeken az üzemanyag-áramlás a befecskendező szelepek felé megszakad.

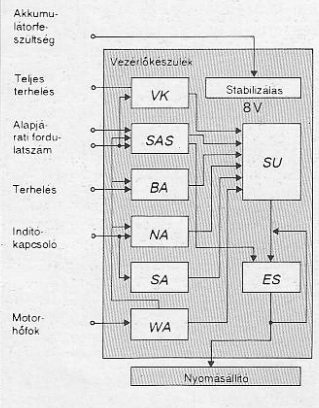
### További végfokozatok

Szükség esetén további végfokozatok is lehetségesek. Ily módon lehet a kipufogógáz visszavezetésére szolgáló szelepet, az alapjáratú töltésszabályozó fojtószelepek zárókeresztmetszetét vezérelni.

### 27. ábra. Analóg technológiával készült KE-Jetronic vezérlőegység blokkvázlata

Az összegező a különböző blokkokból jövő helyesbítő jeleket összegezi, a végfokozatban felerősíti és az elektrohidraulikus nyomásállítóhoz vezeti.

VK Teljes terheles helyesbítés  
SAS Motorfűküzemű kikapcsolás  
BA Gyorsulási dúsítás  
NA Indítás utáni dúsítás  
SA Indítási dúsítás  
WA Melegedési dúsítás  
SU Összegező  
ES Végfokozat





## Elektrohidraulikus nyomás- állító

Az elektrohidraulikus nyomásállító a motor üzemi állapotának függvényében és a vezérlőegység által képzett áramjelnek megfelelően változtatja a nyomást a nyomásszabályozó szelep alsó kamrájában, ezáltal változik a befecskendező szelepekhez adagolt üzemanyag mennyisége.

### Az elektrohidraulikus nyomásállító felépítése

Az elektrohidraulikus nyomásállító (30. ábra) az üzemanyagmennyiség-elosztóra van szerelve, és olyan nyomáskülönbség-szabályozót képez, amely egy fűvoka – rugalmas terelőlap – rendszer szerint működik, és amelynek nyomásesését villamos áram vezérli. Két kettős mágnespólus között függ egy házban a nem mágneses anyagból készült mozgórész, sűrűdásmentes feszítópánt csapágyazásban, amely rugalmas anyagból készült membránlemezről áll.

### Az elektrohidraulikus nyomásállító működése

A mágnespólusokon és a hozzájuk tartozó légrészekben egy permanens mágnes (szaggatott vonalak a 30. ábrán) és egy elektromágneses fluxusok (vonalkázott rész) haladnak át egymásra szuperporálva. A állandómágnes a valóságban  $90^\circ$ -kal el van tolva az ábra síkjához képest. A mágnesfluxushányad útja a két póluspáron át szimmetrikus és egyforma hosszú. A mágnes-fluxusok a pólusoktól a légrészen át az ankerre, majd onnan az ankeren keresztül áramlanak.

A két, egymáshoz képest diagonálisan elhelyezkedő légrésben (30. ábrán  $L_2$ ,  $L_3$ ) összegeződnek a permanens mágneses és elektromágneses fluxusok, a másik két légrésben (30. ábrán  $L_1$ ,  $L_4$ ) pedig kivonódnak egymásból. A mozgórészre, amely a terelőlapot mozgatja, minden lé-

résben húzóerő hat, amely a mágneses fluxus négyzetével arányos.

Miután az állandómágneses fluxus konstans, és az elektromágneses fluxus a mágnesstekercsben folyó árammal arányos, az eredő forgatónyomaték az árammal arányos. A mozgórészre ható alapnyomaték úgy van megválasztva, hogy a nyomásállító árammentes állapotában olyan alacsony nyomás-különbség jöjjön létre, amely  $\lambda = 1$ -nek felel meg.

Igy árammegszakadás esetén, vészhelyzetben, helyesbítőművelet nélküli üzem biztosított.

A fűvokán át belépő üzemanyagsugár igyekszik a terelőlapot a mágneses, valamint mechanikus erők legyőzésével félre nyomni. A bemeneti és a visszafolyó csatlakozás közötti nyomáskülönbség olyan átáramlás esetén, amelyet a nyomásállítóhoz sorosan kapcsolt fix fojtó határoz meg, arányos az elektromos árammal. A nyomásállítóknak megfelelő változtatható

nyomásesés a fűvokán változtatható alsó kamranyomást eredményez. Ugyanilyen mértékben változik a felső kamra nyomása is. Ez a helyzet ugyanakkor változó különbséget eredményez a felső kamra nyomása és a rendszernyomás között, tehát a vezérlőrészekben, és ezzel a befecskendező szelepekhez áramló üzemanyag-mennyiség befolyásolható.

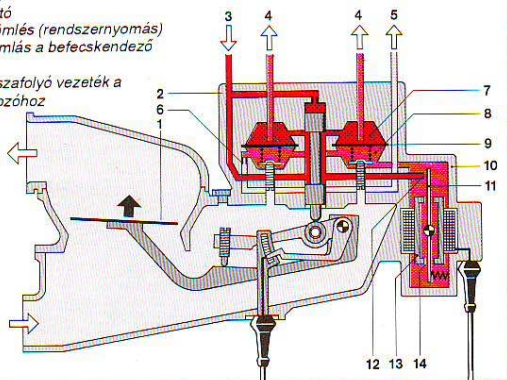
A kis elektromágneses időállandók és a csekély mozgó tömeg miatt a nyomásállító nagyon gyorsan reagál a kapcsain fellépő áramváltozásokra.

Ha az áram iránya megfordul, akkor a mozgórész a terelőlemezt elmozdítja a fűvokáról. Ilyenkor a nyomásállítón néhány század bar a nyomásesés. Ily módon lehet pótműveleteket, mint pl. motorfék-üzemben kikapcsolást és fordulatszámkorlátozást úgy végezni, hogy az üzemanyag áramlását a befecskendező szelepek felé elzárjuk.

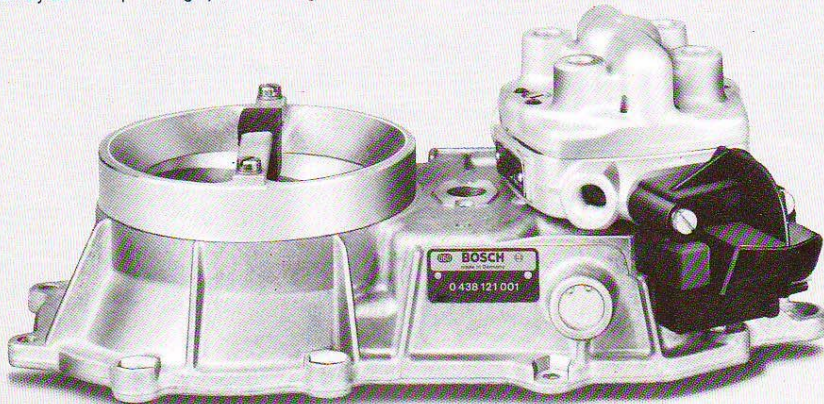
28. ábra. Elektrohidraulikus nyomásállító a mennyiségelosztón

A vezérlőegységnek a terelőlemeze (11) gyakorolt hatása folytán a nyomásszabályozó szelepek felső kamrájában az üzemanyagnyomás és ezáltal az üzemanyag-adagolás is befolyásolható. Ily módon illesztési és helyesbítési műveletek végezhetők.

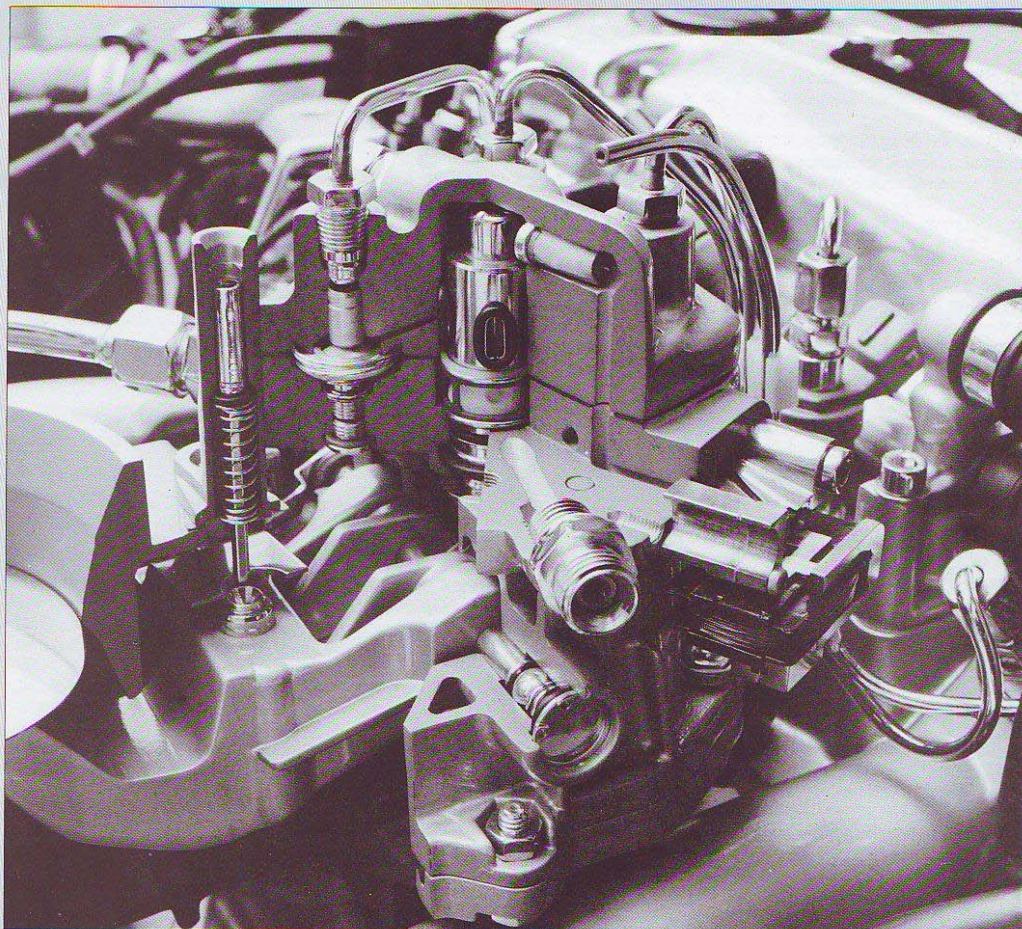
- 1 Torlócsappantyú
- 2 Mennyiségelosztó
- 3 Üzemanyag-beömlés (rendszernyomás)
- 4 Üzemanyag-áramlás a befecskendező szelepekhez
- 5 Üzemanyag-visszafolyó vezeték a nyomásszabályozóhoz
- 6 Állandó fojtás
- 7 Felső kamra
- 8 Alsó kamra
- 9 Membrán
- 10 Nyomásállító
- 11 Terelőlemez
- 12 Fűvoka
- 13 Mágnespólus
- 14 Légrés



29. ábra. Esőáramú keverékszabályozó elektrohidraulikus nyomásállítóval

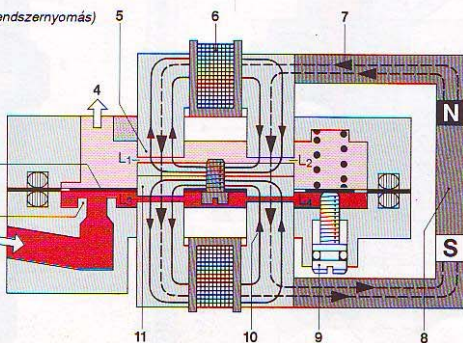






30. ábra. Az elektrohidraulikus nyomásállító metszeti rajza

- 1 Üzemanyag-beömlés (rendszernyomás)
- 2 Fűvka
- 3 Rezgő tereőlemez
- 4 Üzemanyagkiáramlás
- 5 Mágnespólus
- 6 Mágnesekercs
- 7 Állandómágneses fluxus
- 8 Állandó mágnes (90°-kal elfordítva a rajz síkjához képest)
- 9 Az alapnyomaték beállító csavarja
- 10 Elektromágneses fluxus
- 11 Mozgóréss (L1-L4 légrés)



31. ábra. A mennyiségelosztó metszetrajza alapján felismerhetjük, hogy a finommechanikai alkatrészek legapróbb részleteinél is precizitásra van szükség. Több éves tapasztalat alapján a befecskendező berendezés valamennyi komponensében a legkorszerűbb technológia, valamint nagy gyártási tapasztalat rejtiőzik. A sokrétő gyártásközi ellenőrzés biztosítja mind az egyes alkatrészek, mind a teljes berendezés kiváló minőségét. De nemcsak a minőségre való következetes törekvés a kutatás valamennyi területén a fejlesztéstől a gyártásig, hanem az egész világot behálózó vevőszolgálati szervezet járul hozzá a minőség biztosításához. (Foto: Daimler-Benz AG.)



## Hidegindítás

A KE-Jetronic az indítás folyamán időzíve és a motor hőfokától függően pótüzemanyagot fecskendez be.

### Hidegindítási dúsítás

Hidegindításkor a beszívott levegő/üzemanyag keverék összetételében szegényebb lesz. Ennek oka az üzemanyagrészcsekék rossz örvénylése, alacsony fordulatszámra az üzemanyag gyenge párolgása és a henger falaira történő lecsapódása alacsony hőfokon. Mindezek kiegyenlítése végett és a hideg motor beugrásának megkönnyítésére az indítás pillanatában pótüzemanyagot kell befecskendezni. Indításkor a vezérlőegység a fordulatszám nagy ingadozása és ezért a levegőmennyiség feltehetően hibás meghatározása miatt fix terhelési jelet ad, amelyre a motor hőfokától függően alakít ki.

### Hidegindító szelep

A hidegindító szelep hidegindításkor rövid időig pótüzemanyagot fecskendez a gyújtószívócsőbe.

Mivel hidegindításkor a szükséges üzemanyag-mennyiség jóval a "normális" mennyiség fölött van, a szükséges többletet egy különálló hidegindító szelep fecskendezi be.

Ez a szelep valamennyi henger számára központilag fecskendezi be az üzemanyagot a gyújtószívócsőbe. Hő-idő kapcsoló korlátozza időben a hidegindító szelep bekapcsolási időtartamát. A hidegindítási dúsítás alkalmával tehát dúsabb keveréket állítunk be azért, hogy a hengerekben jobb égési viszonyokat biztosítsunk.

A hidegindító szelep (32. ábra) elektromágneses működésű. A szelepen van az elektromágnes kercsere. Nyugalmi helyzetben rugó nyomja a tömítést fel az elektromágnes mozgó részét és ezáltal zárja a szelepet.

Az elektromágnes gerjesztésekor a szeleplektről elmozdult mozgórész szabaddá teszi az utat az üzemanyag áramlásának. Az üzemanyag tangenciálisan kerül egy fúvókába, amely az üzemanyagsugárnak örvénylő formát kölcsönöz. Az örvényfúvóka rendkívül finomra porlasztja az üzemanyagot, és dúsítja azzal a levegőt a gyújtószívócsőben a fojtószelep mögött. A hidegindító szelep úgy van elhelyezve a gyújtószívócsőön, hogy a levegő/üzemanyag keverék kedvező elosztása biztosítva legyen valamennyi henger számára.

### Hő-idő kapcsoló

Ez korlátozza a hidegindító szelep befecskendezési idejét az idő és a hőfok függvényében.

A hő-idő kapcsoló (33. ábra) egy villamos fűtési bimetaliszalagból áll, amely hőfoktól függően nyit vagy zár egy kontaktust. A gyújtáskapcsoló vezérli. A kapcsoló a motor hőfokát reprezentáló helyen van rögzítve. Hidegindítás alkalmával behatárolja a hidegindító szelep bekapcsolásának időtartamát. Hosszadalmas indítási művelet esetén vagy többször ismételt indítási kísérlet alkalmával a hidegindító szelep már nem juttat üzemanyagot a rendszerbe.

A bekapcsolás időtartama tehát függ a hőrelé felmelegedésétől, a motor hőfokától és a hő-idő kapcsolóban lévő elektromos fűtéstől. Az indítóselepek bekapcsolási időtartamának korlátozására azért van szükség, hogy a keverék ne dúsuljon fel mértéklenül, és hogy a motor ne szívja túl magát.

Hidegindításkor a bekapcsolási időtartam mértékére főleg a fűtőtekercs teljesítménye a mértékadó (lekapcsolás pl. -20°C-nál kb. 7,5 s múlva). Üzemlevegő motor esetén a kapcsoló a motor által sugárzott hő folytán annyira felmelegszik, hogy tartósan nyit, és a hidegindítóselepek bekapcsolását így módon megakadályozza.

### Indítás utáni állapot

Üzemanyaggal történő dúsítás hideg idő esetén javítja az indítás utáni üzemviszonyokat.

Indítás után, alacsony hőfok esetén, rövid időre szükség van többlet üzemanyagra azért, hogy a rossz keverékképződést és

a kondenzációt kiegyenlítsük. Így módon a dúsabb keverék nagyobb forgatónyomatot eredményez, és ezáltal jobb lesz a motor felútása az alapjáratból.

### Indítás utáni dúsítás

A szerkezet működése úgy van illesztve, hogy kifogástalan felútást biztosítson bármilyen hőfok esetén az üzemanyag mennyiségének minimalizálása mellett. Az indítás utáni dúsítás hőfok- és időfüggő; egy hőfoktól függő kiinduló értékről az idővel majdnem lineárisan csökken. A dúsítás időtartama ezek szerint az indítás kezdetén fennálló hőmérséklet függvénye. A vezérlőegység a keveréknek a motor hőfokától függő dúsulását kb. 4,5 s-ig tartja maximális értéken, majd pl. 20°C-nál történő indítás után 20 s-en belül leszabályozza.

### Motorhőfok-érzékelő

A motorhőfok-érzékelő méri a motor hőfokát és elektromos jelet továbbít a vezérlőegységhez.

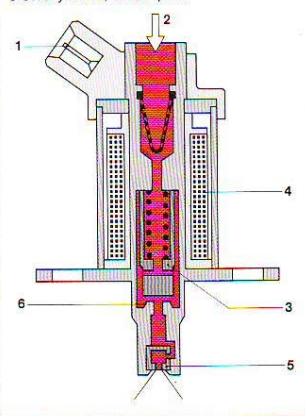
A hőfokérzékelő (34. ábra) léghűtéses motoroknál a blokkba van becsavarva, vízhűtéses motoroknál a hűtőfolyadékba ér.

Az érzékelő a vezérlőegységnek "jelenti" a mindenkor hőfoknak megfelelő villamos ellenállást, amely az elektrohidraulikus nyomásállítón át a befecskendezendő üzemanyag-mennyiséget az indítás után és a motor felmelegítésekor illeszti. A hőfokérzékelő egy NTC-ellenállásból áll, amely menetes hüvelybe van ágyazva.

Az NTC negatív hőfokkoefficiens jelenti, és ez határozza meg tulajdonságát. A félvezető anyagból készült ellenállás villamos ellenállása a hőfok növekedésével csökken.

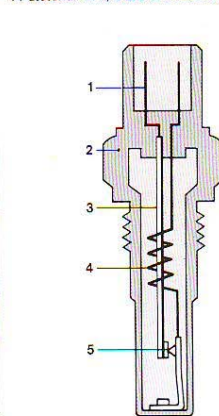
32. ábra. A hidegindító szelep működése

1 Elektromos csatlakozó, 2 Üzemanyag-beáramlás szűrőszálával, 3 Szelep, 4 Mágneskercs, 5 Örvényfúvóka, 6 Szeleplelek



33. ábra. Hő-idő kapcsoló

1 Elektromos csatlakozó, 2 Ház, 3 Bimetal, 4 Fűtőtekercs, 5 Elektromos kontaktus





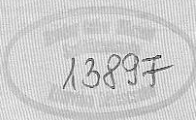
## A motor melegedése

### Bemelegítési dúsítás

A bemelegítés folyamán a motor a hőfoktól, a terheléstől és a fordulatszámától függően többet üzemanyagot kap.

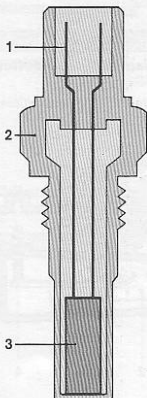
A hidegindítást és az indítás utáni fázist a motor melegítése követi. A motornak szüksége van melegítési dúsításra, mert az üzemanyag egy része kondenzálódik a hengerek még hideg falán.

Ha az üzemanyag-előkészítés alacsony hőfok esetén, pl. a levegő és az üzemanyag hiányos összekeverése, valamint nagy üzemanyag-cseppeszkék miatt nem megfelelő, akkor a szívószелеpekre és a szívócsőre is üzemanyag csapódik le, amely csak nagyobb hőfokon párolog el. Valamennyi fentebb felsorolt eset a hőfok csökkenésével növekvő dúsítást indokol. A motorhőfok-érzékelő a hűtőközeg hőfokára vonatkozó adatot a vezérlőegységhez továbbítja. Ezeket az adatokat a vezérlőegység megfelelő vezérlőárammá alakítja át a nyomásállító számára. Az elektrohidraulikus nyomásállító (lásd 14. oldal) révén a keverékillesztés úgy van megoldva, hogy bármilyen hőfok esetén a lehető legkisebb mértékű többletdúsítás mellett kifogástalan legyen az égési folyamat.



34. ábra. Hőfokérzékelő

1 Elektromos csatlakozó, 2 Ház, 3 NTC-ellenállás



## Gyorsítás

A gyorsítás alatt, nem üzemmeleg motor esetén a KE-Jetronic többlet üzemanyagot adagol.

### Gyorsítási dúsítás nyomásállítóval

Ha a fojtószelep hirtelen nyit, akkor rövid időre szegényebb lesz a levegő/üzemanyag keverék. Rövid időre szükség van a gyorsítási dúsításra azért, hogy a kocsi-val biztonságosan előzhessünk.

A vezérlőegység hideg motornál felismeri a terhelésjel időbeli változásából, hogy gyorsítás van folyamatban, és ebben az esetben beindítja a gyorsítási dúsítást. Ily módon előzzük meg egy ún. "gyorsítási lyuk" képződését. Hideg motornál többlet dúsításra van szükség a nem megfelelő keverék-előkészítés és a szívócső esetleges nedvesedése miatt.

A gyorsítási dúsítás felső értéke a hőfok függvénye. E gyorsítási dúsítás beindulásakor tű alakú dúsítási impulzus keletkezik, amelynek tartama kb. 1 s. A gyorsítási dúsítás 80°C alatt következik be. A dúsítás mértéke annál nagyobb, minél hidegebb a motor, és a terhelés időbeli változásától is függ.

A gázadás sebességét légmennyiségmérő torlótárcsájának a fojtócsappantyú mozgásához képest csak kismértékben késleltetett mozgása határozza meg. Ezt a jelet, amely a beszívott levegőmennyiség időbeli változásának, tehát kb. a motor teljesítményének felel meg, a lég-

mennyiségmérőben lévő potenciométer érzékeli, majd az elektronikus vezérlőegységhez továbbítja, amely a nyomásállító ennek megfelelően befolyásolja.

A potenciométer jelleggörbéje nem lineáris. Ezáltal alapjáratból való indításkor a gyorsítási jel a legnagyobb, majd csökken, ahogy a motor teljesítménye növekszik. Ily módon az elektronikus vezérlőegységben a kapcsolási gyakoriság csökkenthető.

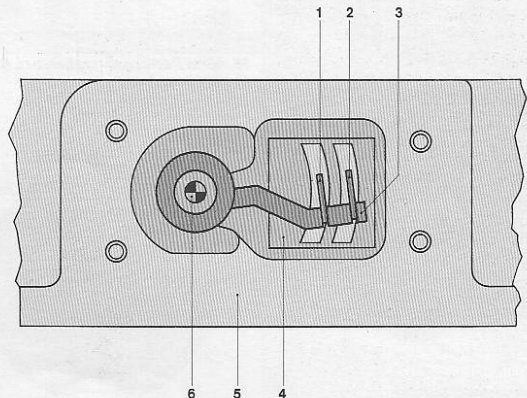
### Torlótárcsa-potenciométer

A légmennyiségmérőben lévő potenciométer (35. ábra) kerámia-bázisú rétegtechnológiával készült. Egy kefeérintkező csúszik a potenciométer pályáján. A kefe több finom huzalból áll, amelyek egy karra vannak ráforrasztva. Ezek a finom huzalok csak igen csekély nyomást gyakorolnak az ellenállás pályára úgy, hogy a kopás mértéke rendkívül kicsi. A huzalok sokaságánál fogva a csúszóérintkező jó elektromos kontaktust ad még nagyon érdes ellenállásfelület és igen gyors mozgás esetén is.

A potenciométer karja a torlótárcsakar tengelyére van rögzítve. A tengely és a kar egymástól elektromosan szigetelt. A csúszóérintkező feszültségét egy második kefeérintkező vezeti el, amely a fő csúszóérintkezővel villamosan össze van kötve. A csúszóérintkező a méréshatárt mindkét irányban annyira túllépheti, hogy a szívócső-visszavágások alkalmával a sérülés kizárt. Rövidzárlat okozta károsodás ellen véd, a csúszóérintkezővel sorbakapcsolt állandó villamos ellenállás, amely szintén rétegtechnológiával készült.

35. ábra. Potenciométer a torlótárcsa helyzetének meghatározására

1 Megcsapoló kefeérintkező, 2 Főérintkező, 3 Csúszólérintkező karja, 4 Potenciométerlemez (a kép síkjából elfordítva), 5 A légmennyiségmérő háza, 6 A légmennyiségmérő tengelye.





## Teljes terhelés

Teljes terhelésnél adja le a motor maximális forgatónyomatékát. A részterheléshez képest teljes terhelésnél a levegő/üzemanyag keveréket dúsítani kell.

**Teljes terhelési dúsítás nyomásállítással**  
A részterheléssel szemben, amelynél az emissziós érték betartása mellett a minimális fogyasztásra való törekvés áll előtérben, teljes terhelés esetén a levegő/üzemanyag keveréket dúsítjuk. Ez a dúsítás a fordulatszám-tól függően programozott, és a teljes fordulatszám-tartományban maximális forgatónyomatékot tesz lehetővé. Ezáltal egyidejűleg a fogyasztás szempontjából optimális teljes terhelési üzemiállapot is lehetővé válik. A KE-Jetronic pl. 1500-3000  $\text{min}^{-1}$  fordulatszám-tartományban és 4000  $\text{min}^{-1}$  felett dúsít. A folyócsappantyún lévő teljes terhelés-kapcsoló vagy a gázrudazaton lévő mikrokapcsoló továbbítja a teljes terhelés-jelét. A fordulatszámra vonatkozó információ a gyújtás-berendezés felől érkezik. Az elektronikus vezérlőegység ebből kiszámítja a dúsításhoz szükséges azt a többletet, amelyet a nyomásállító a mennyiségelosztón beállít.

### Fojtószелеp-kapcsoló

A fojtószелеp-kapcsoló jelzi a fojtószелеp "alapjárat" és "teljes terhelés" pozíciót a vezérlőegység felé.

A fojtószелеp-kapcsoló (36. ábra) a fojtószелеpcsonkra van erősítve. A fojtószелеp tengelye működteti magát a kapcsolót. Az alapjáratú és teljes terhelési véghelyzetekben egy-egy érintkező zár.

## Alapjárat

A motor hatástoka mellett főképpen az alapjáratú fordulatszám határozza meg alapjáratban az üzemanyag-fogyasztást.

### Az alapjáratú fordulatszám vezérlése pótlevegő-szabályozóval

A hideg motor a nagyobb sűrűlódás legyőzéséhez üzemanyagot igényel. A hideg motor egyenletes alapjárata érdekében az alapjáratvezérlő növeli az alapjáratú fordulatszámot. Ez egyúttal a motor gyors felmelegítését is szolgálja. A fojtószелеpet megkerülő pótlevegő-szabályozó (tolóka) a motor hőfokától függően pótlevegőt áramoltat a motorhoz. Ezt a pótlevegőt a légmennyiségmérő számításba veszi és a KE-Jetronic több üzemanyagot adagol a motorba. A pontos illesztést a villamosan

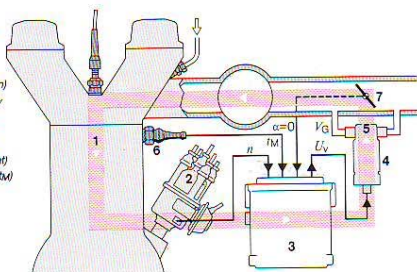
fűtött pótlevegő-szabályozó végzi. Ezen művelet során a motor hőfoka határozza meg a pótlevegő kezdeti mennyiségét, a villamos fűtés pedig e mennyiség időben vezérelt csökkentését.

A pótlevegő-szabályozóban lévő bimetall működtetésű szűkítő (38. 39. 42. ábra) vezérli a megkerülő vezeték keresztmetszetét. Ezen szűkítő nyílásának keresztmetszete a hőfoktól függően úgy áll be, hogy hidegindításkor megfelelő méretű nyílás (keresztmetszet) szabaduljon fel, amely a motor hőfokának növekedésével állandóan kisebb lesz, és végül lezáródik. A bimetall villamos fűtésű, és az idő előrehaladtával szűkíti a pótlevegő-szabályozó nyílását a hőfokfüggő kezdeti értékétől. A pótlevegő-szabályozó olyan helyen van beépítve, ahol az a motor hőfokát jól érzékelheti. A pótlevegő-szabályozó meleg motor esetén nem működik.

37. ábra. Az alapjáratú szabályozás szabályozókör

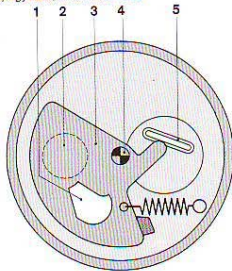
Az alapjáratú vezérléssel ellentétben az alapjáratú szabályozó a tényleges fordulatszámot mér, összehasonlítja a tárolt névleges fordulatszámmal és eltérés esetén változtatja az alapjáratú fordulatszám-szabályozó helyzetét.

- 1 Szabályozási szakasz: motor
- 2 Szabályozási jellemző: fordulatszám (n)
- 3 Szabályozó: szabályozóegység (az  $U_v$  vezérlőfeszültséget továbbítja)
- 4 Állítótag: alapjáratú fordulatszám-állító
- 5 Állítóérték: a megkerülővezeték keresztmetszete ( $V_G$  beszívási térfogat)
- 6 Segédvezérlés-jellemző: motorhőfok (t<sub>M</sub>)
- 7 Segédvezérlés-jellemző: fojtószелеp-alaphelyzet ( $s=0$ )



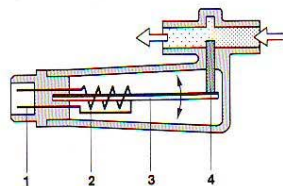
38. ábra: Pótlevegő-szabályozó (keresztmetszeti rajz)

1 Blendenyílás, 2 Légcsonna, 3 Szűkítőlap, 4 Csapágyszás, 5 Villamos fűtés



39. ábra. Villamos fűtésű pótlevegő-szabályozó

1 Villamos csatlakozó, 2 Villamos fűtés, 3 Bimetall, 4 Szűkítő,



36. ábra. A véghelyzetjelek fojtószелеp-kapcsolója



### Alapjárat szabályozás fordulatszám-állítóval

Az alapjárat szabályozó segítségével stabilizálódik az alapjárat fordulatszám. Ezáltal csökken alapjáratban az üzemanyag-fogyasztás, különösen a városi forgalomban.

A túl nagy alapjárat fordulatszám növeli az alapjárat fogyasztást és így módon a gépkocsi összefogyasztását.

Ezt a problémát oldja meg az alapjárat szabályozás, amelynél a keverék mennyisége mindig annak a mennyiségnek felel meg, amelyre a mindenkor terhelésnél (pl. hideg motor és nagy sűrűlódás) van szükség, az alapjárat fordulatszám fenntartása végett. Továbbá konstans kipufogógáz-emissziós értékeket nyerünk hosszú időn át az alapjárat beállítása nélkül. Az alapjárat töltésszabályozás részben kompenzálja a motor öregedéséből eredő változásokat is, és gondoskodik a

motor teljes élettartama alatti stabil alapjáratról.

Az alapjárat fordulatszám-állító vezérlésének megfelelően meghatározott keresztmetszetű nyílás keletkezik. Miután a KE-Jetronic ezt a pótlevegőt a torlólapal érzékeli, ennek megfelelően változik a befecskendezett mennyiség is. Az alapjárat töltésszabályozó hatékonyan stabilizálja az alapjárat fordulatszámot, miután az egyébként szokásos alapjárat vezérléssel ellentétben itt a tényleges/előírt érték összehasonlítását végzi és különbség esetén beavatkozik.

### Alapjárat fordulatszám-állító

Az alapjárat fordulatszám-állító helyettesíti a pótlevegőretest, és az alapjárat szabályozás mellett átveszi a funkcióját. Az alapjárat fordulatszám-állító a fojtószelepre a megkerülő vezetéken át többkevesebb levegőt adagol a motorhoz a pillanatnyi alapjárat fordulatszám és a beállított fordulatszám közötti eltérésnek megfelelően.

A KE-Jetronic elektronikus vezérlőegysége a motor fordulatszámától és hőfokától függően (40. 41. ábra) vezérlőjelet továbbít az alapjárat fordulatszám-állító a megkerülő vezetékek keresztmetszetét.

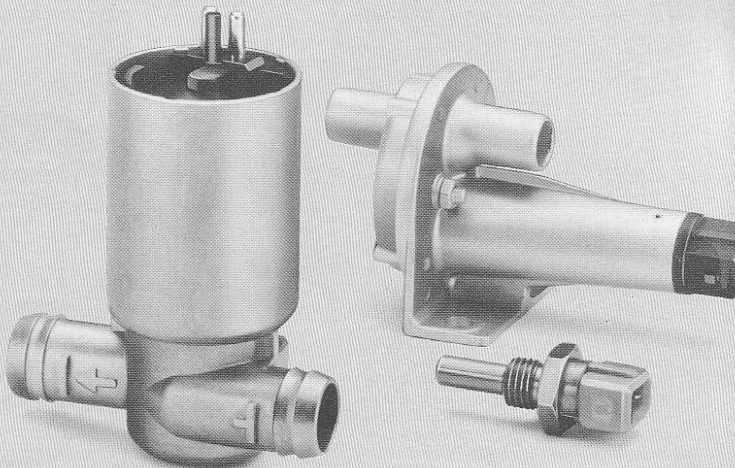
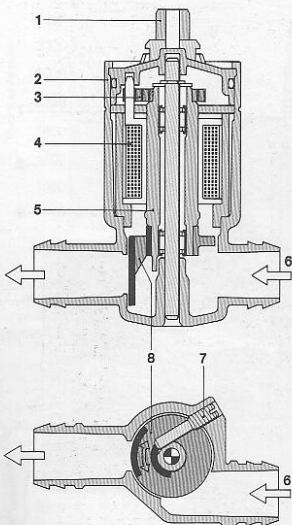
Az alapjárat fordulatszám-állítónak tekercsből és mágneses körből álló elektromágneses működtetése van; elfordulási szöge max. 60°. A forgórész tengelyére rögzített retesz annyira nyitja a megkerülő

légcsatornát, hogy a szükséges alapjárat fordulatszám a motor terhelésétől függetlenül beálljon. Az elektronikus vezérlőegységben lévő szabályozó áramkör, amely a szükséges információkat a tényleges fordulatszámról a fordulatszámadótól kapja, összehasonlítja a programozott névleges fordulatszámmal és a fordulatszám-állító vezérlésével, addig változtat a levegő áramon, amíg a tényleges és az előírt fordulatszám egybe nem esik. Meleg, terheletlen motor esetén a nyílás keresztmetszete az alsó határérték közelébe áll be.

A további vezérlőjelek, mint pl. a hőmérséklet és a fojtószelep-kapcsoló helyzete, gondoskodnak arról, hogy alacsony hőfok és gázadás hatására bekövetkező fordulatszám-változás esetén kizárt legyen a hibás működés. A vezérlőegység a fordulatszám-impulzust feszültségjelé alakítja és összehasonlítja azt az előírt fordulatszámnak megfelelő feszültséggel. A feszültségkülönbségből a vezérlőegység egy vezérlőjelet képez, és azt az alapjárat fordulatszám-állítóhoz vezeti. A tekercsben pulzáló egyenáram folyik, és a forgórészre olyan forgónyomatékokat fejt ki, amely a visszaállító rugóval szemben fejti ki hatását. Az áram erősségének megfelelően áll be egy meghatározott keresztmetszetű nyílás. Árammentes állapotban (hibás jármű) a forgóretest a visszaállító rugó erejével szemben egy beállítható útközhoz nyomódik és egy ún. szükség keresztmetszetet hoz létre. Maximális impulzusarány esetén a keresztmetszet teljesen nyitva van.

40. ábra. Alapjárat fordulatszám-állító (egytekercses)

1 Villamos csatlakozás, 2 Ház, 3 Visszaállító rugó, 4 Tekercs, 5 Forgórész, 6 Légcsatorna, mint megkerülővezeték a fojtószelephez, 7 Beállítható útköz, 8 Forgóretest.



41. ábra. Alapjárat fordulatszám-állító (egytekercses)

42. ábra. Pótlevegő-retesz (felül) és az alapjárat vezérlés hőfokérzékelője



## Motorféküzem (Tolóüzem)

A motorféküzemi kikapcsolás az üzemanyag-ellátás teljes megszakítását jelenti ebben az üzemiállapotban. Ezáltal városi forgalomban is üzemanyag-megtakarítás érhető el.

Az üzemanyag-ellátás motorféküzemben történő kikapcsolásával lejtőn és fékezés-kor, tehát városi forgalomban is csökken az üzemanyag-fogyasztás. Miután üzemanyag nem ég el, nem keletkeznek mérgező gázok sem.

Ha a gépkocsi vezetője visszaengedi a gázpedált, akkor a fojtószelep visszaáll a nullhelyzetbe. A fojtószelep-kapcsoló jelenti a vezérlőegységnek: "a fojtószelep zárva". A vezérlőegység egyidejűleg információt kap a gyújtási berendezéstől a fordulatszámról. Ha a tényleges fordulatszám a motorféküzemi kapcsolás munkatartományában van (tehát az alapjárat fordulatszám felett), akkor a vezérlőegység megfordítja az áram irányát az elektrohidraulikus nyomásállítóban. A nyomásállítónál a nyomásesés ilyenkor majdnem nulla. Az üzemanyag-elosztóban most a nyomásszabályozó szelepek alsó kamráiban lévő rugók zárják ezeket a szelepeket (44. ábra), és ezáltal elzárják az üzemanyag-áramlás útját a befecskendező szelepek felé.

A motorféküzemi kapcsolás, amely a befecskendező szelepek folyamatos befecskendezési művelete folytán zökkenőmentesen működik, a hűtőközeg hőfokától függően lép üzembe (46. ábra). Azért, hogy meghatározott fordulatszámnál elkerüljük az állandó be- és kikapcsolást, a fordulatszám-változás irányának megfelelően különböző kapcsolási pontot határoztak meg. Meleg motorok számára a kapcsolási küszöb a lehető legalacsonyabb, ezáltal lehetőleg sok üzemanyagot takarítunk meg. A hűtőközeg alacsonyabb hőfoka esetén nagyobb lesz a kapcsolási határérték azért, hogy a hideg motor ne álljon le, amikor a tengelykapcsolót (kuplungot) hirtelen szétkapcsoljuk.

**43. ábra.** Amikor a vezető felengedi a gázpedált, működésbe lép a tolóüzemi kapcsoló és elzárja az üzemanyag útját.

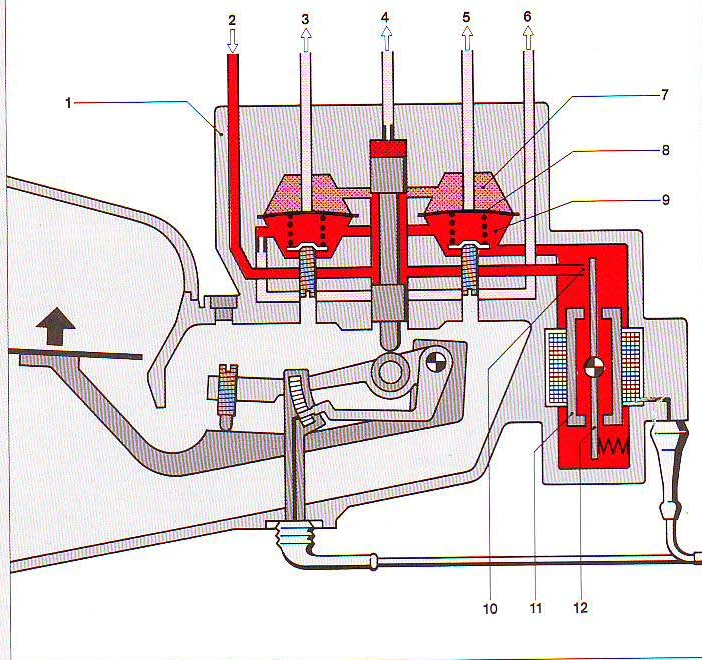
**44. ábra.** Üzemanyag-elosztó

A motorféküzemben működő kapcsoló: a tekercsben (11) minusz irányba történő áramirány-váltás alkalmával a tekercslemez (12) a fűvókától (10) elmozdul. Ezáltal az alsó kamrában a nyomás meglehetősen a rendszernyomás értékére növekszik és az alsó kamrában lévő rugó a membránnal (8) zárja az üzemanyag útját (3, 5) a befecskendező szelepekhez.

6 A rendszernyomás-szabályozóhoz, 4 A hidegindító szelephez, 1 Üzemanyagmennyiség-elosztó, 7 Felső kamra, 9 Alsó kamra, 2 Üzemanyagbeáramlás.



44. ábra. Üzemanyag-elosztó

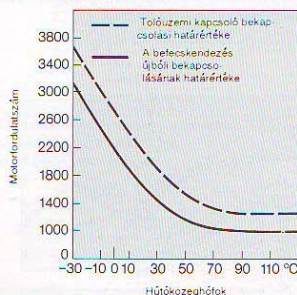
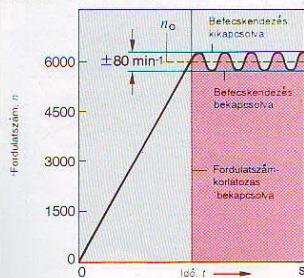




45. ábra



46. ábra. A motorféküzemi kapcsolás legkisebb fordulatszáma a hűtőközeg hőfokának függvényében

47. ábra. Az  $n_0$  maximális fordulatszám korlátozása az üzemanyag-ellátás elzárásával

## A fordulatszám korlátozása

A megengedett maximális fordulatszám elérésekor az üzemanyag-áramlás a befecskendező szelepekhez megszakad.

Az eddig használatos fordulatszám-határolóknál a motornak túlpörgés elleni védelme céljából a fordulatszám-korlátozós gyújtáselosztó-forgórész a meghatározott maximális fordulatszám elérésekor a gyújtást rövidre zárja. Ez a módszer a kipufogógáz-emisszió és üzemanyag-takarékosság szempontjából ma már háttérbe szorult.

Megoldásként kínálkozik az elektronikus fordulatszám-korlátozás, mégpedig az üzemanyag-befecskendezés kikapcsolásával. Amikor az elektrohidraulikus nyomásállítóban az áramlás iránya változik, akkor a terelőlemez elmozdul a fűvőkárlól. A nyomás nullára esik, és a nyomáskülönbség-szelepekben lévő membránok elzárják az üzemanyagot a befecskendező szelepekhez vezető újtját. Ugyanaz a folyamat játszódik le, mint a motorféküzemi kikapcsolásnál.

Az elektronikus vezérlőegység, amely a tényleges fordulatszámot a programozott felső  $n_0$  fordulatszámmal hasonlíttja össze, a maximális fordulatszám túllépésekor megszünteti az üzemanyag befecskendezését. Így a fordulatszám a maximális fordulatszám körül  $\pm 80$ /min tartományban változik (47. ábra).

Az elektronikus vezérlésű fordulatszám-korlátozó védi a motort a túlpörgéstől, minden hátrány nélkül.

## Keverékillesztés nagy magasságban

A magas hegyvidéken uralkodó kisebb légsűrűség miatt a keverék összetételét szegényíteni kell.

Nagy magasságban a mért térfogatáram a kisebb légsűrűség következtében csak kisebb légtömegnek felel meg. Ezt az eltérést képes a KE-Jetronic a bővítési fokozatnak megfelelően kompenzálni, amikor is az az üzemanyag mennyiségét korrigálja. Így módon kerülhető el a túldúsítással járó nagy üzemanyag-fogyasztás.

A magassági korrekciót a légnyomást érzékelő szenzor végzi. A pillanatnyilag uralkodó légnyomásnak megfelelően a szenzor jelez a vezérlőegységnek, amely ennek alapján változtatja a nyomásállító áramot és ezzel együtt az alsó kamrában lévő nyomással az adagolóréseken lévő nyomáskülönbséget, tehát az üzemanyag-mennyiséget.

Változó légnyomás esetén is folyamatosan változtatható a befecskendezési mennyiség.

45. ábra.

A tengerszint feletti nagy magasságokban a kisebb légsűrűség miatt jelentős mértékű különbség keletkezik a mért légmennyiség és az átáramló légtömeg között. Egy barométerrel működő magasságadó méri a légnyomást, és jelenti azt a vezérlőegységnek, amely az elektrohidraulikus nyomásállítót át megfelelően módosítja az üzemanyag mennyiségét.



# A kipufogógáz összetételének javítása

A motor munkahengereiben az üzemanyag elégeése többé-kevésbé tökéletes. Minél tökéletesebb az égés, annál nagyobb a kipufogógázban lévő káros anyagok mennyisége. Tökéletes elégees nem létezik még akkor sem, ha felesleges mennyiségű oxigén van jelen a levegőben. A környezetvédelem érdekében az Otto-motor kipufogógáz-összetételének javítása lényeges.

A káros anyagok kibocsátásának csökkentésére vonatkozó különböző törvényes előírások, intézkedések célja, hogy a lehető legkisebb üzemanyag-igény mellett, nagy teljesítmény, jó menettulajdonságok, valamint a védőberendezések lehető legalacsonyabb költségei mellett érjék el a kibocsátott kipufogógáz minőségének optimumát.

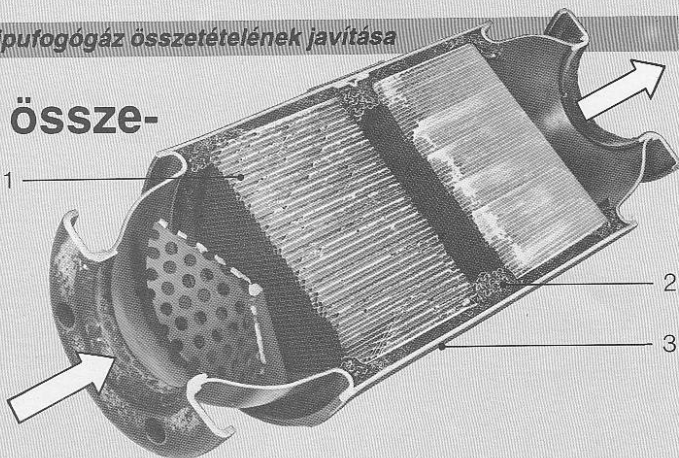
Az Otto-motor kipufogógáza az ártalmatlan alkatelemek nagy százalékos aránya mellett olyan komponenseket is tartalmaz, amelyek – legalábbis nagyobb koncentrációban – a környezetre káros gázként ismertek. A káros rész a kipufogógáznak kb. 1%-át teszi ki, és szén-monoxidból ( $\text{CO}$ ), nitrogén-oxidból ( $\text{NO}_x$ ) és szénhidrogénekből ( $\text{CH}$ ) áll. A legnagyobb probléma, hogy a levegő/üzemanyag arány függvényében a  $\text{CO}$  és a  $\text{CH}$  koncentrációja az  $\text{NO}_x$  koncentrációjával ellentétesen változik; ezeket az alábbiakban részletesebben tárgyaljuk.

## Katalitikus utókezelés

Az Otto-motor káros anyagainak kibocsátását katalitikus utókezeléssel hatásosan lehet csökkenteni.

A motor kipufogógázának összetételét három helyen befolyásolhatjuk. Az első beavatkozási lehetőség a motor előtti keverékképzésnél van, a második a motorban pl. optimált égéstér, a harmadik hely pedig a motor kipufogó részén, mégpedig a kipufogógáz utókezelésével. A motor kipufogó oldalán lényegében arra törekszünk, hogy a még teljesen el nem égett üzemanyagot teljesen elégeessük. Ezt a feladatot katalizátorral oldhatjuk meg (48. ábra). A katalizátor két említésre méltó tulajdonsággal rendelkezik.

- A katalizátor elősegíti a  $\text{CO}$  és a  $\text{CH}$  utóégést, és így módon ártalmatlan  $\text{CO}_2$  (szén-dioxid) és  $\text{H}_2\text{O}$  (víz) keletkezik.
  - A katalizátor egyidejűleg redukálja a kipufogógázban lévő nitrogén-oxidokat ( $\text{NO}_x$ ) semleges nitrogénné ( $\text{N}_2$ ).
- A katalitikus utókezelés tehát sokkal hatásosabb, mint pl. a káros anyagok tisztán termikus utóégetése, forró lángban.



Katalizátor segítségével a káros anyagoknak több mint 90%-át veszélytelen alkatelemekké alakíthatjuk át.

Általában a háromutas katalizátor terjedt el. A katalizátor kerámia csővázból áll, amely nemesfémekkel, általában platinnal van bevonva. Ha a kipufogógáz átáramlik rajta, akkor a platina meggyorsítja a káros anyagok vegyi lebontását. A katalizátorokat csak ólommentes benzín esetén szabad használni, mert az ólom a nemesfém katalitikus hatását rombolja.

A katalitikus eljárás előfeltétele a keverék optimális összetétele. Optimális, tehát sztöchiometrikus a keverék összetétele akkor, ha a beszívott levegőhöz éppen annyi üzemanyagot fecskendezünk be, hogy elméletileg tökéletes elégees jöhetne létre, tehát égés oxigén- vagy üzemanyag-felesleg nélkül. Az ilyen keveréket  $\lambda = 1,00$  légfelesleg-tényezővel jellemezzük; ekkor a katalizátor nagy hatásfokkal működik.

A tulajdonképpeni nehézség a kipufogógáz katalitikus utókezeléssel történő tisztításában tehát abban áll, hogy a motor minden üzemállapotában betartsuk a  $\lambda = 1,00$  értéket. Már 1%-os eltérés is jelentős mértékben befolyásolja az utókezelést. A keverék összetételét igen szűk tűrésszélben belül konstans értéken tartani keverékvezérléssel nem megoldható feladat; ehhez precíz keverékszabályozóra van szükség. Ennek oka az, hogy a keverékvezérlés pl. a KE-Jetronic esetében a szükséges üzemanyag-mennyiséget ugyan kiszámítja és adagolja, az eredményt azonban nem ellenőrzi. Ebben az esetben nyitott vezérlőláncról van szó. A keverékszabályozó, – ezzel szemben – méri a kipufogógáz összetételét, és a mérés eredményét a kiszámított üzemanyag-mennyiség helyesbítésére használja. Ebben az esetben zárt szabályozókörrel beszélünk. Ez a szabályozás különösen hatásos a befecskendezéses motorok esetében, miután a járulékos holtidők – amelyek a porlasztók esetében a hosszú szívást miatt keletkeznek – elmaradnak.

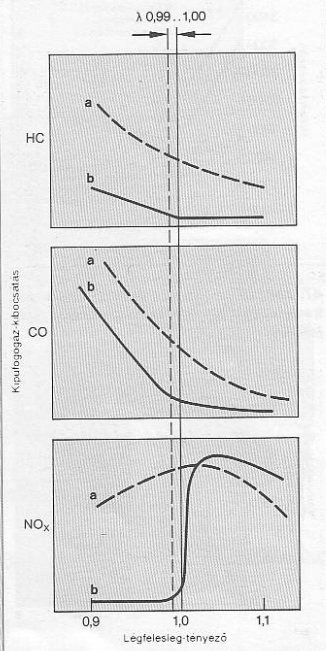
48. ábra. Katalizátor

Amikor a kipufogógáz átáramlik a katalizátoron, a platina meggyorsítja a káros anyagok vegyi lebontását.

1 Kerámikus anyag katalitikusan aktivált anyaggal (platina) bevonva, 2 Fémgyapot, 3 Ház.

49. ábra. A katalitikus kipufogógáz-utókezelés hatékonysága lambda-szabályozóval

Optimális keverékbeállítási tartomány:  $\lambda = 0,99 \dots 1,00$ . Károsanyag-részarány a) utókezelés nélkül, b) utókezeléssel, HC szénhidrogén, CO szén-monoxid,  $\text{NO}_x$  nitrogén-oxidok. A grafikon szemlélteti, hogy a káros anyagok kibocsátását milyen nagymértékben befolyásolja a keverék összetétele és az utókezelés. Nagyon pontos szabályozás szükségesse ismerhető fel a mérőgáz szén-monoxid (CO) nagymértékű növekedéséből épphogy  $\lambda = 1,00$  alatt, valamint az ugyancsak mérőgáz nitrogén-oxidok ( $\text{NO}_x$ ) ugrásszerű növekedéséből rögtön  $\lambda = 1,00$  fölött.





## Lambda-szabályozás

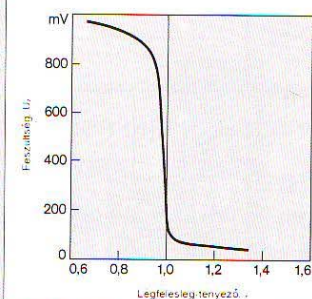
A lambda-szonda adja a vezérlőegységnek a pillanatnyi keverékösszetételre jellemző jelet.

A lambda-szondát a motor kipufogóvezetékében olyan helyre építették be, ahol a motor teljes üzemi tartományában a szonda működéséhez szükséges hőmérséklet uralkodik.

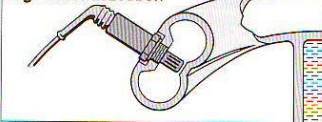
### Működési mód

A szonda benyúlik a kipufogógáz-áramba, és úgy alakították ki, hogy külső felületét a kipufogógáz körbemosza, a belső tér pedig a külső levegővel van összeköttetésben.

50. ábra. A lambda-szonda feszültségjele

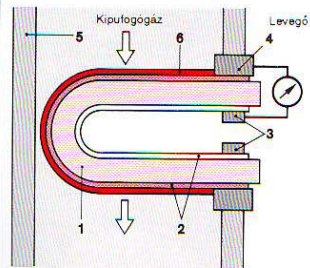


51. ábra. A lambda-szonda elhelyezkedése a kettős kipufogó berendezésben



52. ábra. A lambda-szonda működése

1 Szondakerámia, 2 Elektrodek, 3 Kontaktusok, 4 A ház érintkezője, 5 Kipufogógáz, 6 Kerámia védőréteg (porózus)



A szonda lényegében egy speciális kerámiatestből áll, felületét gázáteresztő platinaelektroda fedi. A szonda úgy működik, hogy a kerámia anyag pórusos és megengedi a levegő oxigénjének diffúzióját (szilárd elektrolit). Ez magasabb hőmérsékleten vezetővé válik. Ha az elektroda két oldalán az oxigéntartalom különböző, az elektroddákon villamos feszültség keletkezik. A levegő/üzemanyag keverék  $\lambda = 1,00$  sztochiometrikus összetételénél a jelleggörbén ugrás keletkezik. Ez a feszültség a mérőjel (50. ábra).

### Felépítés

A szondakerámiát a menettel csatlakozó házba szerelték, védőcsővel és elektromos csatlakozóval. A szondakerámia felületén mikropórusos platinaréteg van, amely egyrészt katalizáló hatása révén a szonda karakterisztikáját döntően befolyásolja, másrészt kontaktusként szolgál. A szondakerámiának a kipufogógázzal érintkező részén a platinaréteg felett porózus kerámiaréteg van. Ez a védőréteg akadályozza meg, hogy a platinaréteget a kipufogógázban lévő szilárd részecskék erodálják. A szonda csatlakozási oldalán fém védőburok van, amely a szondaházhoz zömítéssel rögzített. A védőhüvelyen furat van, hogy a szonda szellőztethető legyen. A villamos vezetékeket szigetelőköpenyen keresztül vezetik ki a szondából.

Azért, hogy a kipufogógázban lévő égéstermékeket a szondakerámiától távol tartás, védőcsővel látták el a kipufogó oldalt. Olyan hornyai vannak, amelyek megakadályozzák, hogy a kipufogógáz és az azt kísérő szilárd részecskék a szondakerámiával érintkezzenek.

### Lambda-szabályozókör

A lambda-szabályozóval lehet a levegő/üzemanyag arányt igen pontosan  $\lambda = 1,00$  értéken tartani.

A lambda-szonda segítségével képzett szabályozókörrel lehet a meghatározott levegő/üzemanyag aránytól való eltérést felismerni és helyesbíteni. A szabályozás elve a kipufogógázban lévő maradék oxigéntartalom lambda-szondával való mérésén alapul. A maradék oxigéntartalom a motorhoz vezetett levegő/üzemanyag keverék összetételének a mértéke. A lambda-szonda mint a kipufogócsőben lévő mérőérzékelő információt továbbít arról, hogy a keverék dúsabb vagy szegényebb, mint  $\lambda = 1,00$ .

Ettől az értéktől történő eltérés esetén a szonda kimenőjele feszültségugrást végez, amelyet a vezérlőegység kiértékel. A vezérlőegység ezen feladat elvégzéséhez szabályozó áramkörrel rendelkezik. A szabályozókör befolyásolja a KE-Jetronic által elektronikus úton kiszámított befecskendezési mennyiséget. Ily módon olyan pontosan adagolható az üzemanyag, hogy a terheléstől és fordulatszámától függetlenül a levegő/üzemanyag arány optimális lesz. A motor túrértékei és az öregedésből eredő jelenségek ebben az esetben semmilyen szerepet nem játszanak. Ha pl. a  $\lambda = 1,03$  (kissé szegény keverék), akkor a lambda-szabályozókör több üzemanyag adagolásával kiegyenlíti a légteljesítményt.

A szabályozó folyamat fordítottan játszódik le, ha pl.  $\lambda = 0,97$  (kissé dús keverék). A keverék folyamatos, pontos beállítása a  $\lambda = 1,00$  értékre az előfeltétele annak, hogy a katalizátor a káros anyagokat jó hatásokkal utókezelhesse.

53. ábra. Lambda-szonda

1 Érintkező, 2 Védőkerámia, 3 Szondakerámia, 4 Védőcső (kipufogóoldalon), 5 Villamos csatlakozó, 6 Tányérrugó, 7 Védőpersely (levegőoldalon), 8 Ház (-), 9 Elektrodd (-), 10 Elektrodd (+).

