

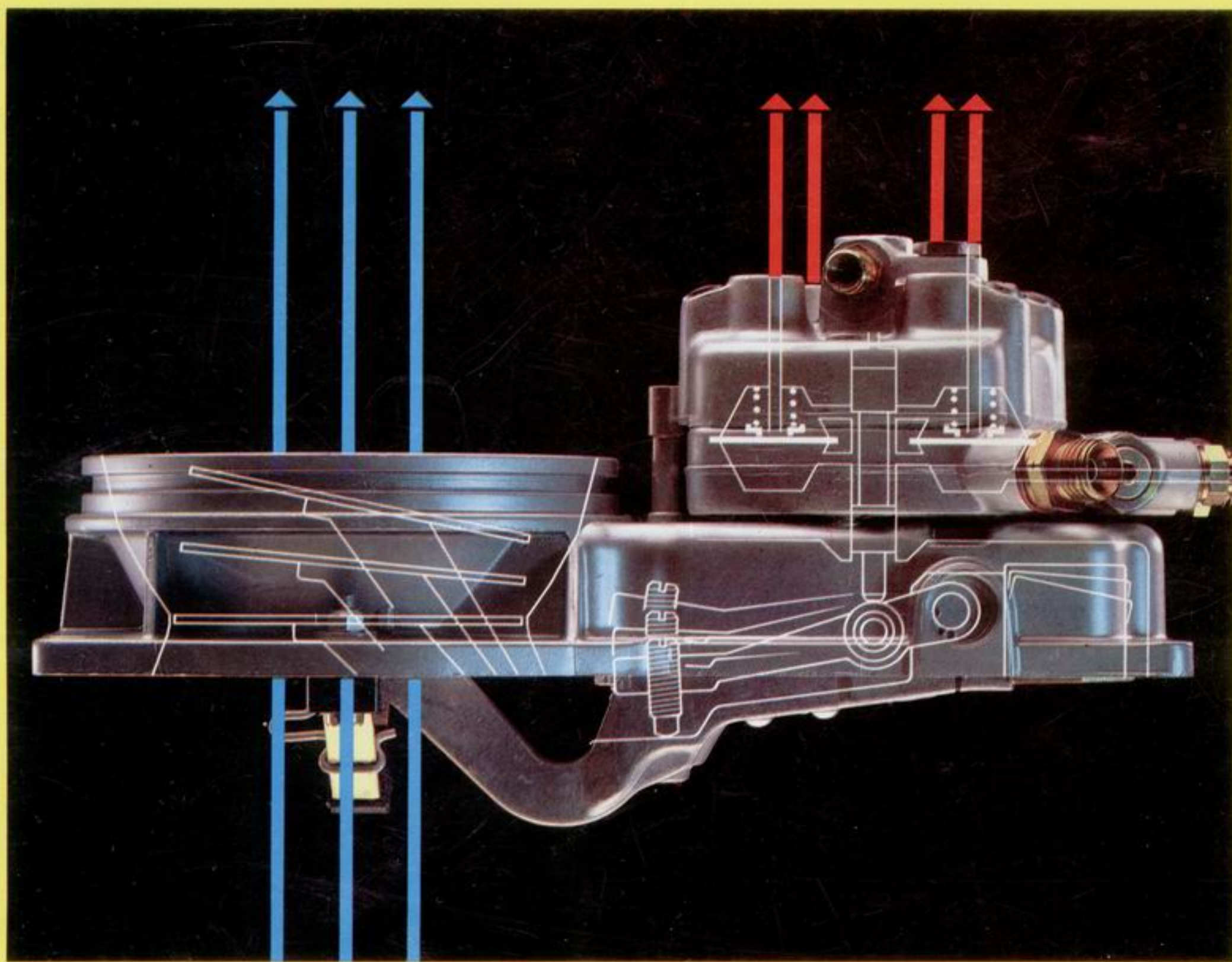
Katalizátoros  
üzemre



# BOSCH

Mechanikus  
benzinbefecskendező rendszer  
lambda-szabályozással

## K-Jetronic



Műszaki útmutató füzetek

# K-Jetronic

A benzinbefecskendező berendezések bevezetésük óta több millió járműben kiválóan működnek. Fejlesztésüket a gazdaságosság, a jó motorteljesítmény és nem utolsósorban a kipufogógáz jobb minősége alapozta meg. A K-Jetronic olyan mechanikus rendszer, amely a motor által beszívott levegőmennyiségnek megfelelő üzemanyag-mennyiséget folyamatosan adagolja. A lambda-szonda és a lambda-szabályozást szolgáló elektronikus kiegészítő egység már ma képes kielégíteni a kipufogógázra vonatkozó holl napi követelményeket.

Ez a füzet a K-Jetronic felépítéséről és működés-módjáról tájékoztatja Önt.

<b>A motor üzemanyag- szükséglete</b>	<b>2</b>
A levegő/üzemanyag arány	
A légfeleslegtényező	
<b>Keverékképző rendszerek</b>	<b>3</b>
Milyen befecskendezéses keverékképzési módok vannak?	
Elektronikus vezérlésű rendszerek	
Mechanikus rendszerek	
<b>K-Jetronic</b>	<b>4</b>
<b>Üzemanyag-ellátás</b>	<b>5</b>
A rendszer áttekintése	
Üzemanyag-szivattyú	
Nyomástároló	
Üzemanyagszűrő	
Nyomásszabályozó	
Befecskendező szelep	
<b>Keverékképzés</b>	<b>8</b>
Keverékszabályozó	
Légmennyiségmérő	
Üzemanyag-elosztó	
Vezérlőnyomás	
Nyomásszabályozó szelepek	
Keverékképzés	
<b>Keverékszabályozás</b>	<b>12</b>
Hidegindítás	
Melegedés	
Terhelési állapotok	
Átmeneti működés	
A levegő/üzemanyag keverék befolyásolása	
<b>Elektromos kapcsolás</b>	<b>19</b>
Működés	
<b>Kipufogógáz-technika</b>	<b>20</b>
A kipufogógáz összetétele	
Katalizátoros utókezelés	
<b>Lambda-szabályozás</b>	<b>22</b>
<b>A berendezés vázlata</b>	<b>24</b>

## A motor üzemanyag-szüksége

Az Otto-motor üzeméhez meghatározott levegő/üzemanyag arány szükséges. Az elméletileg ideális levegő/üzemanyag arány 14,7:1. Bizonyos üzemi körülmények között szükséges a keverékarány módosítása.

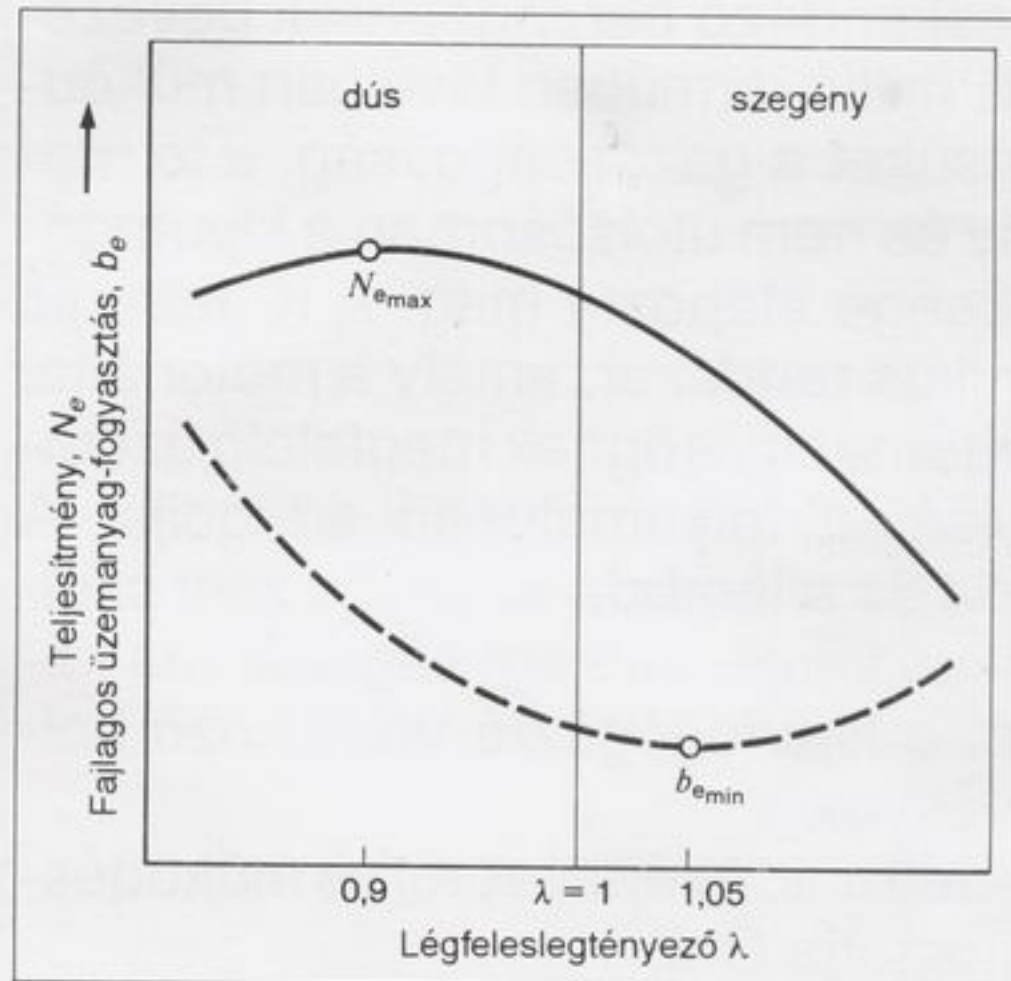
		14,7 kg levegő		
1 kg üzemanyag				

1. ábra.  
Levegő/üzemanyag arány elméletileg ideális égés esetén

## A levegő/üzemanyag arány

Az Otto-motor teljesítménye, fogyasztása, valamint a kipufogógáz összetétele lényegében a levegő/üzemanyag keverék összetételétől függ. Kifogástalan gyújtás és égés csak meghatározott keverékarány mellett jön létre. Benzin használata esetén ez a keverékarány kb. 15:1. Ez azt jelenti, hogy 1 kg benzin tökéletes elégetéséhez 15 kg levegő szükséges (sztöchiometrikus arány). Az ettől való eltérés befolyásolja a motor üzemét.

A befecskendezendő üzemanyag mennyiségének a terheléshez, a fordulatszámhoz és az előírt kipufogógáz-összetételhez kell igazodnia. Az üzemmódtól függően, aljárátban, részterhelésnél vagy teljes terhelésnél más és más keverékarány az optimális. Fontos, hogy a mindenkor legkedvezőbb keverékarányt pontosan betartsuk.



2. ábra.  
A légfeslegtényező befolyása a teljesítményre és a fajlagos üzemanyag-fogyasztásra

## A légfeslegtényező

A levegő/üzemanyag keverék minőségének jellemzésére a  $\lambda$  (lambda) légfeslegtényező használatos.

$$\lambda = \frac{\text{bevezetett légmennyiség}}{\text{elméleti légszükséglet}}$$

$$\lambda = 1$$

A bevezetett légmennyiség azonos az elméletileg szükséges légmennyiséggel (sztöchiometrikus arány).

$$\lambda < 1$$

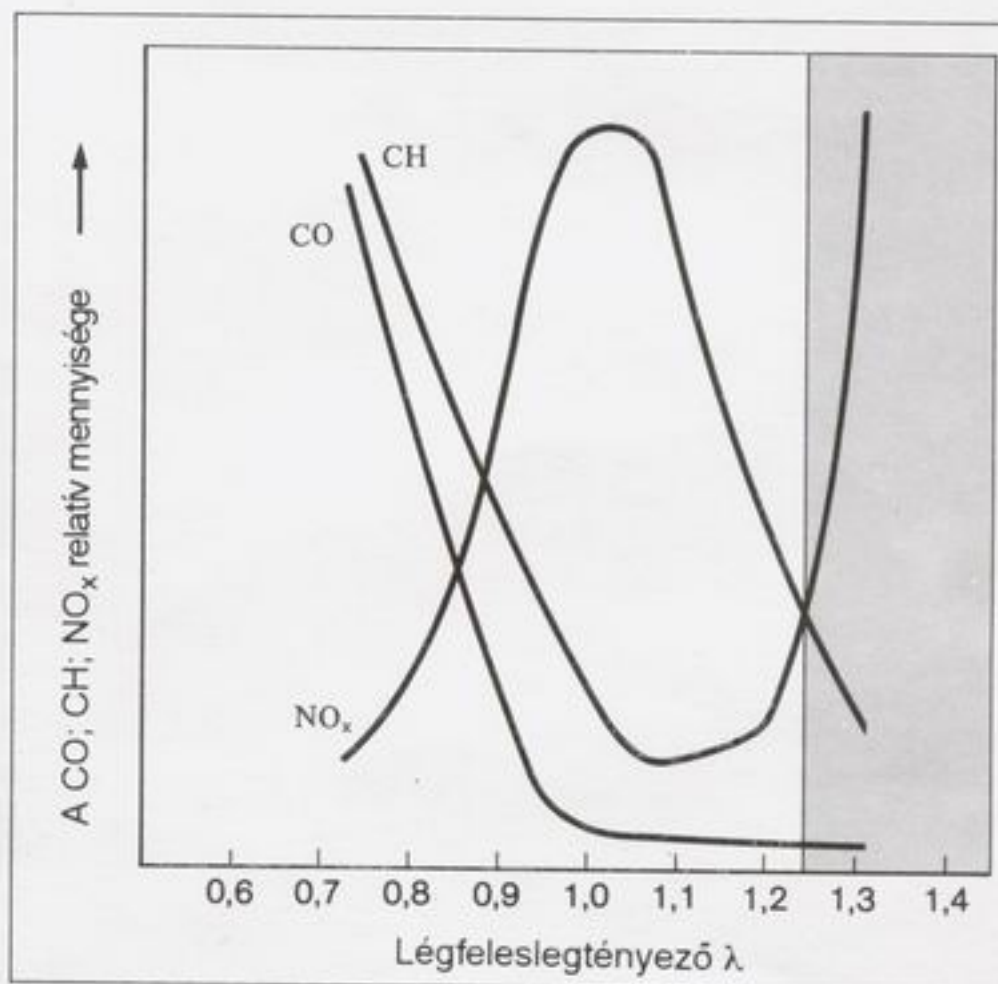
Léghiány vagy dús keverék, megnövekedett teljesítmény.

$$\lambda > 1$$

Légfelesleg vagy szegény keverék, kisebb üzemanyag-fogyasztás, csökkent teljesítmény.

$$\lambda > 1,3$$

A keverék többé nem hajlamos a gyulladásra, az üzemképesség határát túllép-tük.



3. ábra.  
A légfeslegtényező befolyása az Otto-motor kipufogógázának összetételére

CH:  
Szénhidrogének

CO:  
Szén-monoxid

NO<sub>x</sub>:  
Nitrogén-oxidok

Az ábrák a teljesítmény és a fajlagos üzemanyag-fogyasztás összefüggését mutatják, továbbá a káros égéstermékek keletkezését, különböző légfeslegtényezők esetében. Az ábrákból kitűnik, hogy nincs olyan ideális légfeslegtényező, amelynél minden tényező a legkedvezőbb értéket venné fel. A gyakorlatban a

$\lambda = 0,9 \dots 1,1$  közötti értékek bizonyultak célszerűnek. Ha a légfeslegtényező értékét szűk határok között akarjuk tartani, akkor a beszívott légmennyiséget pontosan meg kell határoznunk, és ehhez pontosan kell az üzemanyag-mennyiséget hozzáadnunk.

## Keverékképző rendszerek

A keverékképző rendszerek – akár porlasztó, akár befecskendező berendezésekről van szó – feladata az, hogy optimális levegő/üzemanyag keveréket állítsanak elő. A benzinbefecskendezéses keverékképző minden üzemmódhoz optimális keverékösszetételt tesz lehetővé, és egyben csökkenti a kipufogógázban lévő káros anyagok mennyiségét.

Otto-motoroknál a keverékképzés porlasztó vagy befecskendező rendszerekkel történik. A keverékképzés leghasználhatóbb eszköze ez ideig a porlasztó volt, de újabban a benzinbefecskendezés az uralkodó irányzat.

Az irányzatot azok az előnyök indokolják, amelyeket az üzemanyag-befecskendezés nyújt gazdaságosság, teljesítőképesség és nem utolsósorban a kipufogógáz káros anyagainak csökkentése tekintetében.

Az előny abban rejlik, hogy a benzinbefecskendezés nagyon pontos üzemanyag-adagolást tesz lehetővé a motor üzemi és terhelési állapotának megfelelően, figyelembe véve a külső hatásokat. A keverék optimális összetétele emellett olyan pontos, hogy a kipufogógáz károsanyag-tartalma lényegesen kevesebb. A porlasztó elmaradása következtében a szívóutak kialakítása a lehető legkedvezőbb lehet, miáltal a hengerekben jobb töltési fok érhető el, ami viszont kedvezően hat a nyomatékgörbe alakulására.

## Milyen befecskendezéses keverékképzési módok vannak?

Vannak elektronikus vezérlésű és mechanikus berendezések. A K-Jetronic hajtás nélküli, folyamatos, mechanikus befecskendező rendszer.

## Elektronikus vezérlésű rendszerek

Az üzemanyagot elektromos szivattyú szállítja. Ez szolgáltatja a befecskendezéshez szükséges nyomást is. Az üzemanyagot elektromágneses működtetésű szelepek fecskendezik a szívócsőbe. A befecskendező szelepek működését elektronikus vezérlőegység szabályozza. A szelepek nyitási időtartamától függ az üzemanyag adagolása. A vezérlőegység – érzékelők útján – információkat kap a motor üzemállapotáról és a külső hatásokról. Az üzemanyag mennyiségének meghatározására alapvetően a motor által beszívott légmennyiség szolgál.

Az L-Jetronic elektronikus vezérlésű rendszer.

Az L-Jetronic rendszerénél a motor által beszívott levegőt egy légmennyiségmérő közvetlenül méri.

Az elektronikus vezérlésű rendszereket a "Bosch Műszaki útmutató füzetek" c. sorozat "Benzinbefecskendező rendszer, L-Jetronic" füzeté ismerteti.

## Mechanikus rendszerek

A mechanikus befecskendező rendszereknél megkülönböztetünk a belső égésű motor által hajtott és hajtás nélküli rendszereket.

A motor által hajtott rendszerek befecskendező szivattyúból és a hozzáépített szabályozóból állnak. Működés módjuk azonos a dízelmotorok befecskendező rendszerével.

A mechanikus befecskendező berendezések másik változata a hajtás nélkül működő, folyamatosan befecskendező rendszer. Ezt a berendezést, a K-Jetronic-ot az alábbiakban ismertetjük.

## K-Jetronic

A K-Jetronic Bosch gyártmányú, mechanikus befecskendező rendszer.

A rendszer három működési területre tagolódik:

- Légmennyiségmérés
- Üzemanyag-ellátás
- Keverékképzés

### Légmennyiségmérés

A motor által beszívott légmennyiséget fojtószelep szabályozza és légmennyiségmérő méri.

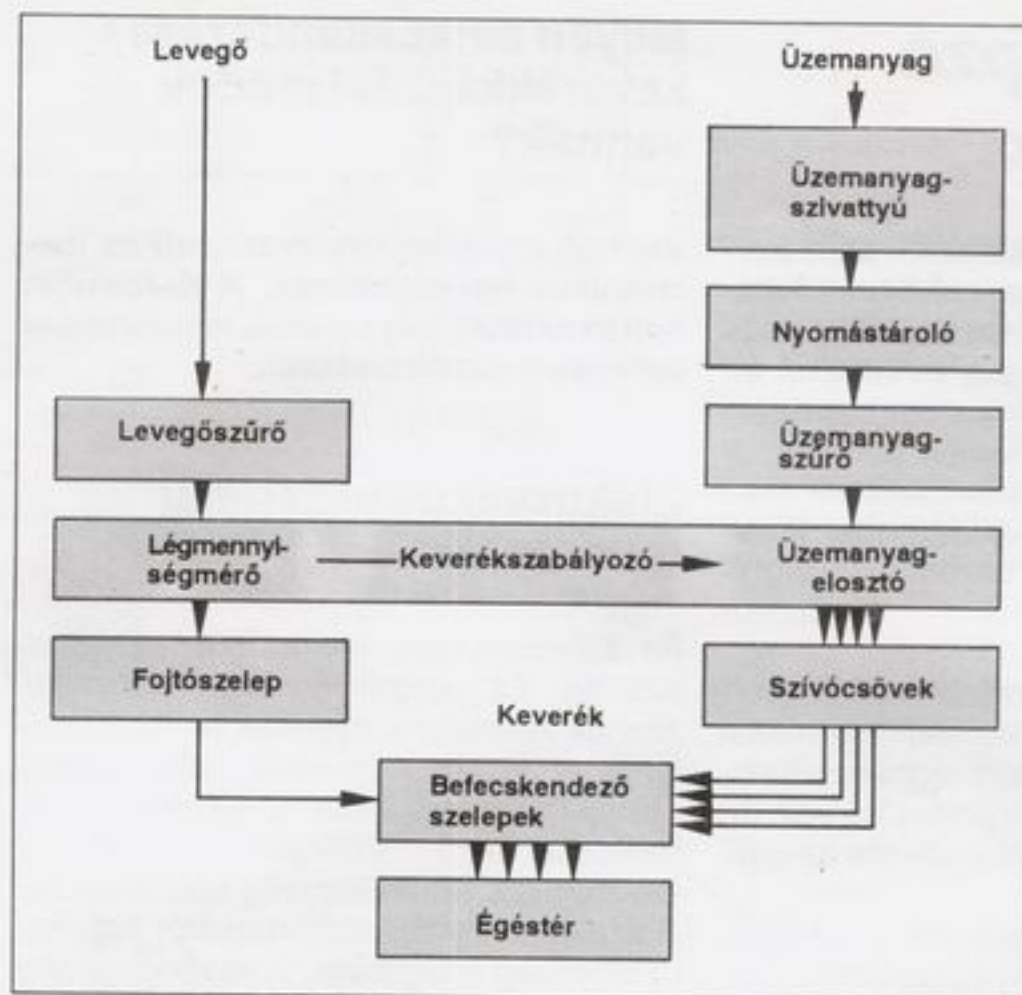
### Üzemanyag-ellátás

Az üzemanyagot elektromos szivattyú szállítja a nyomástárolón és egy szűrőn át az üzemanyag-elosztóhoz, amely az üzemanyagot a befecskendező szelepek segítségével az egyes hengerek szívócsövébe juttatja.

### Keverékképzés

Az üzemanyag-adagolás mértékéül a motor által beszívott, és a fojtószelep állása által meghatározott légmennyiség szolgál. Ezt a légmennyiségmérő méri, amely az üzemanyag-elosztót szabályozza.

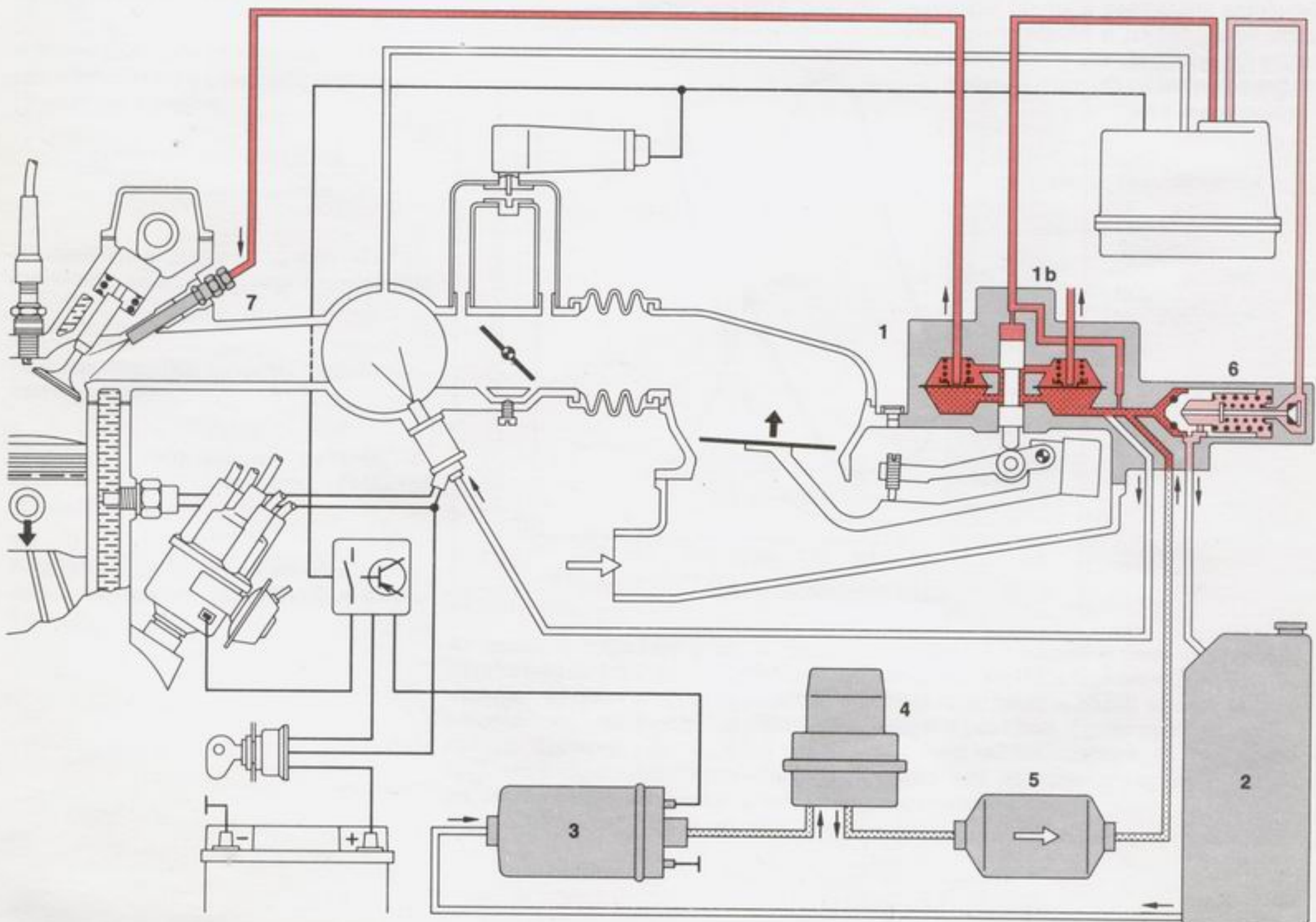
A légmennyiségmérő és az elosztó a keverékszabályozó része. A befecskendezés folyamatos, vagyis független a szívószelep állásától. A szívószelep zárt állásakor a keveréket a rendszer "tárolja".



4. ábra.  
A K-Jetronic működési elve  
Működési területek:  
Légmennyiségmérés,  
Üzemanyag-ellátás,  
Keverékképzés

5. ábra.  
A K-Jetronic vázlat  
Az üzemanyag-ellátás egy része

- 1 Keverékszabályozó
- 1/b Üzemanyag-elosztó
- 2 Üzemanyag-tartály
- 3 Üzemanyag-szivattyú
- 4 Nyomástároló
- 5 Üzemanyagszűrő
- 6 Nyomástároló
- 7 Befecskendező szelepek



# Üzemanyag-ellátás

## A rendszer áttekintése

Az üzemanyagot elektromos szivattyú szívja ki a tartályból, majd a nyomástárolón és a finom szűrőn át, nyomás alatt az elosztóhoz vezet. Az elosztóban a nyomást a nyomásszabályozó állandó értéken tartja. Az elosztóból az üzemanyagot csővezetékek vezetik a befecskendező szelepekhez.

A befecskendező szelepek az üzemanyagot folyamatosan fecskendezik a motor szívócsővébe. Innen ered a rendszer K- (kontinuierlich = folyamatos) -Jetronic elnevezése. A szívószelepek nyitásakor a keveréket a henger beszívja.

Az üzemanyag-ellátás egységeit a következőkben ismertetjük.

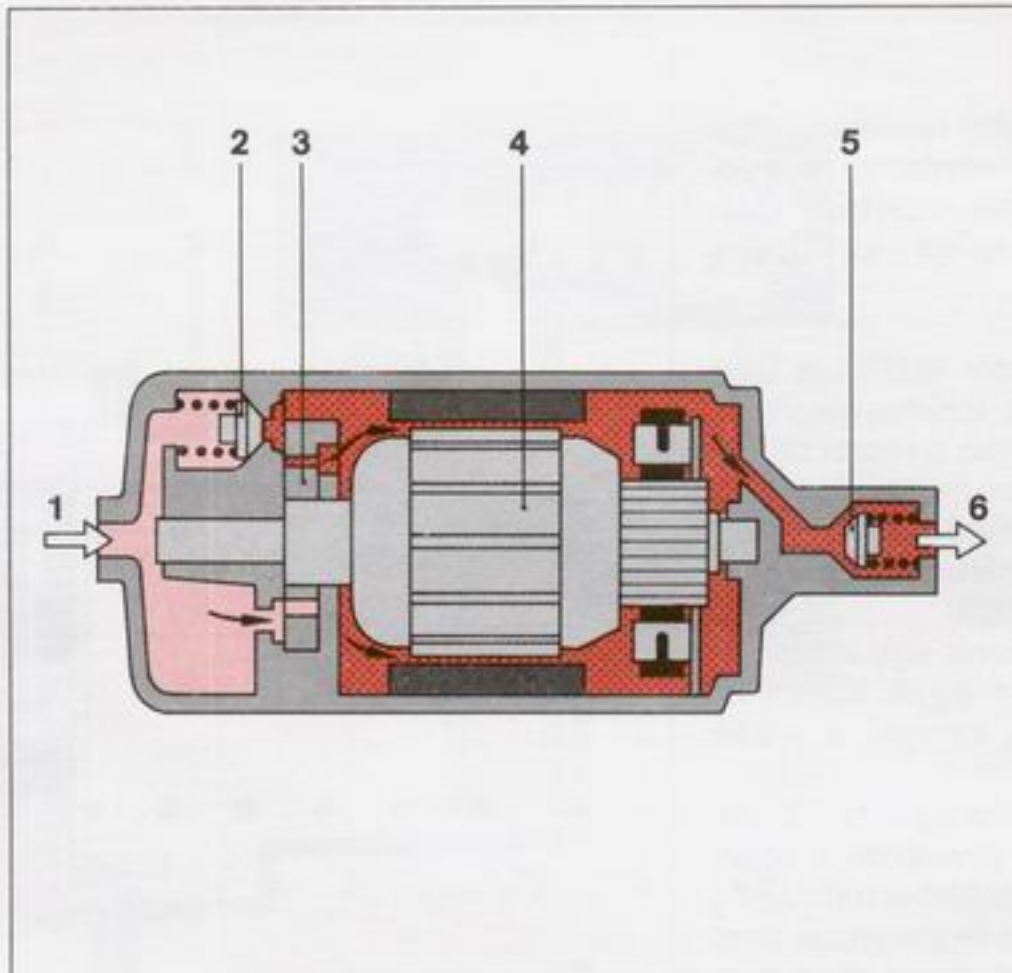
## Üzemanyag-szivattyú

Az üzemanyag-szivattyú ún. görgőcellás szivattyú, amelyen az üzemanyag átáramlik.

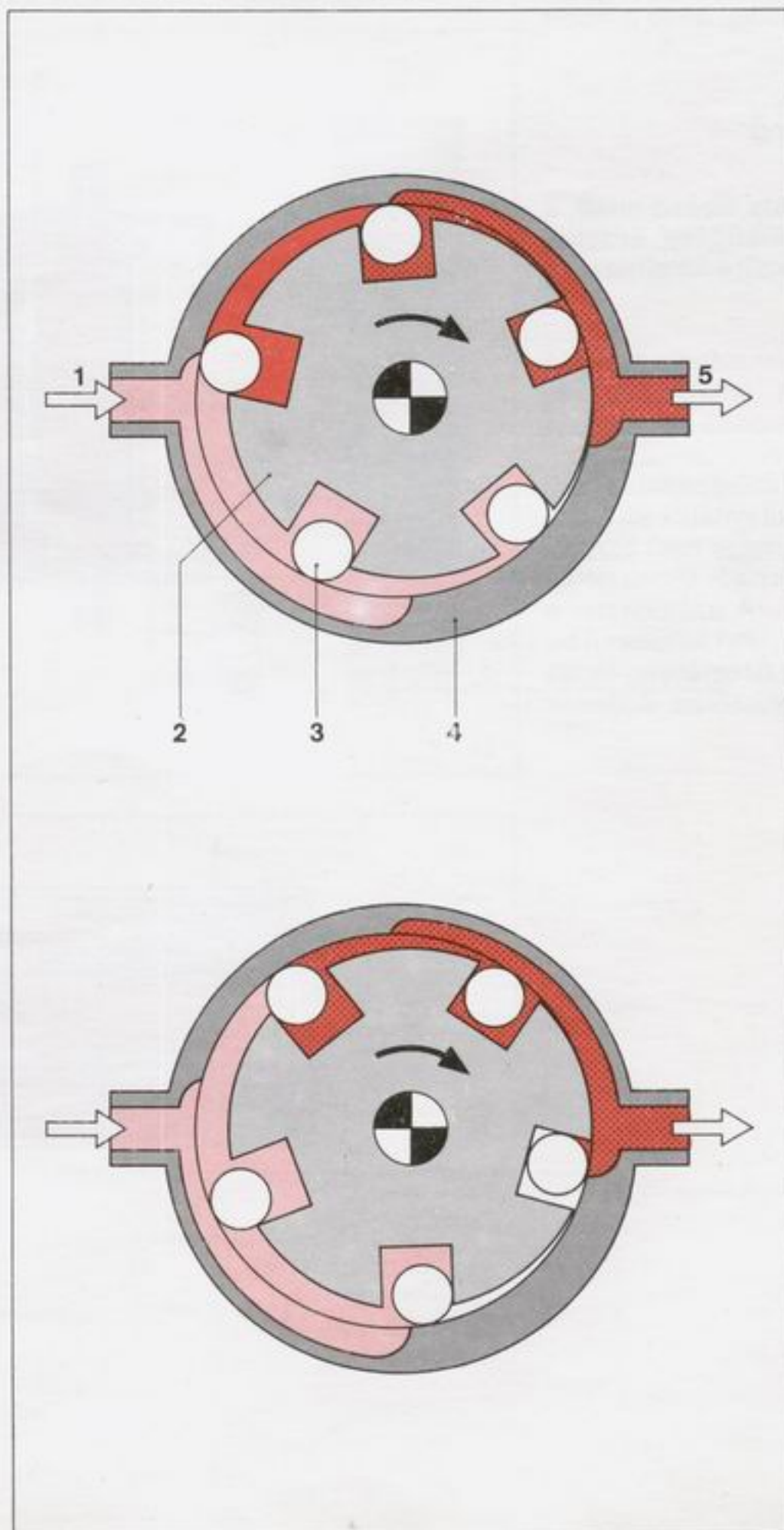
A szivattyú egy állandómágneses gerjesztésű villamos motor által hajtott görgőcellás szivattyú.

A szivattyúházban excentrikusan elhelyezett forgótárcsa kerületén lévő hornyokban fémgörgők vannak, amelyeket a centrifugális erő a szivattyúház falához szorít. Ezek a görgők szolgáltatják a tömítést. Az üzemanyagot a görgők által határolt üregek szállítják. Az üzemanyag átáramlik magán a villamos motoron is, de robbanásveszély nem áll fenn, mivel a szivattyúházban nincs gyúlékony keverék. A szivattyú több üzemanyagot szállít, mint amennyit a motor maximálisan igényel, hogy bármely üzemállapotnál a nyomást az üzemanyag-rendszerben tartani lehessen.

Indításkor a szivattyú addig üzemel, ameddig az indítókapcsolót működtetjük. Ha a motor beindult, a szivattyú bekapcsolt állapotban marad. Egy biztonsági kapcsolás megakadályozza, hogy bekapcsolt gyújtásnál, de álló motorral (pl. bal-esetnél) üzemanyag-szállítás történjen.



6. ábra.  
Üzemanyag-szivattyú  
1 Szívóoldal  
2 Nyomáshatároló szelep  
3 Görgőcellás szivattyú  
4 Motor forgórésze  
5 Visszacsapó-szelep  
6 Nyomóoldal



7. ábra.  
Görgőcellás szivattyú. Működési elv  
1 Szívóoldal  
2 Forgótárcsa  
3 Görgő  
4 Szivattyúház  
5 Nyomóoldal  
Nyomásmentes üzemanyag  
Üzemanyag-szállítás iránya  
Üzemanyag nyomás alatt

## Nyomástároló

A nyomástároló a motor leállítása után egy bizonyos ideig fenntartja a nyomást az üzemanyagrendszerben. Üzemelés közben csillapítja az üzemanyag-szivattyú zaját.

A nyomástároló a motor leállítása után nyomás alatt tartja az üzemanyagrendszert, hogy megkönnyítse a motor újraindítását, különösen meleg motor esetében. A tároló házának megfelelő kialakítása következtében a nyomástároló csillapítja az üzemanyag-szivattyú zaját.

A nyomástároló belső terét egy membrán két kamrára osztja. Az egyik kamra az üzemanyag tárolására szolgál, a másik kamrában rugó van.

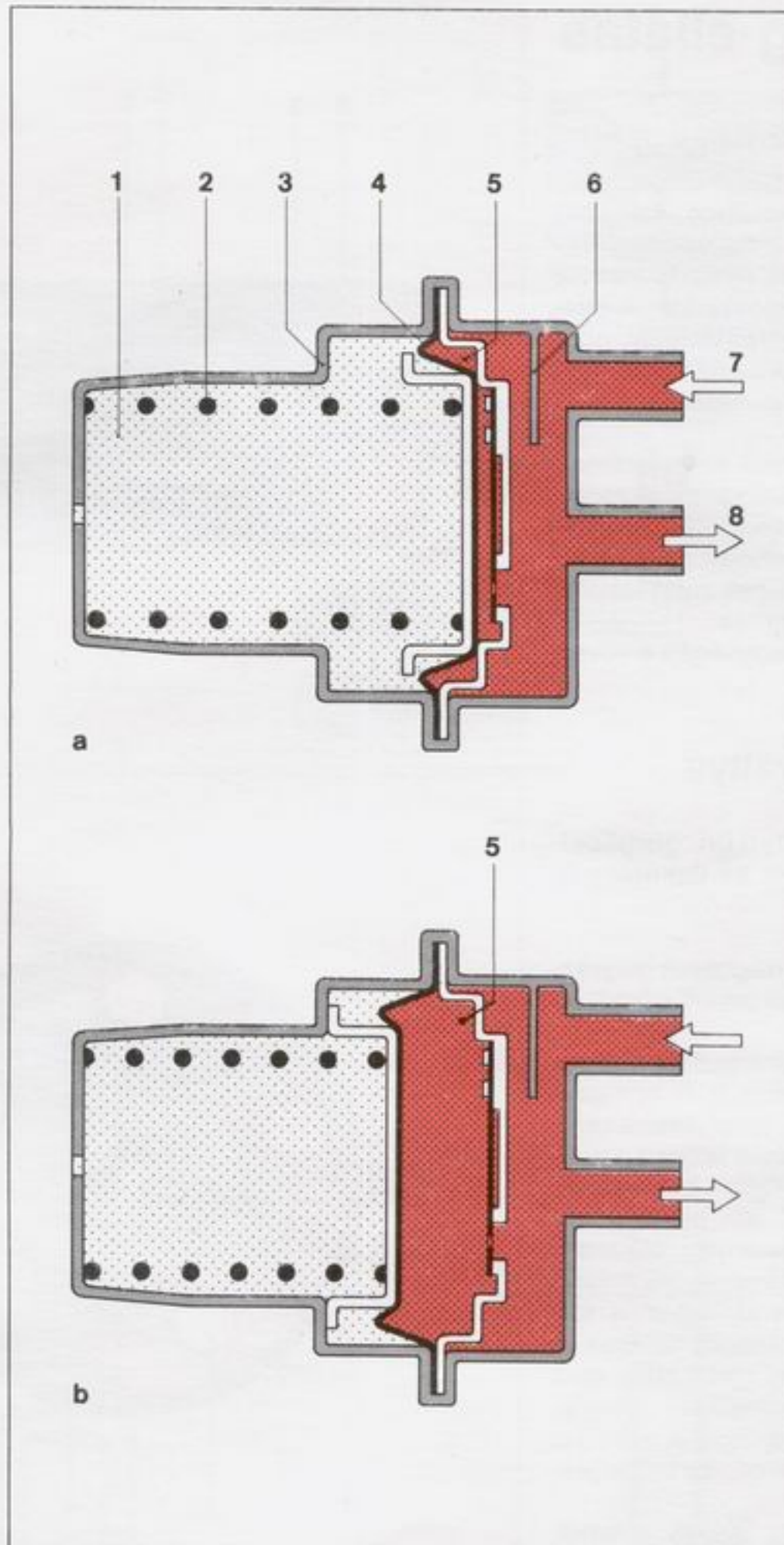
Üzemelés alatt a tárolókamra üzemanyaggal telik meg. A membrán a rugónyomás ellenében a rugótérben ütközésig kidomborodik. Ebben, a legnagyobb tárolótérfogatnak megfelelő helyzetben marad a membrán mindaddig, amíg a motor üzemel.

## Üzemanyagszűrő

Az alkatrészek igen kis tűrése miatt, a K-Jetronic biztos működése érdekében, speciális finomszűrő alkalmazása szükséges.

Az üzemanyagszűrő visszatartja azokat a szennyező anyagokat, amelyek akadályozhatják a befecskendező berendezés működését.

Az üzemanyagszűrő szűrőpapírbetétből és a mögötte elhelyezett szitából áll. Ezzel az elrendezéssel igen nagy fokú tisztíthatóságot lehet elérni. A szűrőt támasztólap rögzíti a szűrőházban. A szűrőházon a nyíllal jelzett átfolyási irányt feltétlenül be kell tartani. A szűrőt az üzemanyag-tároló után az üzemanyagvezetékbe építették be.



8. ábra.  
Nyomástároló

a) üresen  
b) feltöltve

- 1 Rugókamra
- 2 Rugó
- 3 Ütközőperem
- 4 Membrán
- 5 Tárolótérfogat
- 6 Terelőlemez
- 7 Üzemanyag-bevezetés
- 8 Üzemanyag-elvezetés

9. ábra.  
Üzemanyagszűrő

- 1 Papírszűrő
- 2 Szita
- 3 Támasztólap

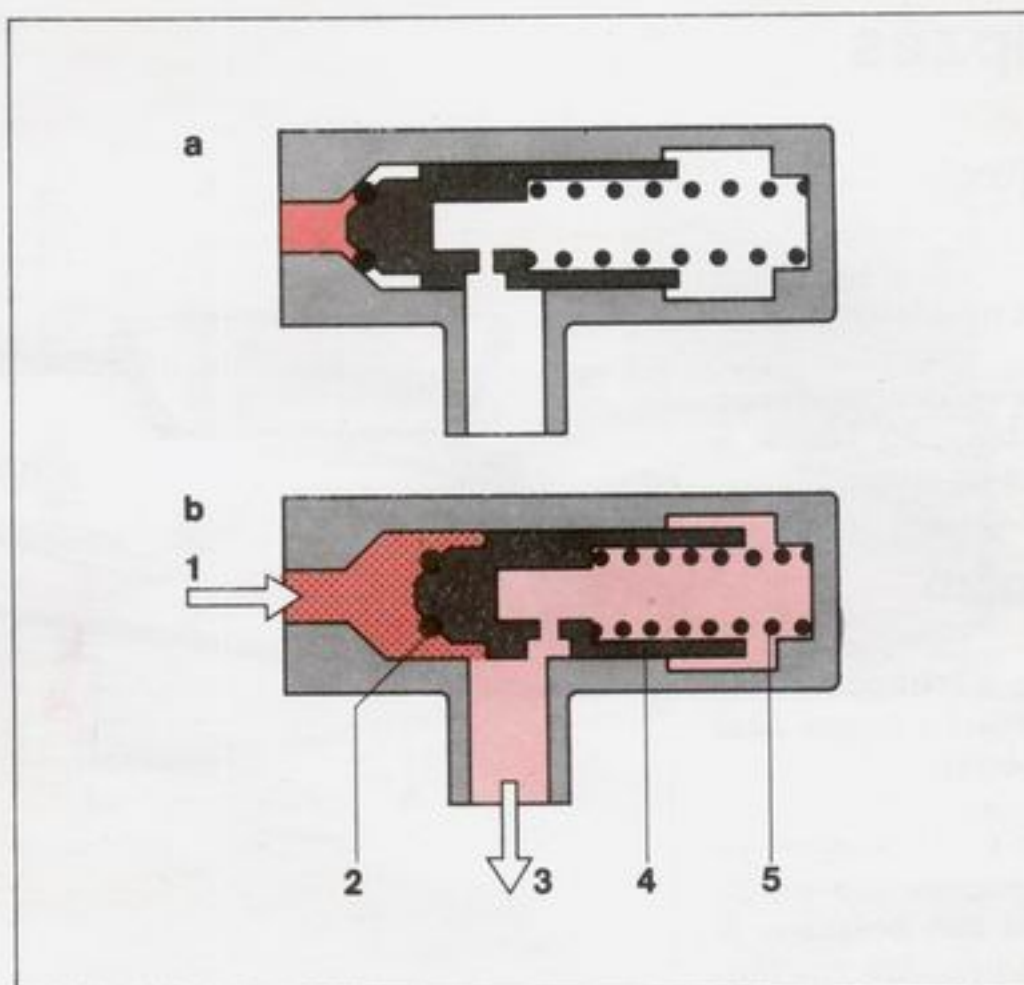
## Nyomásszabályozó

A nyomásszabályozó a nyomást az üzemanyag-ellátó rendszerben állandó értéken tartja.

Az üzemanyag-elosztó házába épített nyomásszabályozó a szállítónyomást (rendszer nyomás) kb. 5 bar-ra szabályozza. Mivel az üzemanyag-szivattyú több üzemanyagot szállít, mint amennyit a motor felhasznál, a nyomásszabályozóban egy dugattyú szabaddá tesz egy nyílást, amelyen át a felesleges üzemanyag visszafolyik az üzemanyag-tartályba.

Az üzemanyagrendszerben uralkodó nyomás és a dugattyúra ható rugóerő egyensúlyban tartják egymást. Ha például az üzemanyag-szivattyú valamivel kevesebb üzemanyagot szállít, a dugattyút a rugó új helyzetbe állítja, és ezzel a dugattyú szűkíti a kifolyónyílást. Ezáltal csökken a visszaáramló üzemanyag mennyisége, és a rendszer nyomás újra be fog állni a megadott értékre.

A motor leállításakor az üzemanyag-szivattyú leáll. A rendszer nyomás a befecskendező szelepek nyitónyomása alá csökken. A nyomásszabályozó zárja a szabályozónyílást, és ezzel megakadályozza az üzemanyagrendszerben a további nyomáscsökkenést.



10. ábra. Nyomásszabályozó az üzemanyag-elosztón

- a) nyugalmi helyzetben
- b) üzem közben

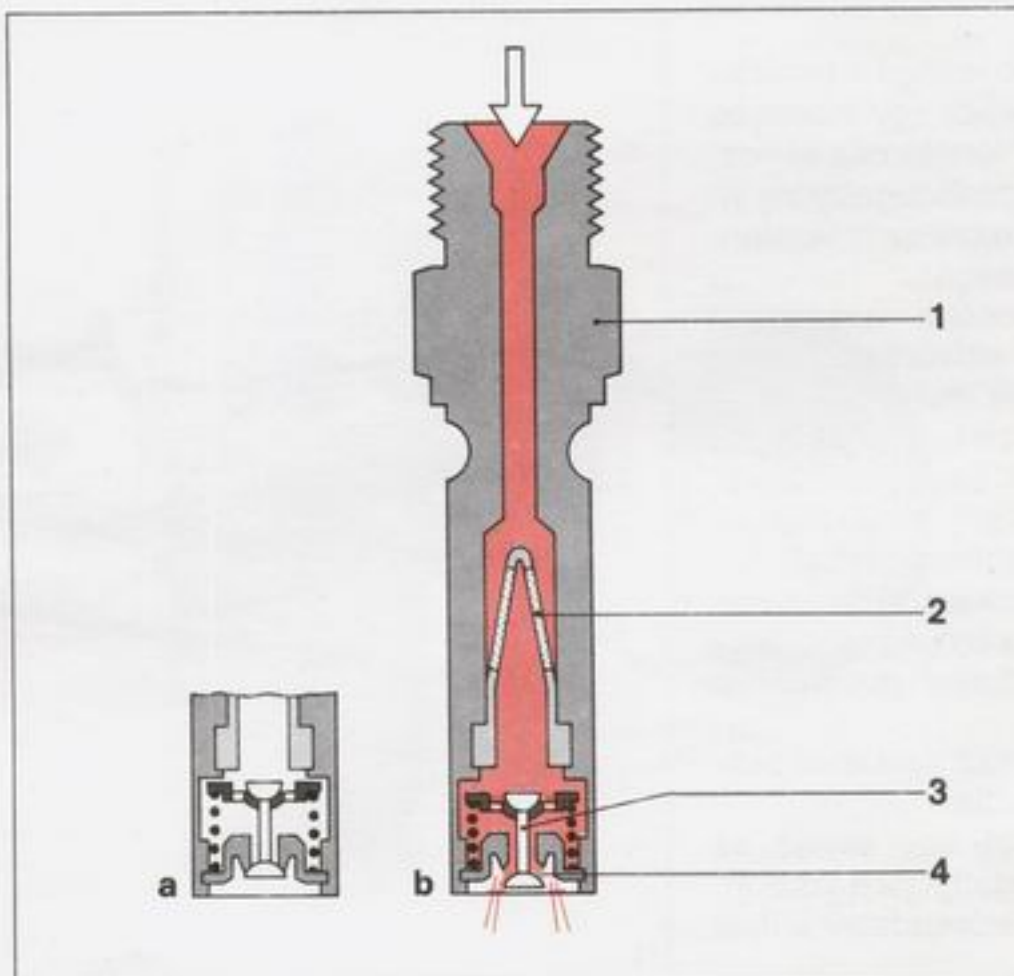
- 1 Rendszer nyomás
- 2 Tömítés
- 3 Visszafolyás az üzemanyag-tartályhoz
- 4 Dugattyú
- 5 Szabályozórugó

## Befecskendező szelep

A befecskendező szelepek egy meghatározott nyomásnál nyitnak, és az üzemanyagot a szeleptű rezgő mozgása által a szívócsőbe porlasztják.

A befecskendező szelepek az elosztó által adagolt üzemanyagot a szívócsőbe, a hengerek szívószelepe elé fecskendezik. A befecskendező szelepek egy különleges foglalatban vannak felerősítve, hogy a motor által termelt hőtől jól szigeteltek legyenek. A hőszigetelés meggátolja, hogy a motor leállítása után gőzbuborékok keletkezzenek a befecskendező vezetékben, ezek ugyanis megnehezítenék a motor melegindítását.

A befecskendező szelepeknek nincs adagoló szerepük. Önműködően nyitnak, ha a nyomás 3,3 bar fölé emelkedik. A befecskendező szelepek tűszelepének túje a befecskendezés alatt nagy frekvenciával hallhatóan rezeg (hörög). Ezáltal jó üzemanyag-porlasztás érhető el kis mennyiségek esetén is. A motor leállítása után a befecskendező szelep lezár, ha az üzemanyagrendszerben a nyomás a befecskendező szelep nyitónyomása alá csökkent. Ezáltal a motor leállítása után nem tud üzemanyag a szívótorokba utánsepegni.



11. ábra. Befecskendező szelep

- a) nyugalmi helyzetben
- b) üzem közben

- 1 Szelepház
- 2 Szűrő
- 3 Szeleptű
- 4 Szeleptülék



# Keverékképzés

## Keverékszabályozó

A keverékképzés feladata a beszívott levegőmennyiségnek megfelelő üzemanyag adagolása.

A keverékképzést a keverékszabályozó végzi. A keverékszabályozó részei a légmennyiségmérő és az elosztó.

## Légmennyiségmérő

A légmennyiségmérő a lebegőtest-elv alapján működik, és méri a motor által beszívott légmennyiséget.

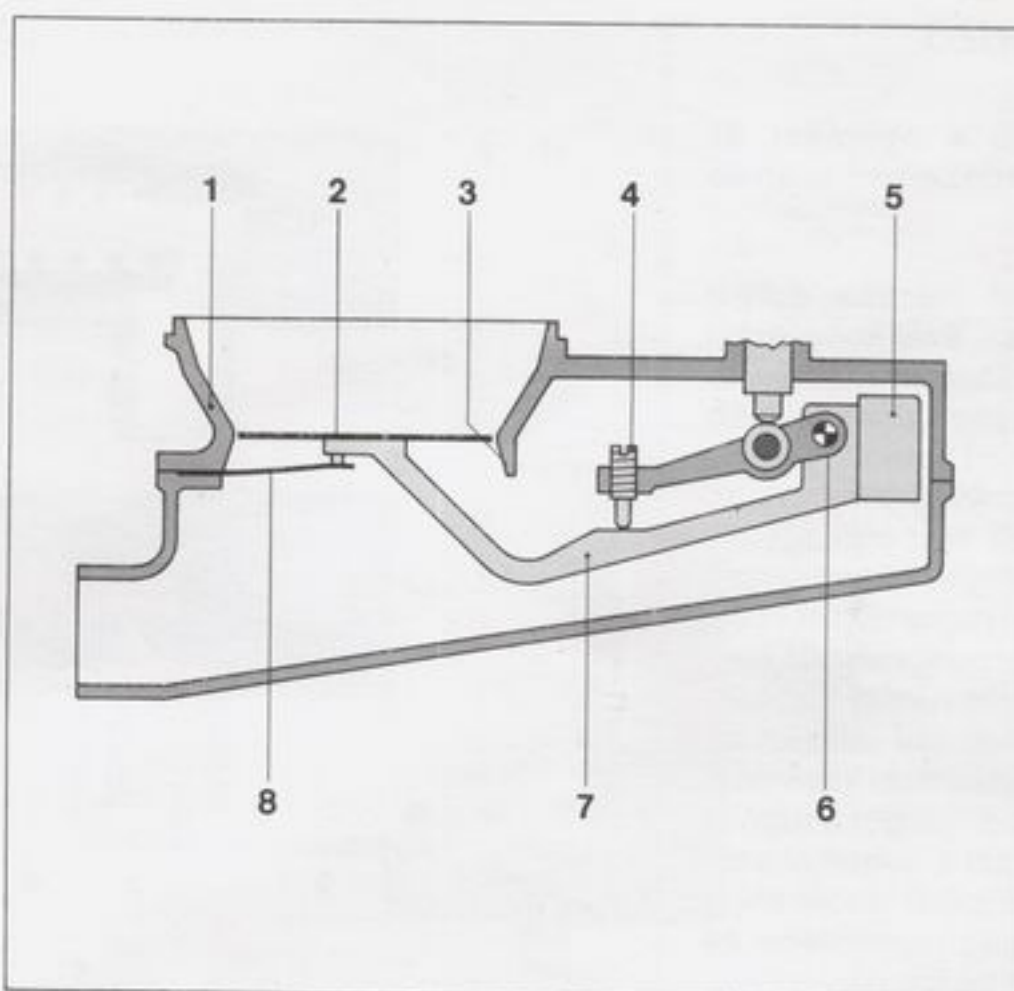
A motor által beszívott teljes légmennyiség egy légmennyiségmérőn áramlik át, amely a fojtószelep elé van beépítve. A légmennyiségmérőben található egy légtölcsér, ebben helyezkedik el a torlótárcsa (lebegőtest).

A légtölcséren átáramló levegő a torlótárcsát nyugalmi helyzetéből egy bizonyos mértékig elmozdítja. A torlótárcsa elmozdulását az emelő a vezérlődugattyúra viszi át, amely meghatározza az adagolandó üzemanyag mennyiségét.

Ha a motor a szívócsőbe visszagyújt (gyújtáshiba), akkor a szívórendszerben jelentős nyomáslökések léphetnek fel. A légmennyiségmérő ezért olyan, hogy visszagyújtás esetén a torlótárcsa az ellenkező irányba el tudjon mozdulni. Az elmozdulással egy tehermentesítő keresztmetszet válik szabaddá. A lefelé történő (esőáramú légmennyiségmérőnél a felfelé történő) elmozdulást gumiütköző korlátozza.

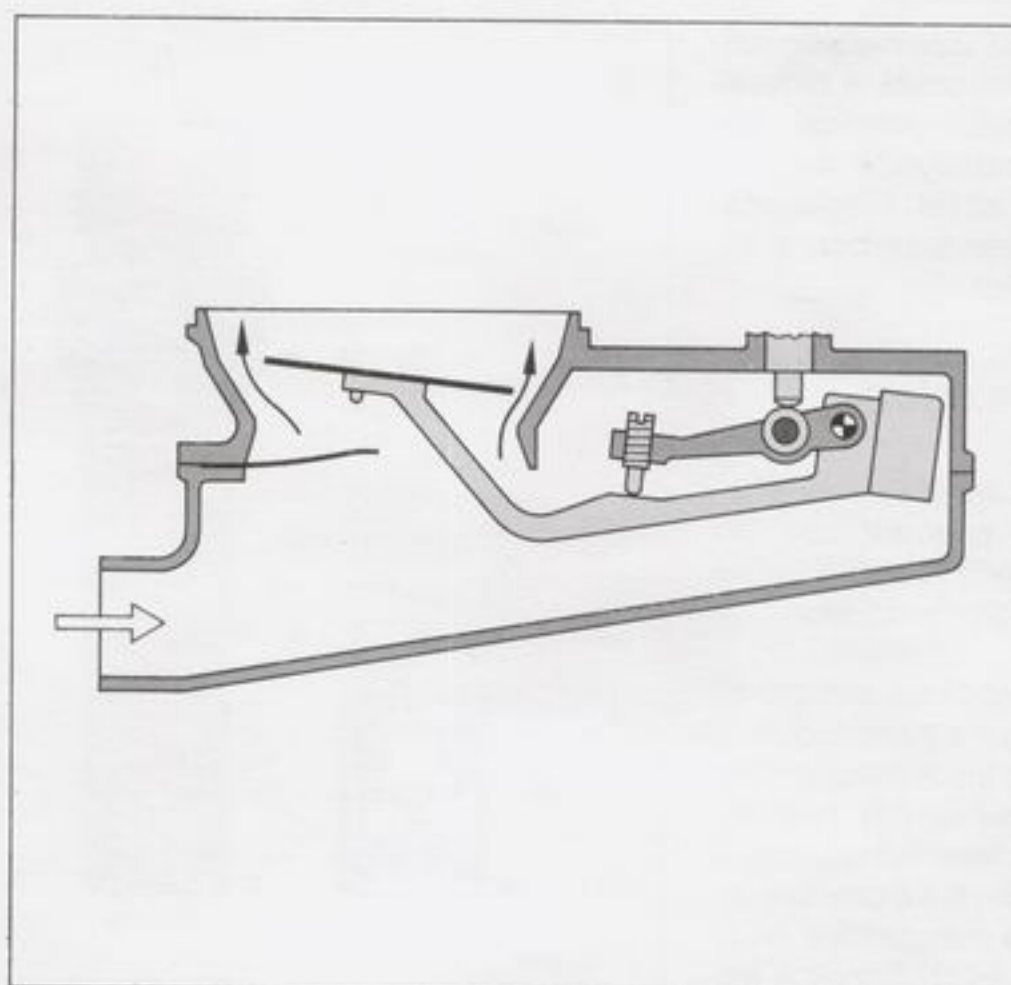
Álló motornál a torlótárcsa szabatos nullhelyzetét laprugó biztosítja.

A torlótárcsa mozgását egy emelő az üzemanyag-elosztó dugattyújára viszi át. A torlótárcsa és az emelőrendszer súlyát ellensúly egyenlíti ki.

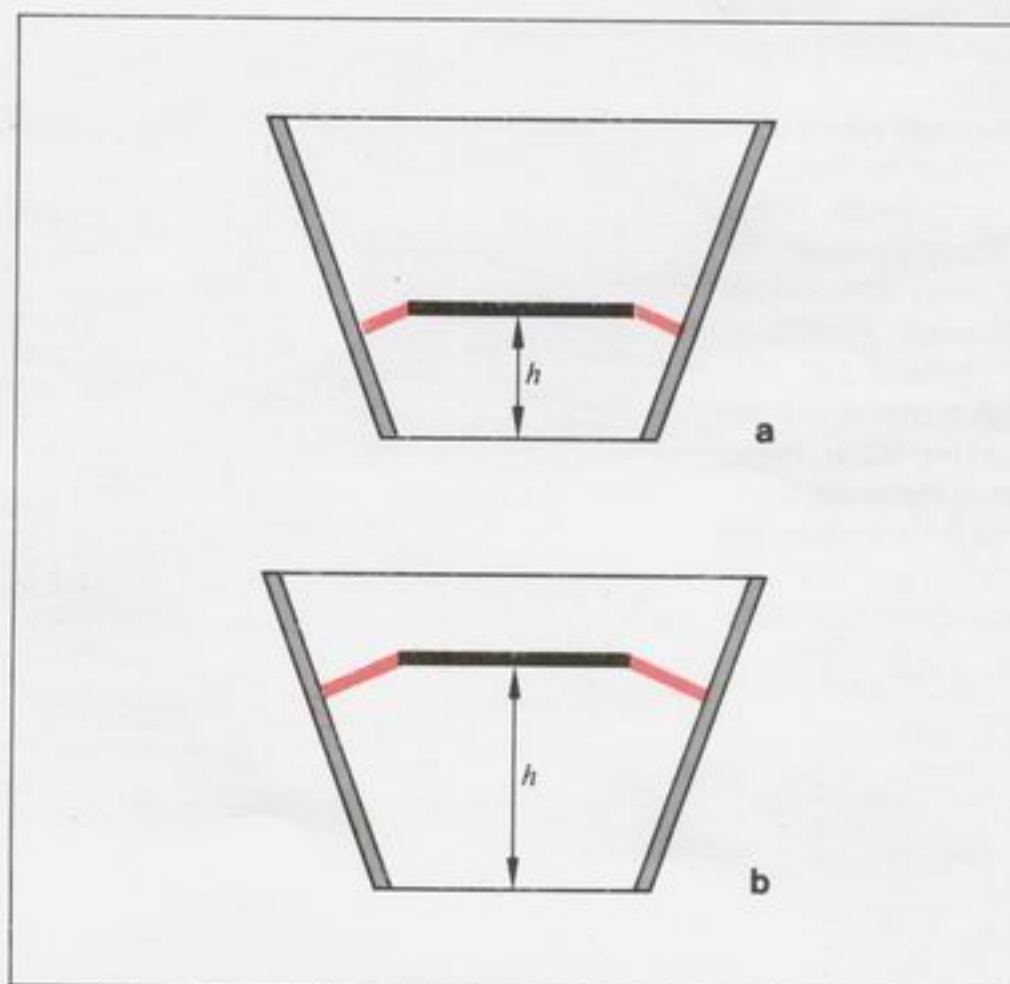


12. ábra.  
Légmennyiségmérő nyugalmi helyzetben

- 1 Légtölcsér
- 2 Torlótárcsa
- 3 Tehermentesítő keresztmetszet
- 4 Keverékbeállító csavar
- 5 Ellensúly
- 6 Forgáspont
- 7 Emelő
- 8 Laprugó



13. ábra.  
Emelőáramú légmennyiségmérő működési helyzetben, egyszerűsítve



14. ábra.  
A légmennyiségmérő működési elve

- a) a beszívott légmennyiség csekély, a torlótárcsa csak kevéssé emelkedik fel
- b) a beszívott légmennyiség nagy, a torlótárcsa erősen felemelkedik

## Üzemanyag-elosztó

Az üzemanyag-elosztó az üzemanyag mennyiségét a légmennyiségmérő torlótárcsája állásának megfelelően az egyes hengerekbe kiosztja.

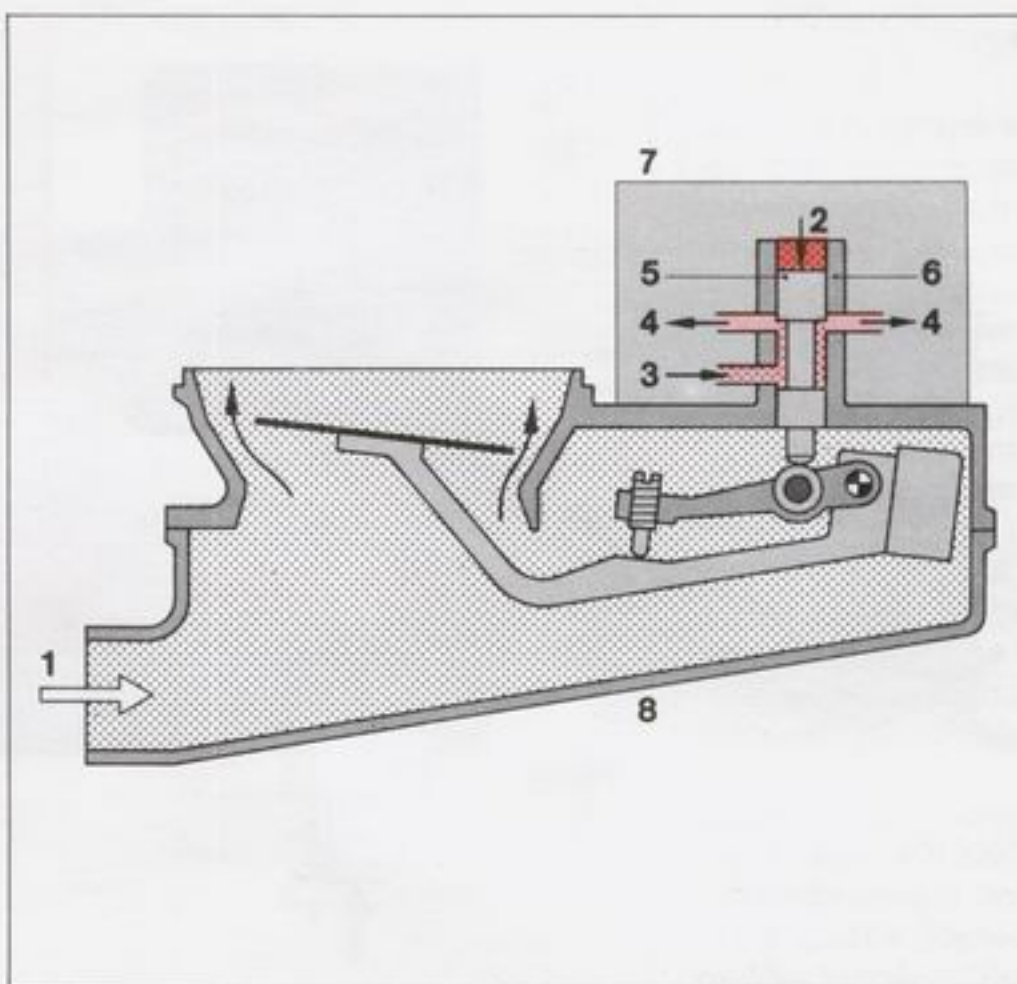
Amint azt az előzőekben említettük, a torlótárcsa helyzete mértékadó a motor által beszívott légmennyiségre. A torlótárcsa helyzetét egy emelőkar a vezérlődugattyúra viszi át. A vezérlődugattyú szabályozza a befecskendezendő üzemanyag-mennyiséget.

A vezérlődugattyú a perselyében (résekkel ellátott henger) elfoglalt helyzetétől függően, a vezérlőréseken egy meghatározott keresztmetszetet tesz szabaddá, amelyen át az üzemanyag a nyomásszabályozó szelepekhez és ezáltal a befecskendező szelepekhez áramolhat.

A torlótárcsa kis elmozdulása esetén a vezérlődugattyú csak kissé emelkedik fel, és így csak egy kis keresztmetszetet tesz szabaddá a vezérlőréseken. A torlótárcsa nagy elmozdulása esetén a vezérlődugattyú nagyobb keresztmetszetet tesz szabaddá a vezérlőréseken.

A torlótárcsa elmozdulása és a vezérlőréseken szabaddá tett keresztmetszet között tehát lineáris összefüggés áll fenn.

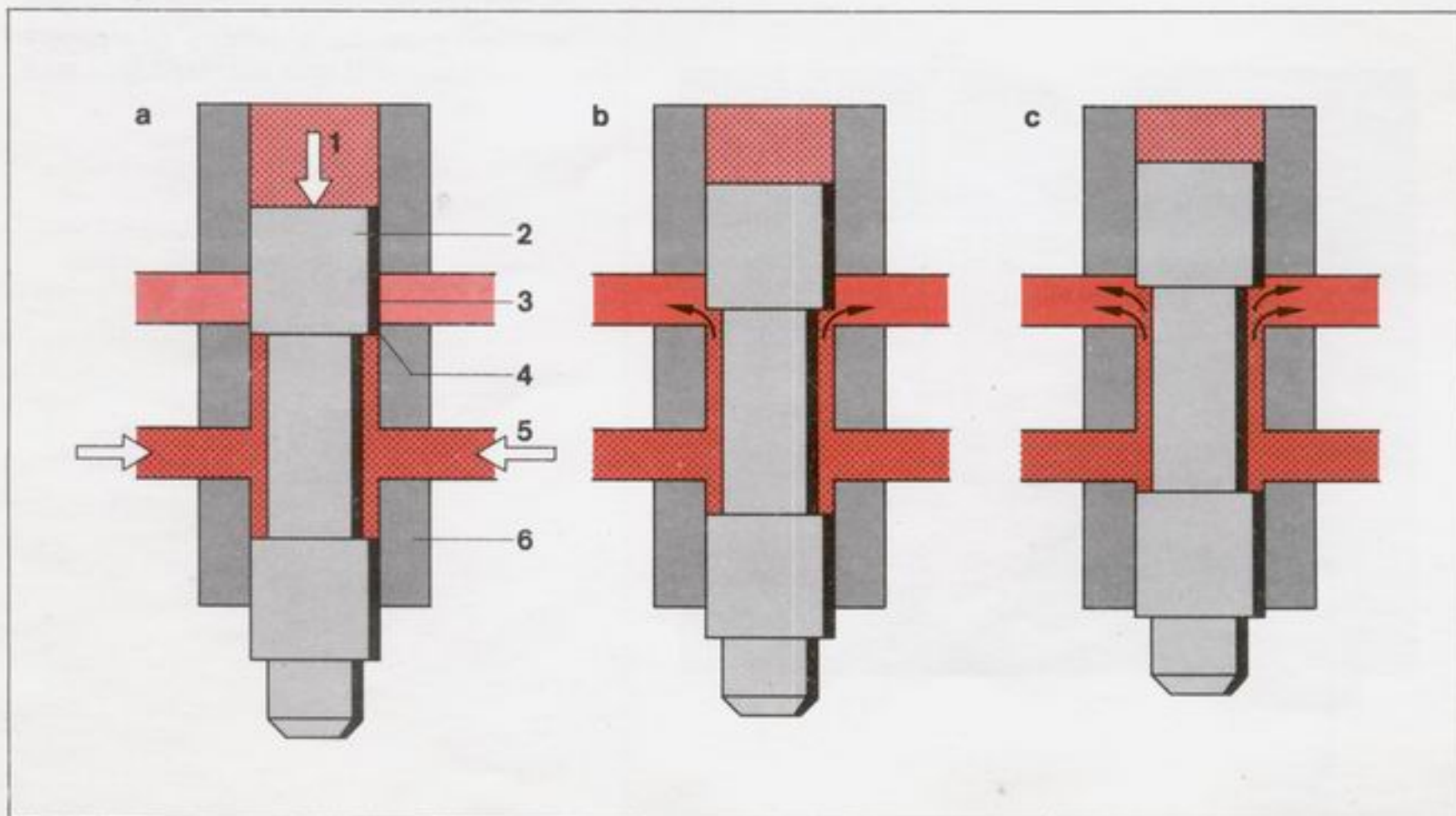
A torlótárcsa elmozdulása és a vezérlőréseken szabaddá tett keresztmetszet között tehát lineáris összefüggés áll fenn. A vezérlődugattyúra a torlótárcsa által átvitt elmozdulással szemben a vezérlőnyomás által kifejtett erő hat. Ez az erő idéri elő többek között azt, hogy a vezérlődugattyú követi a torlótárcsa elmozdulásait és – például a torlótárcsa lefelé való mozgása esetén – nem marad a felső végállásban. A vezérlőnyomás további fontos funkcióit a motor melegedési fázisáról és a gyorsításról szóló fejezetben ismertetjük.



**15. ábra.**  
**Réselt persely, vezérlőnyílás**  
1 Beszívott levegő  
2 Vezérlőnyomás  
3 Üzemanyag-bevezetés  
4 Adagolt üzemanyag-mennyiség  
5 Vezérlődugattyú  
6 Réselt persely  
7 Üzemanyag-elosztó  
8 Légmennyiségmérő



**16. ábra.**  
**Réselt persely**  
A vezérlőrés felnagyítva. (A vezérlőrés valódi szélessége kb. 0,2 mm.)



**17. ábra.**  
**Réselt persely a vezérlődugattyúval**  
a) nyugalmi helyzetben  
b) részterhelésnél  
c) teljes terhelésnél  
1 Vezérlőnyomás  
2 Vezérlődugattyú  
3 Vezérlőrés a réselt perselyben  
4 Vezérlőél  
5 Üzemanyag-hozáfolyás  
6 Réselt persely

## Vezérlőnyomás

A vezérlőnyomást egy fojtófuraton (leválasztófojtón) át a rendszernyomástól veszük. Ez a fojtás egyúttal a vezérlőnyomáskör és a rendszernyomáskör elválasztására is szolgál. Az elosztót és a melegésszabályozót (vezérlőnyomás-szabályozót) vezeték köti össze.

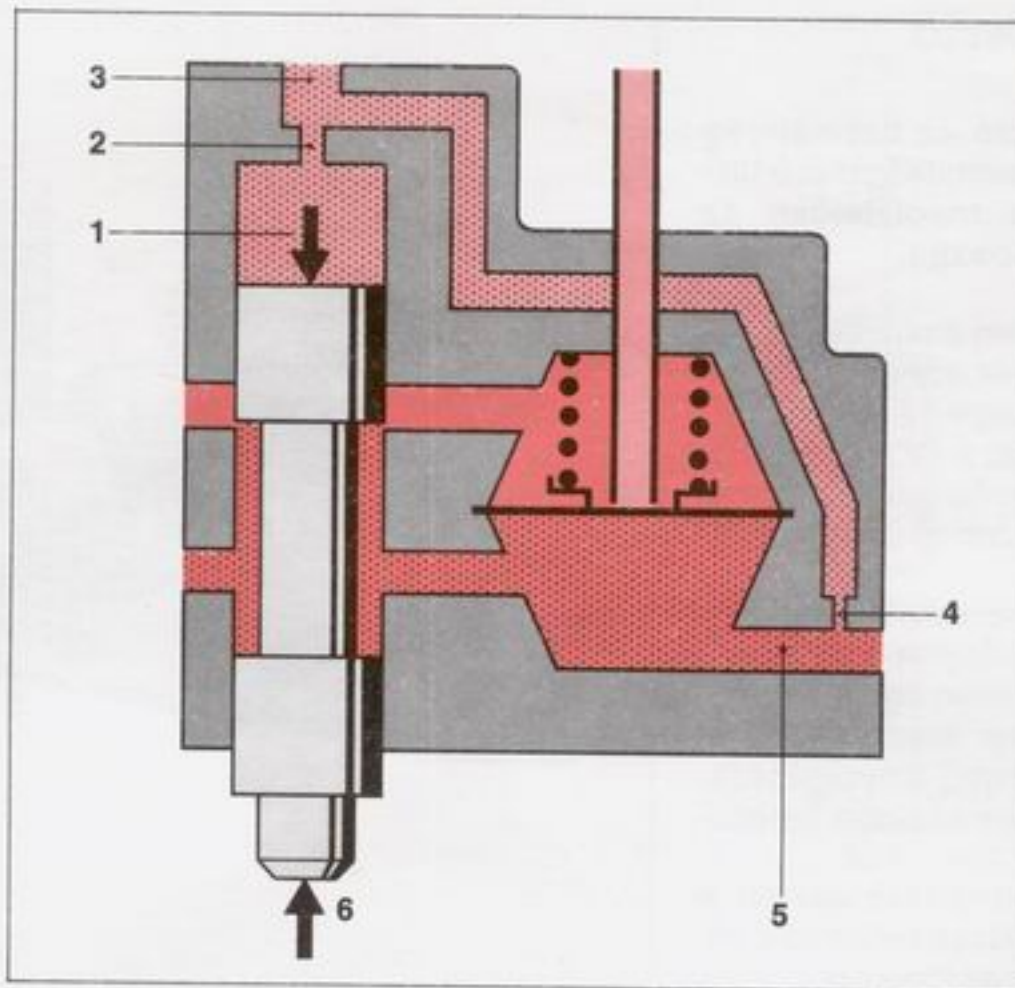
A vezérlőnyomás hidegindításnál kb. 0,5 bar. Ezt a nyomást a motor melegedésének fokozódásával a melegésszabályozó kb. 3,7 bar-ra emeli.

A vezérlőnyomás egy fojtáson át a vezérlődugattyúra hat, és ezáltal a légmennyiségmérő által kifejtett erőt ellensúlyozza. A fojtás egyúttal a szíváspulzálás által okozott torlótárcsalengés csillapítására is szolgál.

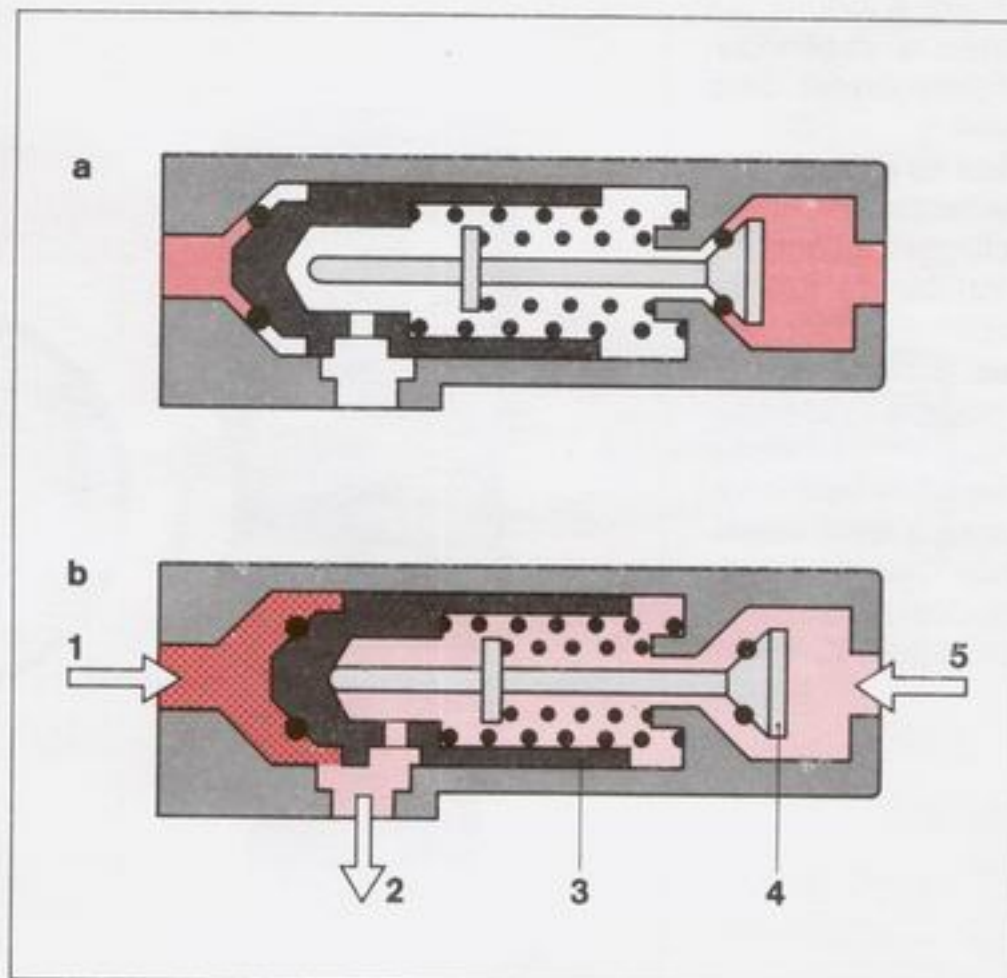
A vezérlőnyomás nagysága befolyásolja az üzemanyag-adagolást. Kis vezérlőnyomás esetén a beszívott légmennyiség a torlótárcsát jobban felemeli, ezáltal a vezérlődugattyú a vezérlőfojtásokat jobban nyitja, és így több üzemanyagot juttat a motorba. Nagyobb vezérlőnyomásnál a beszívott légmennyiség a torlótárcsát kevésbé tudja felemelni, ennek következtében az üzemanyag adagolt mennyisége csökken.

Azért, hogy a vezérlőnyomáskör a motor leállítása után biztosan tömített maradjon, és a nyomást az üzemanyagrendszerben fenn lehessen tartani, a melegésszabályozó visszafolyó vezetékében elzárószelep található. Ez be van építve a nyomásszabályozóba, a nyomásszabályozó dugattyúja tolja fel, és üzem közben nyitott helyzetben tartja.

A motor leállítása után a nyomásszabályozó dugattyúja visszatér nyugalmi helyzetébe, a szeleprugó segítségével lezár.



**18. ábra.**  
**Rendszernyomás és vezérlőnyomás**  
1 A vezérlőnyomás hatása (hidraulikus erő)  
2 Csillapítófojtó  
3 Vezeték a melegésszabályozóhoz  
4 Leválasztófojtó  
5 Rendszernyomás (szállítónyomás)  
6 A légáram hatása



**19. ábra.**  
**Nyomásszabályozó az ütközőszeleppel**  
a) nyugalmi helyzetben  
b) üzemi helyzetben  
1 Rendszernyomás  
2 Visszavezetés (az üzemanyag-tartályhoz)  
3 A nyomásszabályozó dugattyúja  
4 Ütközőszelep  
5 Vezérlőnyomás (a melegésszabályozótól)

## Nyomásszabályozó szelepek

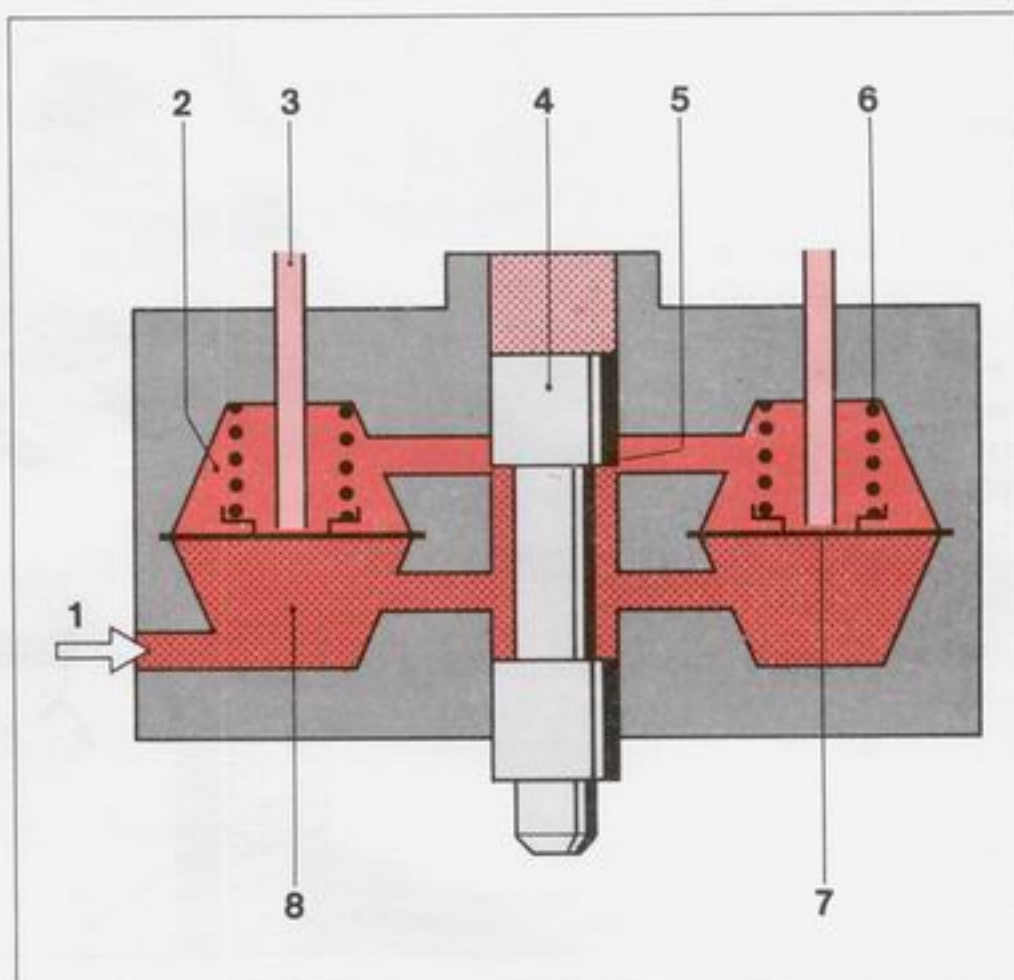
A nyomásszabályozó szelepek biztosítják az elosztóban a vezérlőfojtásoknál az állandó nyomásesést.

A légmennyiségmérő karakterisztikája lineáris. Ez azt jelenti, hogy kétszeres légmennyiség esetén a torlótárcsa elmozdulása is kétszeres. Ahhoz, hogy ennek az elmozdulásnak az üzemanyag-mennyiség változásában ugyanilyen arányú (lineáris) következménye legyen, a vezérlőfojtásoknál – az átáramló üzemanyag mennyiségétől függetlenül – konstans nyomásesést kell biztosítani.

A nyomásszabályozó szelepek a nyomásesést a vezérlőréseken – az átáramló üzemanyag mennyiségétől függetlenül – állandó értéken tartják. A nyomáskülönbség nagysága 0,1 bar. Ezzel igen nagy szabályozási pontosság érhető el.

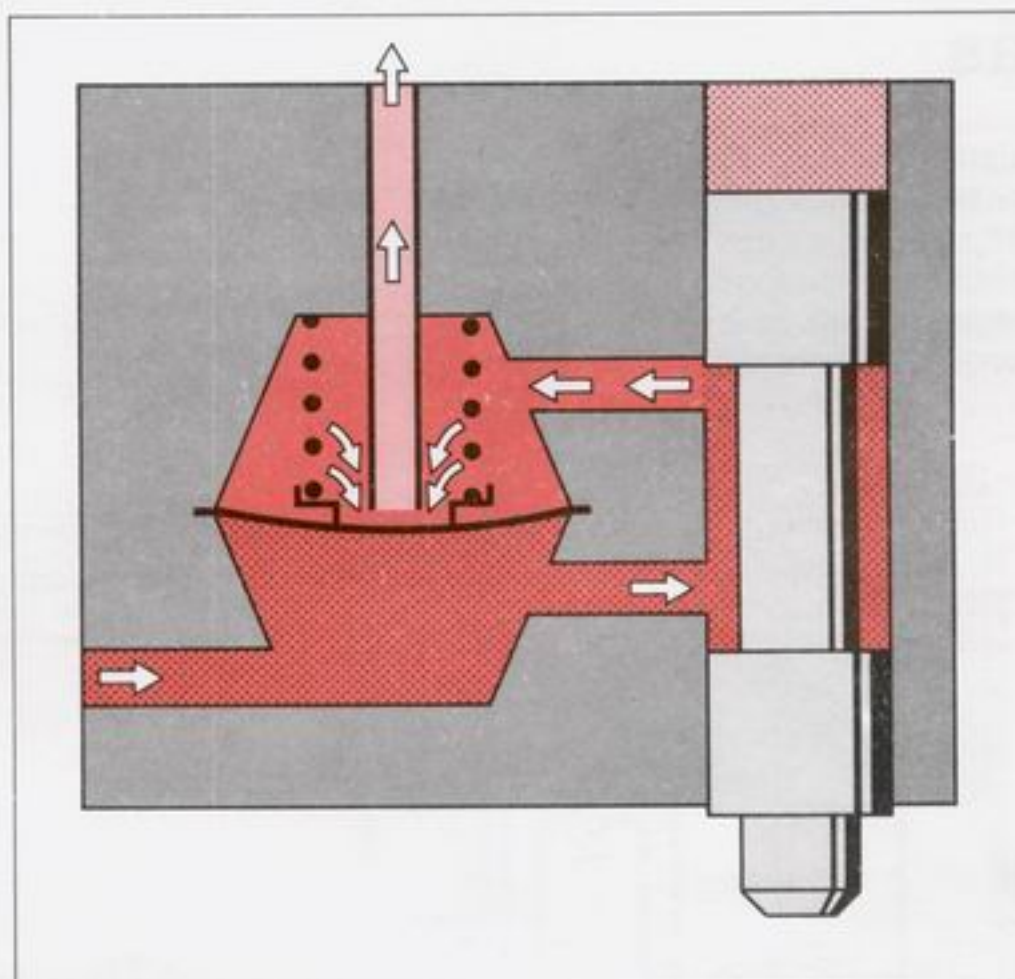
Nyomásszabályozó szelepek céljára membránszelepeket alkalmaznak. Ezek az elosztóban vannak, és mindegyikhez egy vezérlőrés tartozik. A szelep felső kamráját membrán választja el az alsó kamrától. Minden szelep alsó kamráját körvezeték köti össze egymással. Az alsó kamrák rendszernyomás alatt állnak. A szelepek a felső kamrában vannak. A felső kamrák egy-egy vezérlőrészel és a befecskendező szelepekkel vannak összekötve. Ezek egymástól el vannak választva. A membránokra rugónyomás hat. A nyomáskülönbséget egy spirálrugó nyomó-ereje határozza meg.

Ha nagy mennyiségű üzemanyag áramlik a felső kamrába, a membrán lefelé kidomborodik, nyitja a szelep kieresztőnyílását, és mindaddig nyitva tartja, amíg a rugó által beállított nyomáskülönbség újból helyre nem áll. Ha az átáramló üzemanyag-mennyiség csekély, a membrán kevésbé fog kidomborodni, és csökkenteni fogja a szelepkeresztmetszetet mindaddig, amíg újból helyreáll a 0,1 bar nyomáskülönbség. A membránon tehát erőegyensúly áll fenn, amely bármilyen üzemanyag mennyiség esetén a szelepkeresztmetszet szabályozása által fennmarad.

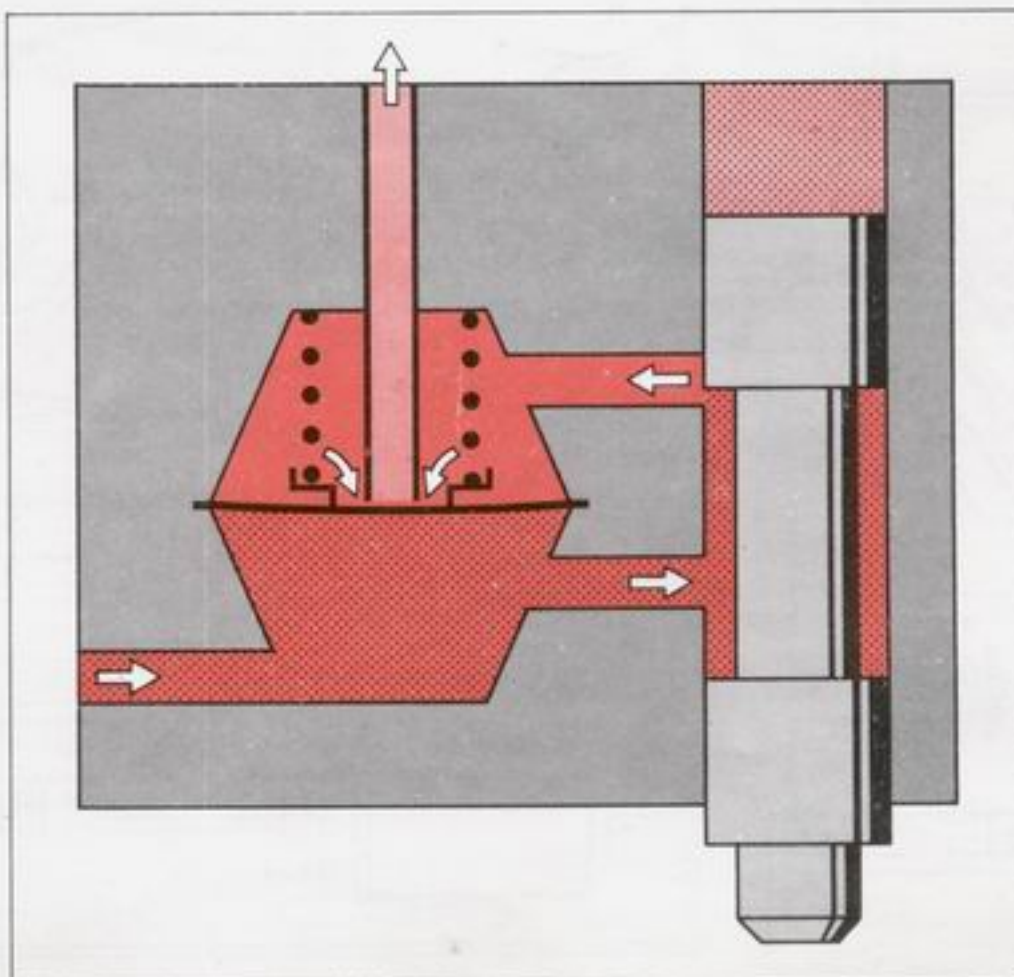


20. ábra. Üzemanyag-elosztó a nyomásszabályozó szelepekkel

- 1 Üzemanyag-hozzávezetés (rendszernyomás)
- 2 A nyomásszabályozó szelepek felső kamrája
- 3 Vezeték a befecskendező szelephez (befecskendező nyomás)
- 4 Vezérlődugattyú
- 5 Vezérlőél és vezérlőfojtó
- 6 Szeleprugó
- 7 Szelepmembrán
- 8 A nyomásszabályozó szelepek alsó kamrája



21. ábra. A nyomásszabályozó szelep állása sok üzemanyag befecskendezése esetén

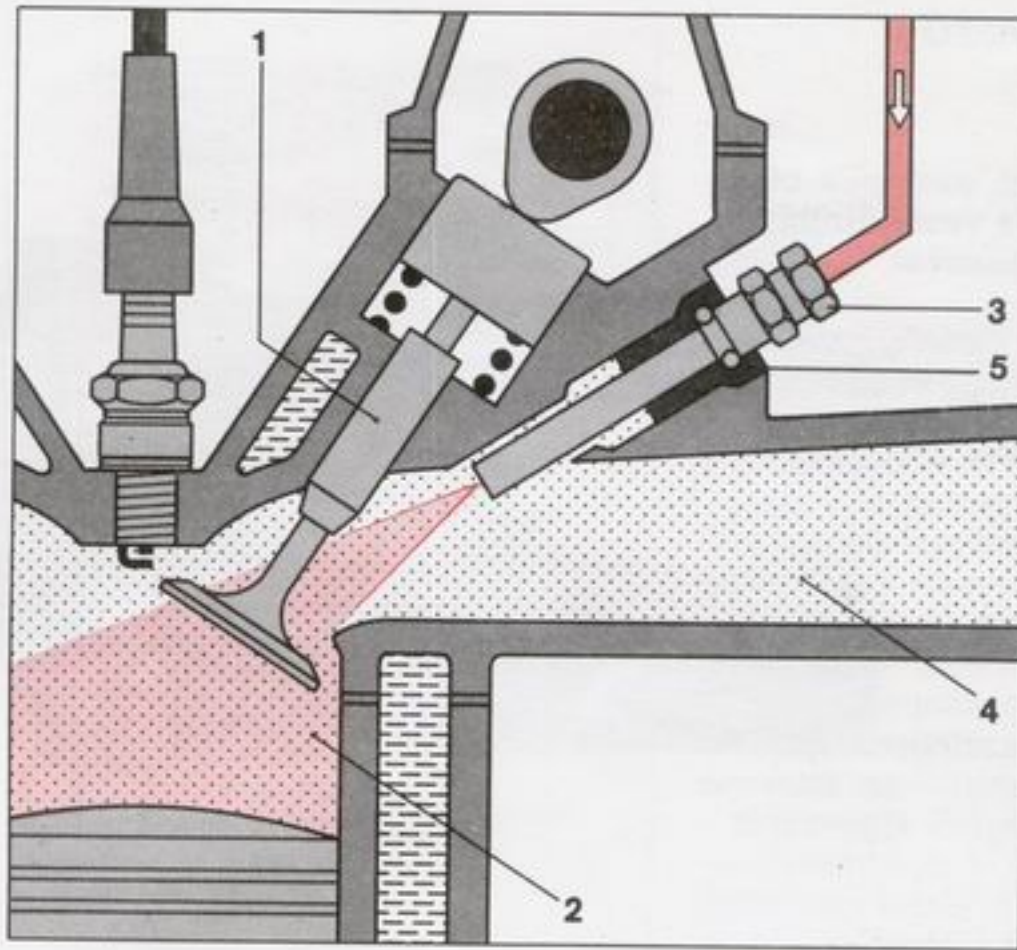


22. ábra. A nyomásszabályozó szelep állása kevés üzemanyag befecskendezése esetén

## Keverékképzés

A keverékképzés a motor szívócsövében és hengerében történik.

A befecskendező szelepek által folyamatosan befecskendezett üzemanyag a motor szívószelepe előtt felgyülemlik. A szívószelep nyitáskor a beszívott légmennyiség magával ragadja az üzemanyagfelhőt, és a szívóütem alatti örvénylés következtében gyúlékony keverék képződik.



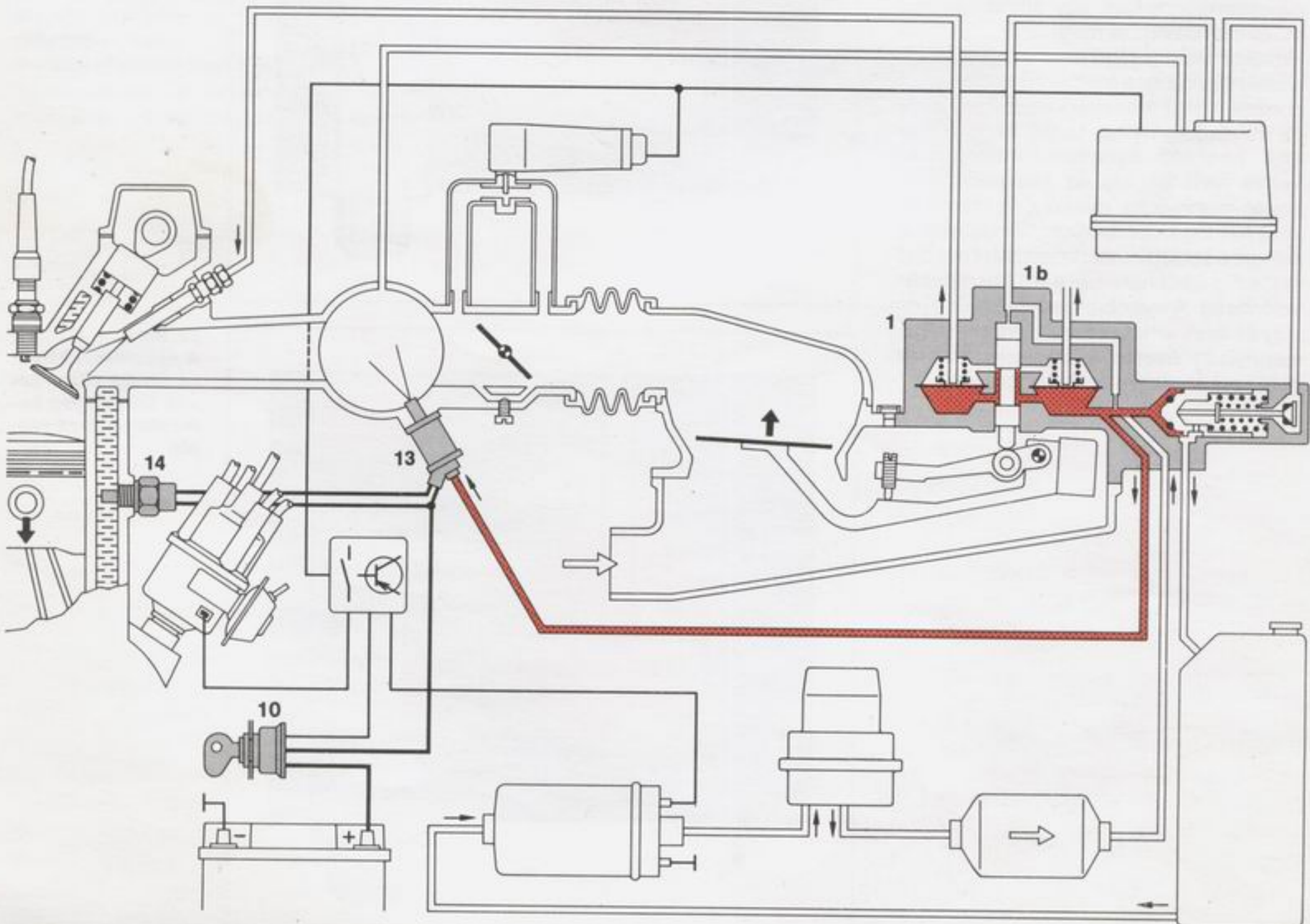
23. ábra.  
Keverékképzés  
1 Szívószelep  
2 Égéstér  
3 Befecskendező szelep  
4 Szívócső  
5 Hőszigetelő rögzítőhüvely

## Keverék- szabályozás

Az eddig ismertett alapműködésen túl, bizonyos üzemiállapotok beavatkozásokat igényelnek a keverékképzésben az optimális teljesítmény érdekében, a kipufogógáz összetételének javítására vagy az indítási és a menettulajdonságok kedvezőbbé tételére.

24. ábra.  
Hidegindító berendezés

- 1 Keverék-szabályozó
- 1/b Üzemanyag-elosztó
- 10 Gyújtáskapcsoló
- 13 Hidegindító szelep
- 14 Hő-idő kapcsoló



## Hidegindítás

A hidegindító szelep a motor hőmérsékletétől függetlenül, a motorindítás alatt korlátozott időtartamra, kiegészítő üzemanyag-mennyiséget fecskendez a hengerbe. A hidegindítás alatt a beszívott keverékből az üzemanyag egy része kondenzáció révén elvész.

A veszteség kiegyenlítésére és a hideg motor beindulásának (beugrásának) megkönnyítésére az indítás pillanatában kiegészítő üzemanyag-mennyiséget kell a hengerbe fecskendezni.

Ezt a többlet üzemanyag-mennyiséget a hidegindító szelep fecskendezi a szívócsőbe. A hidegindító szelep bekapcsolási időtartamát hő-idő kapcsoló korlátozza, a motor hőmérsékletének függvényében. Az ismertetett eljárást hidegindítási keverék dúsításnak nevezik. Ezzel a keverék dúsabb lesz, vagyis a légteljesítményező átmenetileg 1-nél kisebb lesz.

### Hidegindító szelep

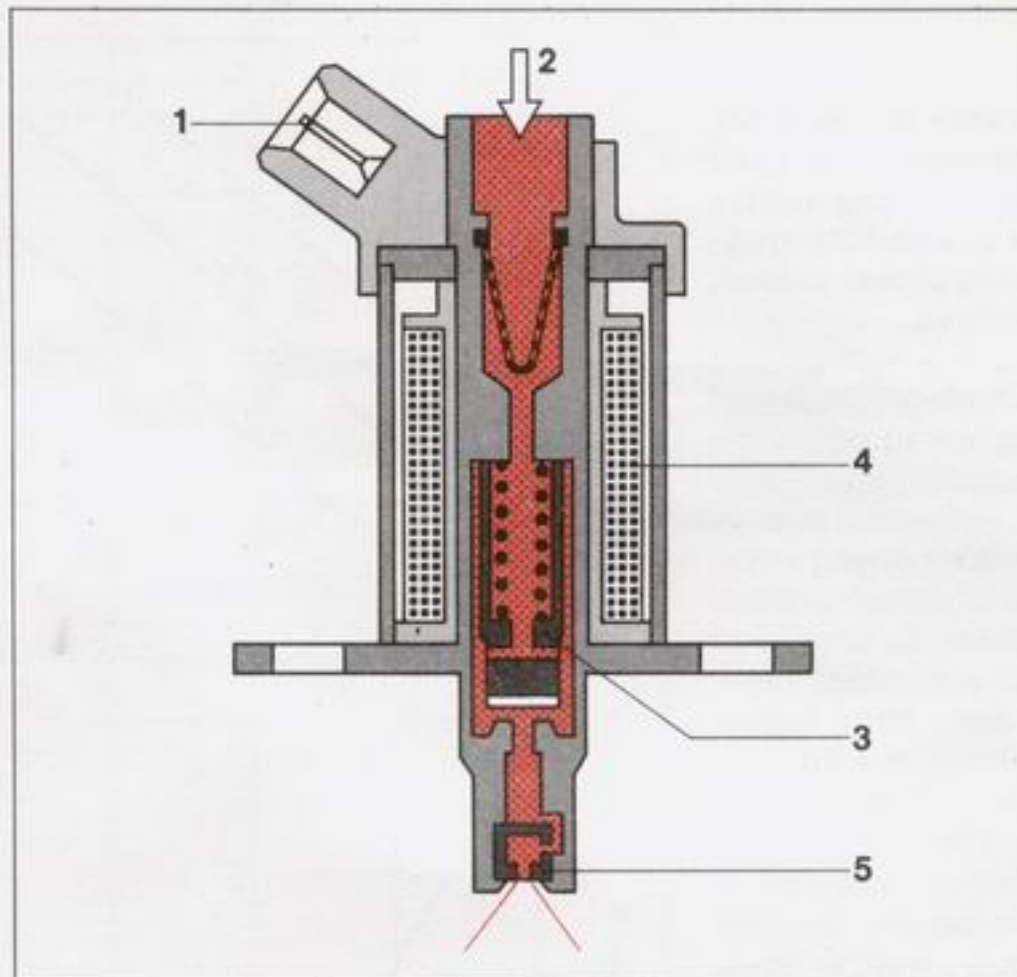
A hidegindító szelep elektromágneses működtetésű. Az elektromágneses tekercse a szelepban van elhelyezve. Nyugalmi helyzetben az elektromágnes mozgórészét egy rugó a tömítéshez szorítja, és ezáltal zárja a szelepet. Ha az elektromágneset gerjesztjük, a mozgórész felemelkedik a szeleplétsről, és szabaddá teszi az üzemanyag áramlási útját. Az üzemanyag tangenciálisan egy fúvókába jut, amelyben megperdül. A fúvóka ilyen kialakításával – ez az ún. örvényfúvóka – az üzemanyag különlegesen finoman szétporlik, és üzemanyaggal dúsítja a beszívott levegőt a fojtószelep után a gyújtócsőben (szívócsőszakaszban).

### Hő-idő kapcsoló

Ez korlátozza a hidegindító szelep befecskendezési időtartamát a motor hőmérsékletének függvényében.

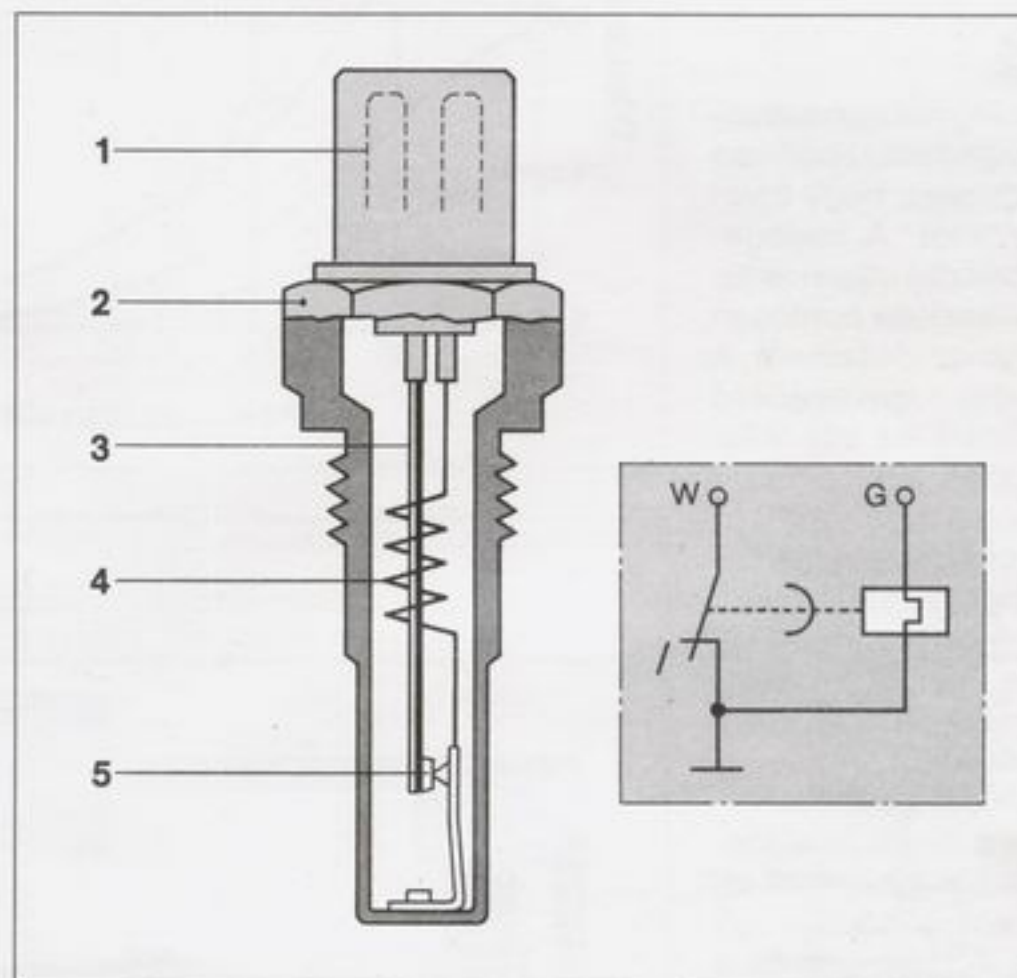
A hő-idő kapcsoló villamos fűtésű bimetall szalagból áll, amely a hőmérséklettől függően egy érintkezőt nyit vagy zár. A bimetall egy üreges csavarban van elhelyezve, amelyet a motor hőmérsékletére jellemző helyen rögzítettek.

A hő-idő kapcsoló határozza meg az indító szelep bekapcsolási időtartamát. A bekapcsolás időtartama emellett a kapcsolónak a motor általi felmelegedésétől, a környezet hőmérsékletétől és magában a kapcsolóban elhelyezett villamos fűtéstől függ. A sajátfűtés azért szükséges, hogy korlátozza az indító szelep legnagyobb bekapcsolási időtartamát, nehogy a motor az erősen feldúsított keverék következtében "lefulladjon". Hidegindításnál a bekapcsolás időtartama elsősorban a bimetall villamos fűtésétől függ (-20°C hőmérsékletnél kb. 8 másodperc után kapcsol ki). Üzemeleg motornál a kapcsoló annyira fel van melegedve, hogy állandóan nyitva tartja az érintkezőt. Meleg motor indításakor tehát nem történik többlet üzemanyag befecskendezése.



25. ábra.  
Hidegindító szelep  
működtetés közben

- 1 Villamos csatlakozás
- 2 Üzemanyag-bevezetés szűrővel
- 3 Szelep (mozgórész)
- 4 Mágnes tekercs
- 5 Örvényfúvóka



26. ábra.  
Hő-idő kapcsoló

- 1 Villamos csatlakozás
- 2 Menetes ház
- 3 Bimetall
- 4 Fűtőtekercs
- 5 Kapcsoló érintkező

## Melegedés

A motor melegedése alkalmával a keverékdúsítást a melegedésszabályozó végzi. Ez a szabályozó, hideg motor esetén, a motor hőmérsékletétől függően, csökkenti a vezérlőnyomást azáltal, hogy a fojtó nyílását növeli.

A hidegindítást követő melegedés elején a befecskendezett üzemanyag egy része még lecsapódik a szívócsövekben és a hengerfalakon. Ezáltal égéskimaradások léphetnek fel. A levegő/üzemanyag keveréket ezért a melegedés folyamán dúsítani kell ( $\lambda < 1,0$ ). Ugyanakkor az emelkedő motorhőmérséklet miatt a dúsítást folyamatosan csökkenteni kell, hogy magasabb hőmérsékleten elkerüljük a keverék mértéken felüli dúsítását. A melegedés alatti keverékszabályozást a melegedésszabályozó (vezérlőnyomás-szabályozó) végzi a Jetronic-berendezésben, oly módon, hogy változtatja a vezérlőnyomást.

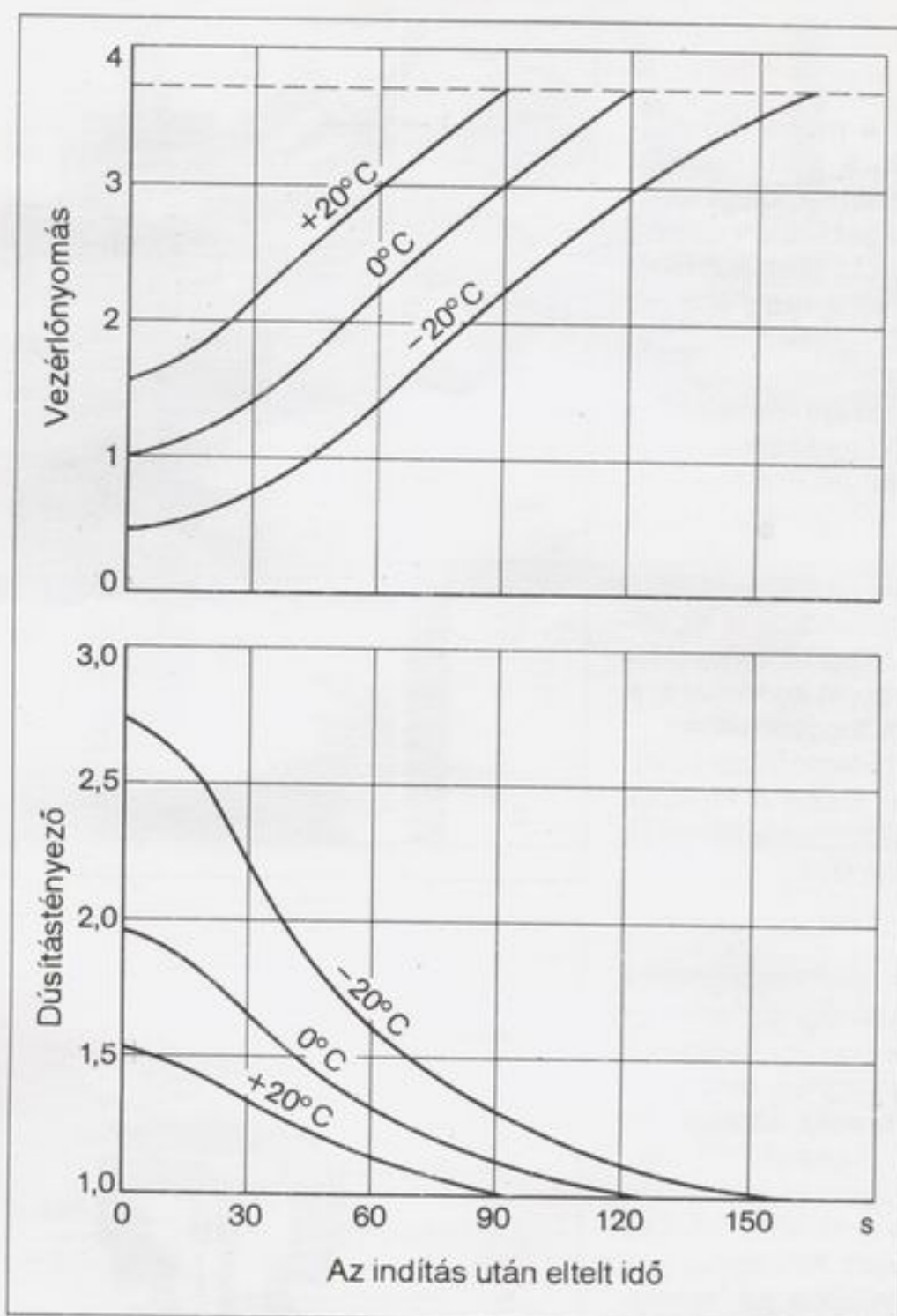
### Melegedésszabályozó

A vezérlőnyomást a melegedésszabályozó változtatja. A melegedésszabályozó úgy van a motorra felszerelve, hogy átvegye a motor hőmérsékletét. A melegedésszabályozónak kiegészítő villamos fűtése is van, amellyel működése pontosan a motor karakterisztikájához illeszthető. A melegedésszabályozó egy rugóvezérlésű tányérszelepből (membrán) és egy villamos fűtésű bimetall rugóból áll.

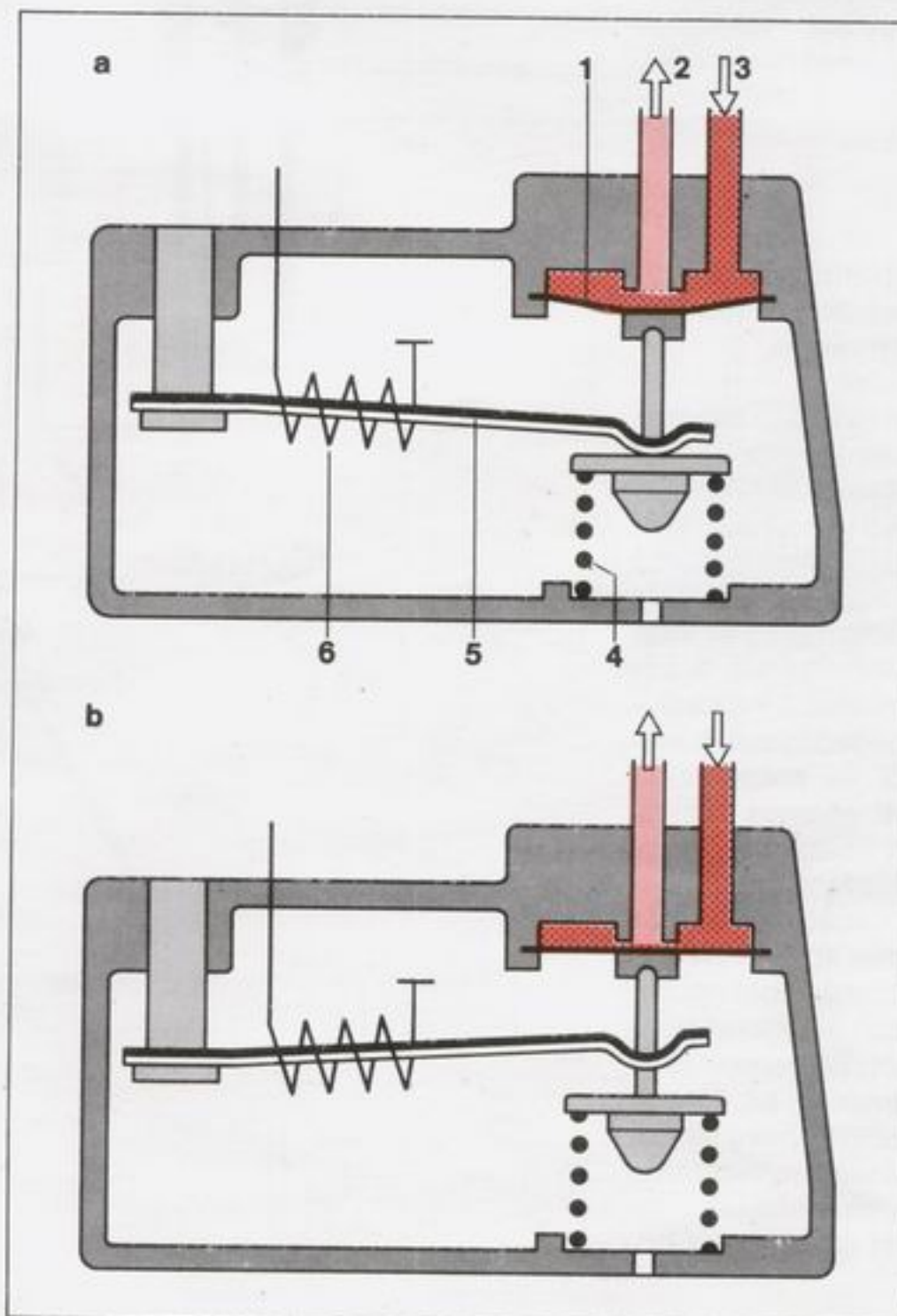
Hideg állapotban a bimetall rugó a szeleprugó ellen hat, és ezzel csökkenti a membránszelep alsó felére ható rugónyomást. Ezáltal a szelep vezérlő keresztmetszete valamivel nagyobb, és így több üzemanyag jut a vezérlőnyomáskörbe, és ezzel a vezérlőnyomás kisebb lesz.

A motorindításkor kezdődik a bimetall rugó elektromos fűtése és a motor általi melegítése. A meleg hatására a bimetall elhajlik, és ezzel csökkenti a szeleprugó ellenében kifejtett erőt. A rugónyomás a tányérszelepen növekedni fog. A tányérszelep csökkenti a vezérlő keresztmetszetet, miáltal a nyomás a vezérlőnyomáskörben nő.

A melegedési keverékdúsítás befejeződik, ha a bimetall rugó teljesen felemelkedik a szeleprugóról. A most már csak egyedül ható szeleprugó a vezérlőnyomást a normális értékre szabályozza. A vezérlőnyomás a hidegindításnál kb. 0,5 bar, meleg motornál kb. 3,7 bar.



27. ábra.  
A melegedésszabályozó jelleggörbéi különböző motorhőmérsékleten. Az 1,0 dúsítástényező megfelel az üzemmegfelelő motor üzemanyag-adagolásának.



28. ábra.  
Melegedésszabályozó

a) hideg motornál  
b) meleg motornál

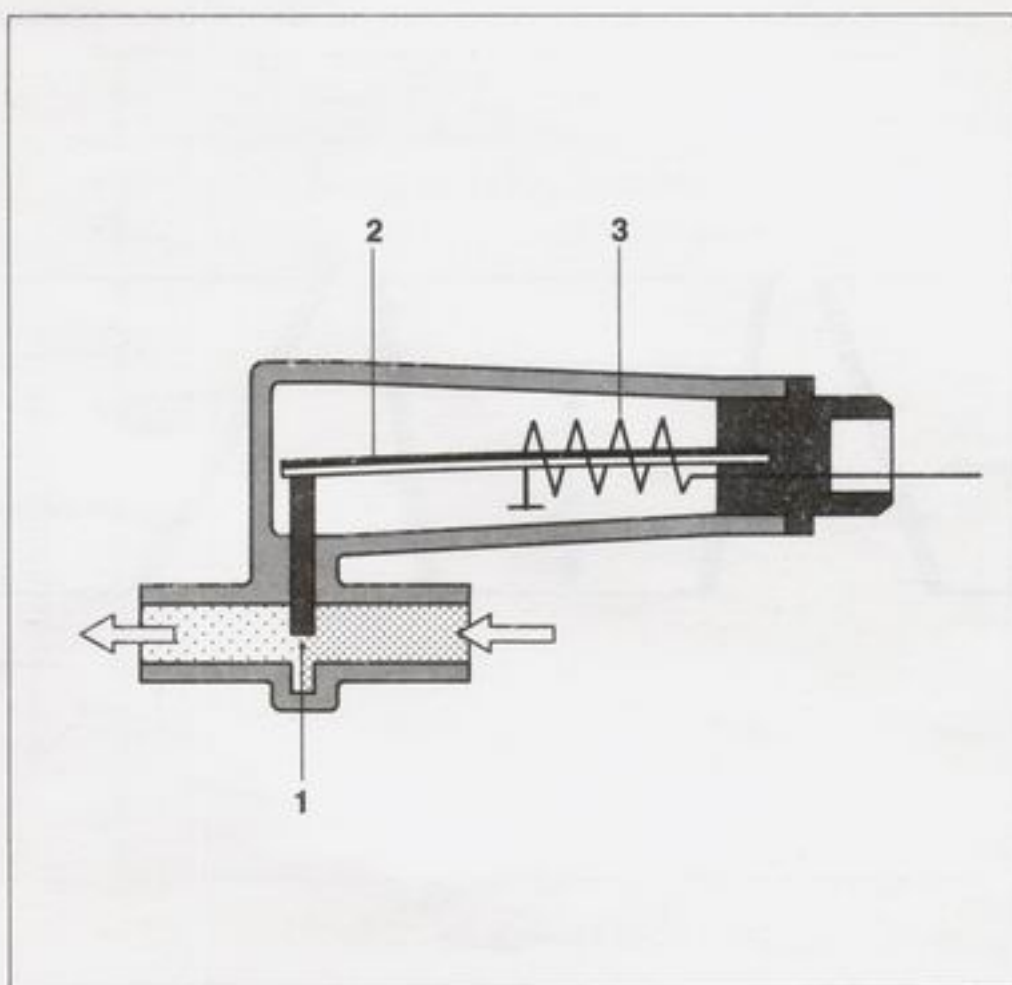
- 1 Szelepmembrán
- 2 Visszavezetés
- 3 Vezérlőnyomás (a keverékszabályozótól)
- 4 Szeleprugó
- 5 Bimetall
- 6 Villamos fűtés

**Pótlevegőretesz**

A melegedés alatt a motor a pótlevegőretesz hatására több keveréket kap, hogy a hideg állapot következtében felépő nagyobb sűrűdést le tudja győzni, és hogy biztosítható legyen az egyenletes alapjárat.

Hideg motornál a sűrűdési ellenállások nagyobbak. Alapjáratban ezeket járulékosan le kell győzni. Ebből a célból lehetővé kell tenni, hogy a motor a fojtószelep megkerülésével a pótlevegőreteszen át több levegőt szívjon. Ezt a többletlevegőt a légmennyiségmérő méri, és az üzemanyag-adagolásnál figyelembe veszi. Így a motor végeredményben több keveréket kap. Ezzel a művelettel hideg motornál megfelelő alapjáratú stabilizálás érhető el.

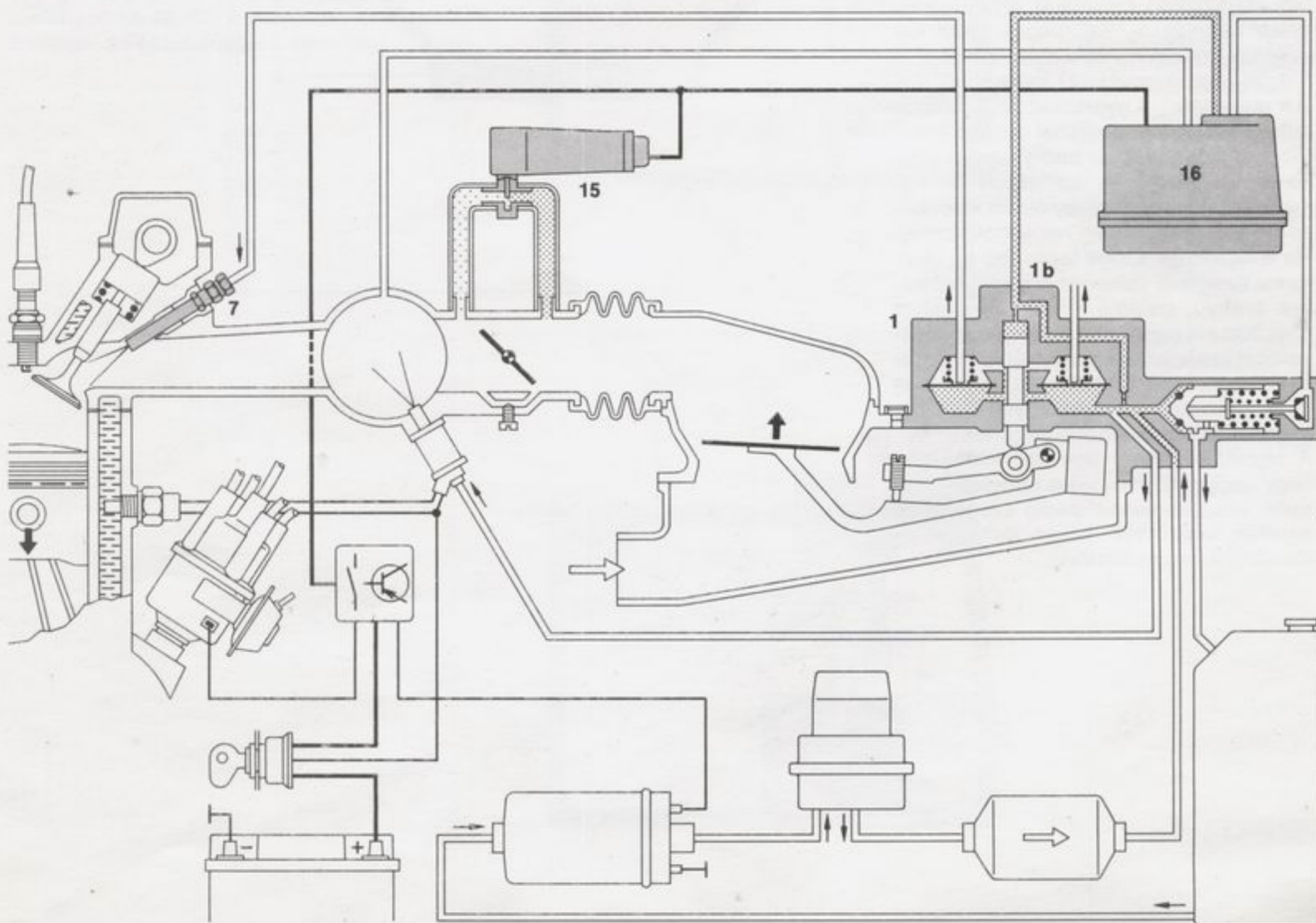
A pótlevegőretesz egy áramlási keresztmetszetet szabályoz, amelyet egy bimetall működtet a megkerülő légvezetékben. Átbocsátó keresztmetszete a hőmérséklet függvényében úgy áll be, hogy hidegindításnál megfelelően nagyobb, amely a motorhőmérséklet növekedésével fokozatosan csökken, míg végül teljesen lezár. A bimetall villamos fűtéssel van ellátva. Ezzel a retesz nyitvatartási időtartama a motor típusa szerint korlátozható. A pótlevegőretesz beépítési helyét úgy választották meg, hogy átvegye a motor hőmérsékletét. Ezzel biztosítható, hogy meleg motornál a pótlevegőretesz ne lépjen működésbe.



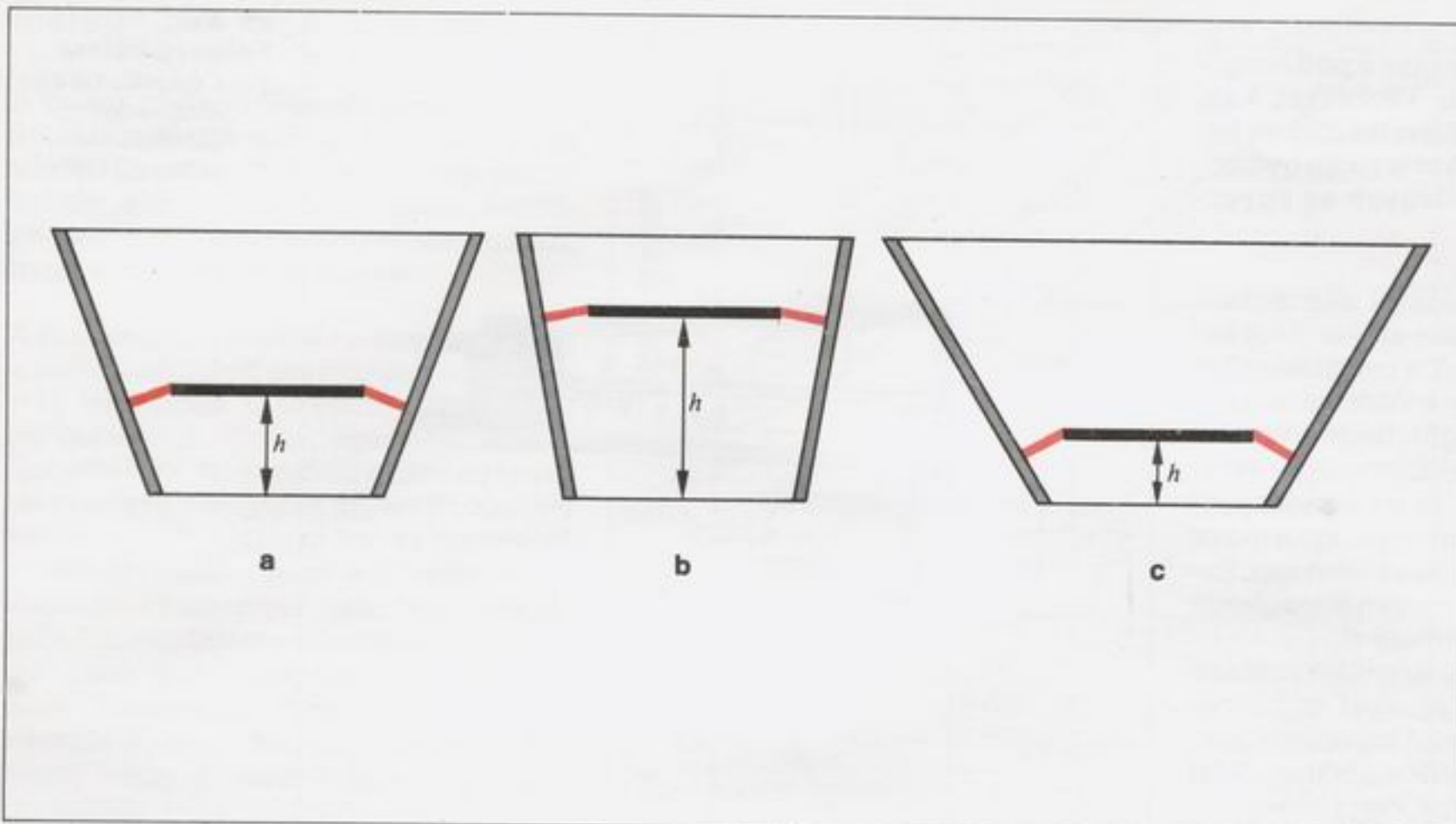
**29. ábra.**  
**Pótlevegőretesz**  
1 Légcsatorna a to-  
lóretesszel  
2 Bimetall  
3 Villamos fűtés

**30. ábra.**  
**Melegedési keve-  
rékdúsítás**

- 1 Keverék-  
szabályozó
- 1/b Üzemanyag-  
elosztó
- 7 Befecskendező-  
szelep
- 15 Pótlevegőretesz
- 16 Melegedés-  
szabályozó








31. ábra.  
A légtölcsér kúpszögének befolyása a torlótárcsa kitérésére, azonos légátáramlás esetén

- A légtölcsér alapformája  $h$  elmozdulást eredményez.
- Meredekebb légtölcsér-alaknál, azonos légmennyiségnél nagyobb  $h$  elmozdulás adódik.
- Laposabb légtölcsér-alaknál, azonos átáramló légmennyiségnél a  $h$  elmozdulás kisebb lesz.

 A torlótárcsa által szabadon hagyott körgyűrűfelület (a-nál, b-nél és c-nél azonos).

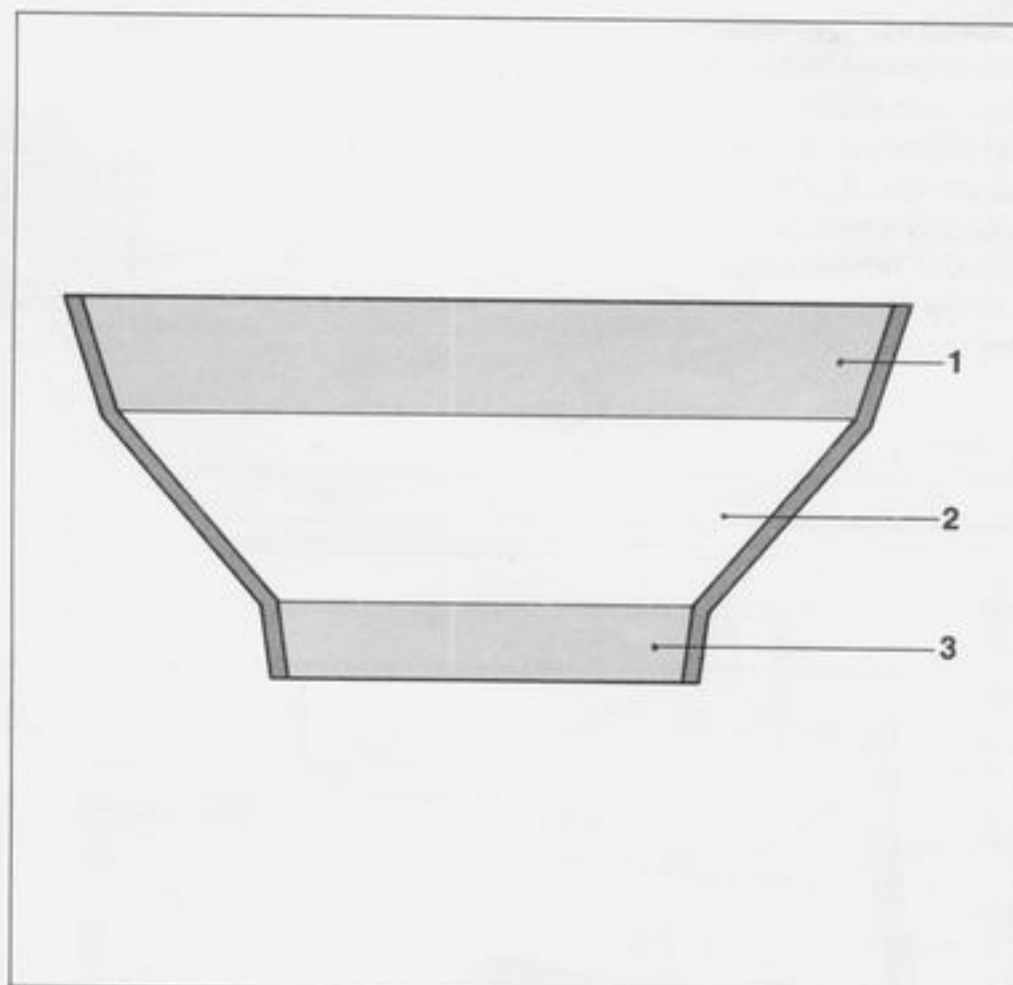
## Terhelési állapotok

A keveréket az üzemi feltételekhez – alapjárat, részterhelés, teljes terhelés – a légtölcsér megfelelő kialakításával illesztik.

A légtölcsér konstans kiképzése esetén a légmennyiségmérő teljes lökettartományában (méréstartomány) azonos minőségű keverék képződik.

Amint azt már említettük, bizonyos üzemi tartományokban – alapjárat, részterhelés, teljes terhelés –, szükséges, hogy az ezeknek az üzemi tartományoknak legmegfelelőbb összetételű keverékkel lássuk el a motort. A gyakorlatban ez alapjáratban és teljes terhelésnél dúsabb keveréket, részterhelésnél pedig szegényebb keveréket jelent. A korrekciót a légmennyiségmérőben a légtölcsér különböző szögű kúposágával valósíthatjuk meg. Ha a légtölcsér szöge laposabb az alapforma szögénél (amelyet egy meghatározott arányú, például  $\lambda = 1$  keverékhez állapítottunk meg), akkor szegényebb keveréket kapunk. Az alapformánál meredekebb kúpszögnél a torlótárcsa jobban meg fog emelkedni, az üzemanyagadag nagyobb, a keverék tehát dúsabb lesz.

A légtölcsért tehát úgy kell kialakítani, hogy alapjáratban és teljes terhelésnél dúsabb, részterhelésnél pedig szegényebb keverék képződjék (teljes terhelési és alapjáratú keverékdúsítás).



32. ábra.  
Tölcsérmódosítók a légmennyiségmérőn

- Teljes terheléshez
- Részterheléshez
- Alapjáratához

**Keverékdúsítás vezérlőnyomás-csökkentéssel**

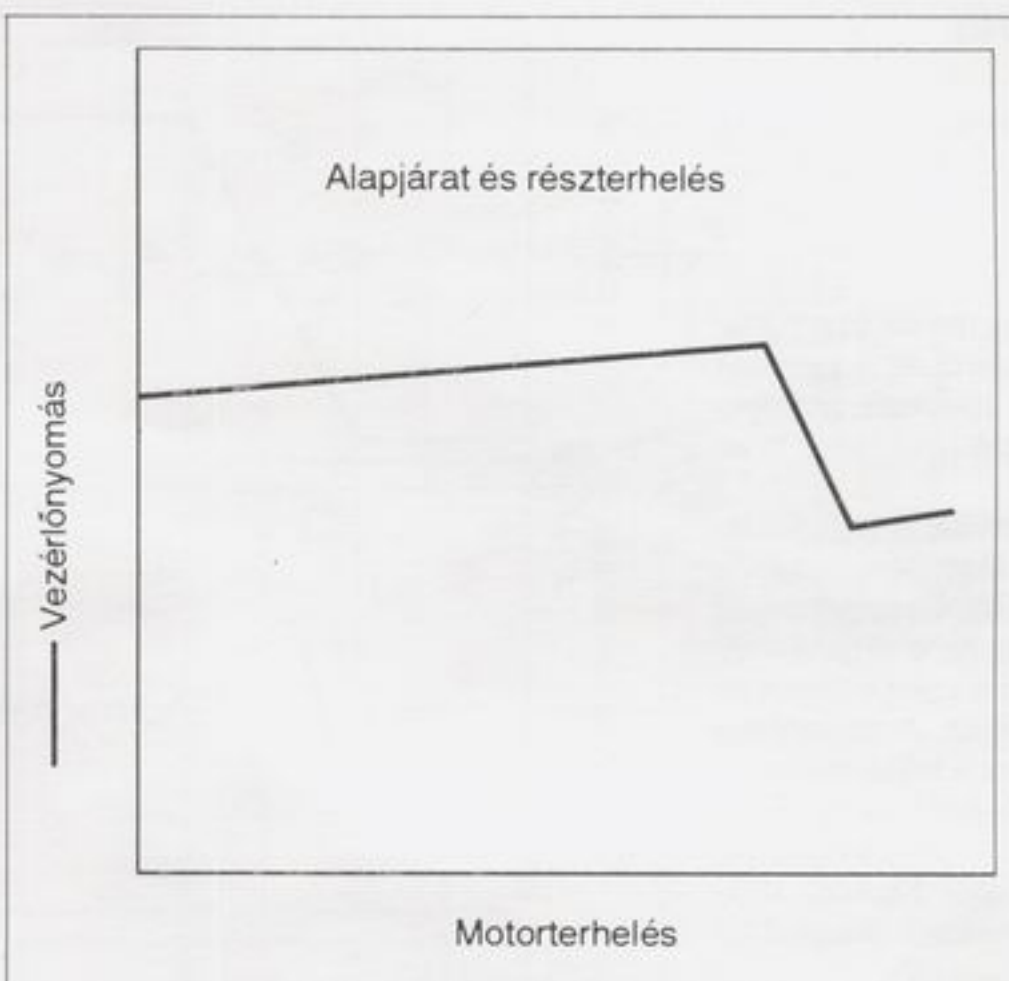
Ha a motorok a részterhelési tartományban nagyon szegény keverékkel üzemelnek, akkor teljes terhelésnél a keverékminőség módosítása céljából a légtölcser alakjának segítségével dúsításnak kell bekövetkeznie.

Ezt a feladatot az erre a célra speciálisan kialakított melegedésszabályozó veszi át, amely a szívócsőben uralkodó nyomás függvényében szabályozza a vezérlőnyomást.

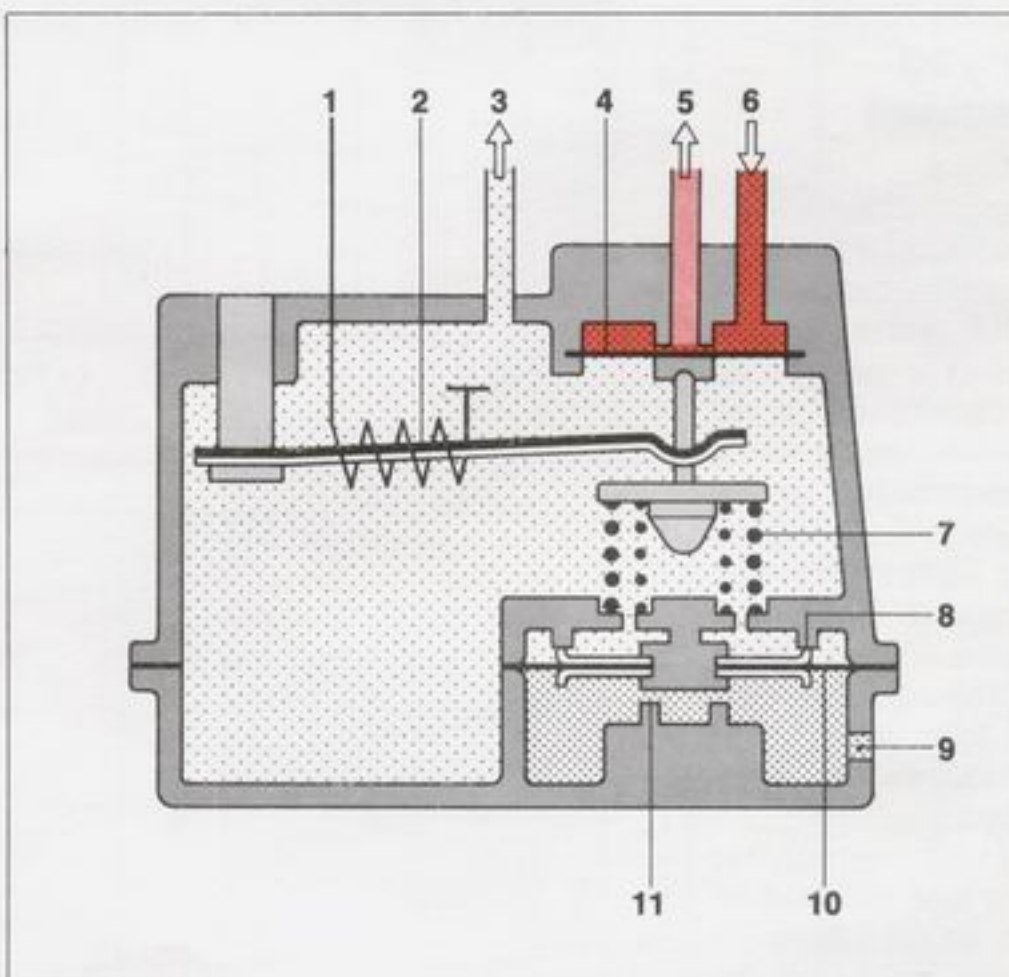
A melegedésszabályozónak ennél a változatánál egy helyett két szeleprugót alkalmaznak. A külső szeleprugó, mint a normális melegedésszabályozónál, a szelepházra támaszkodik. A belső szeleprugó ezzel szemben egy membránra. Ez a membrán a melegedésszabályozót felső és alsó kamrára osztja. A felső kamra a fojtószelep után csővezetékkel össze van kötve a szívócsővel. Ezért ebben a térben a szívócsőnyomás hat. Az alsó kamra, a kiviteltől függően, közvetlenül a külső levegővel vagy egy második csővezetéken át, a légszűrővel áll összeköttetésben.

Alapjáratban és részterhelésnél a kis szívócsőnyomás a membránt a felső ütközésig emeli. Ezáltal a belső rugó teljesen elő van feszítve. A két rugó előfeszítése ezzel meghatározza az ezekhez a terhelési tartományokhoz szükséges vezérlőnyomás értékét. Teljes terhelésnél a fojtószelep teljes nyitásával a nyomás a szívócsőben megnő, a membrán elhagyja a felső ütközőt, és az alsó ütközőre fog felülni.

A belső szeleprugó tehermentesül, a vezérlőnyomás az előre megadott értékre csökken, és ezzel dúsítja a keveréket.

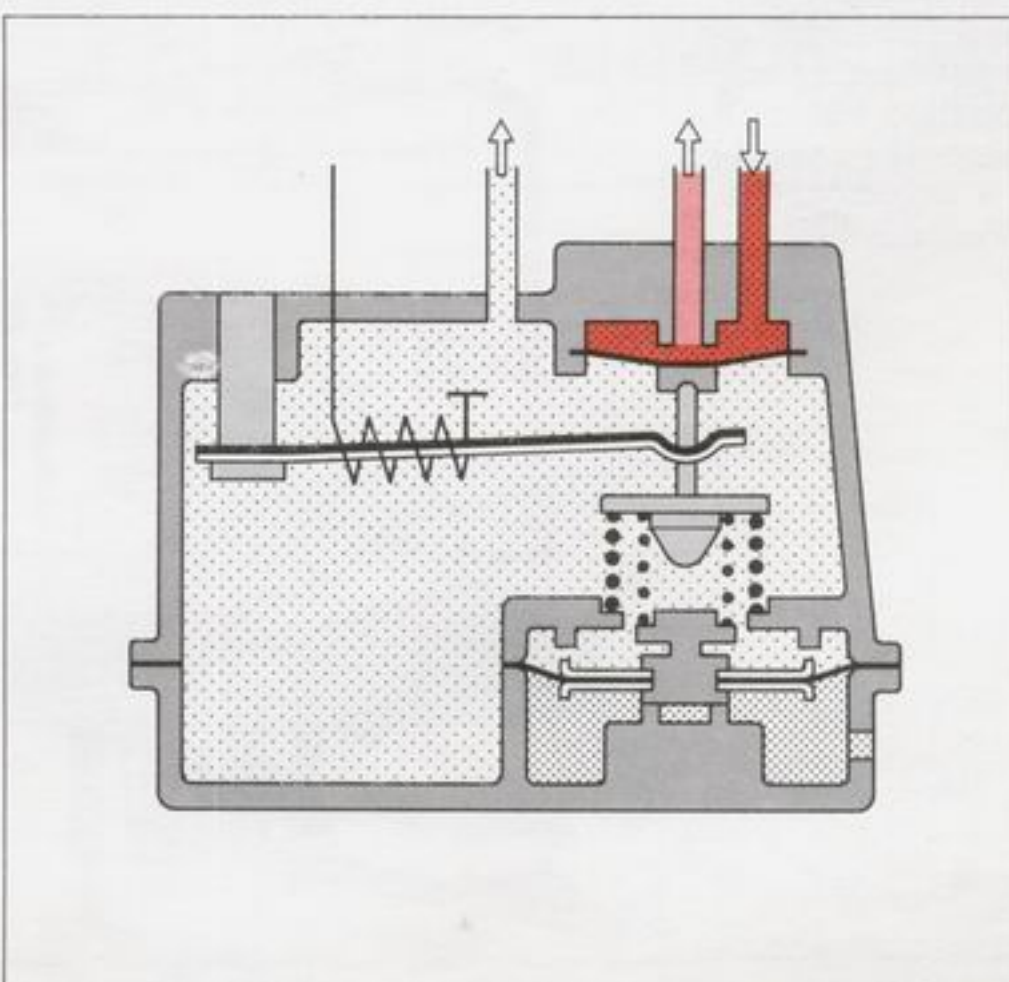


33. ábra.  
A vezérlőnyomás függése a motorterheléstől



34. ábra.  
Melegedésszabályozó (vezérlőnyomás-szabályozó) a teljesterhelés-membránnal, alapjáratban és részterhelésnél

- 1 Villamos fűtés
- 2 Bimetall
- 3 Vákuumsatlakozás (a szívócsőtől)
- 4 Szelepmembrán
- 5 Visszafolyás az üzemanyag-tartályba
- 6 Vezérlőnyomás (az elosztótól)
- 7 Szeleprugók
- 8 Felső ütköző
- 9 Szellőző
- 10 Membrán
- 11 Alsó ütköző



35. ábra.  
Melegedésszabályozó (vezérlőnyomás-szabályozó) a teljesterhelés-membránnal, teljes terhelésnél

## Átmeneti működés

Gyorsításkor a torlótárcsa túllendülése következtében kedvező átmeneti működés adódik.

### Gyorsítás

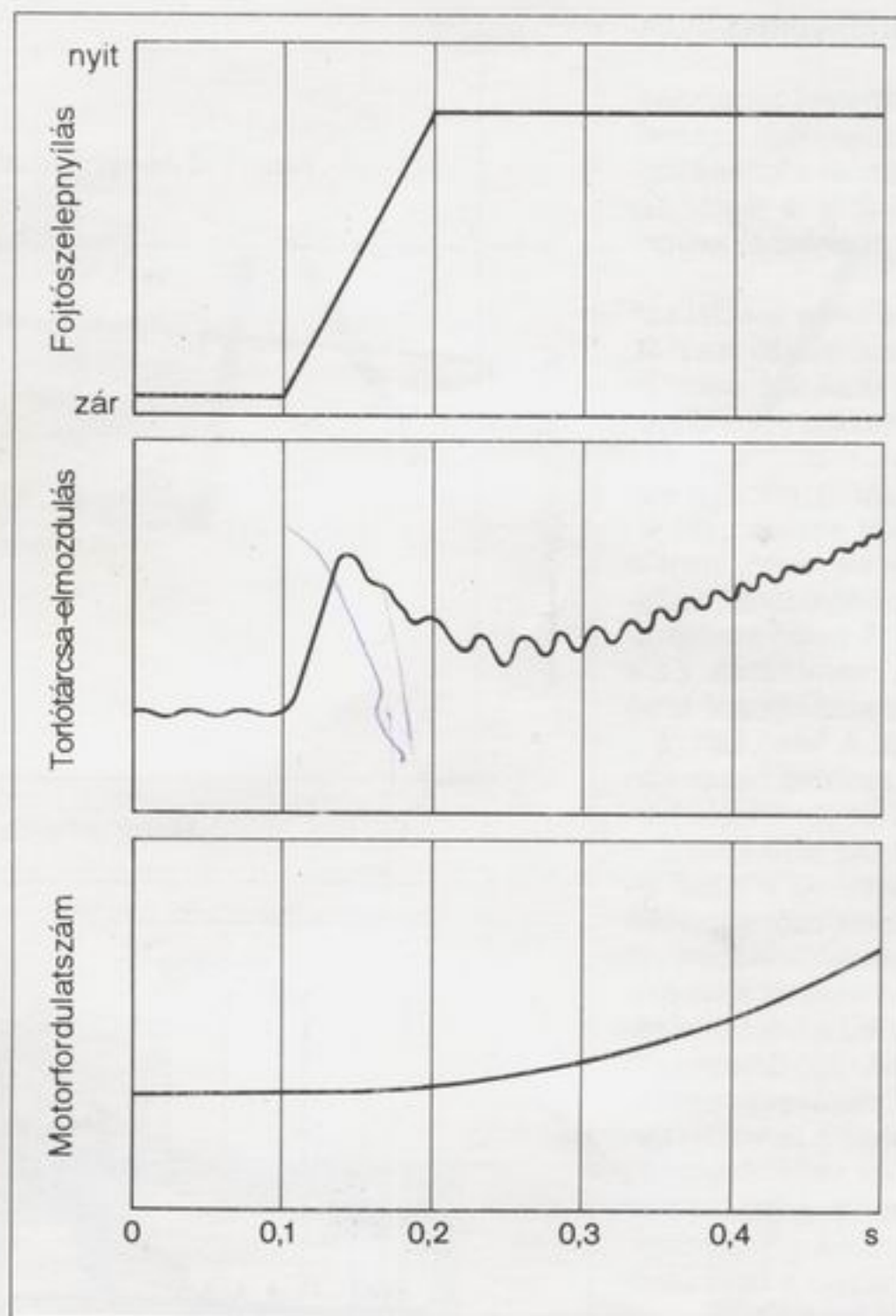
Egyik üzemállapotról egy másik üzemállapotra való átmenet alkalmával a keverék minőségében eltérések adódnak, amelyeket a menettulajdonságok javítására ki lehet használni.

Ha állandó fordulatszámnál a fojtószelepet hirtelen kinyitjuk, a légmennyiségmértől egyrészt átáramlik az égéstérbe jutó légmennyiség, valamint az a légmennyiség is, amely szükséges a szívócsőben az új nyomásszint eléréséhez. A torlótárcsa rövid időre túl fog lendülni a teljes fojtószelepnyílásnak megfelelő helyzetén. Ez a túllendülés nagyobb üzemanyag-adagolást eredményez (gyorsítási dúsítás), amivel igen kedvező átmeneti viselkedést lehet elérni.

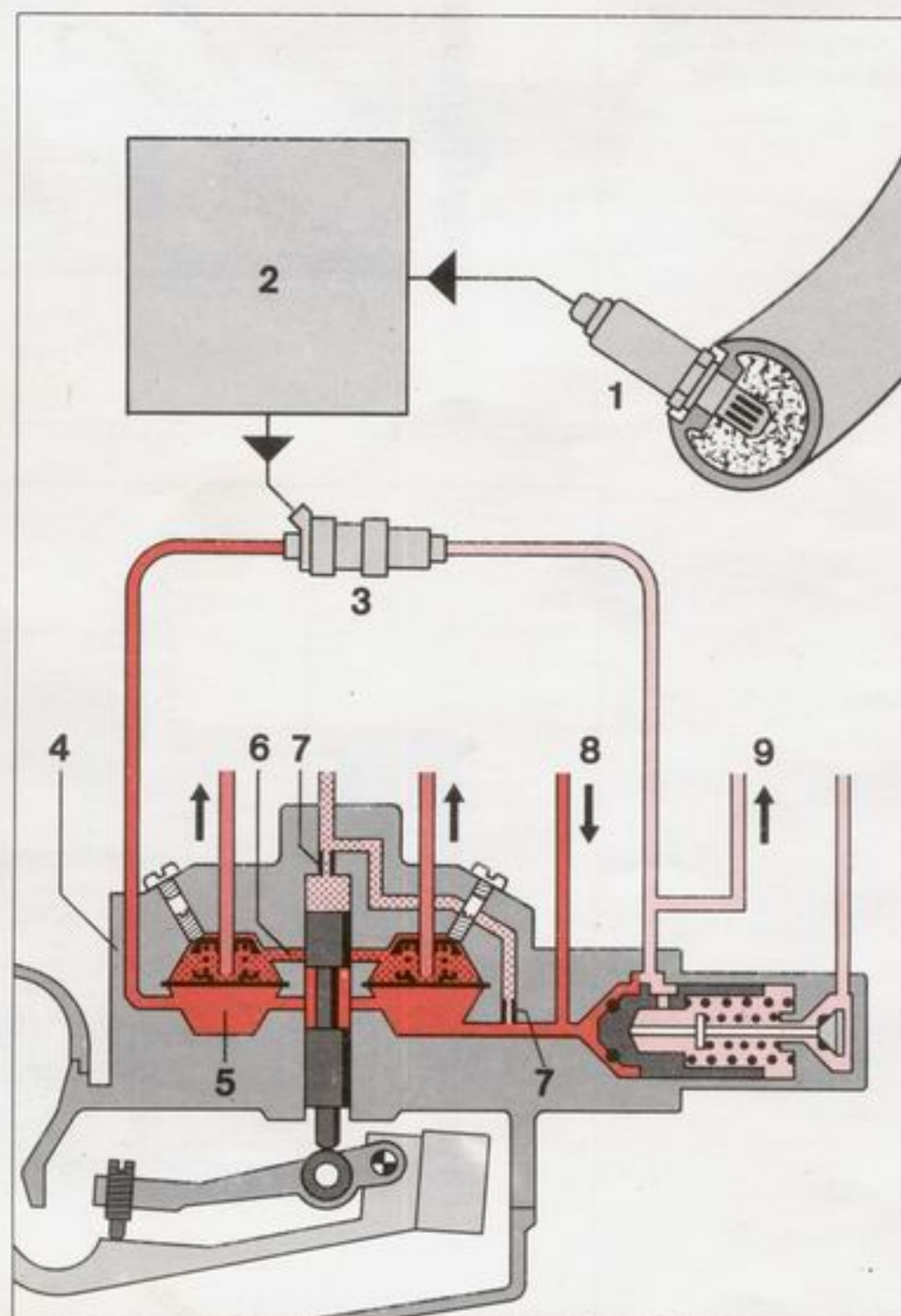
## A levegő/üzemanyag keverék befolyásolása

Hogy a befecskendezett üzemanyag-mennyiséget a megkívánt  $\lambda = 1$  levegő/üzemanyag arányhoz illeszthessük, az üzemanyag-elosztó alsó kamráiban a nyomást változtatni kell. Ha például az alsó kamrák nyomását csökkentjük, a vezérléseken a nyomáskülönbség emelkedik, miáltal a befecskendezett üzemanyag-mennyiség növekedni fog. Hogy az alsó kamrák nyomását változtathassuk, ezek a kamrák – a normális K-Jetronic-elosztókkal összehasonlítva – egy állandó fojtón át a rendszernyomástól el vannak választva. Egy további fojtó összeköttetést létesít az alsó kamrák és az üzemanyag-visszavezetés között.

Ez utóbbi fojtás mértéke változtatható. Ha nyitva van, a nyomás az alsó kamrákban csökken. Ha zárva van, az alsó kamrákban a nyomás a rendszernyomás szintjére emelkedik. Ha ezt a fojtót gyors ütemben nyitjuk és zárjuk, a nyitási és zárási időtartamok viszonyának megfelelően az alsó kamrák nyomása változtatható. Változtatható fojtóként elektromágneses szelepet alkalmaznak, amelyet a lambda-szabályozó vezérel villamos impulzusokkal.



36. ábra.  
Gyorsítási folyamat  
A K-Jetronic viselkedése a fojtószelep gyors nyitásakor



37. ábra.  
Kiegészítő alkatrészek a lambda-szabályozáshoz

- 1 Lambda-szonda
- 2 Lambda-szabályozó
- 3 Ütomszelep (változtatható állású fojtó)
- 4 Üzemanyag-elosztó
- 5 A nyomásszabályozó szelepek alsó kamrája
- 6 Vezérlőrészek
- 7 Elválasztó fojtó (állandó helyzetű fojtó)
- 8 Üzemanyag-hozzávezetés
- 9 Üzemanyag-elvezetés

# Elektromos kapcsolás

Ha a motor bekapcsolt gyújtásnál leáll, az üzemanyag-szivattyú kikapcsolódik.

A K-Jetronic berendezésnek villamos alkatrészei is vannak, mint az üzemanyag-szivattyú, a melegésszabályozó, a pótlevegőretesz, a hidegindító szelep és a hő-idő kapcsoló. Ezeket az alkatrészeket vezérlőrelé működteti, amelyet a gyújtáskapcsoló kapcsol be.

A kapcsolási feladatokon kívül a vezérlőrelének biztonsági funkciója is van. Egy gyakran alkalmazott kapcsolási változatot a következőkben ismertetünk.

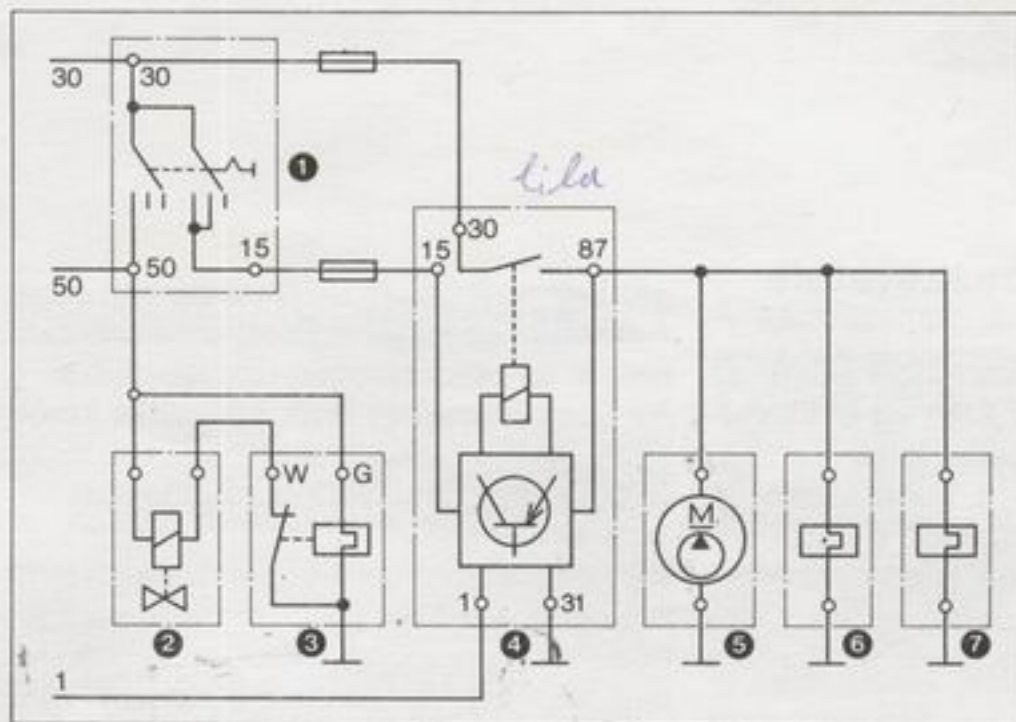
## Működés

A motor hidegindításakor a gyújtáskapcsoló az 50 jelű kapcsán át feszültséget ad a hidegindító szelepre és a hő-idő kapcsolóra. Ha az indítási folyamat kb. 8...15 s-nál hosszabb, az hő-idő kapcsoló kikapcsolja a hidegindító szelepet, ezáltal a motor nem "fullad le". A hő-idő kapcsoló ebben az esetben az időkapcsoló szerepét tölti be.

Ha indításkor a motor hőmérséklete meghaladja a +35°C-t, akkor az időkapcsoló az összeköttetést a hidegindító szelep felé bontja, és így a hidegindító nem fecskendez be többlet üzemanyagot. A hő-idő kapcsoló ebben az esetben hőkapcsolóként működik.

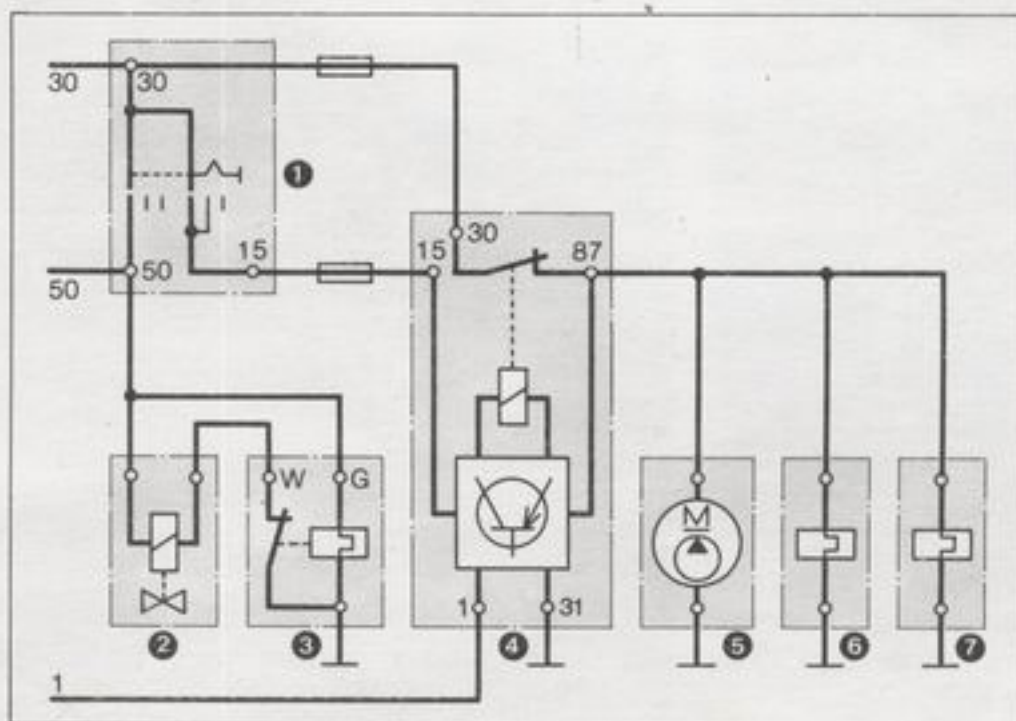
A gyújtáskapcsoló ezenkívül feszültség alá helyezi a vezérlőrelét, amely mindaddig bekapcsolva marad, amíg a motor jár. A bekapcsolva tartáshoz elegendő az a fordulatszám, amelyet az indítómotor által megforgatott motor elér. A motor forgásának ismertetőjeléül a gyújtótekercs 1 jelű kapcsáról vett impulzusok szolgálnak.

Az impulzusokat a vezérlőrelében lévő elektronika kiértékeli. Az első impulzus után a vezérlőrelé bekapcsol, és feszültséget ad az üzemanyag-szivattyúnak, a pótlevegőretesznek és a melegésszabályozónak. A vezérlőrelé bekapcsolva marad, amíg a gyújtás be van kapcsolva, és a motor jár. Ha a gyújtótekercs 1 kapcsáról jövő impulzusok elmaradnak, mivel a motor megállt (például balesetnél), a vezérlőrelé kb. 1 s elteltével az utolsó impulzus után kikapcsol. Ez a biztonsági kapcsolás gátolja meg, hogy az üzemanyag-szivattyú álló motornál, bekapcsolt gyújtás mellett üzemanyagot szállítson.



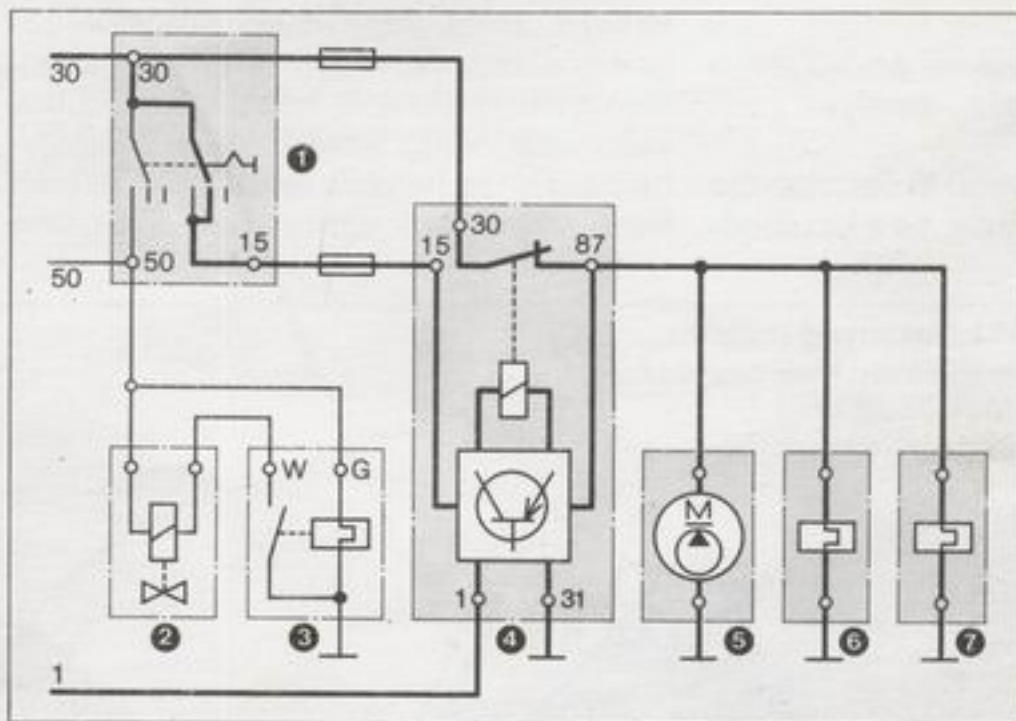
38. ábra. Kapcsolás nyugalmi helyzetben

- 1 Gyújtáskapcsoló
- 2 Hidegindító szelep
- 3 Hő - idő kapcsoló
- 4 Vezérlőrelé
- 5 Üzemanyag-szivattyú
- 6 Melegésszabályozó
- 7 Pótlevegőretesz



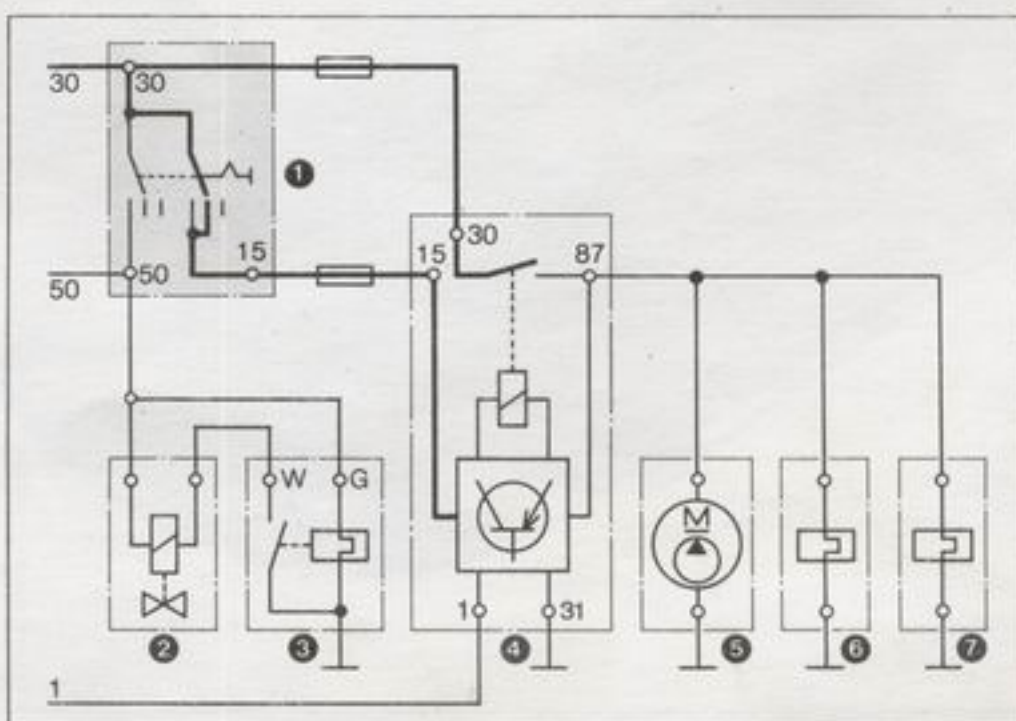
39. ábra. Motorindítás (hideg motor)

Hidegindító szelep és a hő - idő kapcsoló bekapcsolva. A motor forogni kezd (impulzusok a gyújtótekercs 1 kapcsán). Üzemanyag-szivattyú, pótlevegőretesz és a melegésszabályozó működik



40. ábra. Üzem

Gyújtás bekapcsolva, a motor jár. Vezérlőrelé, üzemanyag-szivattyú, pótlevegőretesz és a melegésszabályozó bekapcsolva



41. ábra. Gyújtás bekapcsolva, a motor nem jár. Nincs impulzus a gyújtótekercs 1 kapcsán. Vezérlőrelé, üzemanyag-szivattyú, pótlevegőretesz és a melegésszabályozó kikapcsolva

# Kipufogógáz-technika

## A kipufogógáz összetétele

Valamely motor munkahengereiben az üzemanyag még akkor sem ég el tökéletesen, ha a levegő oxigénje fölös mennyiségben áll rendelkezésre. Minél tökéletlenebb az égés, annál nagyobb a kipufogógáz károsanyag-tartalma. A környezetterhelés csökkentése érdekében az Otto-motor kipufogógáz-összetételét javítani kell.

A károsanyag-kibocsátás csökkentésére vonatkozó különböző törvényes előírások arra irányulnak, hogy a lehető legkisebb üzemanyag-fogyasztással a menetteljesítmény és a menettulajdonságok jó értékei mellett a károsanyag-kibocsátás minimális legyen.

Egy Otto-motor kipufogógáza, nagy százalékos arányú ártalmatlan alkotórész mellett, olyan anyagokat is tartalmaz, amelyek – különösen nagyobb koncentrációban – a környezetre káros. Ez a kipufogógáznak kb. egy százalékát teszi ki és a következő összetevőkből áll: szén-monoxid (CO), nitrogén-oxidok (NO<sub>x</sub>) és szénhidrogének (CH). A legnagyobb gondot egyrészt a levegő/üzemanyag aránnyal ellentétesen változó koncentrációjú CO és CH jelenti, másrészt az NO<sub>x</sub>.

### Fő összetevők

A kipufogógáz fő összetevői a nitrogén, a szén-dioxid és a vízgőz, amelyek nem mérgezőek.

Nitrogén (N<sub>2</sub>) mint a levegő fő összetevője az égésben nem vesz részt, és a kipufogó-

gáz legnagyobb részét (71%-át) képviseli. A nitrogén az oxigénnel csekély mértékben reagál, és ekkor nitrogén-oxid keletkezik.

Az üzemanyagban lévő, kémiaileg kötött szén teljes elégeésekor szén-dioxidot (CO<sub>2</sub>) képez, amely a kipufogógáznak kb. 14%-át alkotja.

Az üzemanyagban lévő kémiaileg kötött hidrogén vízgőzzé (H<sub>2</sub>O) ég el, amely lehűléskor nagyobb részét kondenzálódik (hideg napokon gőzfelhőként, látható módon távozik a kipufogógázból).

### Mellékösszetevők

A mellékösszetevők – a szén-monoxid, a szénhidrogének és a részben oxidált szénhidrogének a tökéletlen égés következményeként keletkeznek, míg a nitrogén-oxidok az égési folyamatok során a levegővel végbement melléreakciók következtében képződnek.

A szén-monoxid (CO) színtelen, szagtalan gáz. Csökkenti a vér oxigénfelvétel képességét, és ezáltal a test mérgezését okozza. Ezért nem szabad zárt térben füstgázszívó berendezés nélkül a motort járattatni.

A szénhidrogének az üzemanyag elégtelen összetevőiből állnak, vagy az égés során képződnek.

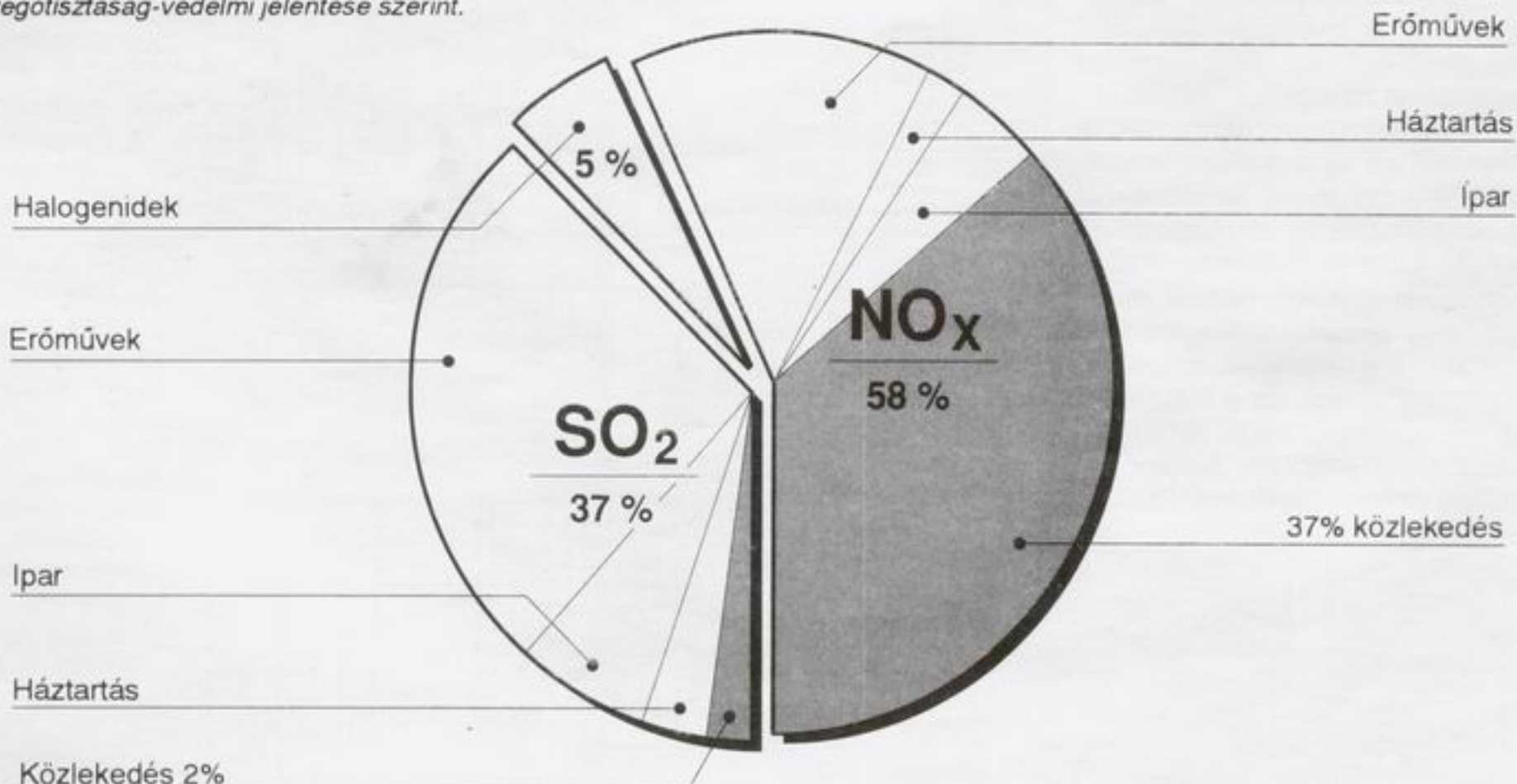
Az alacsony forráspontú alifás (nyílt szénláncú szerves vegyületek) szénhidrogének szagtalanok. A gyűrűs aromás szénhidrogének (benzol, toluol, policiklusos szénhidrogének) szaglás útján felismerhetők. Tartós behatás (expozíció) esetén kissé rákkeltőnek számítanak. A részben

oxidált szénhidrogének (aldehidek, ketonok stb.) szaga kellemetlen, és napfény hatására olyan vegyületeket képeznek, amelyek meghatározott koncentráció és tartós expozíció esetén rákkeltőnek számítanak.

NO<sub>x</sub>-szel a nitrogén-oxidok (főként NO és NO<sub>2</sub>) keverékét jelöljük, amely a levegő nitrogénjéből és oxigénjéből keletkezik nagy hőmérsékleten.

Az NO színtelen, szagtalan, és a levegőben lassan NO<sub>2</sub>-vé alakul. Az NO<sub>2</sub> tiszta formában vörösesbarna, szúrós szagú gáz. A kipufogógázban és az erősen szennyezett levegőben előforduló koncentrációk esetén az NO<sub>2</sub> nyálkahártya-irritációt okoz.

42. ábra. A "savas eső" károsanyag-tartalma, a természetes emissziók figyelmen kívül hagyásával, a Szövetségi Kormány 1988.07.28 keltű 4. levegőtisztaság-védelmi jelentése szerint.

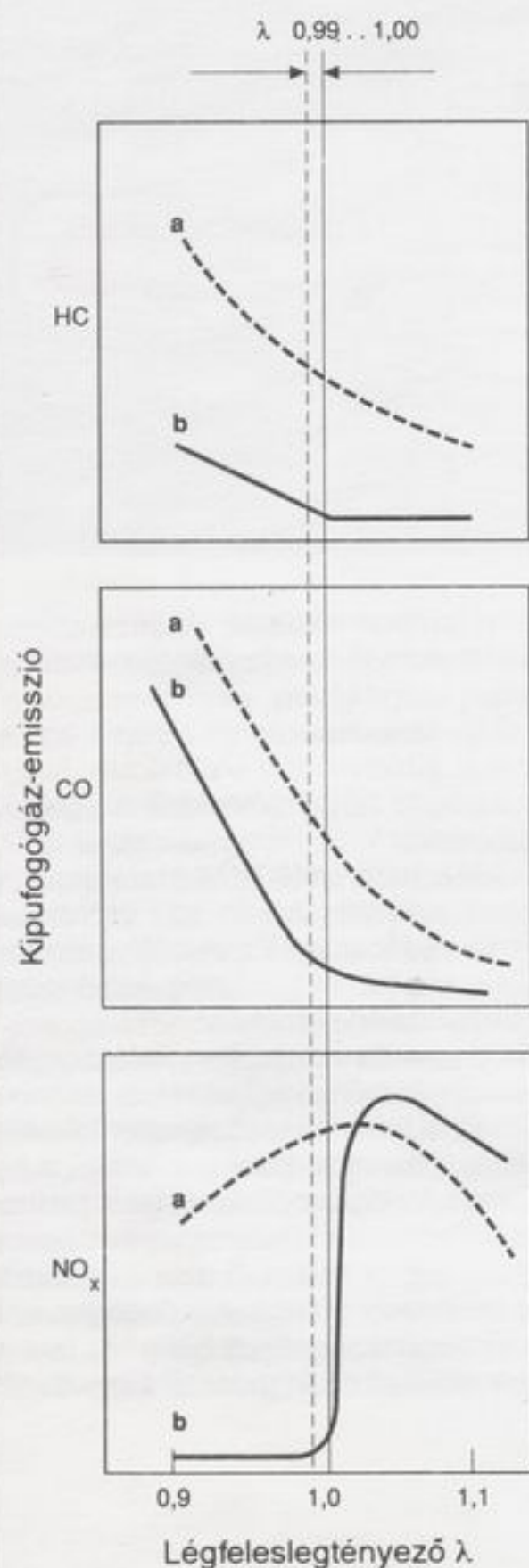


**43. ábra. A lambda-szabályozással végzett katalitikus kipufogógáz-utókezelés hatásossága**

CH (a diagramban HC) = szénhidrogének  
CO = szén-monoxid  
NO<sub>x</sub> = nitrogén-oxidok

Optimális keverékbeállítási tartomány:  
 $\lambda = 0,99-1,0$ ; károsanyag-összetevő  
a) utókezelés nélkül  
b) utókezeléssel

A károsanyag-kibocsátást a keverék összetételével és utókezeléssel befolyásolják. A nagy pontosságú szabályozás jelentősége felismerhető a káros CO-tartalom erős növekedésével, közvetlenül a  $\lambda = 1,00$  határ alatt, valamint az ugyancsak ártalmas NO<sub>x</sub> ugrásszerű növekedésével szorosan a  $\lambda = 1,00$  érték felett.



**Katalizátoros utókezelés**

Valamely motor kipufogógázának tulajdonságait három helyen lehet befolyásolni. Az első beavatkozási lehetőség a motor előtt, a keverékképzésnél, a második a motorral kapcsolatos intézkedéseknél (pl. optimális égéstér), a harmadik a motor kipufogójánál, a kipufogógáz utókezelésénél adódik. A motor kipufogóoldala azért fontos, hogy a még nem teljesen elégett üzemanyag tökéletesen el legyen égetve. Erre szolgál a katalizátor. A katalizátor a CO-t, ill. a CH-t veszélytelen szén-dioxidá és vízzé utóégeti, és egyidejűleg közömbös nitrogénné redukálja a kipufogógázban lévő nitrogén-oxidokat.

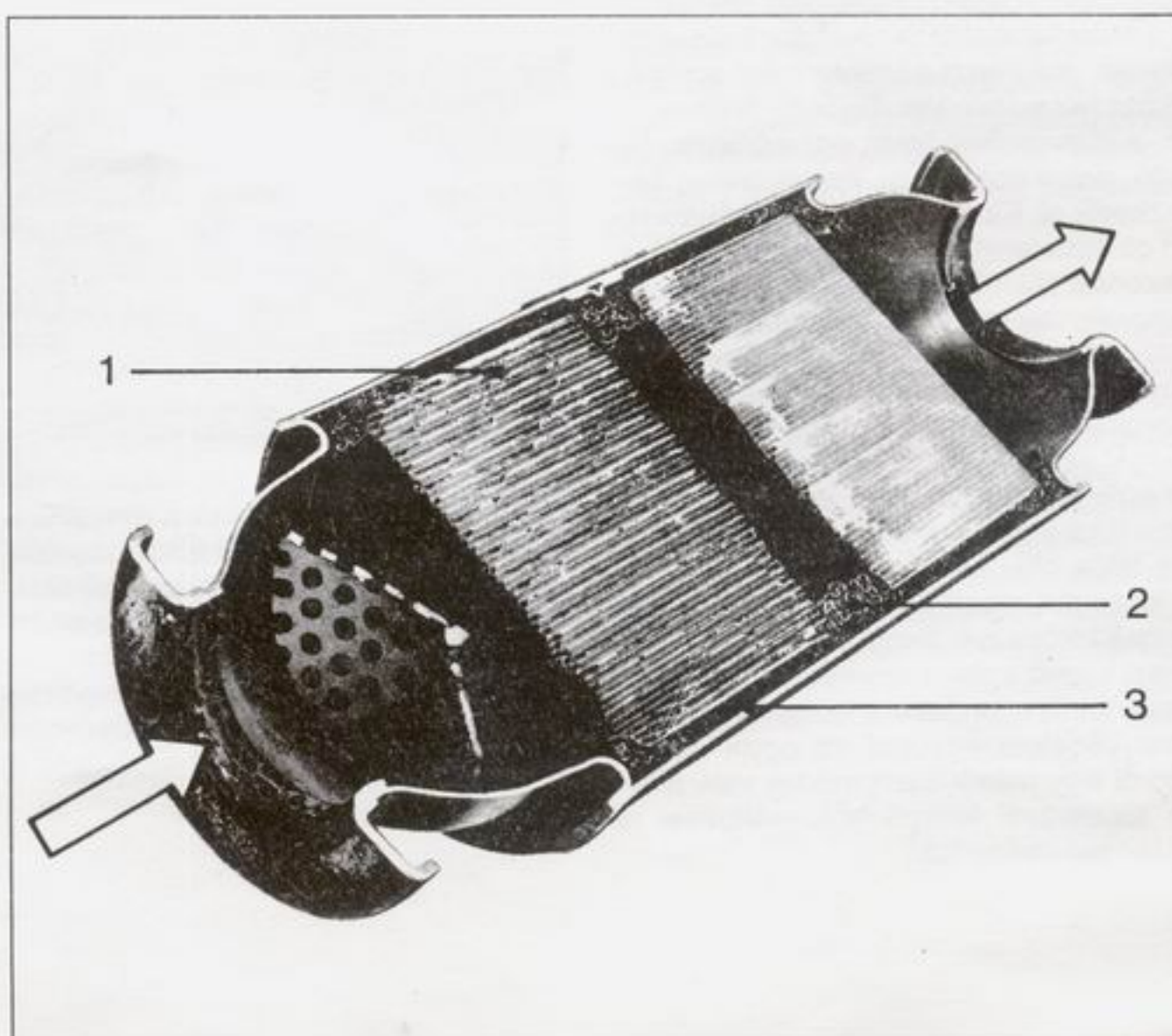
A katalizátoros utókezelés lényegesen hatásosabb, mint például a káros anyagok termikus utóégetése közvetlen módszerrel, forró lángban. Katalizátor segítségével a káros anyagoknak több mint 90%-a ártalmatlan anyagokká alakítható.

A háromutas (háromcélú) katalizátor mind a három káros anyagot, a CO-t, a CH-t és az NO<sub>x</sub>-t egyidejűleg lebontja.

A katalizátor egy kerámia csőköteg, nemesfémekkel, leginkább platínával és ródiummal bevonva.

**44. ábra. Katalizátor**

- 1 Kerámia, katalitikusan aktív anyagú bevonattal
- 2 Acélforgács beágyazás és hangtompítás céljára
- 3 Katalizátorház



A katalizátoron átáramló füstgáz káros anyagainak kémiai lebontását a platina és a ródium gyorsítja. A katalizátorok alkalmazása megköveteli az ólommentes benzín használatát, mivel az ólom tönkreteszi a nemesfémek katalitikus hatását.

A katalitikus eljárás feltétele, hogy a keverék összetétele optimális legyen. Ennek, vagyis a sztöchiometrikus összetételű keveréknek jellemzője a  $\lambda = 1,0$  légfeleslegtényező. Csak ennél a légfeleslegtényezőnél működik a katalizátor jó hatásokkal. Már egy százalékos eltérés is jelentősen befolyásolja az utókezelést. A keverék összetétele semmiféle keverékvezérléssel sem tartható szűk hatások között; ehhez ugyanis pontos és közel tehetlenségmentes keverékszabályozásra van szükség. Ez azért van így, mert noha a keverékvezérlés a szükséges üzemanyag-mennyiséget számítja ki és adagolja, de az eredményt nem ellenőrzi. A keverékszabályozás ezzel szemben méri a kipufogógáz összetételét és a mérés eredményét felhasználja a számított üzemanyag-mennyiség korrigálásához.

## Lambda-szabályozás

### Lambda-szonda

A lambda-szonda tájékoztató jelet ad a vezérlőegység felé a kipufogógáz pillanatnyi összetételéről.

A lambda-szonda a motor kipufogócsövében olyan helyen van elhelyezve, ahol a motor teljes üzemi tartományában a szonda működéséhez szükséges hőmérséklet uralkodik.

### Működésmód

A szonda benyúlik a kipufogógáz-áramba úgy, hogy az elektród külső oldalát a kipufogógáz körülöblíti, az elektród belső oldala pedig a külső levegővel van összekötésben.

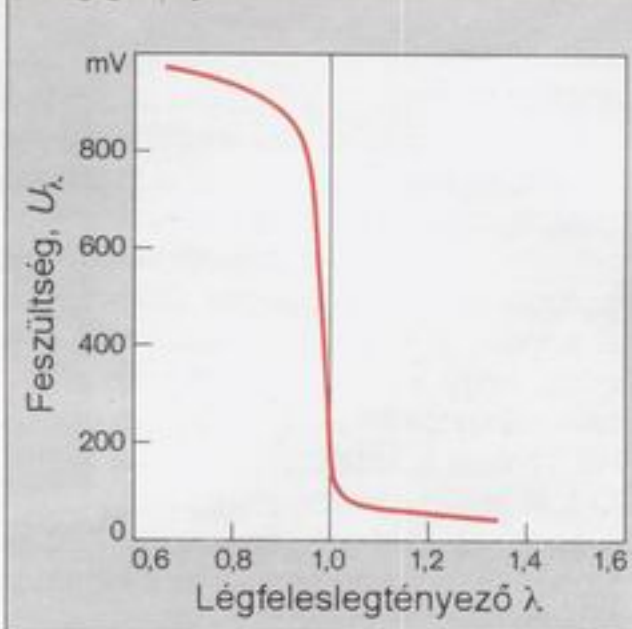
A szonda lényegében egy speciális kerámiatest, amelynek felülete gázáteresztő platinaelektródokkal van ellátva. A szonda működése azon alapul, hogy a kerámia porózus anyaga lehetővé teszi a levegő oxigénjének diffúzióját (szilárd elektrolit). A kerámia magasabb hőmérsékleten villamosan vezetővé válik. Ha az oxigéntartalom az elektród két oldalán különböző, akkor az elektródon villamos feszültség lép fel. Sztöchiometrikus levegő/üzemanyag keverék esetén  $\lambda = 1,00$  értéknél ugrásfüggvény adódik. Ez a feszültség a mérőjel.

### Felépítés

A szondakerámia egy becsavarható tokban van, és védőcsővel, valamint villamos csatlakozókkal van ellátva. A szondakerámia felületén mikroporózus platinaréteg van, amely egyrészt katalitikus hatása által a szondakarakterisztikát döntően befolyásolja, másrészt érintkezőként szolgál. A szondakerámia kipufogógáz felőli oldalán, a platinaréteg felett egy szilárdan tapadó, nagy porozitású kerámiaréteg helyezkedik el. Ez a réteg védi a platinaréteget az égéstermékek eróziós hatásától. A szonda csatlakozó oldala felett fém védőhüvely van, amelyen egy furat található a szonda szellőzésére, és egyben egy tányérrugó támasztékául szolgál. A villamos csatlakozóvezetékét szigetelő burkolaton át vezetik ki a szondából.

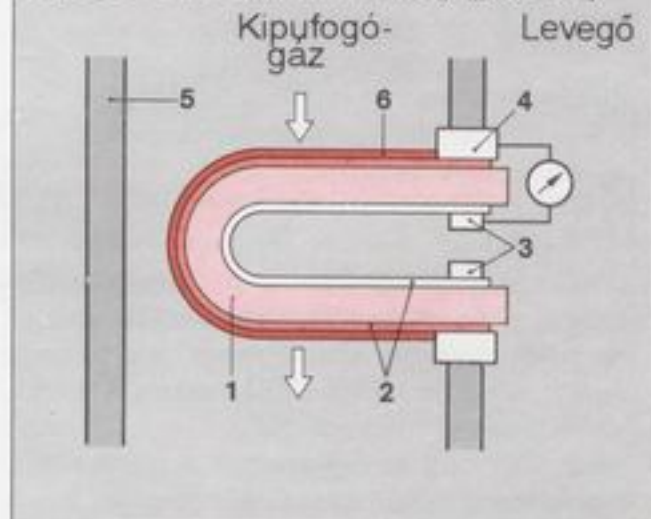
A kipufogógázban lévő égéstermékek távoltartása érdekében a szonda kipufogógáz felőli oldalán védőcső van. Ezen a védőcsővön rések vannak, amelyek úgy vannak kiképezve, hogy a kipufogógáz és az azt kísérő szilárd anyagok ne csapódhassanak a szondakerámira. E mechanikus védelem egyúttal az egyik üzemmódról egy másik üzemmódra való áttérés alkalmával fellépő hőfokváltozást is hatásosan csillapítja.

40. ábra. A lambda-szonda feszültség-jelleg-görbéje 600°C üzemi hőmérsékleten



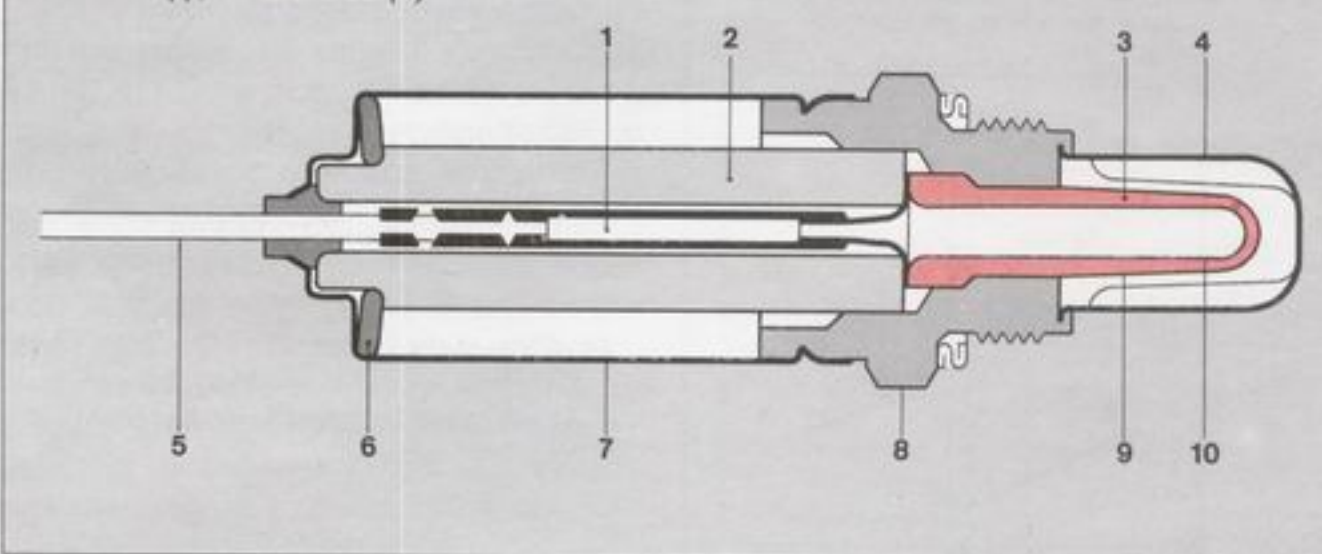
41. ábra. A lambda-szonda elhelyezése a kipufogócsőben (vázlatosan)

1 Szondakerámia, 2 Elektródok, 3 Érintkező, 4 Érintkezés a szonda tokozásával, 5 Kipufogócső, 6 Kerámia védőréteg (porózus)

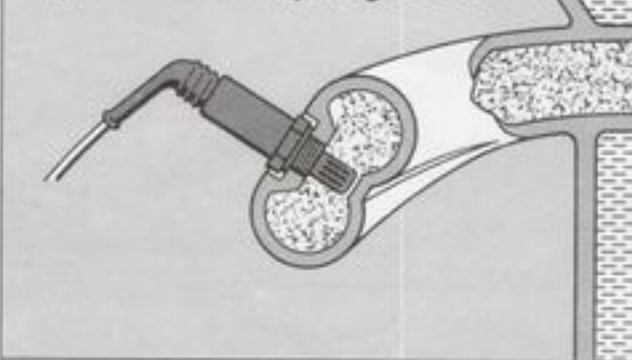


42. ábra Lambda-szonda

1 Érintkezőrész, 2 Tartókerámia, 3 Szondakerámia, 4 Védőcső (kipufogógáz-oldali), 5 Villamos csatlakozás, 6 Tányérrugó, 7 Védőhüvely (levegőoldali), 8 Tokozás (-), 9 Elektród (-), 10 Elektród (+)



43. ábra. A lambda-szonda beépítése kettős kipufogócsőbe



A szonda feszültsége és belső ellenállása a hőmérséklettől függ. Biztos szabályozási üzemmód 350°C (fűtetlen szonda), illetve 200°C (fűtött szonda) hőmérséklet felett lehetséges.

### Fűtött lambda-szonda

A fűtött szonda szerkezeti elve azonos a fűtetlen szondáéval.

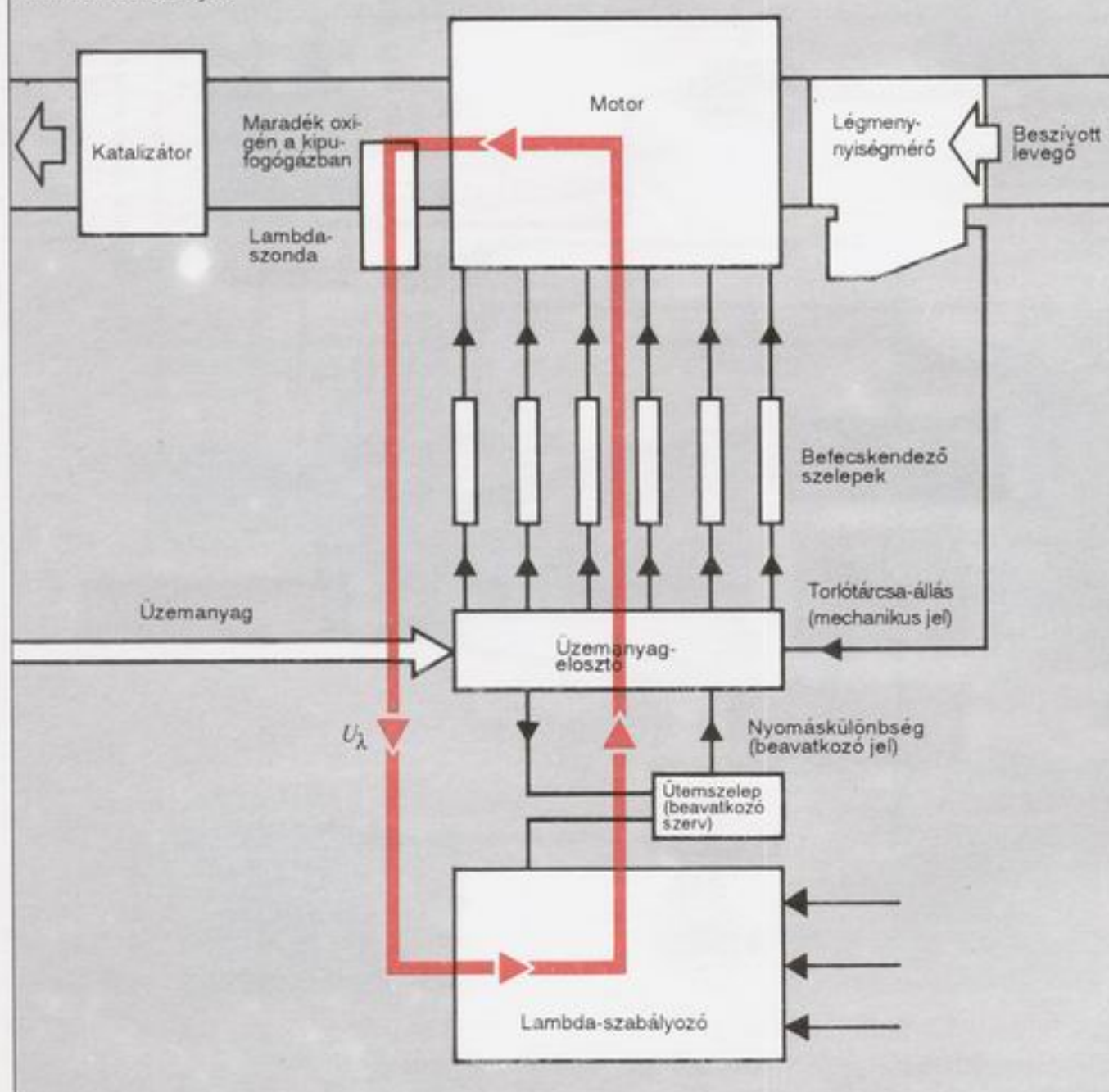
Az aktív szondakerámia belülről egy kerámikus fűtőelem fűti oly módon, hogy a kipufogógáz hőmérsékletétől függetlenül a szondakerámia hőmérséklete a 350°C működési határérték felett maradjon.

A fűtött szondának van egy csökkentett nyílású védőcsőve. Ez akadályozza meg többek között, hogy hideg kipufogógáz esetén a szonda lehűljön.

A fűtött szonda előnye, hogy alacsonyabb kipufogógáz-hőmérsékletnél is biztosan működik a keverékszabályozás (pl. alapjáratban), továbbá kisebb mértékű a függés a kipufogógáz hőmérséklet-ingadozásaitól, a lambda-szabályozás rövid bekapcsolási ideje, a kedvező szondadinamika következtében kisebb kipufogógáz-értékek és végül a rugalmas beépítési lehetőségek, a külső melegedéstől függetlenül.

44. ábra. Lambda-szabályozókör

A lambda-szabályozókör a keverékvezérlésre van ráépítve. A keverékvezérlés által megadott üzemanyag-befecskendezési mennyiséget a lambda-szabályozás optimálisan illeszti.  $U_\lambda$  a lambda-szondajel.



### Lambda-szabályozókör

A lambda-szabályozás segítségével a levegő/üzemanyag arány igen pontosan a  $\lambda = 1,00$  értéken tartható.

A lambda-szabályozás olyan többletfunkció, amellyel elvileg minden elektronikus befolyásolható keverékvezérlés kiegészíthető. Különösen előnyösen alkalmazható a Jetronic vagy a Motronic befecskendezőrendszerekkel együtt.

A lambda-szonda segítségével képezett szabályozókör kiválóan alkalmas egy meghatározott levegő/üzemanyag keverékarány felismerésére és javítására. A szabályozási elv a kipufogógázban lévő maradék oxigéntartalom lambda-szondával való mérésén alapul. A maradék oxigéntartalom a motorba bevezetett levegő/üzemanyag keverék minőségére utaló egyik érték. A kipufogócsőben elhelyezett lambda-szonda mint mérőérzékelő infor-

mációt szolgáltat arról, hogy a keverék a  $\lambda = 1,00$ -nek megfelelő értéknél dúsabb vagy szegényebb.

Eltérés esetén a szonda kimenőjelen feszültségugrás jelentkezik, amelyet a szabályozóegység kiértékel.

Az üzemanyag motorba adagolását az üzemanyag-előkészítő berendezés a lambda-szondától kapott keverékösszeállítás információinak megfelelően úgy szabályozza, hogy a levegő/üzemanyag arány  $\lambda = 1,00$ -nek megfelelő legyen. A szondafeszültség a keverék képzéséhez szükséges üzemanyag-mennyiség korrigálására szolgáló jel. A szabályozókapcsolásban előállított jelet a Jetronic berendezés beavatkozó szervei használják fel. A K-Jetronic berendezéssel (vagy porlasztórendszerekkel) végzett keverékképzésnél a keverékminőséget egy kiegészítő szabályozókészülék és egy elektroni-

kus beavatkozó szerv (vezérlőszelep) szabályozza.

Ezzel a módszerrel az üzemanyag olyan pontosan adagolható, hogy a terheléstől és a fordulatszámtól függő minden üzemi állapotban a levegő/üzemanyag arány optimális lesz. A motor tűrései és öregedési jelenségei itt semmiféle szerepet nem játszanak. A  $\lambda = 1,00$  érték felett fokozott, a  $\lambda = 1,00$  érték alatt pedig csökkentett az üzemanyag-adagolás.

Ez a folyamatos és csaknem késedelemmentes keverékbeállítás  $\lambda = 1,00$  értékre a feltétele annak, hogy az utánakapcsolt katalizátor a káros anyagokat jó hatásokkal utókezelhesse.

### Szabályozófunkciók különböző üzemi állapotban

#### Indítás

A lambda-szonda csak  $350^\circ\text{C}$  hőmérséklet felett ad kiértékelhető jelet. Amíg ezt a hőmérsékletet el nem érjük, le kell mondani a szabályozásról, és a levegő/üzemanyag keveréket egy közepes lambda értékre kell beállítani. A motorindítás alatti keverékűsítést, hasonlóan mint a nem szabályozott Jetronic berendezéseknél, a megfelelő hidegindító egységek hajtják végre.

#### Gyorsítás és teljes terhelés

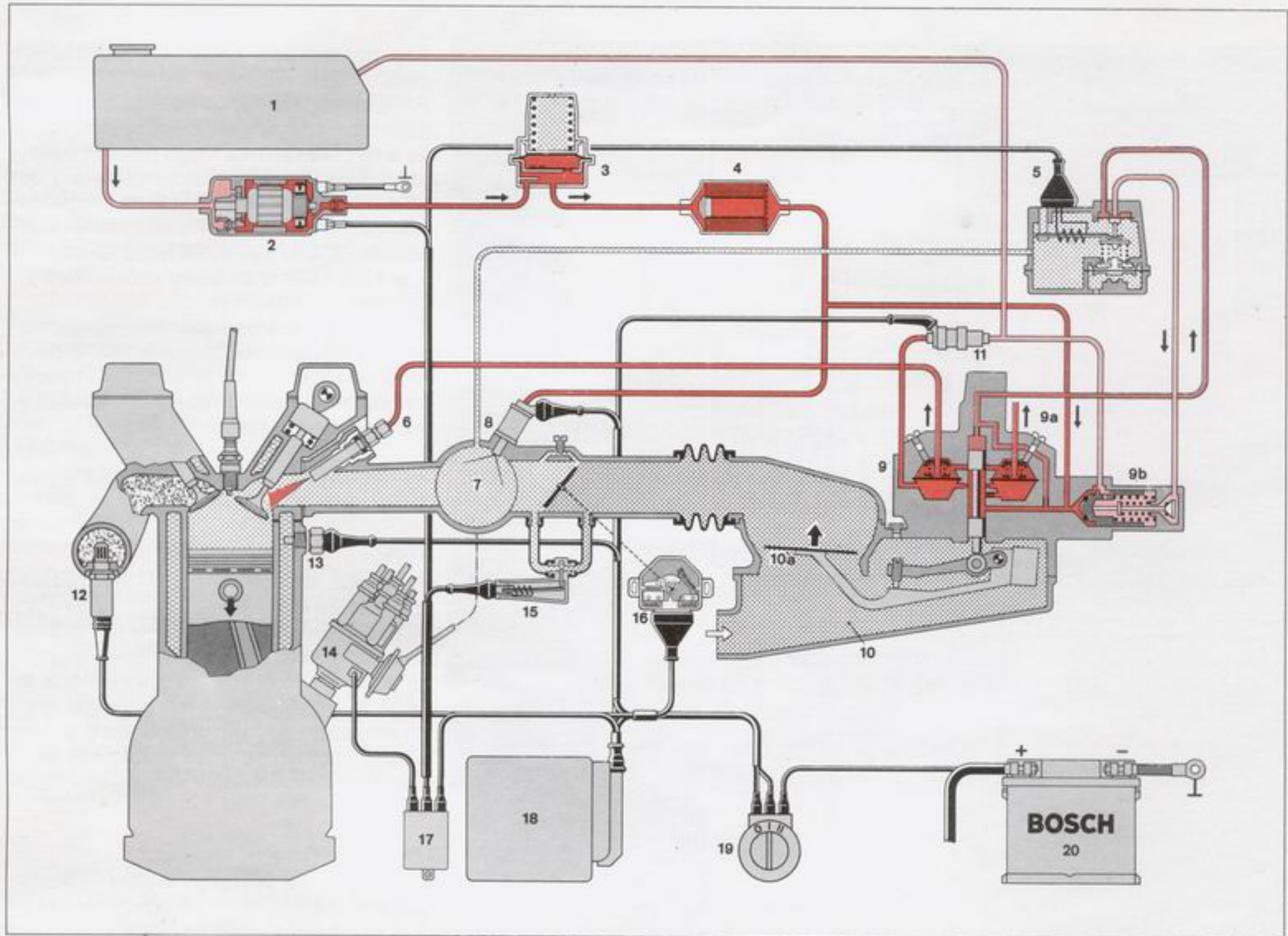
A keveréket a gyorsítás alatt a szabályozókészülék dúsítja. Emellett szükséges lehet egy motort teljes terhelés esetén  $\lambda = 1,00$  értéktől eltérő levegő/üzemanyag keverékkel járítani. Ezt az üzemi tartományt, hasonlóan a gyorsítási tartományhoz, egy érzékelő jelzi a szabályozóknak, amely ezután az üzemanyag-adagolást a vezérlésre kapcsolja, és megfelelően beállított üzemanyag-mennyiséget fog befecskendezni.

#### Keverékeltérések

A lambda-szabályozás  $\lambda = 0,8 \dots 1,2$  tartományban működik, amelyen belül a normális körülmények között fellépő zavaró hatásokat (például a tengerszint feletti magasság befolyása)  $\pm 1\%$  tűréssel  $\lambda = 1$  értékre szabályozza. A szabályozó ellenőrzi a lambda-szondát, és megakadályozza, hogy a szabályozás huzamosabb ideig valamelyik határhelyzetben maradjon. Ilyen esetben a készülék vezérlésre kapcsol át, és a motor közepes lambda értékkel fog üzemelni.



## A berendezés vázlatja



- 1 Üzemanyag-tartály
- 2 Üzemanyag-szivattyú
- 3 Üzemanyag-tároló
- 4 Üzemanyagszűrő
- 5 Melegedésszabályozó
- 6 Befecskendező szelep
- 7 Gyújtócső
- 8 Indító szelep
- 9 Keverékszabályozó
- 9/a Üzemanyag-elosztó
- 9/b Nyomásszabályozó
- 10 Légmennyiségmérő
- 10/a Torlótárcsa
- 11 Ütemszabályozó szelep
- 12 Lambda-szonda
- 13 Hő – idő kapcsoló
- 14 Gyújtáselosztó
- 15 Pótlevegőretesz
- 16 Fojtó szelep kapcsoló
- 17 Vezérlőrelé
- 18 Vezérlőegység
- 19 Gyújtáskapcsoló
- 20 Akkumulátor