

Keverékképzés és égés Otto motorokban

Keverési arány

- Mennyiségi szabályozás!
- Sztöchiometrikus keverési arány $\lambda=1$

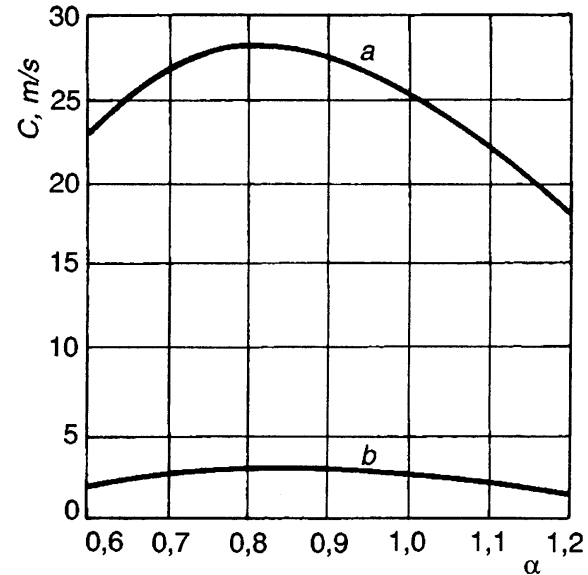
$$\lambda = \frac{L}{L_0}$$

$$L_0 = \frac{\frac{8}{3}g_c + 8g_{H_2}}{0,23} [kg / kg]$$

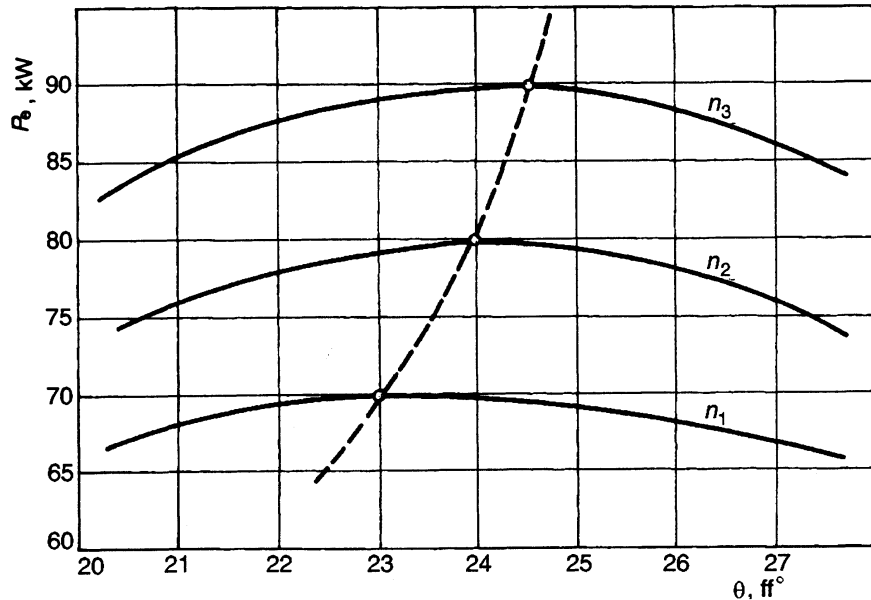
- L_0 értéke 16 tömeg % hidrogént, és 84 tömegszázalék szenet tartalmazó hajtóanyagnál 15,3 kg/kg.
- $\lambda < 0,7$ a keverék túl dús, nem képes gyulladásra
- $\lambda < 1$ levegőhiány miatt dús keverék, nagy teljesítmény.
- $\lambda = 1$ elméleti keverési arány, (tökéletes égés).
- $\lambda > 1$ szegény keverék, gazdaságos üzem, kedvező károsanyag kibocsátás.
- $\lambda > 1,25$ A keverék nem képes gyulladásra

Az égési folyamat

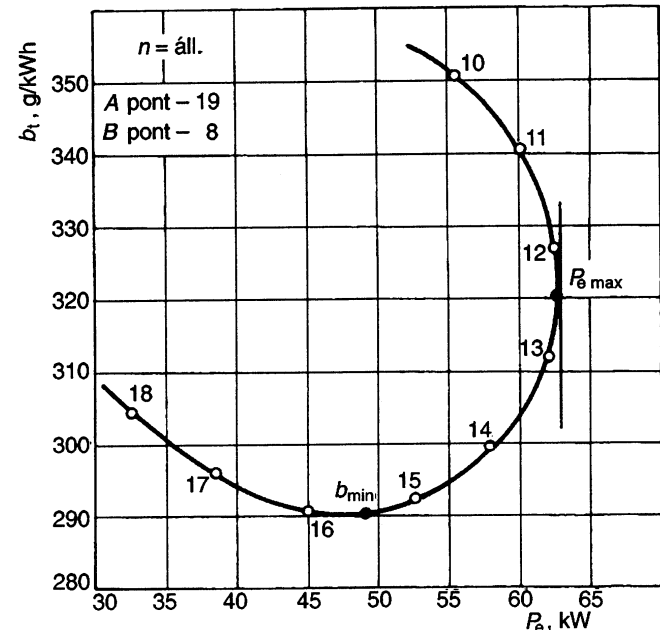
- A lángfron terjedési sebessége 10-30 m/s
- Az égési viszonyok függenek a keverék minőségétől
- A gyújtási időpont változó, többek között függ a fordulatszámától, és a motor fojtásától



A lángfron terjedési sebessége a motorban (a) és bombakisérletnél (b)



A motor effektív teljesítményének (P_e) változása az előgyújtási szög függvényében (θ) különböző fordulatszámoknál



- **Az égést befolyásoló tényezők:**

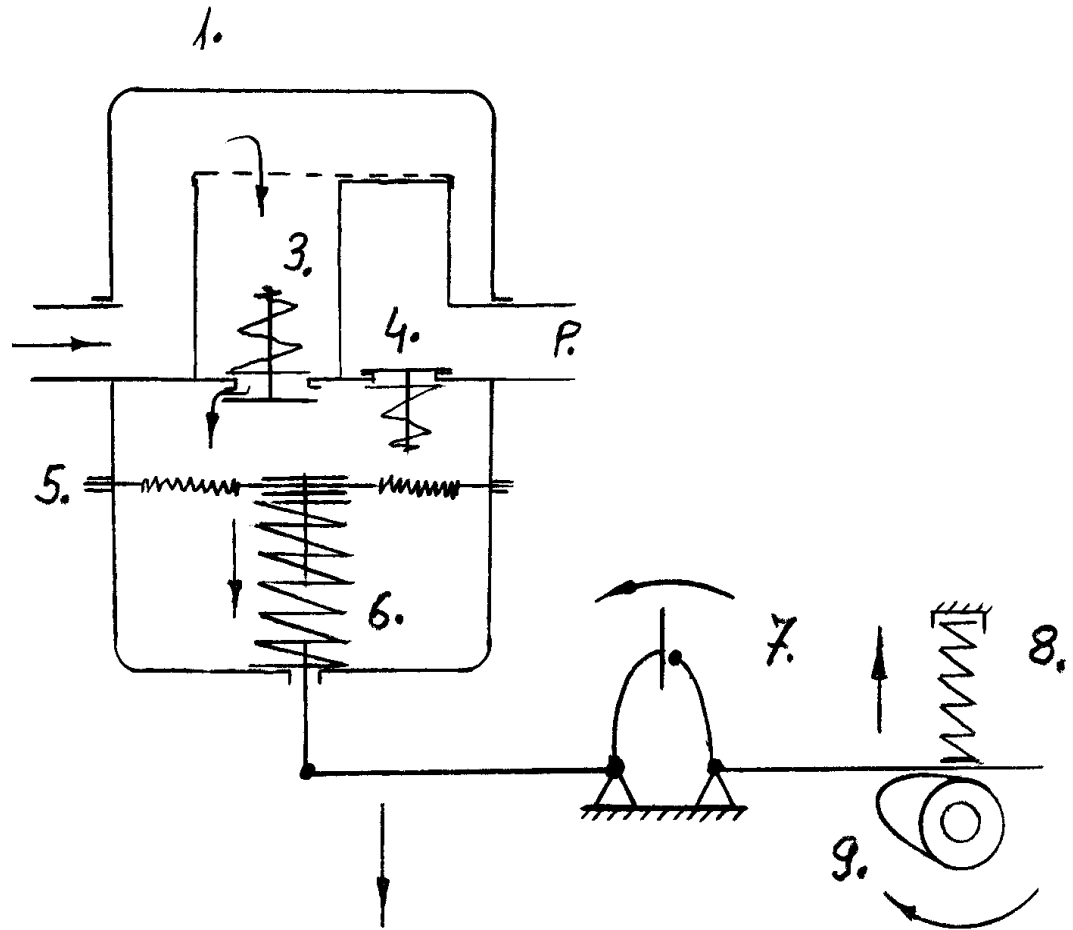
- A keverék minősége
- A henger feltöltődése
- Az égés kezdeti pillanata
- Visszamaradó égéstermékek aránya
- Az égésterméken belüli áramlás
- Fordulatszám
- A fojtószelep helyzete

- **A karburátor:**

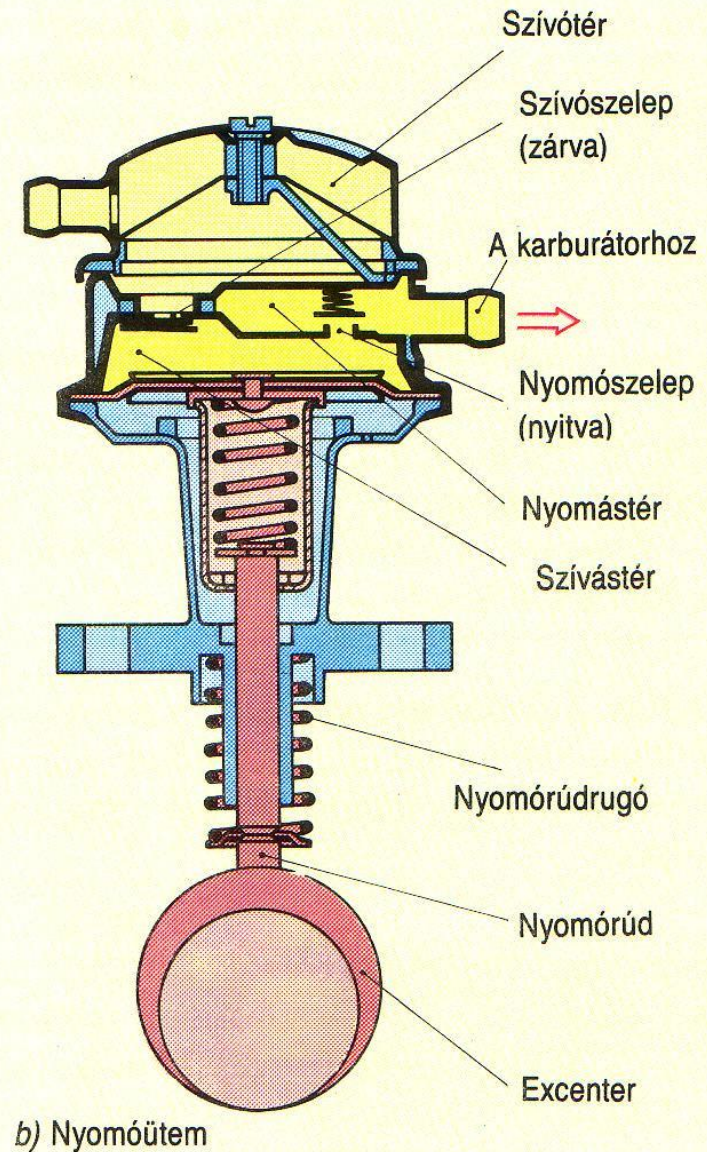
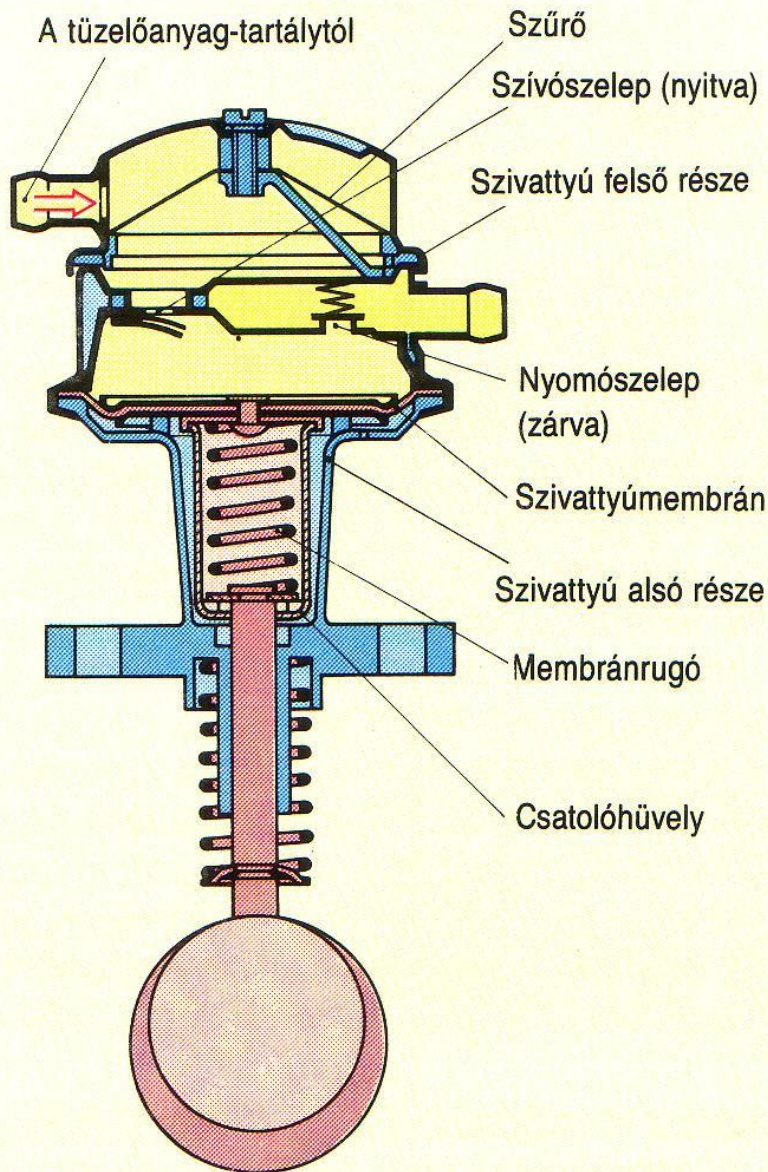
- megfelelő mennyiségű hajtóanyag hozzáadása a levegőhöz
- Minőségileg legjobb keverék előállítása
- Alkalmazkodnia kell a motor különböző üzemállapotaihoz
 - hidegindítás
 - alapjárat
 - gyorsítás
 - nagy teljesítményű üzemelés

AC pumpa

- 1 AC pohár
- 2 Szűrőtől
- 3 Szívószelep
- 4 Nyomószelep
- 5 Membrán
- 6 Nyomórugó
- 7 Emeltyű
- 8 Zajcsillapító rugó
- 9 Mozgató bütyök



Nyomórudas membránszivattyú



1. ábra. Nyomórudas hajtású membránszivattyú

Az elemi karburátor működése

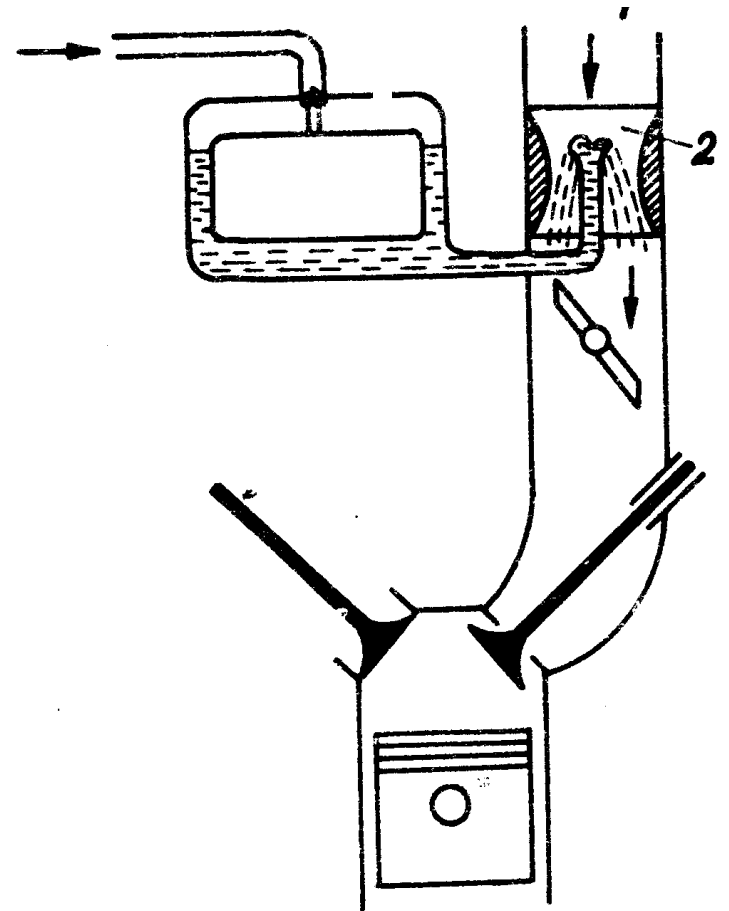
- Működése hidrodinamikai elven alapszik:
- Bernoulli egyenlet:

$$h_1 \cdot g + \frac{p_1}{\rho_{lev}} + \frac{v_1^2}{2} = h_2 \cdot g + \frac{p_2}{\rho_{lev}} + \frac{v_2^2}{2}$$

ha $h_1=h_2$ akkor az első tagokkal egyszerűsítünk

Feltételezve $v_1=0$ és a levegő sűrűsége állandó.

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{v_{levegő}^2 \cdot \rho_{levegő}}{2}$$



- A nyomáskülönbség hatására megindul a benzin áramlása.

$$\frac{v_{levegő}^2 \cdot \rho_{levegő}}{2} = \frac{v_{benzin}^2 \cdot \rho_{benzin}}{2}$$

- Azonos nyomáskülönbség esetén az áramlás sebessége csak a sűrűségtől függ, ezért:

$$\frac{\rho_{benzin}}{\rho_{levegő}} = \frac{v_{levegő}^2}{v_{benzin}^2}$$

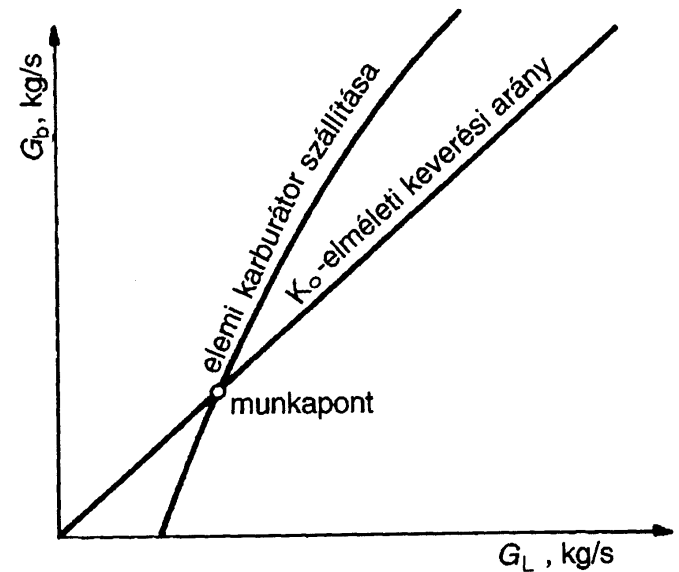
- Ha 1 kg hajtóanyaghoz 15 kg levegő kell, a tömegáram felírható a kontinuitási egyenletből

$$A_{lev} \cdot v_{lev} \cdot \rho_{lev} = 15 \cdot A_{benzin} \cdot v_{benzin} \cdot \rho_{benzin}$$

- Rendezve:

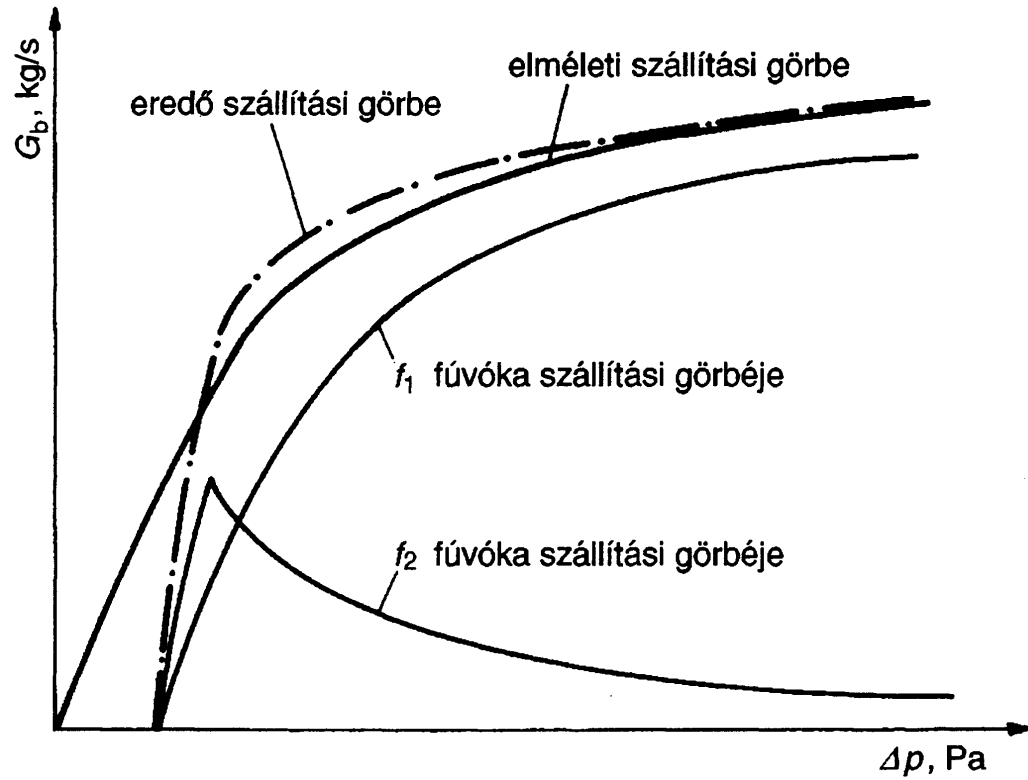
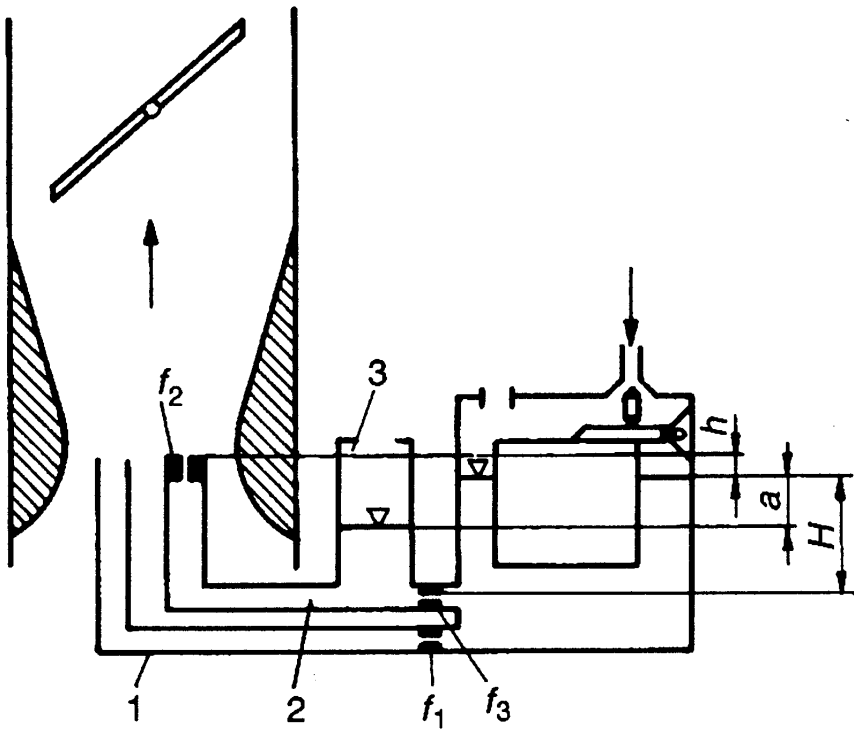
$$\frac{A_{lev}}{A_{benzin}} = 15 \cdot \frac{v_{benzin} \cdot \rho_{benzin}}{v_{lev} \cdot \rho_{lev}} = 15 \cdot \sqrt{\frac{\rho_{benzin}}{\rho_{levegő}}} \longrightarrow \frac{D_{légtorok}}{D_{fűvóka}} = 19$$

- Az elemi karburátor hátránya hogy nem ad egyenletes keveréket
- A fordulatszám növekedésével túldúsul a keverék.
- Megoldás kiegyenlítő rendszerek alkalmazása:
 - A levegő tömegáramának módosításával,
 - A hajtóanyag tömegáramának módosításával,
 - Az előző két hatás együttes alkalmazásával
- Kiegyenlítő rendszerek:
 - rugalmas, változó légtorkú karburátorok
 - aknás kiegyenlítő-berendezéssel működő (Zenith rendszer)
 - Féklevegős rendszerek
 - A főfúvóka és a légtorok keresztmetszetét egyidejűleg változtató berendezéssel
 - Elektronikus karburátor

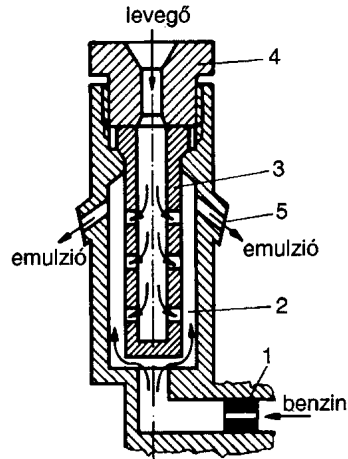


Az elemi karburátor szállítási karakterisztikája

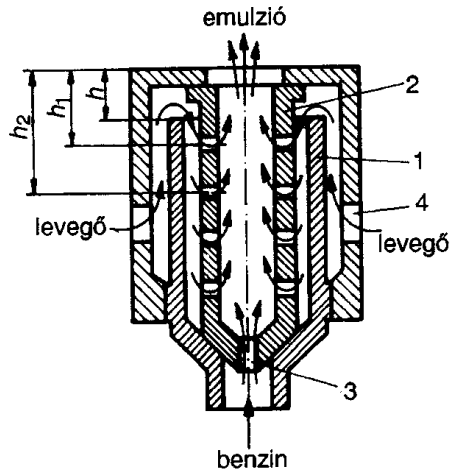
Kiegyenlítő aknás karburátor



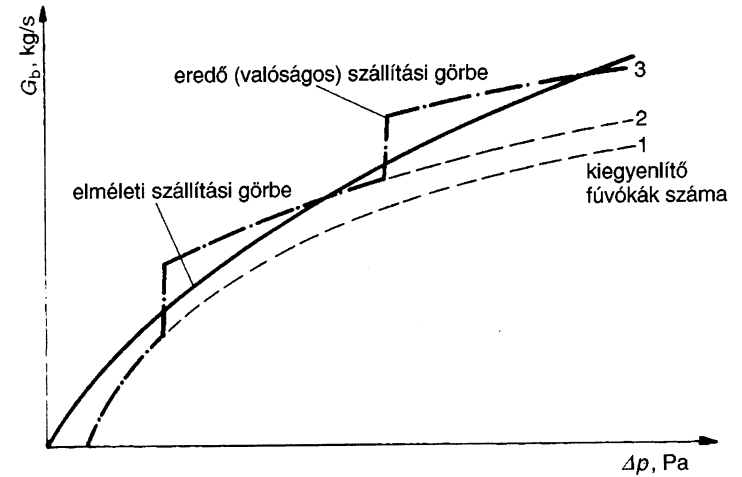
Féklevegő fűvókás kiegyenlítő rendszer



6.26. ábra
Dinamikus féklevegős kiegyenlítő fűvóka

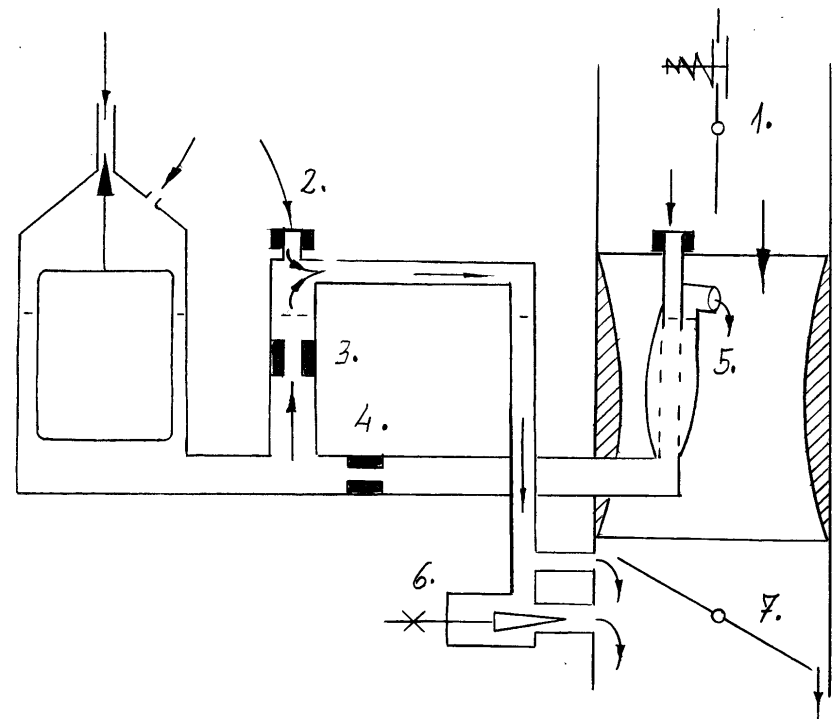


6.25. ábra
Statikus féklevegős kiegyenlítő fűvóka



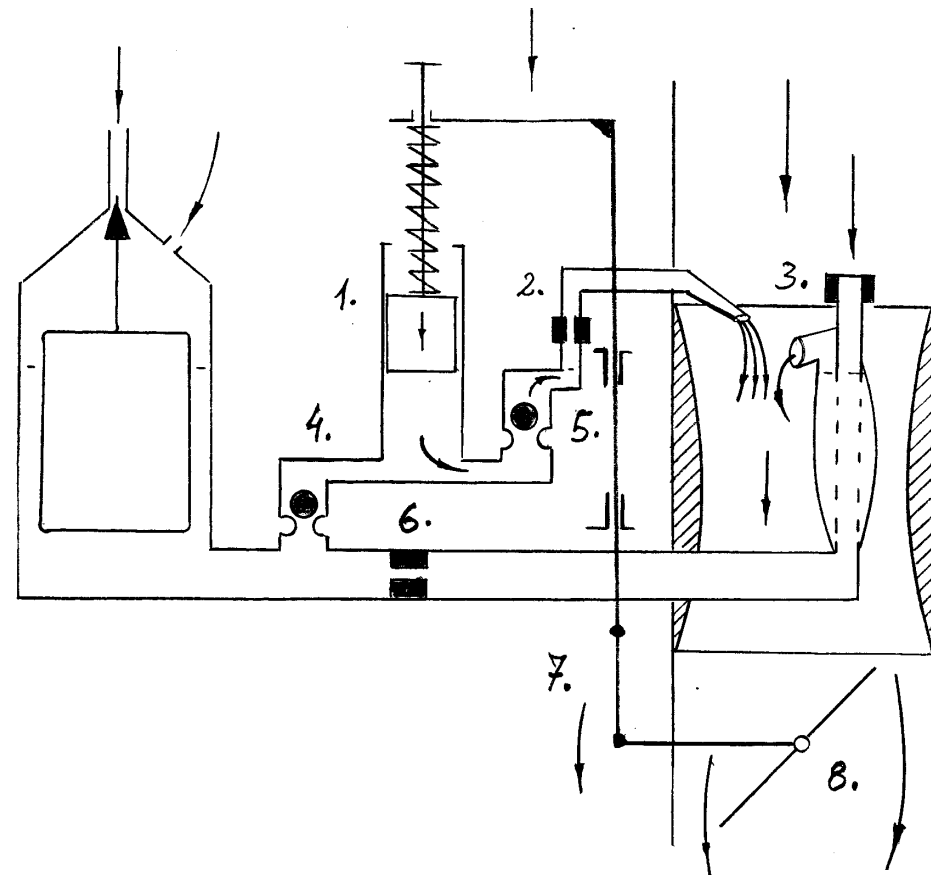
Féklevégő fűvókás karburátor, alapjáratú berendezéssel

1. Indító csappantyú
2. Üresjáratú levegőfűvóka
3. Üresjáratú fűvóka
4. Főfűvóka
5. SOLEX szórócső
6. Üresjáratú állítócsavar
7. Fojtószelep

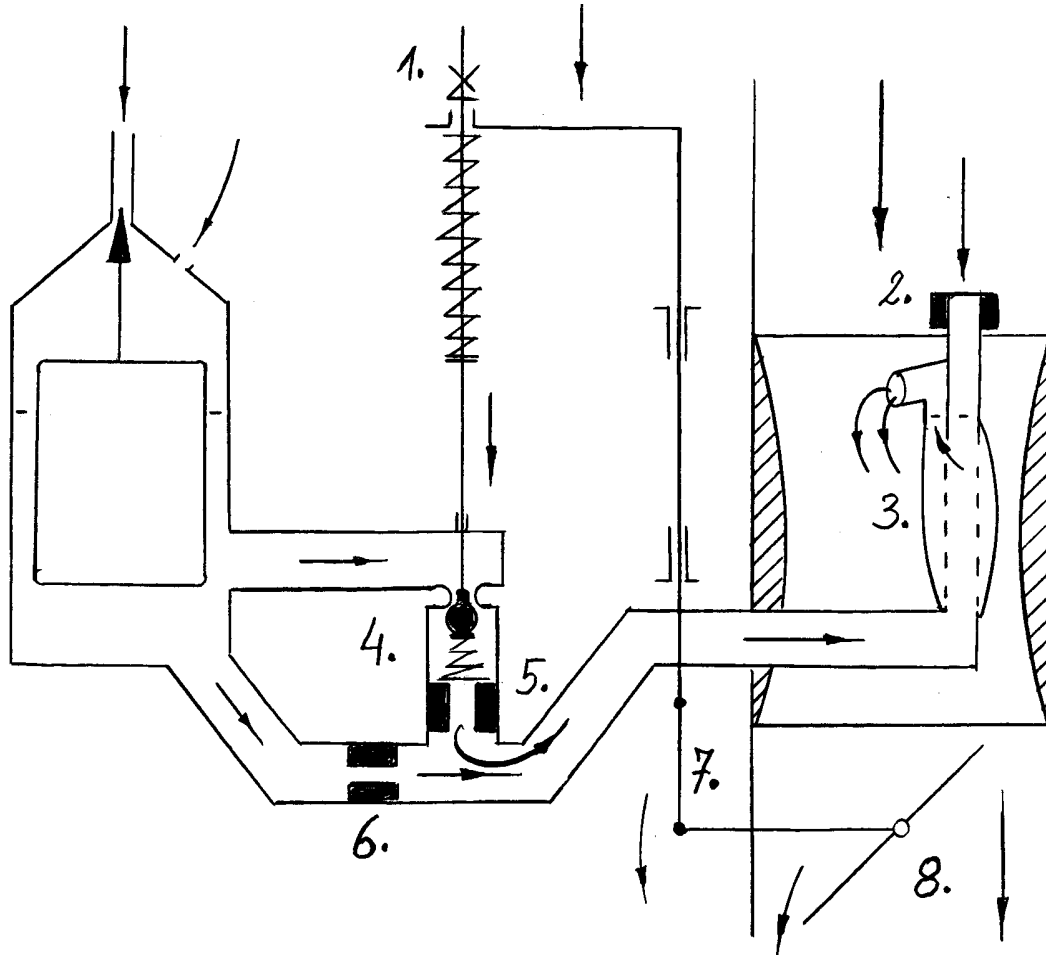


Féklevégő fűvókás karburátor, gyorsító berendezéssel

1. Gyorsító szivattyú
2. Gyorsító fűvóka
3. Féklevégő fűvóka
4. Szívószelep
5. Nyomószelep
6. Főfűvóka
7. Mozgató rudazat
8. Fojtószelep



Teljesítmény berendezés



1. Bekapcsolási kezdet állító csavar
2. Féklevéző-fúvóka
3. Szórócső
4. Elzárószelep
5. Takarékfúvóka
6. Főfúvóka
7. Mozgató rudazat
8. Fojtószelep

Benzinbefecskendezés

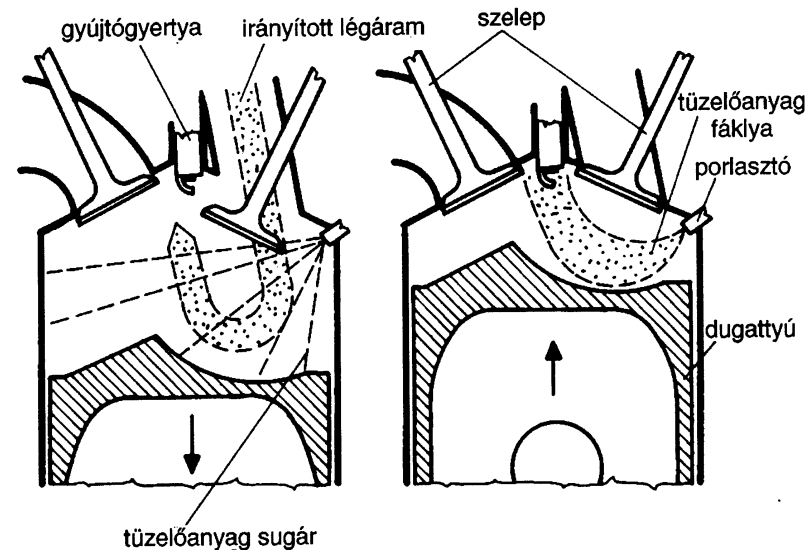
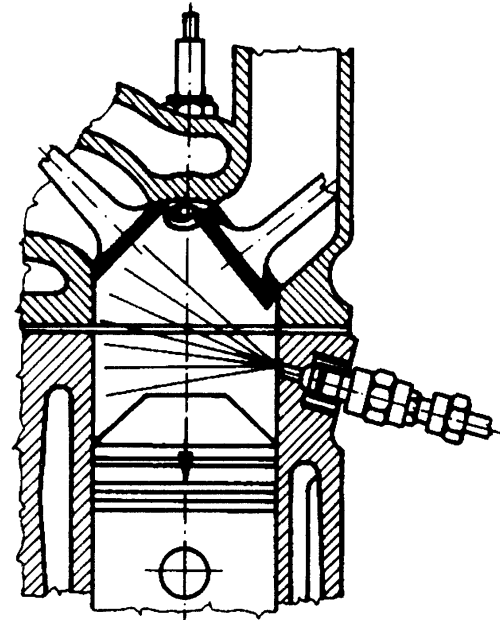
- Előnyei:
 - jobb hengertöltődés a kisebb fojtás miatt,
 - egyenletesebb keverék-összetétel a teljes fordulatszám tartományban,
 - a nagy szelepösszenyitás miatt jobb öblítésű a motor,
 - jobb az indítási feltételek,
 - a motor kopogási határa a nagyobb sűrítési arányok felé tolódik el,
 - rétegezett keverékképzés valósítható meg,
 - javul a motorok dinamikai viselkedése,
 - a motor teljesítménye, kb. 10%-kal növekszik,
 - javul a károsanyag kibocsátás,
 - javulnak a motor nyomatéki viszonyai.
 - csökken a fajlagos fogyasztás
 - nincs benzin lecsapódás a szívócsőben, a motor hidegindításakor

Bezinbefecskendező rendszerek csoportosítása

- A befecskendezés helye szerint:
 - közvetlen (nagynyomású befecskendezés),
 - Szívócsatorna befecskendezés,
 - Szívócső befecskendezés.
- Befecskendezés időbeli lefolyása szerint:
 - folyamatos
 - szakaszos
- Vezérlés: - mechanikus, - elektronikus
- Szabályzó alapjel szerint:
 - Levegő mennyiség
 - Légtömeg
 - Szívócső nyomás
 - légviszony tényező alapján
 - Kombinált
- Közvetlen befecskendezés:
 - Befecskendezés szakaszosan, nagy nyomással,

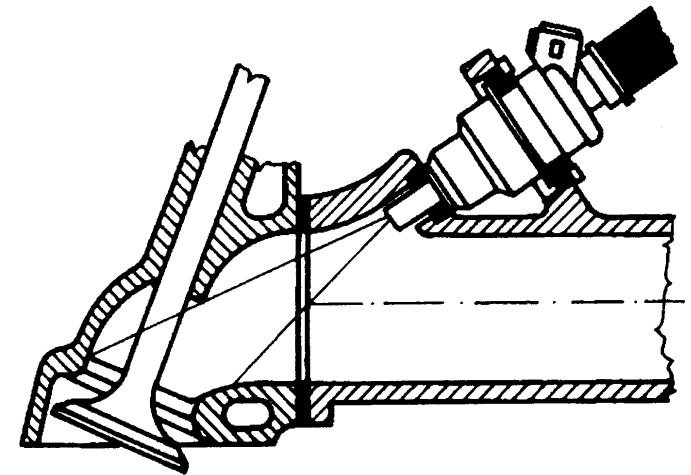
Közvetlen befecskendezés

- Befecskendezés közvetlenül a hengerbe történik.
- Szakaszos, nagy nyomású befecskendezés.
- A rövid keveredés miatt, általában nem kapunk homogén keveréket.
- A benzincseppek párolgása miatt, jelentős a henger belső hűtése, így nagyobb a töltési fok, és magasabb a kompresszió viszony.
- Speciális égéstér-kialakítással réteges feltöltést lehet megvalósítani
- Nagy a fúvóka igénybevétele.



Szívócsatorna befecskendezés

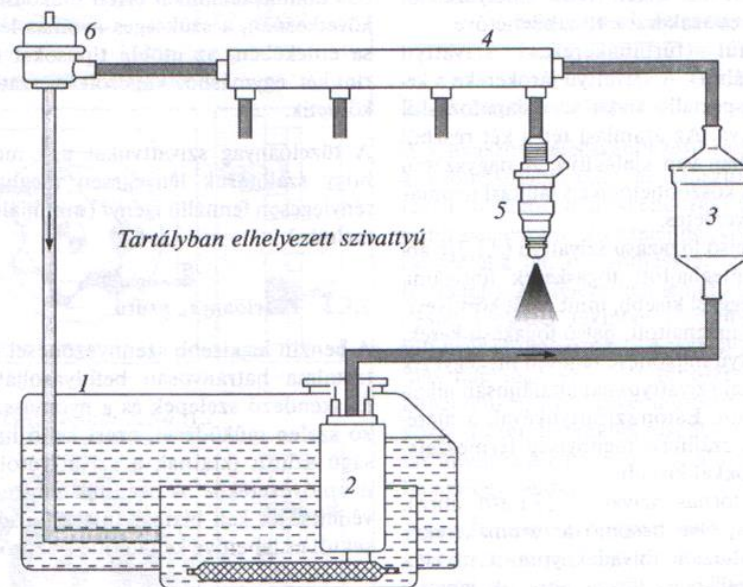
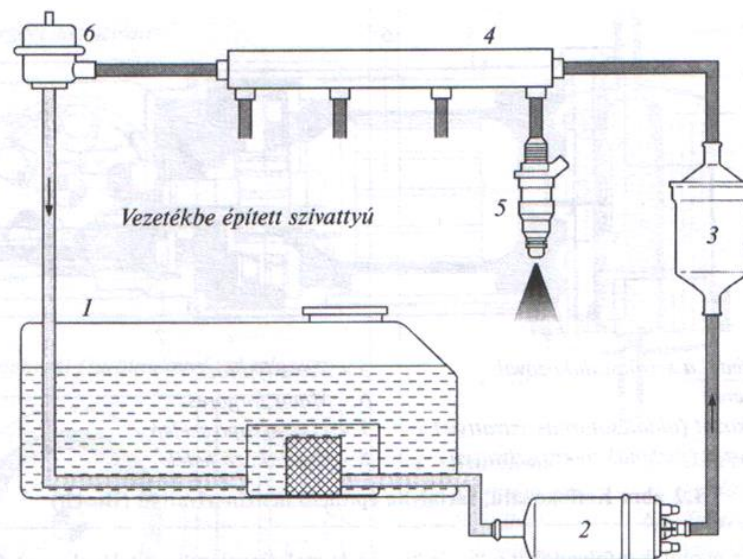
- Hengerenként közvetlenül a szívószelephez fecskendezünk be.
- Jó töltési fok érhető el.
- Kis nyomású rendszer, a befecskendezési nyomás 2,5-3 bar
- Lehet szakaszos, a folyamatos működésű.
- A rövid keveredési úthossz miatt, rossz a keverék homogenitása.
- Elterjedt megoldás.



Szívócső befecskendezés

- A befecskendező szelepet a légszűrő után helyezik el, a szívócső közös szakaszában.
- A fojtószelep előtt helyezkedik el.
- A befecskendezés általában folyamatos.
- A hosszabb keveredési út miatt, optimális a benzin-levegő keverék.
- A keverék elosztása a hengerek között a karburátoros motorokhoz hasonlóan.
- Nem azonos az egyes hengerek keverékellátása.
- A károsanyag kibocsátás megfelelően csökkenthető.
- A befecskendezés általában 1 bar nyomással

Tüzelőanyag rendszer



1 - Benzintartály

2 - Benzinszivattyú

3 - Benzinszűrő

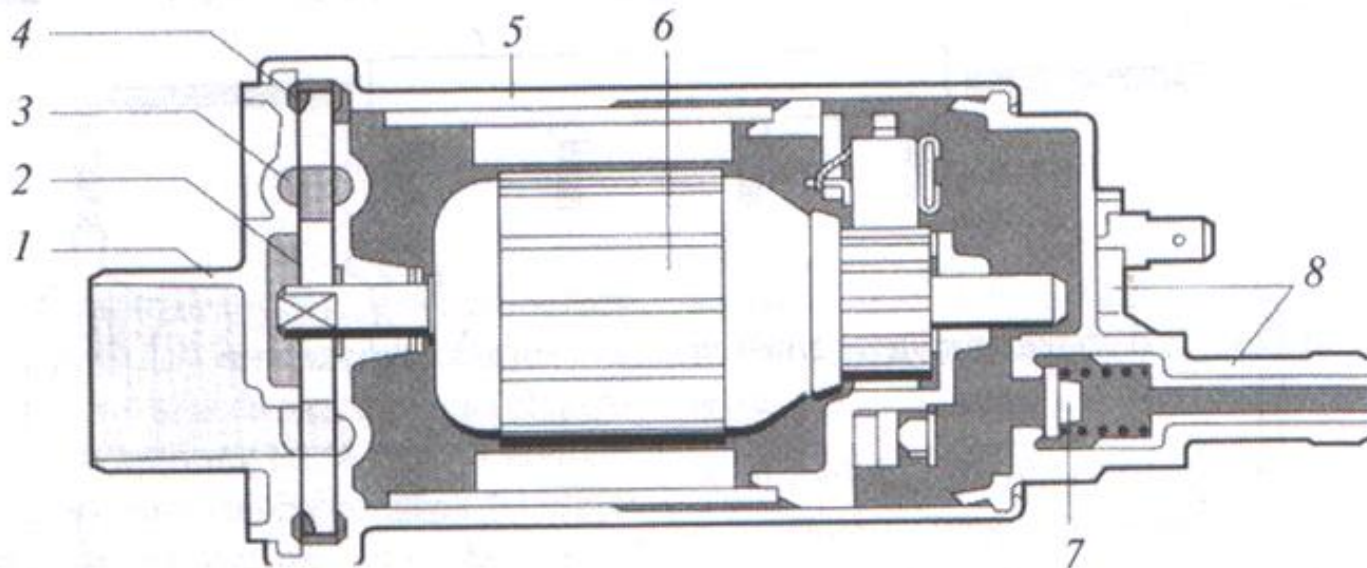
4 - Tüzelőanyag elosztó

5 - Befecskendező szelep

6 - Nyomásszabályozó

7.1.1 ábra Soros ill. tartályszivattyúval kialakított tüzelőanyag rendszer

Tüzelőanyag szivattyú



1 - Szívófedél a szívócsatlakozóval

2 - Járókerék

3 - Előfokozat (oldalcsatornás szivattyú)

4 - Főfokozat (turbinakerekes szivattyú)

5 - Szivattyúház

6 - Motor forgórész

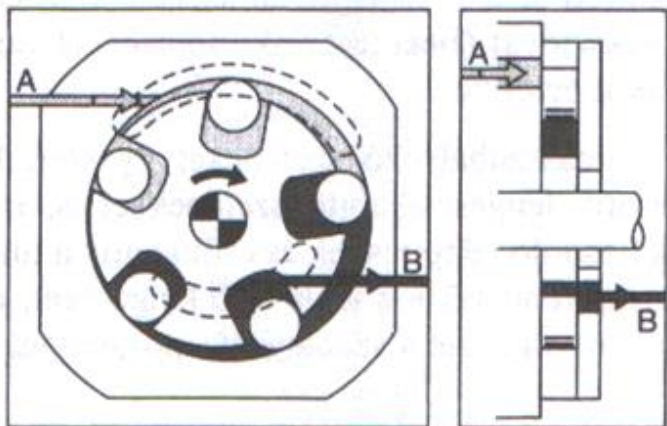
7 - Visszacsapó szelep

8 - Csatlakozó fedél

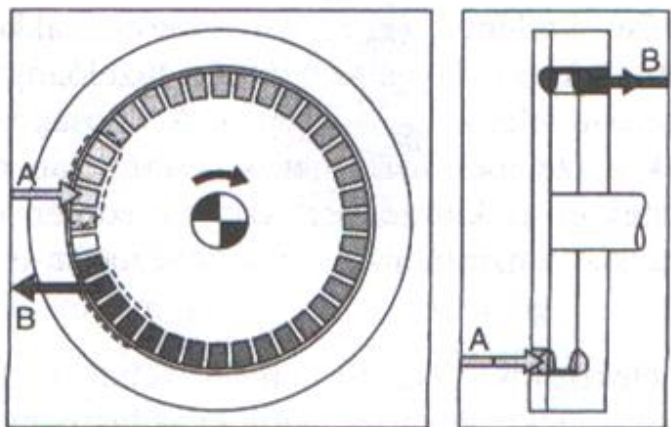
7.1.2 ábra Kétfokozatú, tartályba építhető benzinszivattyú (Bosch)

Szivattyú típusok

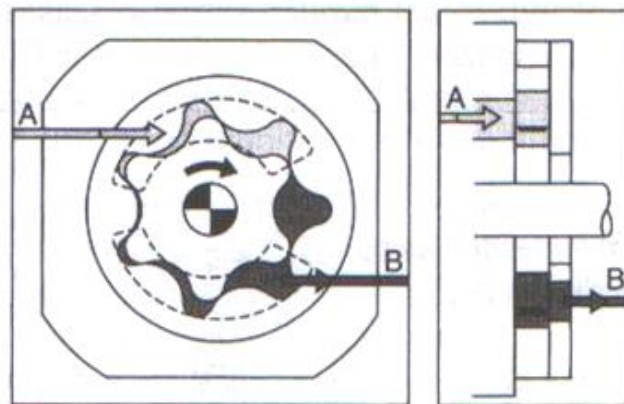
a) Görgőcellás szivattyú



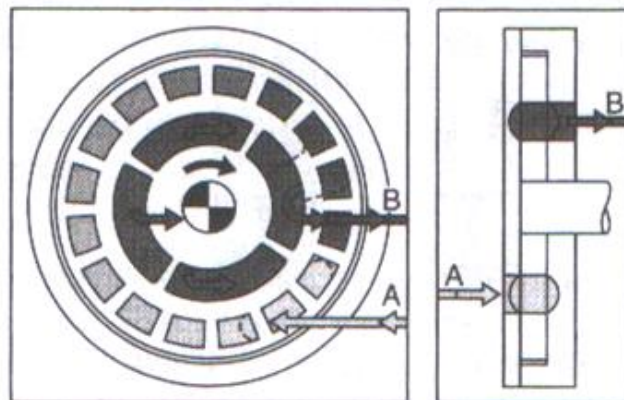
b) Peripheral (turbinakerekes) szivattyú



c) Fogaskerekes szivattyú

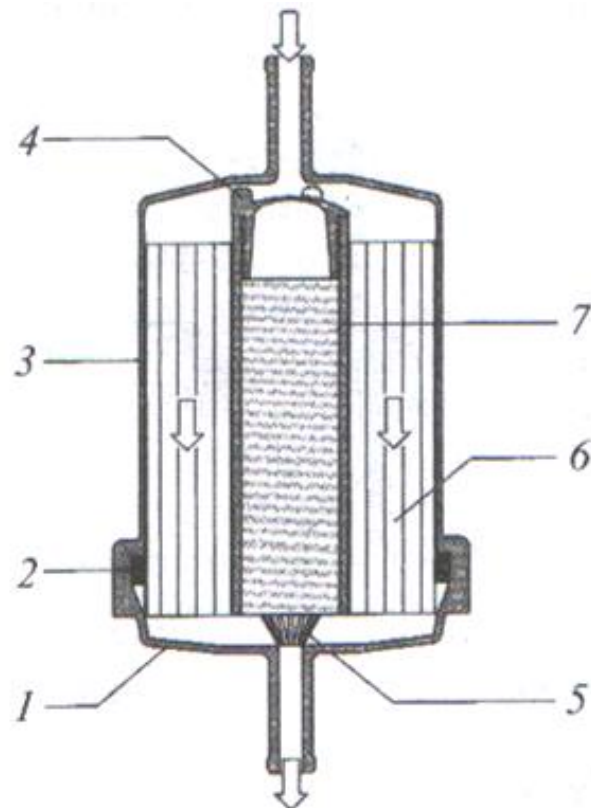


d) Oldalcsatornás szivattyú



7.1.3 ábra Szivattyútípusok működési elve

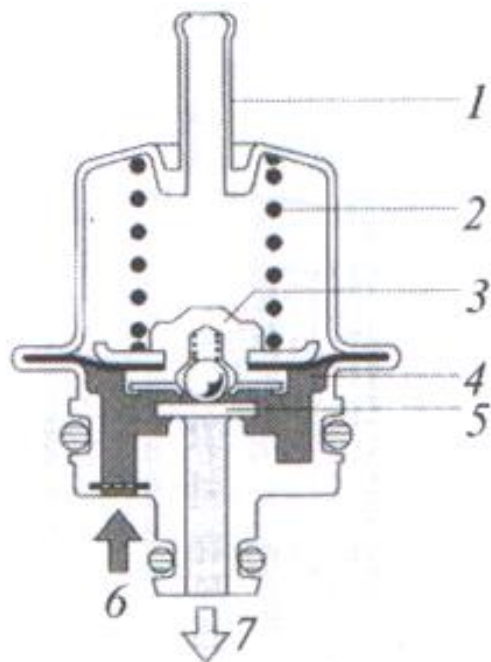
Tüzelőanyag szűrő



- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 1 - Szűrőfedél | 5 - Támasztó bordák |
| 2 - Tömítőperem | 6 - Tekercselt szűrőpapír |
| 3 - Szűrőház | 7 - Középső mag |
| 4 - Záróelem | |

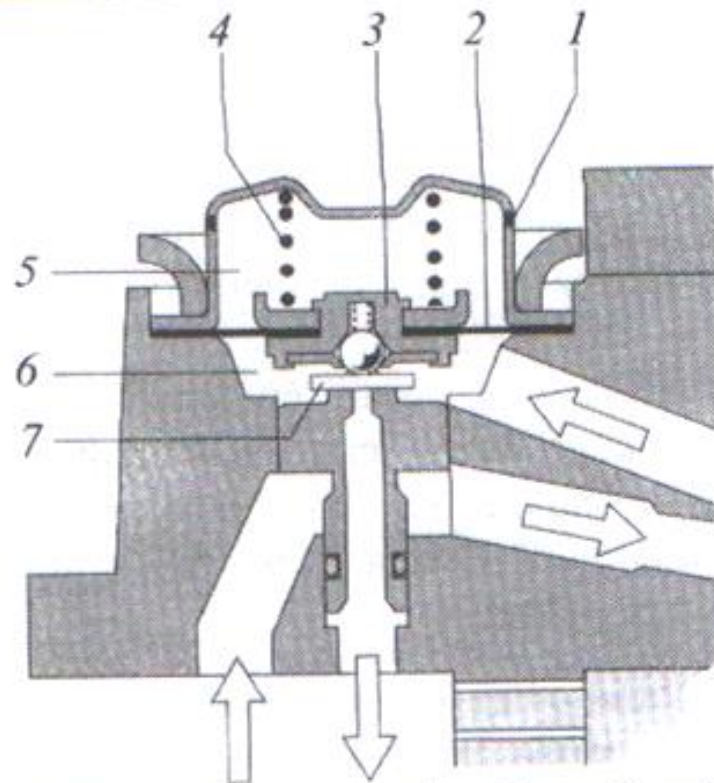
7.1.4 ábra Tüzelőanyag szűrő metszeti rajza (Bosch Jetronic)

Nyomásszabályzó



- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 - Szívócső
csatlakozás | 5 - Szelep |
| 2 - Rugó | 6 - Tüzelőanyag
belépése |
| 3 - Szeleptartó | 7 - Tüzelőanyag
visszafolyás |
| 4 - Membrán | |

7.1.5 ábra Nyomásszabályozó szelep hengerekénti befecskendezésnél (Bosch)



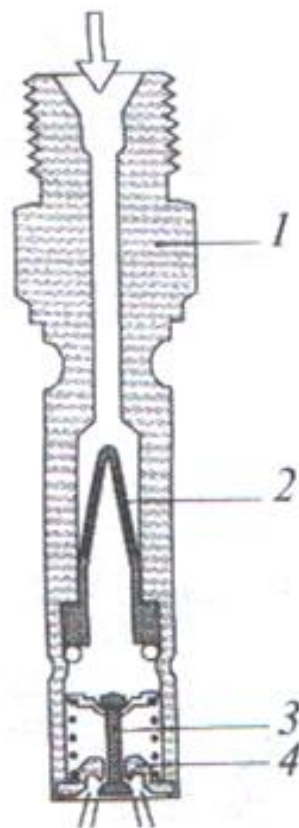
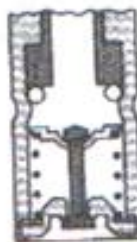
- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1 - Szellőző
nyílások | 4 - Nyomórugó |
| 2 - Membrán | 5 - Felső tér |
| 3 - Szeleptartó | 6 - Alsó tér |
| | 7 - Szeleplap |

7.1.6 ábra Nyomásszabályozó szelep egy pontos befecskendezésnél (Bosch Mono-Jetronic)

Befecskendező szelep

*Nyitott (működési)
helyzet*

Zárt helyzet



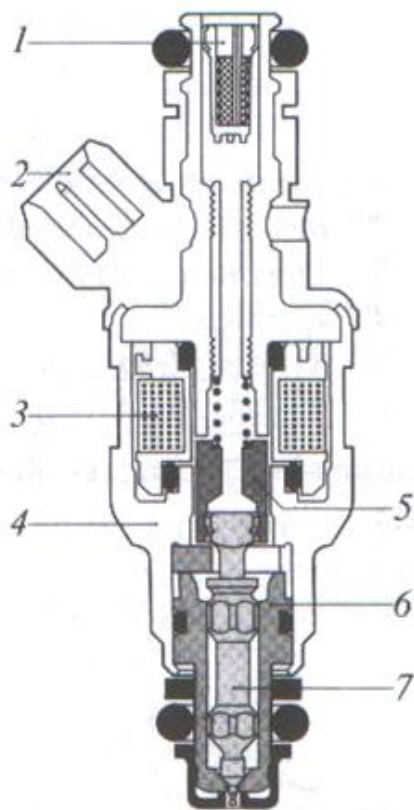
1 - Szelepház

2 - Szűrőbetét

3 - Szeleptű

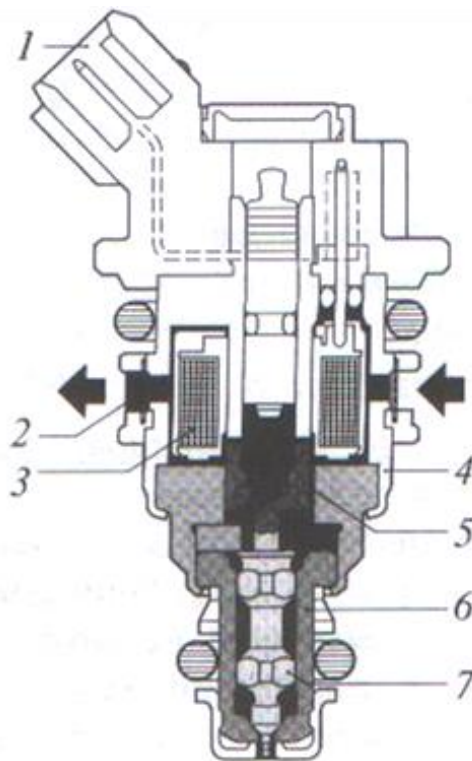
4 - Szelepülés

7.1.7 ábra Hidraulikus működtetésű befecskendező szelep (Bosch KE-Jetronic)



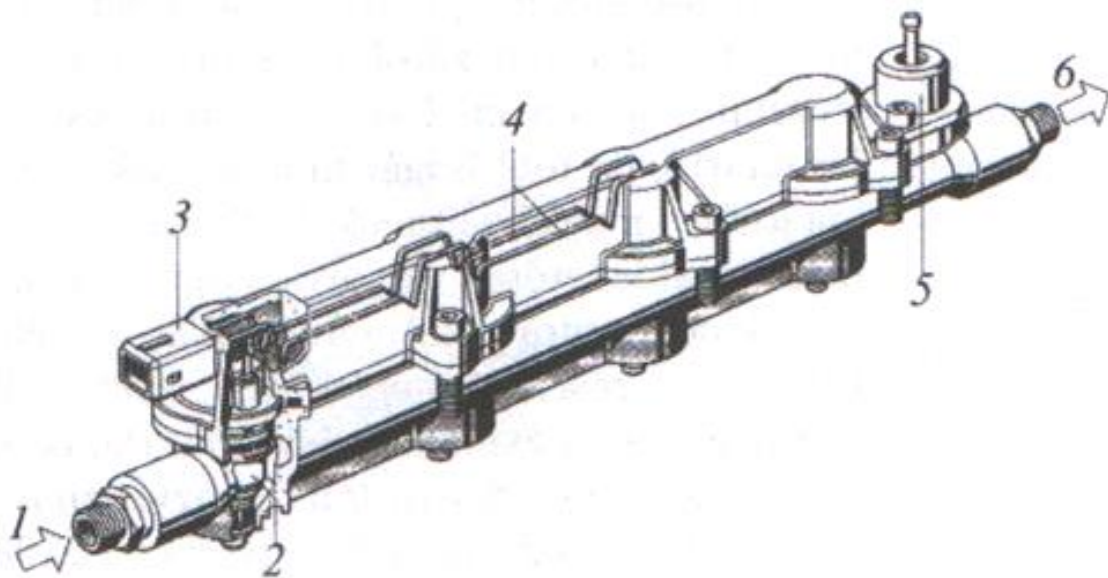
- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1 - Szűrőbetét | 4 - Szelepház |
| 2 - Elektromos csatlakozás | 5 - Vasmag |
| 3 - Mágneskeres | 6 - Szeleptest |
| | 7 - Szeleptű |

7.1.8 ábra Elektromágneses működtetésű befecskendező szelep, felső bevezetéssel (Bosch)



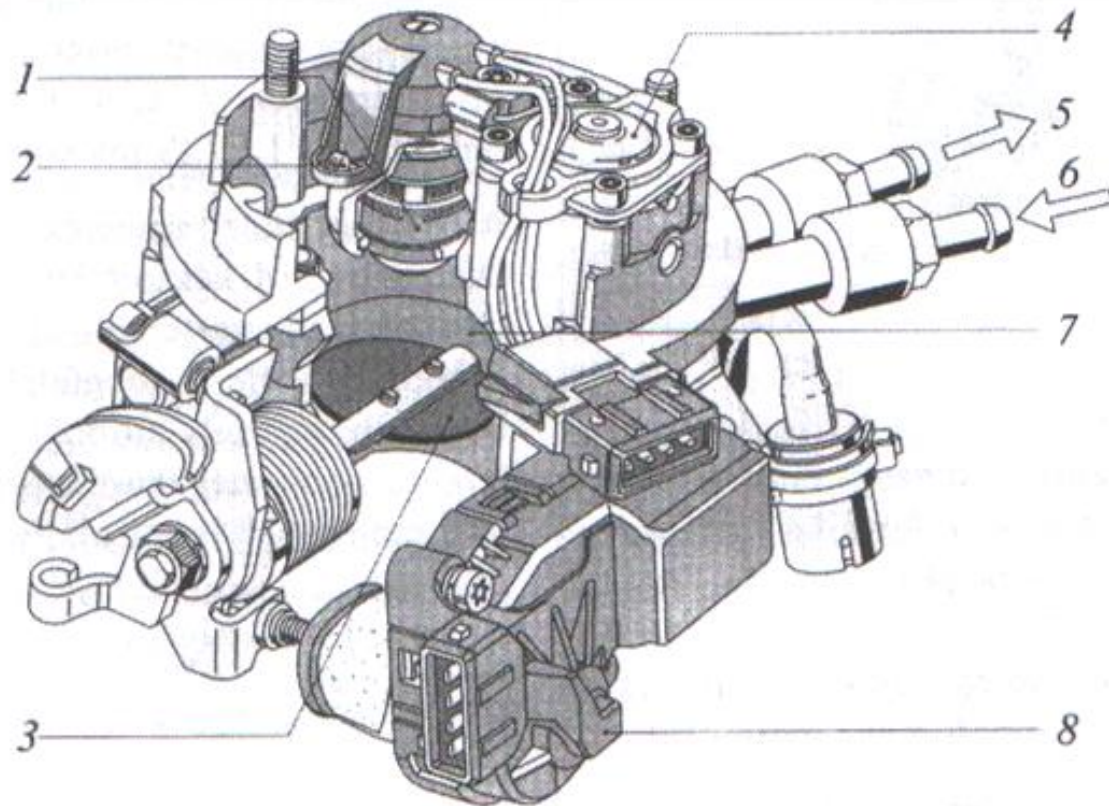
- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1 - Elektromos csatlakozás | 4 - Szelepház |
| 2 - Szűrőbetét | 5 - Vasmag |
| 3 - Mágneskeres | 6 - Szeleptest |
| | 7 - Szeleptű |

7.1.9 ábra Elektromágneses működtetésű befecskendező szelep, oldalsó bevezetéssel (Bosch)



- 1 - *Tüzelőanyag bevezetése*
- 2 - *Befecskendező szelep*
- 3 - *Elektromos csatlakozás*
- 4 - *Vezetősín*
- 5 - *Nyomásszabályozó*
- 6 - *Tüzelőanyag visszafolyás*

7.1.10 ábra Komplet elosztócső oldalsó beömlésű („bottom-feed”) befecskendező szelepekkel (Bosch Motronic)



1 - Befecskendező szelep

2 - Levegőhőmérséklet érzékelő

3 - Fojtószelep

4 - Nyomásszabályozó

5 - Tüzelőanyag visszafolyás

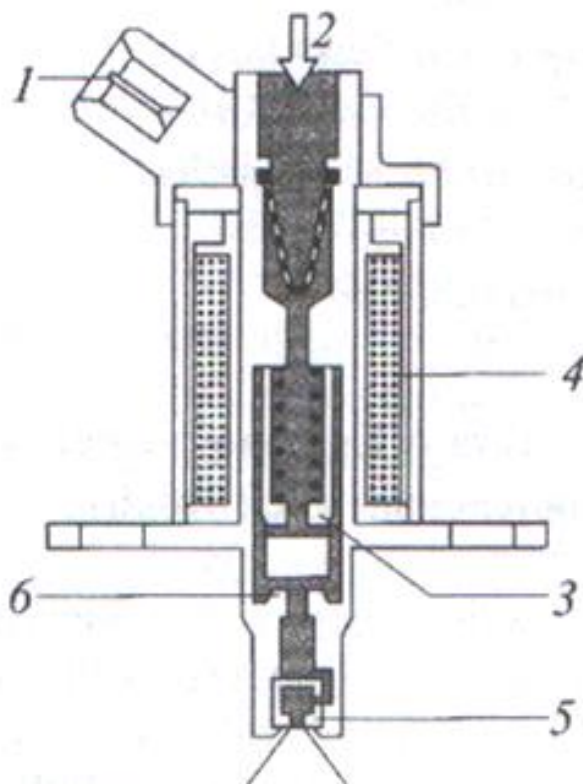
6 - Tüzelőanyag bevezetés

7 - Fojtószelep potenciométer

8 - Fojtószelep állító

7.1.11 ábra Központi befecskendező szelep beépítése (Bosch Mono-Jetronic)

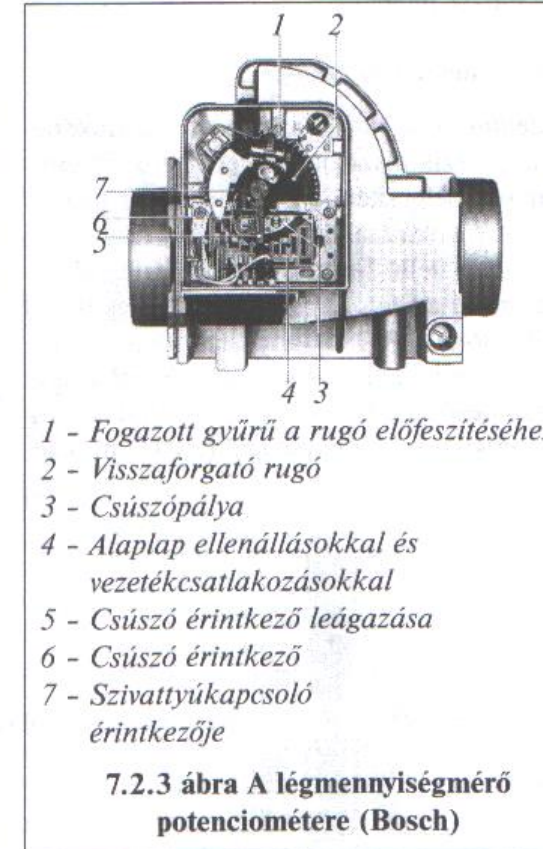
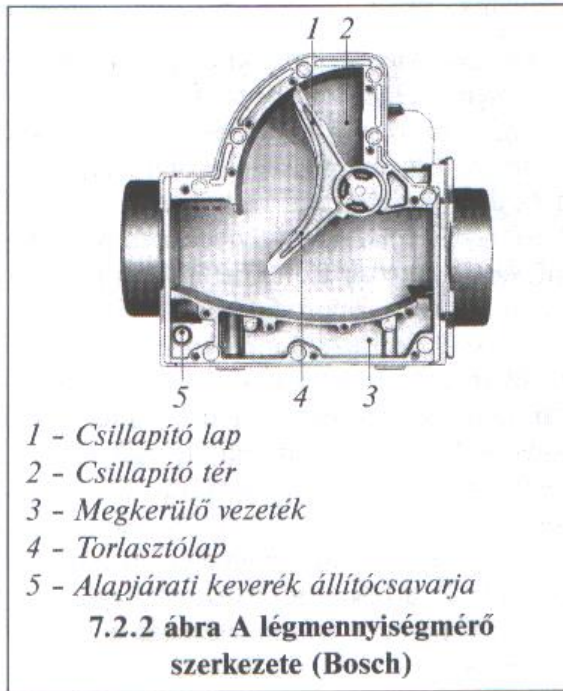
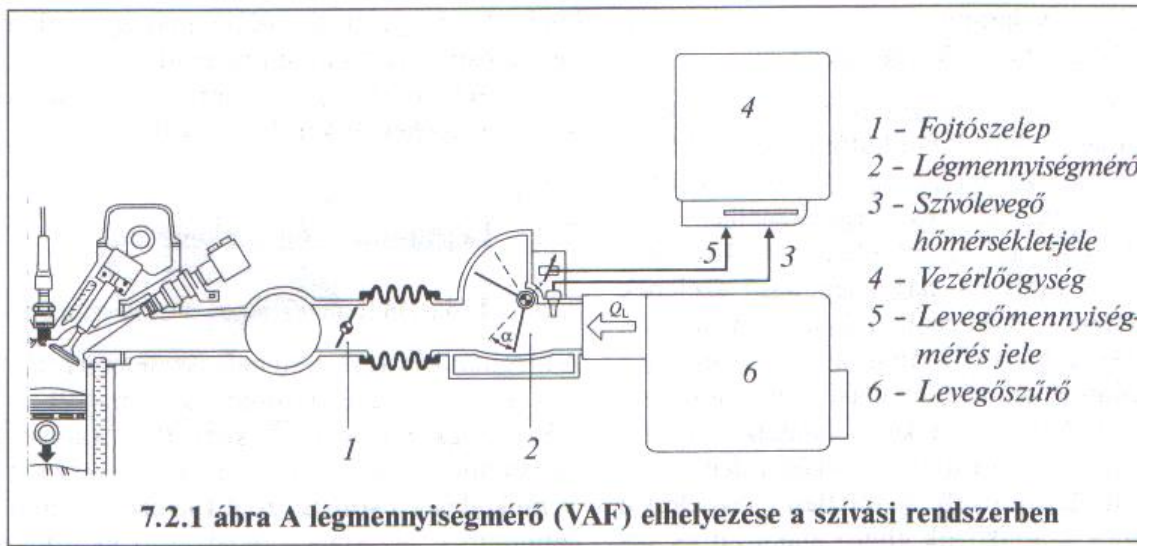
Hidegindító szelep



- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| 1 - Elektromos csatlakozás | 3 - Szelep |
| 2 - Tüzelőanyag bevezetés szűrővel | 4 - Mágneskerecs |
| | 5 - Perdület-fúvóka |
| | 6 - Szelepülés |

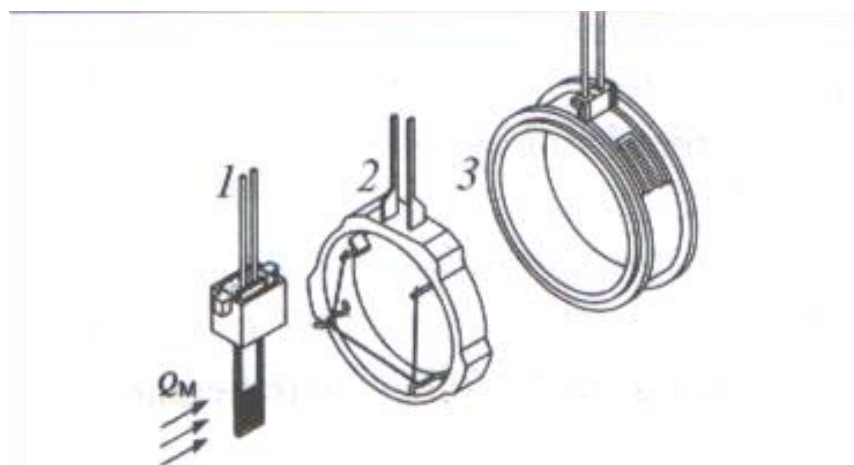
7.1.12 ábra Hidegindító szelep szerkezete (Bosch L-Jetronic)

Légmennyiség mérése



Torlasztó (billenő) lapos mennyiségmérő

Hőhuzalos, hőfilmes légtömegmérő (MAF)



1 - Hőmérséklet-érzékelő

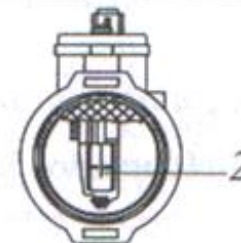
2 - Gyűrű a mérőhuzallal

3 - Precíziós ellenállás

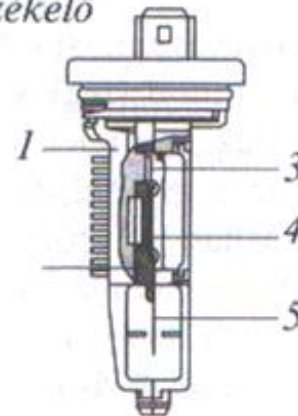
Q_M - Időegység alatt átáramló levegőtömeg

7.2.5 ábra Hőhuzalos légtömegmérő szerkezete

Ház



Hőfilmes érzékelő



1 - Hűtőtest

4 - Hibridkapcsolás

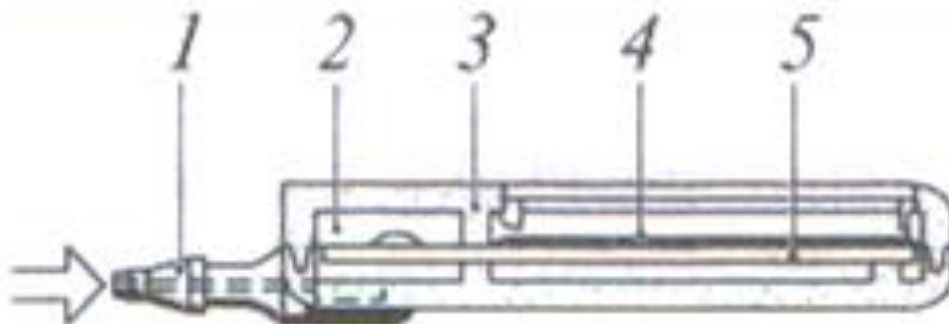
2 - Összekötő elem

5 - Érzékelőelem

3 - Teljesítményelem

7.2.7 ábra Hőfilmes légtömegmérő szerkezete

MAP szenzor



1 - Nyomáscsatlakozás

2 - Nyomástér az érzékelő elemmel

3 - Tételválasztó

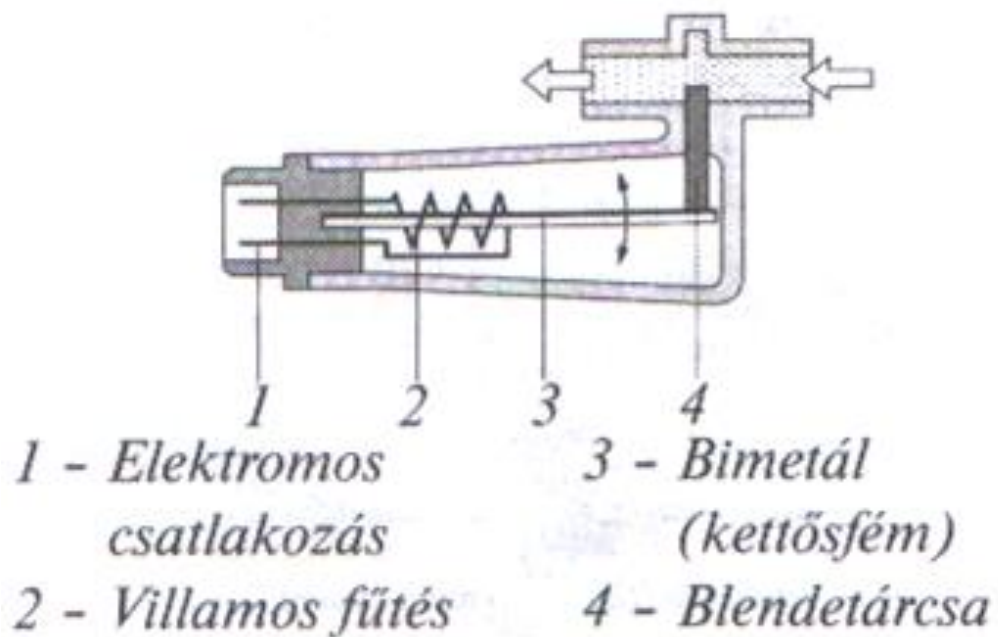
4 - Kiértékelő kapcsolás

5 - Vastagréteg alap

7.2.8 ábra A MAP-szenzor szerkezete

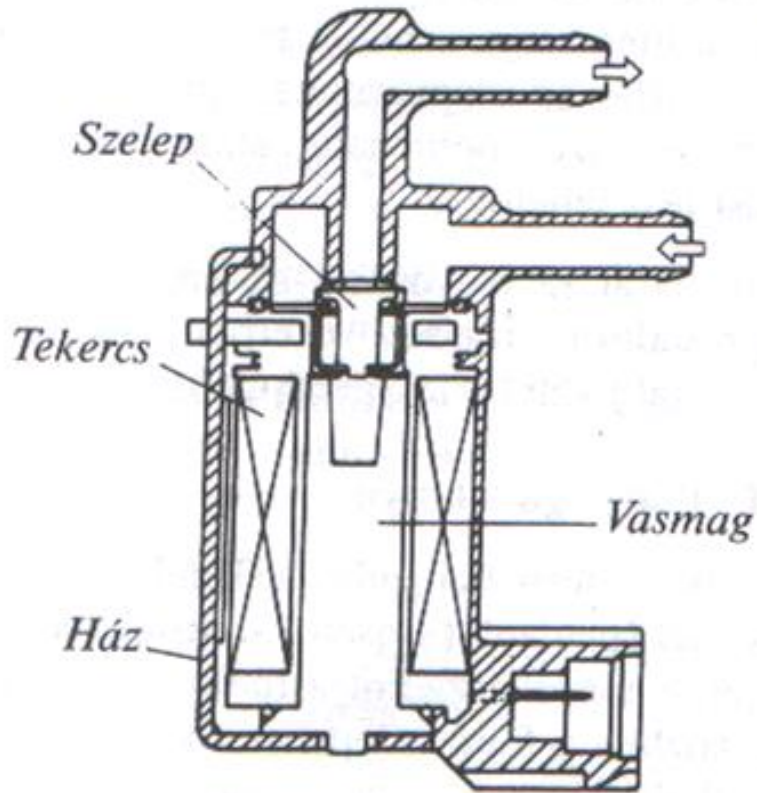
Alapjáratí szabályozás eszközei

Pótlevegő tolattyú

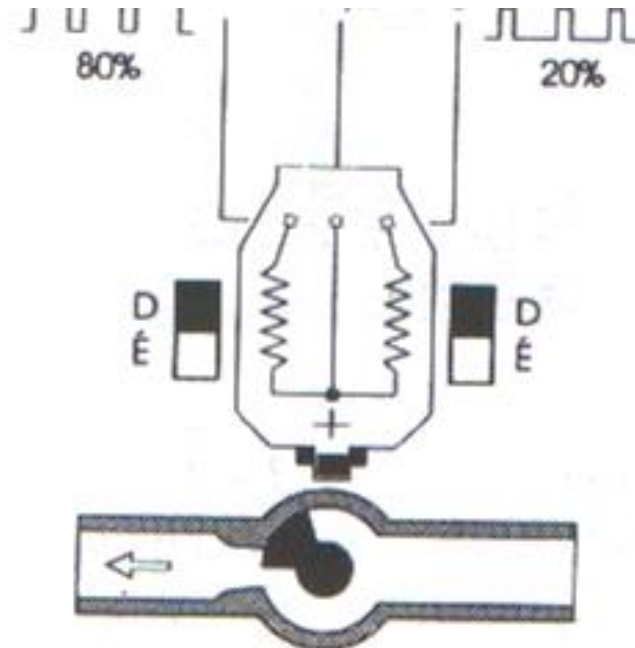


7.3.1 ábra Villamos fűtésű pótlevegő tolattyú szerkezete

Alapjáratú mágnesszelepek

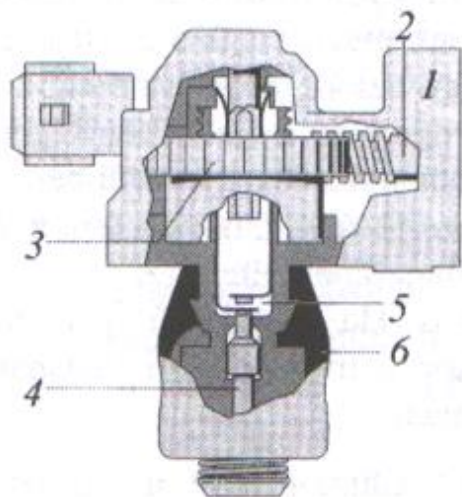


7.3.2 ábra ISC-mágnesszelep szerkezete



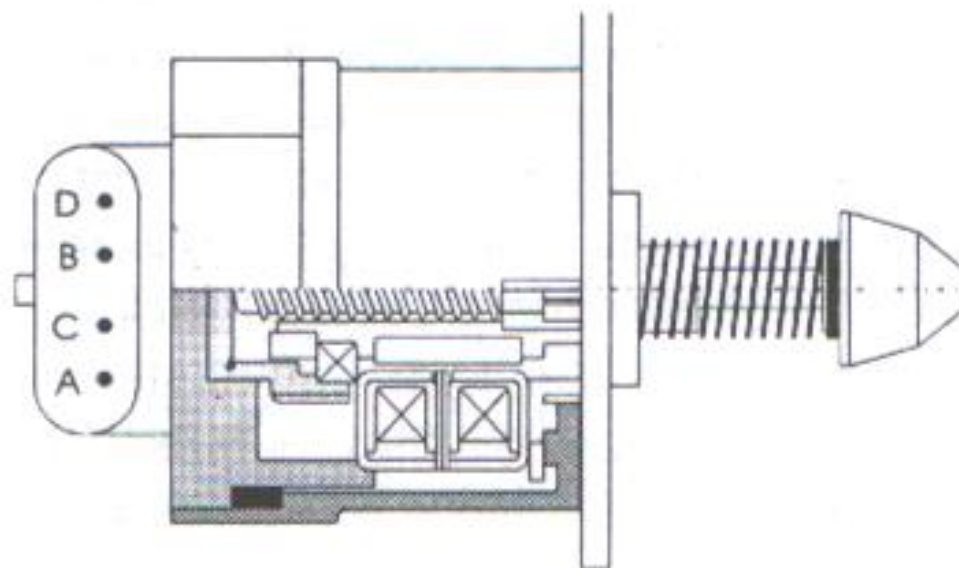
7.3.3 ábra Elforduló mágnesszelepes ISC-szelep

Folytószelep állító motor



- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1 - Motorház az
elektromotorral | 4 - Állítórúd |
| 2 - Csiga | 5 - Alapjárat
érintkező |
| 3 - Csigakerék | 6 - Védőkarmantyú |

7.3.4 ábra A folytószelep-állító szerkezete
(Bosch)



7.3.5 ábra Léptetőmotor szerkezete
(GM-Multec)

Egyéb érzékelők és jeladók:

- fordulatszám, szögállás, hengerazonosító jelek**
- fojtószelepállás kapcsoló**
- fojtószelep potencióméter**
- lambdaszonda**
- hőmérséklet érzékelők**
- kopogás érzékelők**
- járműsebesség érzékelő**
- elektromos gázpedál**
- stb.**

Befecskendező rendszerek

-Bosch K/KE jetronic

-Bosch L/LE/L3/LH/LU jetronic

-Bosch Mono jetronic

-L2-Jetronic (Digijet)

-Lucas LH

Integrált motorvezérlési rendszerek (központi befecskendezéssel)

-Bosch Mono-Motronic

-Lucas SPi

-GM Multec SPi

-Ford- Weber CFI

-Renix és Siemens

-Magnetti Marelli

Integrált motorvezérlési rendszerek (hengerenkénti befecskendezéssel)

-Bosch Motronic

-GM Multec SPi

-Ford EEC IV/V

-Siemens-Simtec

-Renix-Bendix-Siemens

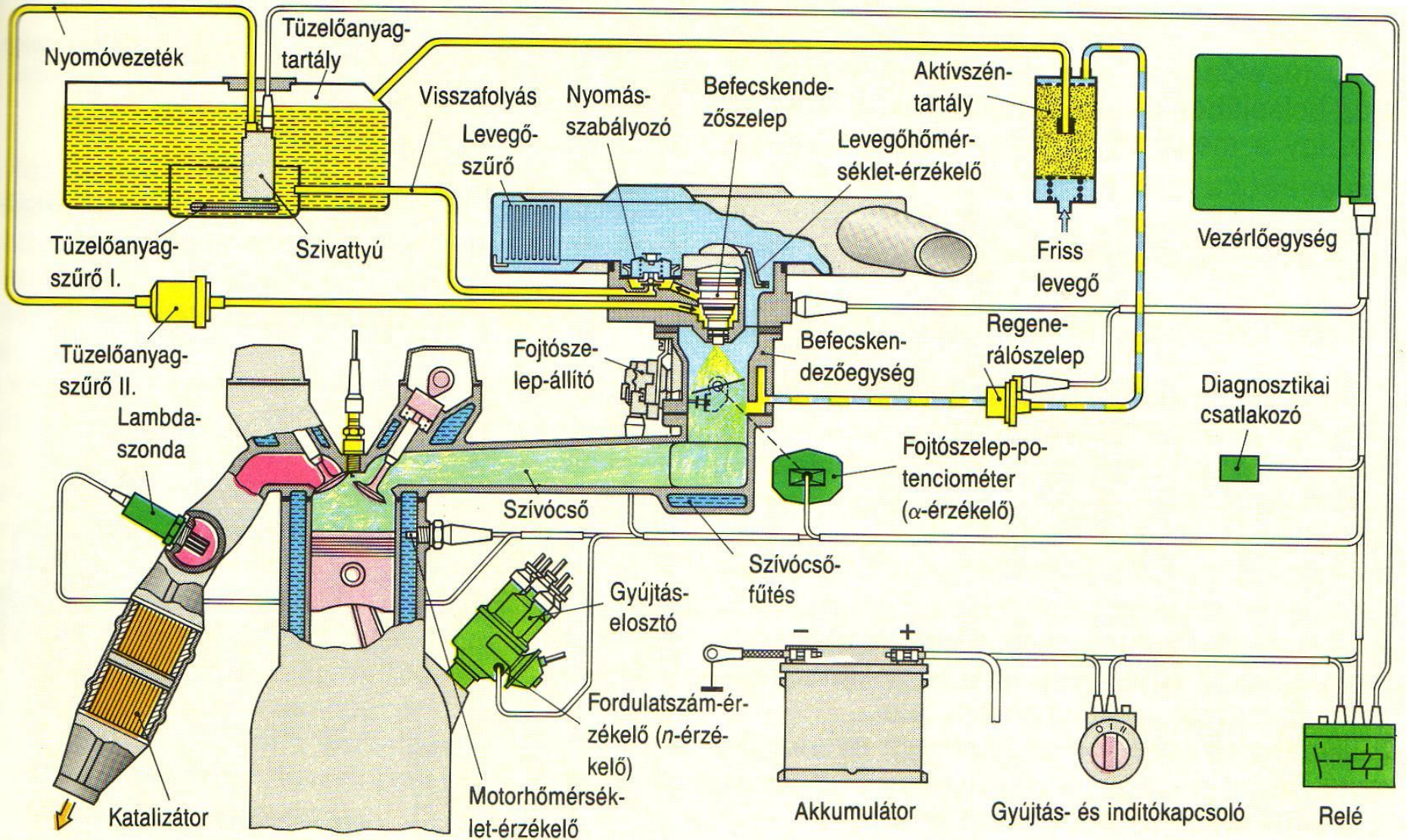
-DigiFant

-Magnetti Marelli

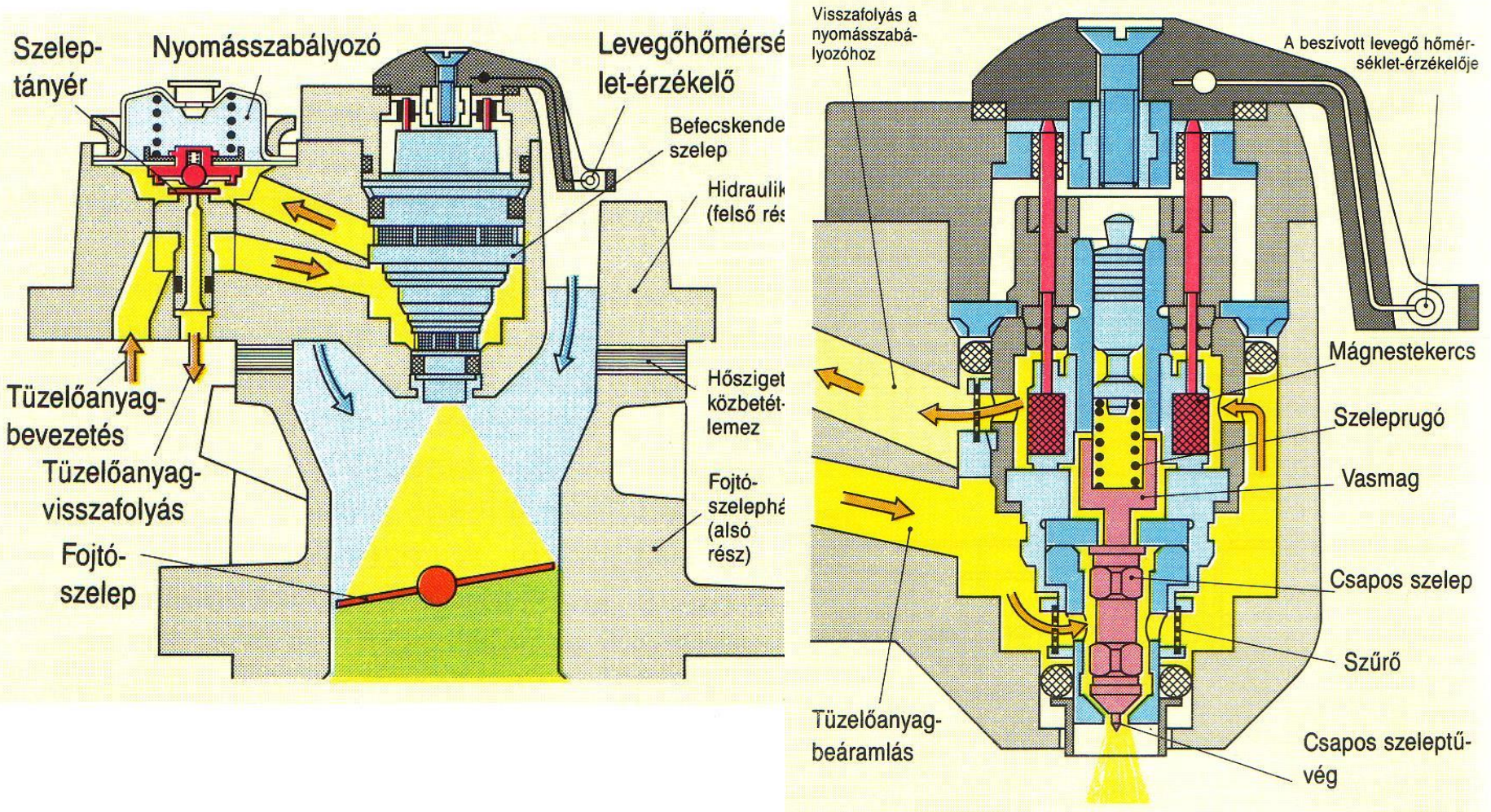
-Mems MPI

-Simos

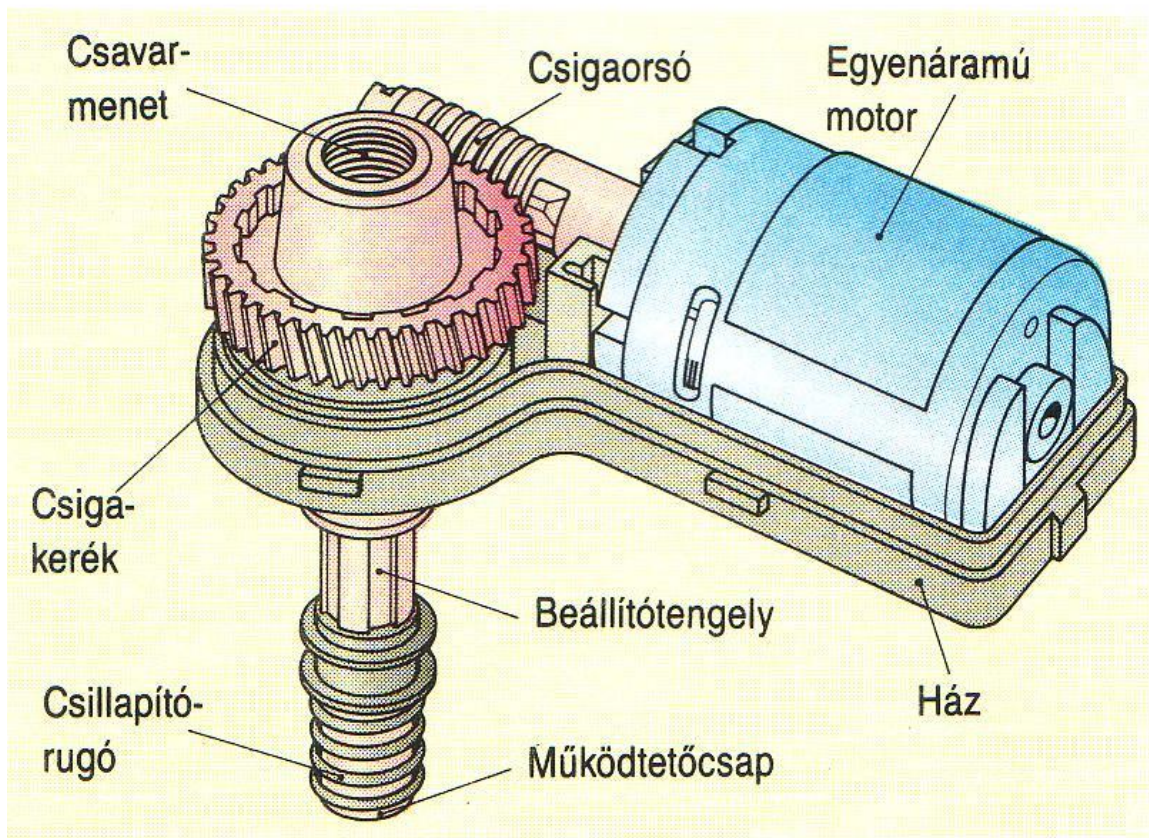
Mono-Jetronic



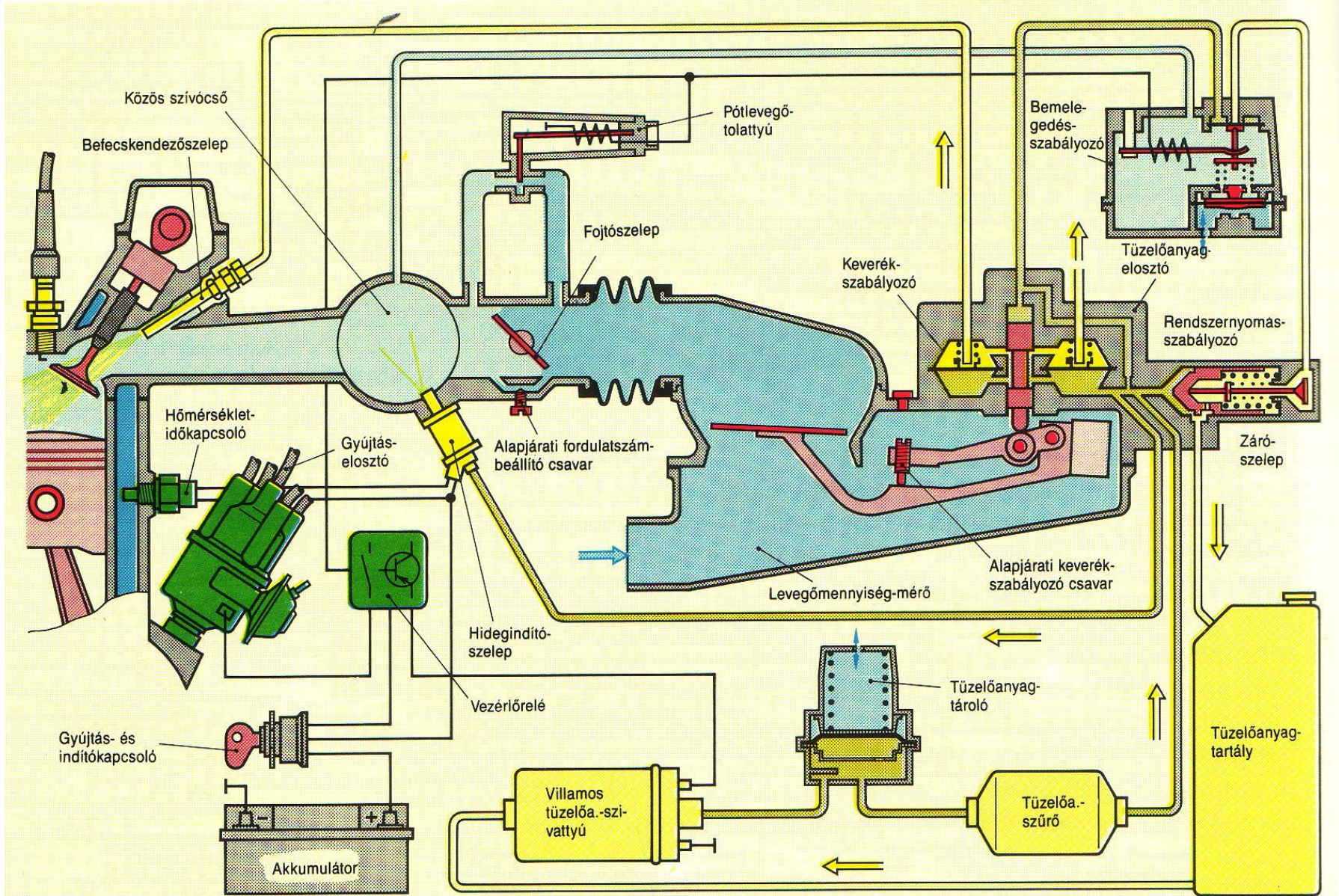
Mono-Jetronic befecskendező szelepe



Fojtószelep állító motor



K-jetronic



4,8 bar rendszer-nyomás

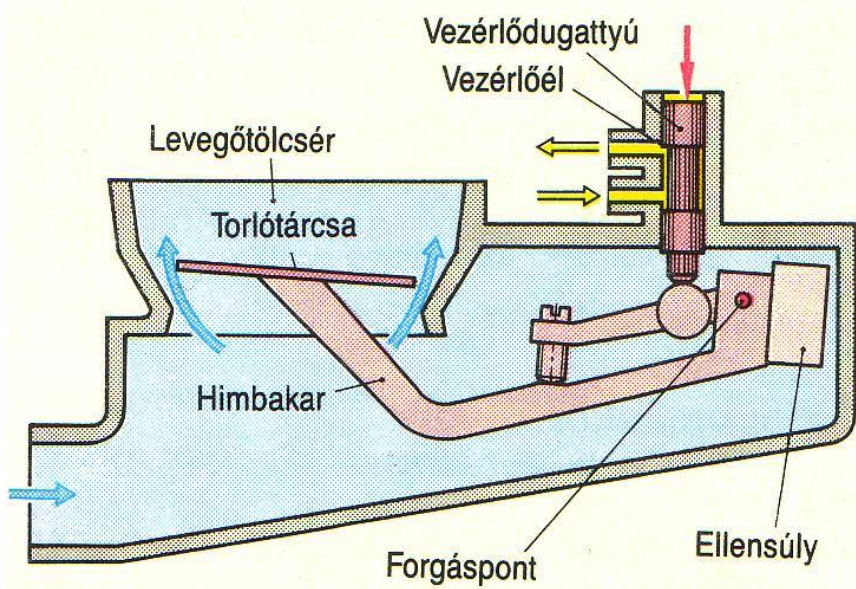
4,7 bar nyomás a felső kamrában

3,3 bar befecskendezőnyomás

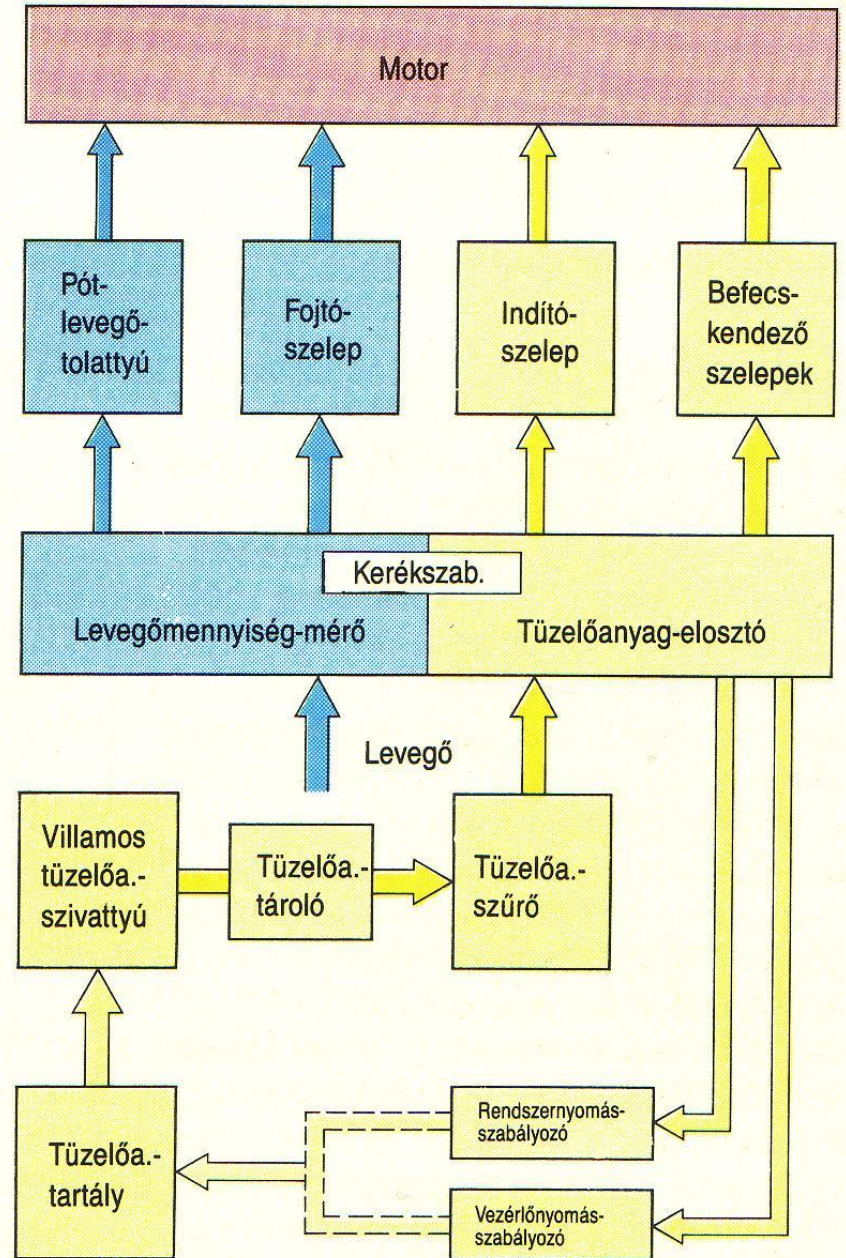
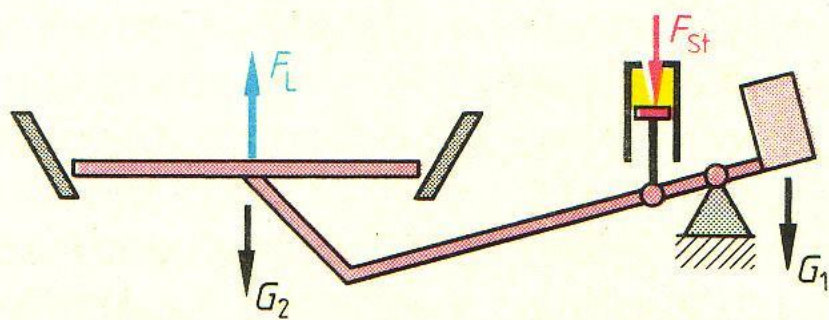
0,5 ... 3,7 bar vezérlőnyomás

Shívás, ill. visszafolyás

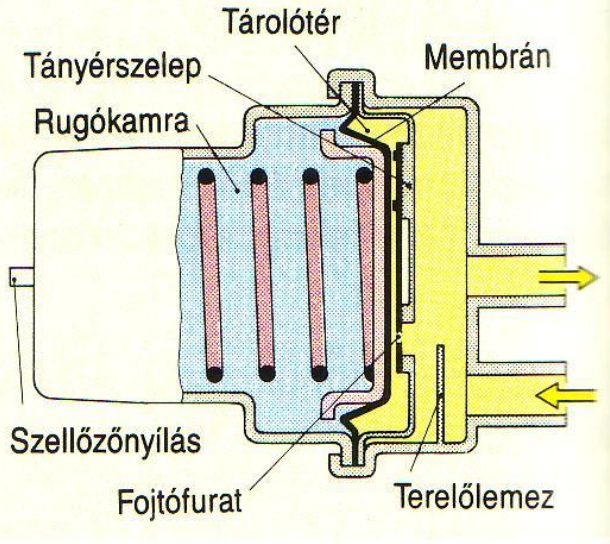
K-jetronic 2



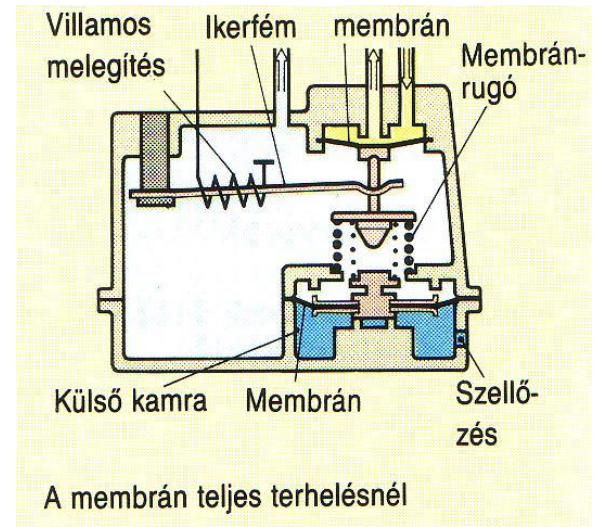
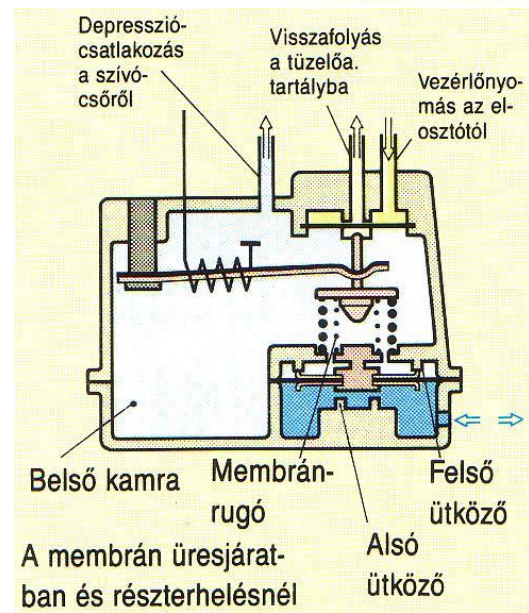
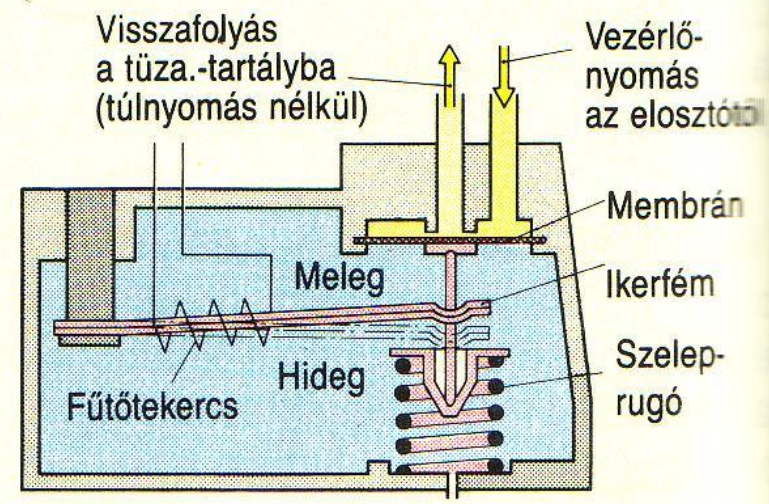
A beszívott levegő mennyiség mérése



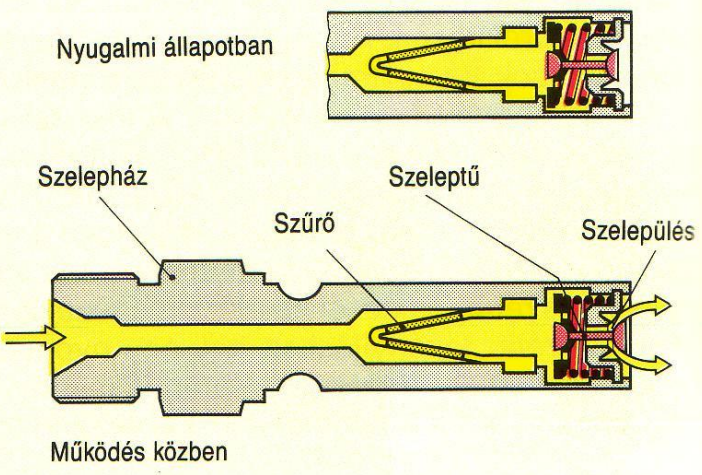
K-ietronic részegységei



Hajtóanyag tároló

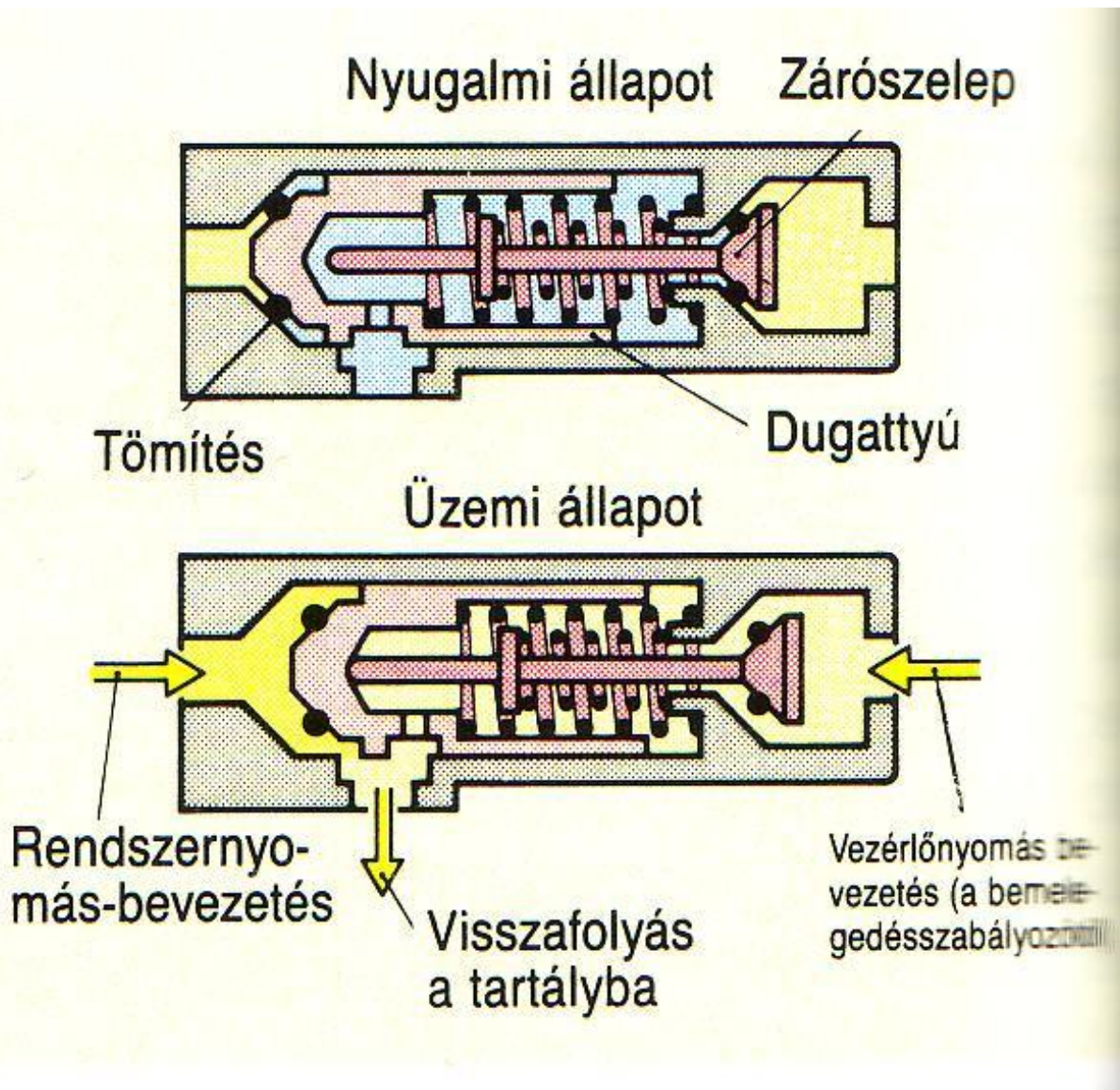


Bemelegedés szabályozó, és üzemállapotai

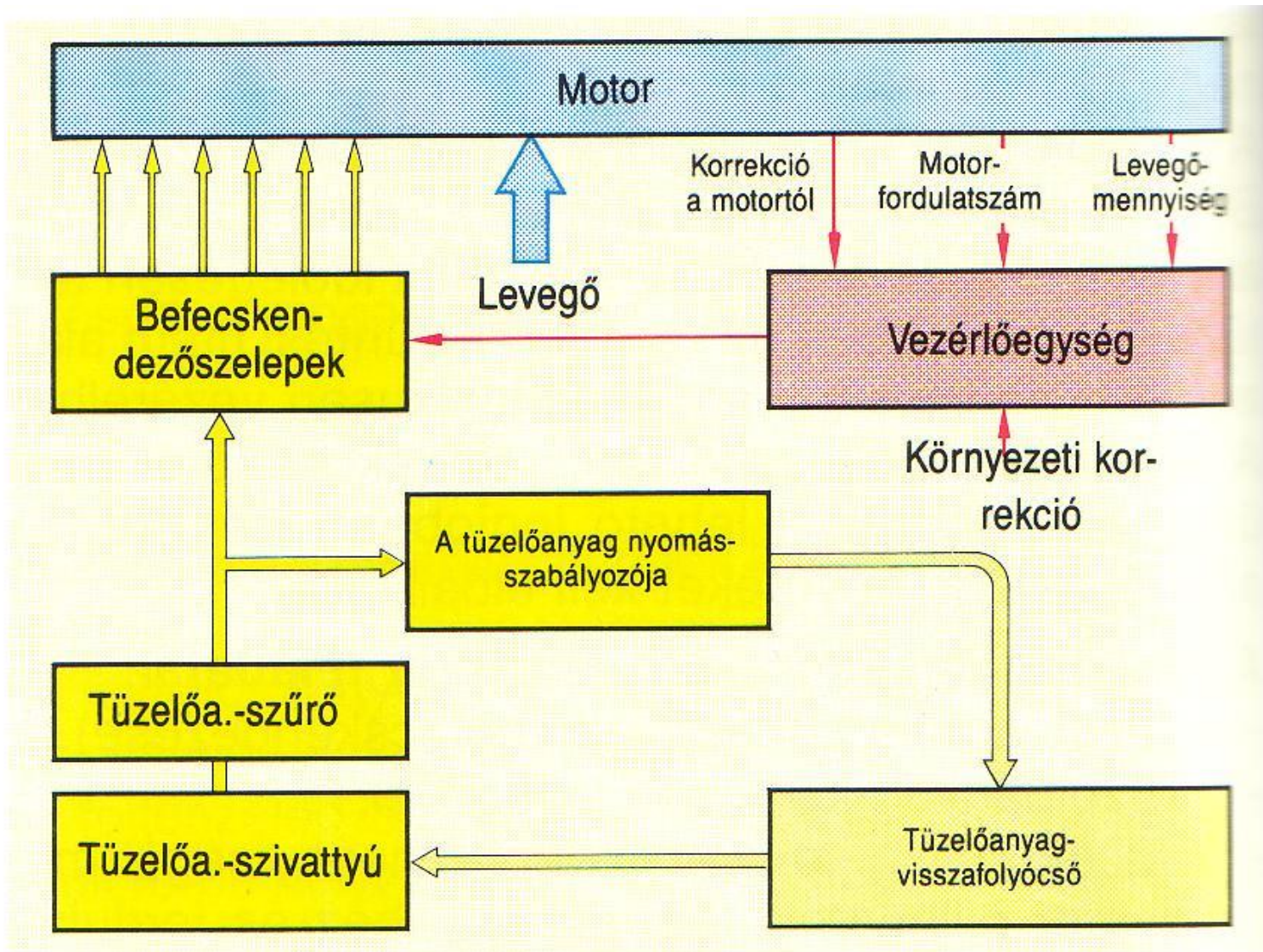


Befecskendező szelep

K-jetronic nyomásszabályzó

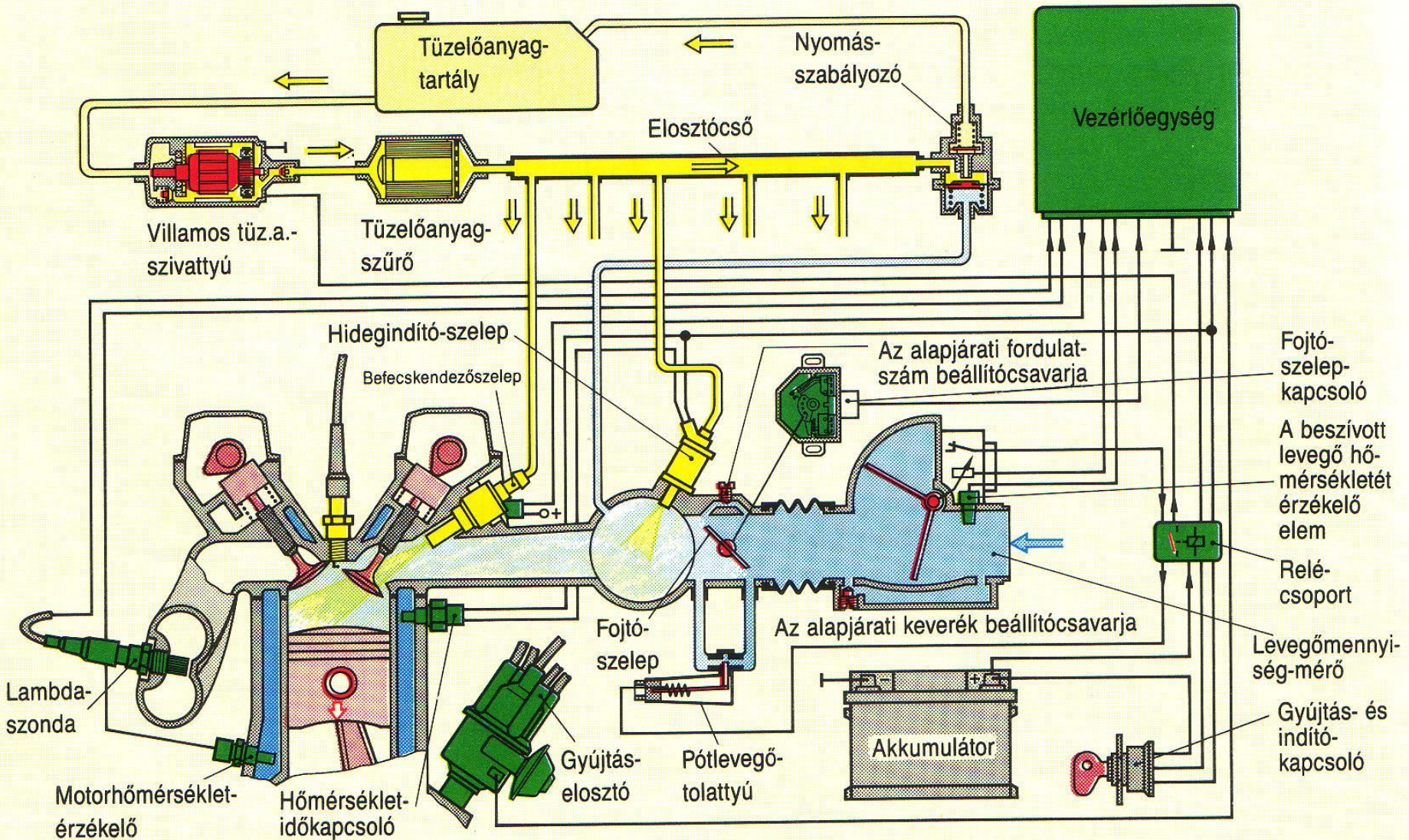


L-jetronic

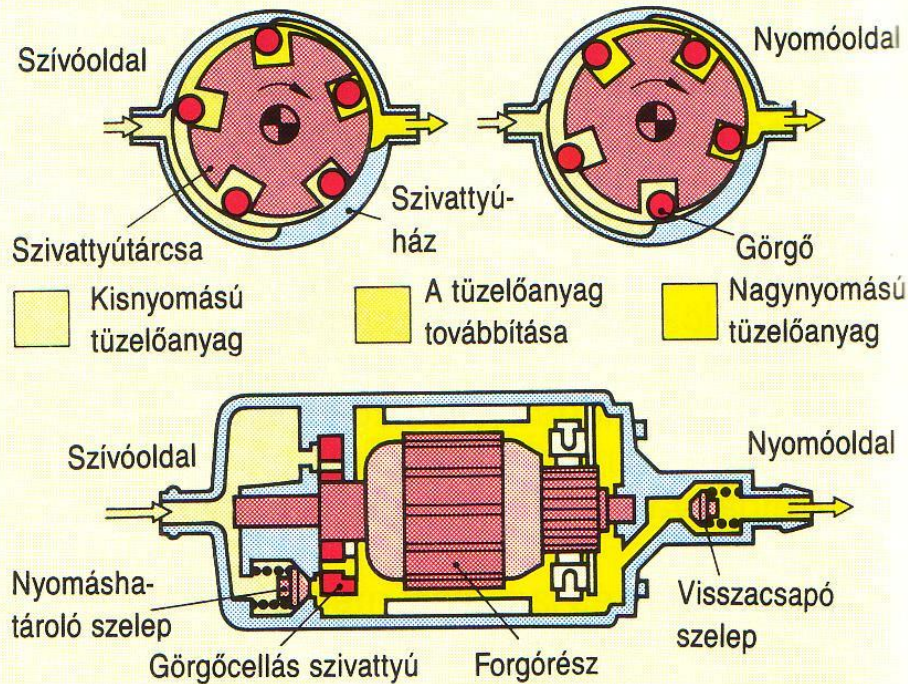


1. ábra. Az L-Jetronic elvi vázlat

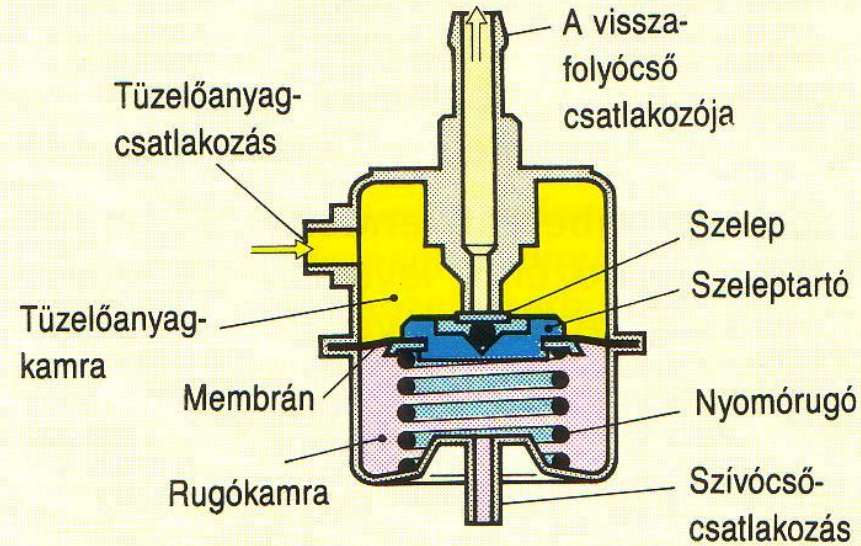
L-jetronic



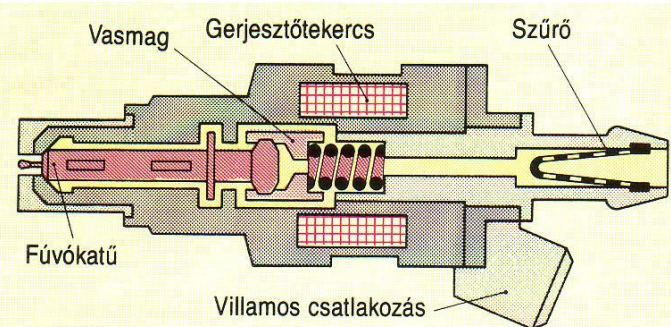
L-jetronic elemei



2. ábra. Görgőcellás szivattyú

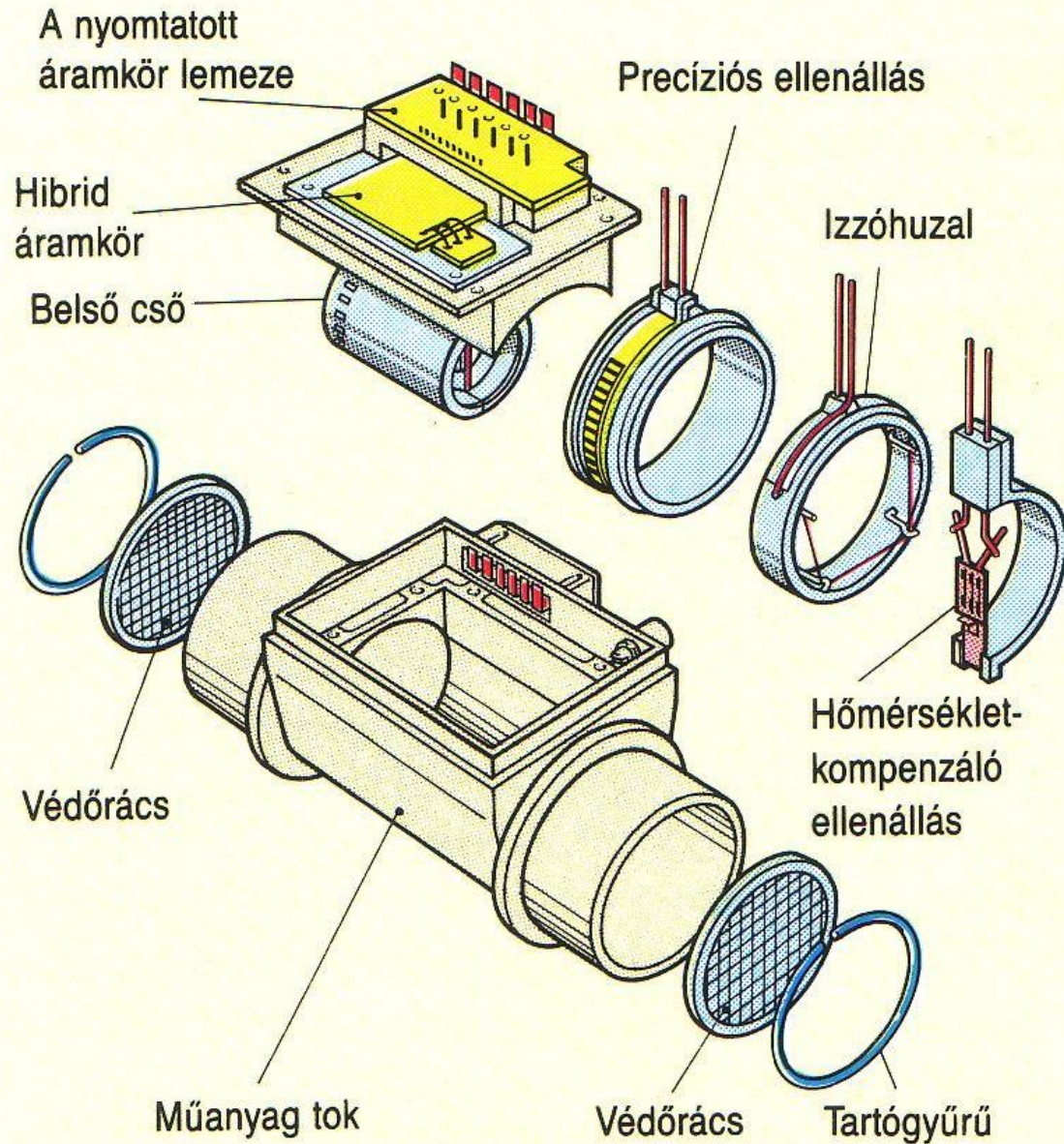


3. ábra. Nyomásszabályozó

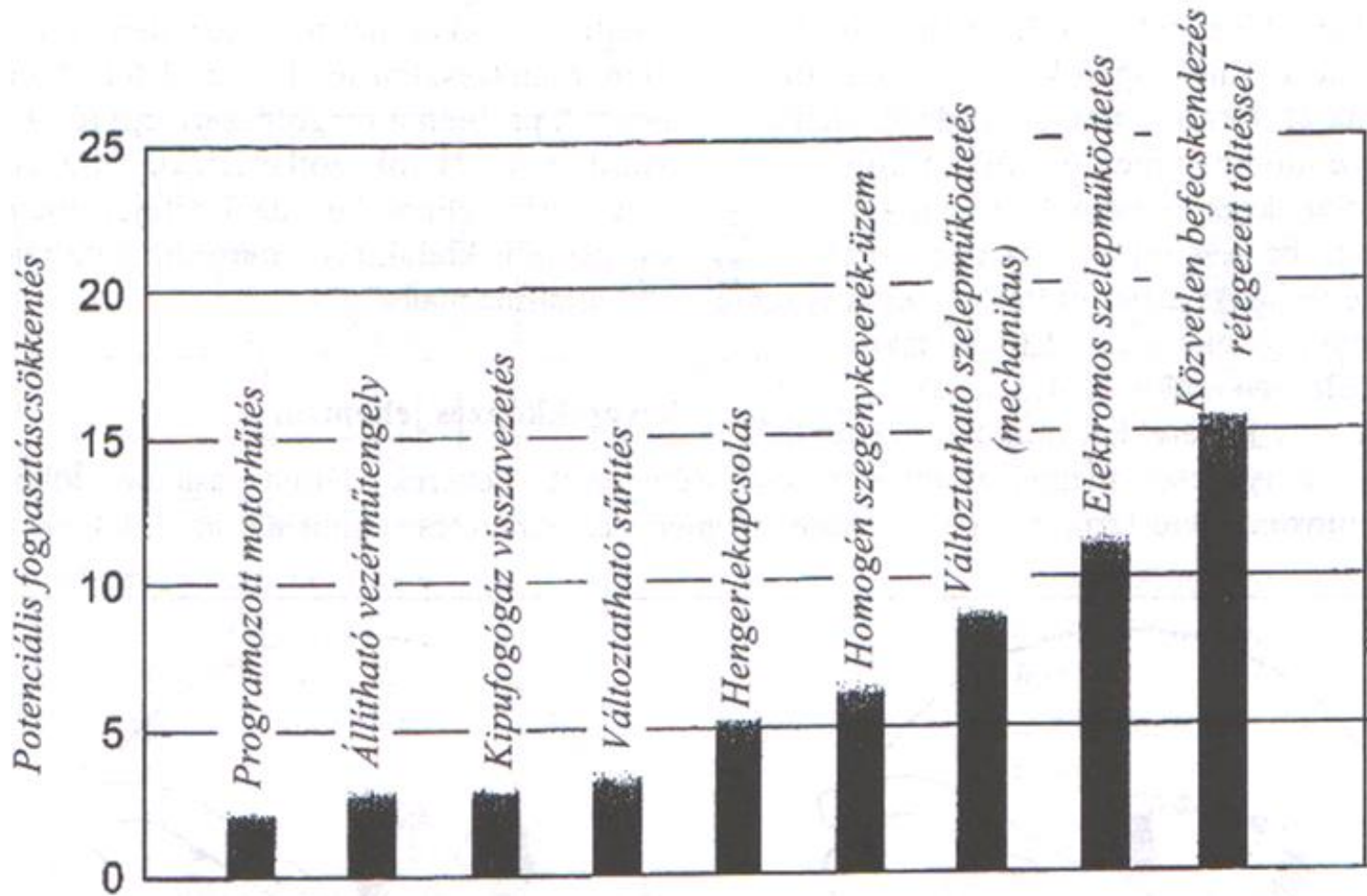


Befecskendezőszelep

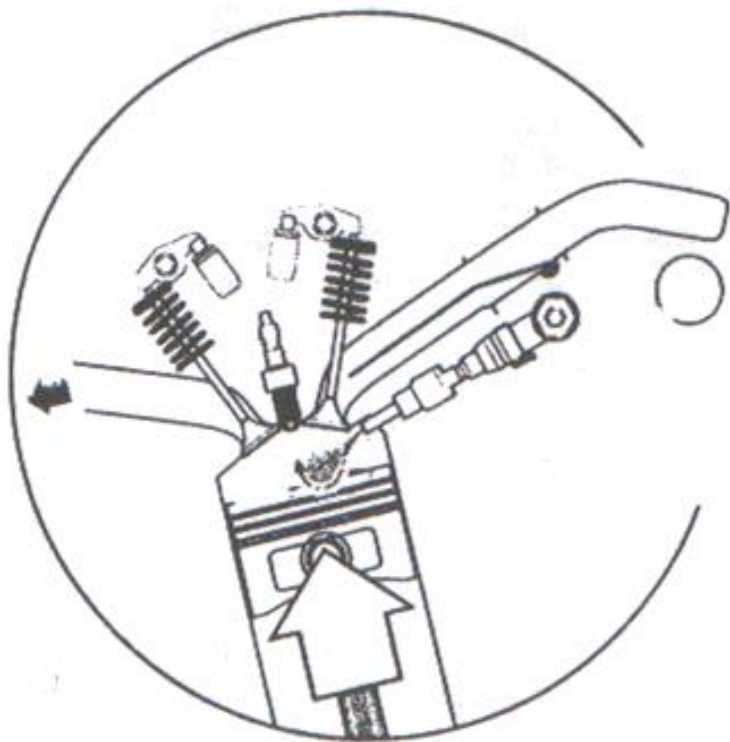
Légtömegmérő



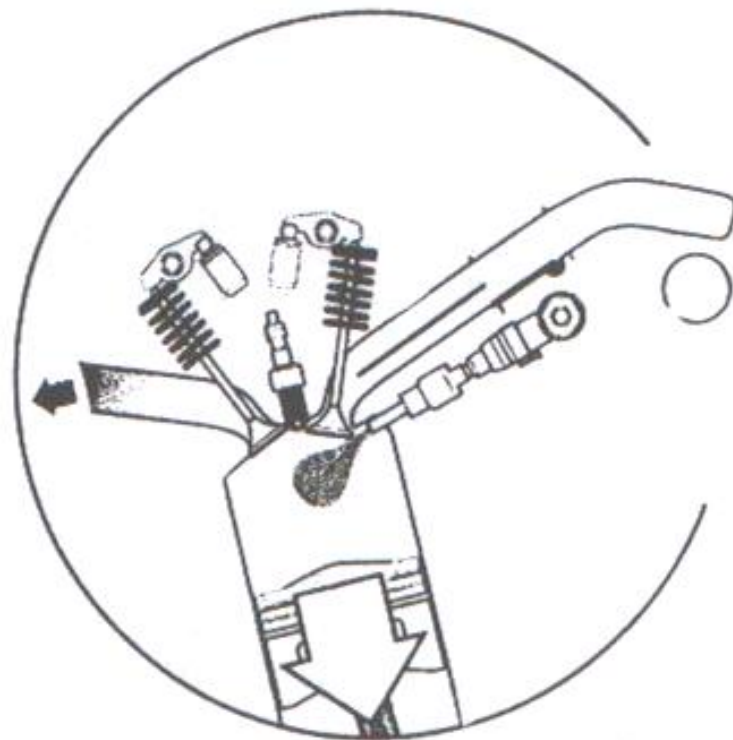
Nagynyomású közvetlen befecskendezés



1.4.1 ábra: Motorteknikai lehetőségek a tüzelőanyag-fogyasztás (és az emisszió) csökkentésére

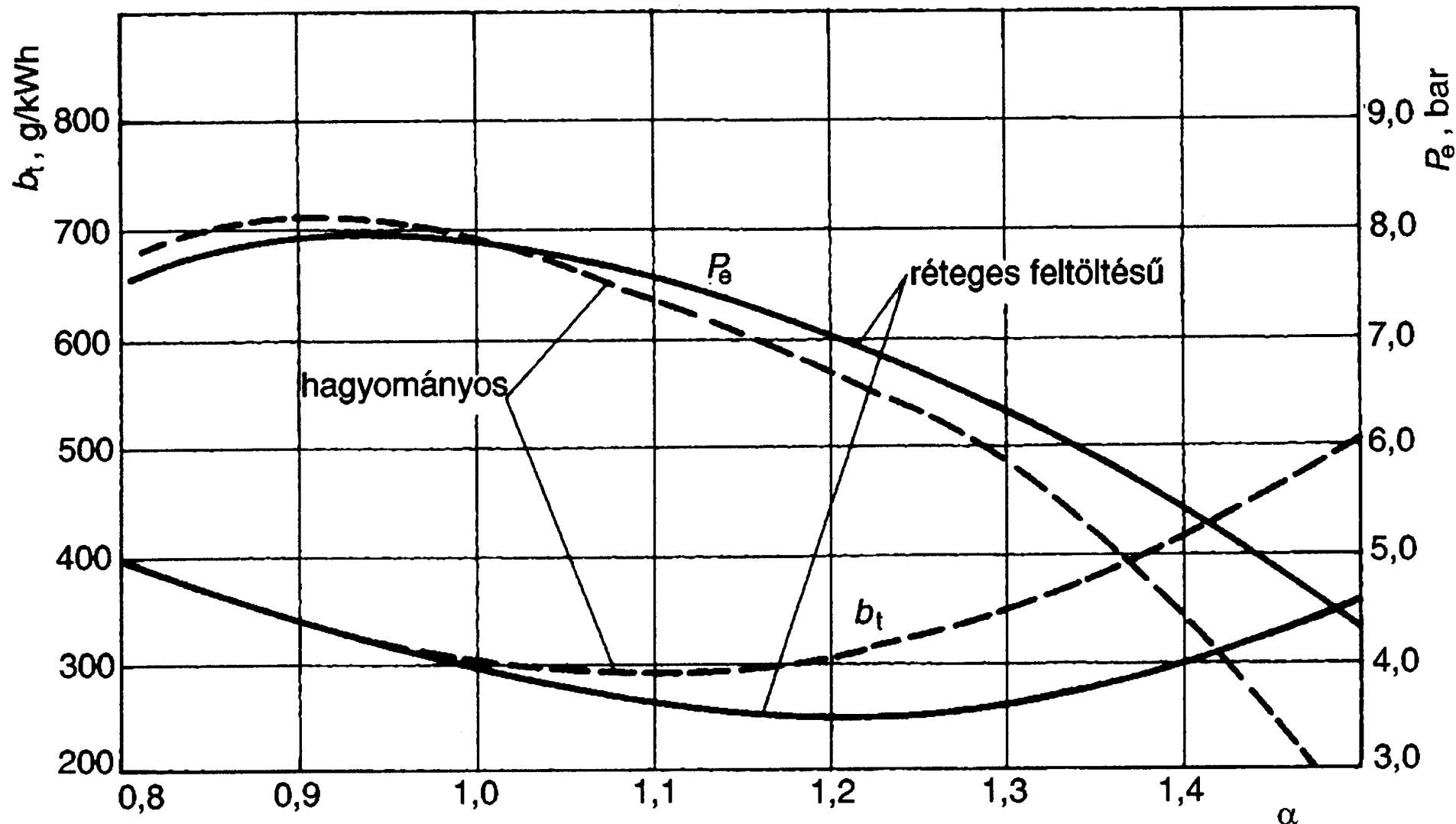


a) Rétegzett keverékképzés szegény keveréknél

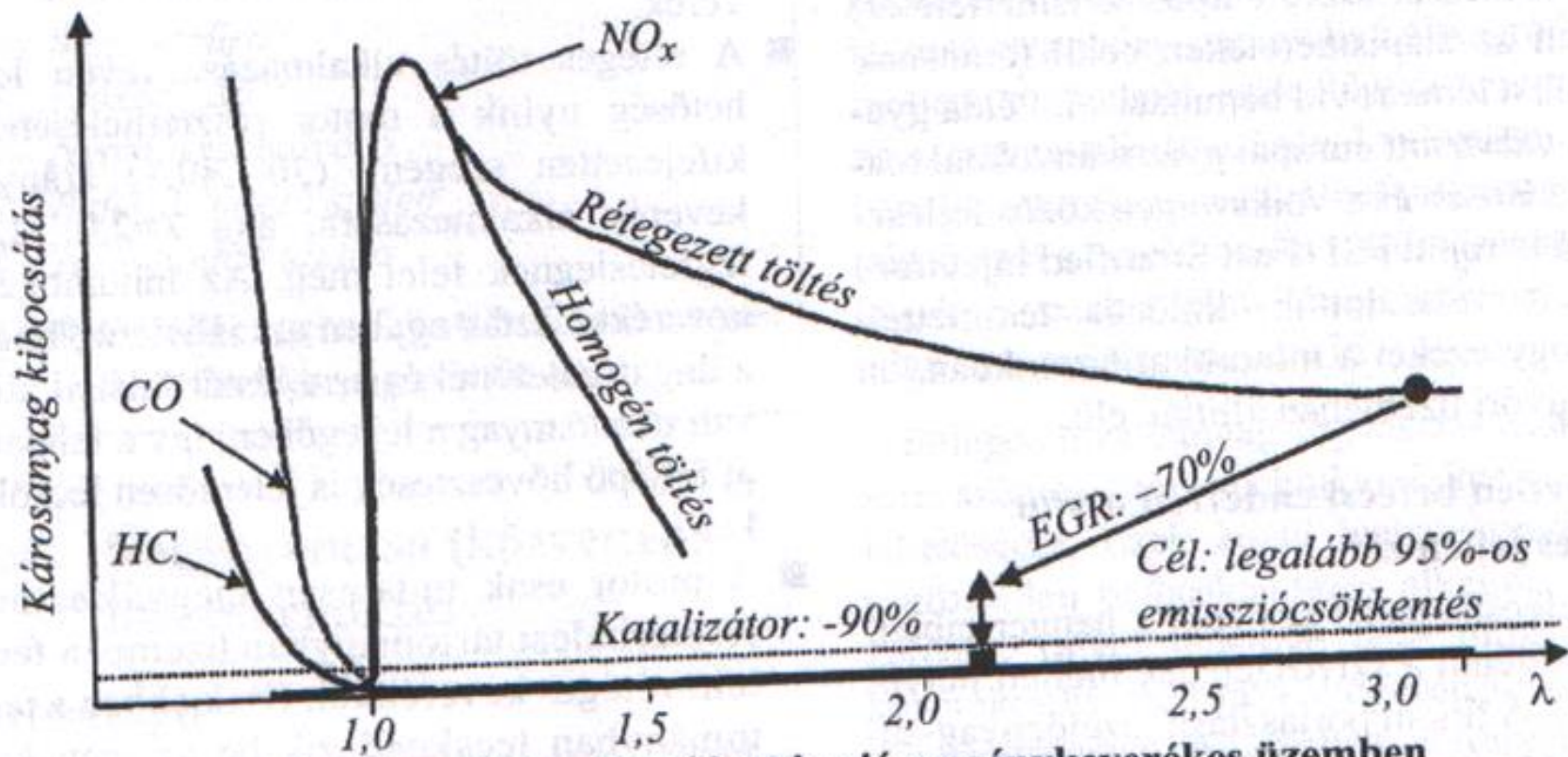


b) Homogén keverékképzés normál keveréknél

1.4.2 ábra: Kétféle keverékképzés közvetlen befecskendezésnél (FSI-motor)

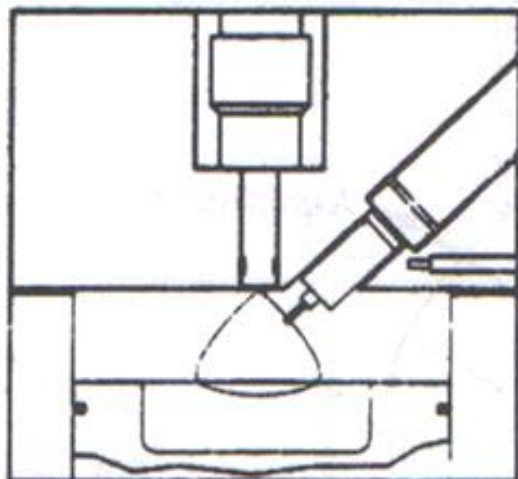


Az effektív középnyomás (p_e) és a fajlagos tüzelőanyag fogyasztás (b_t) alakulása a légviszony (α) függvényében, réteges és hagyományos feltöltés esetén

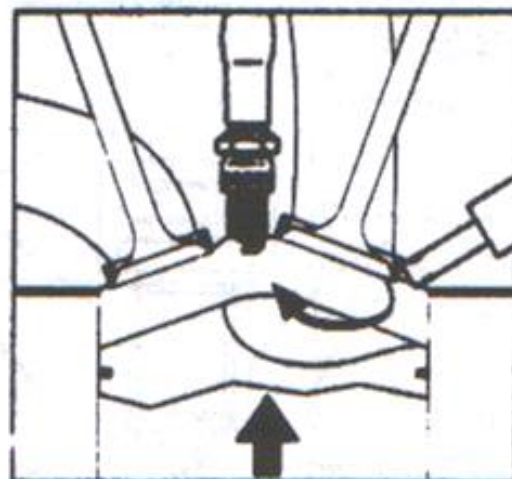


1.4.3 ábra: Nitrogénoxid emisszió szegénykeverékes üzemben

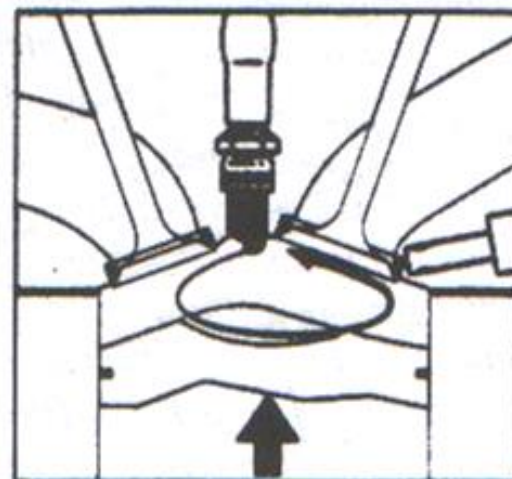
Sugárterelésű



Falterelésű



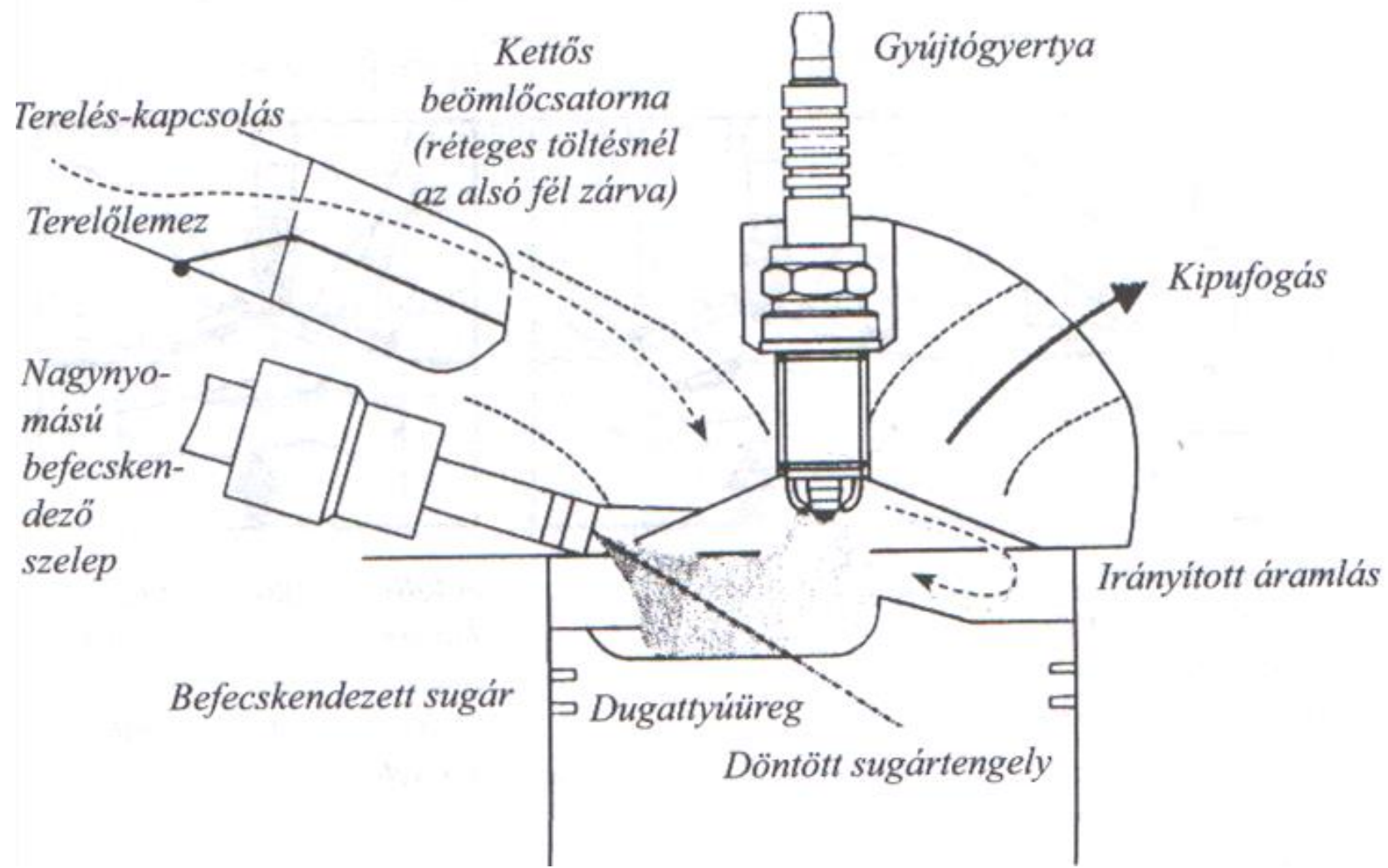
Levegőterelésű

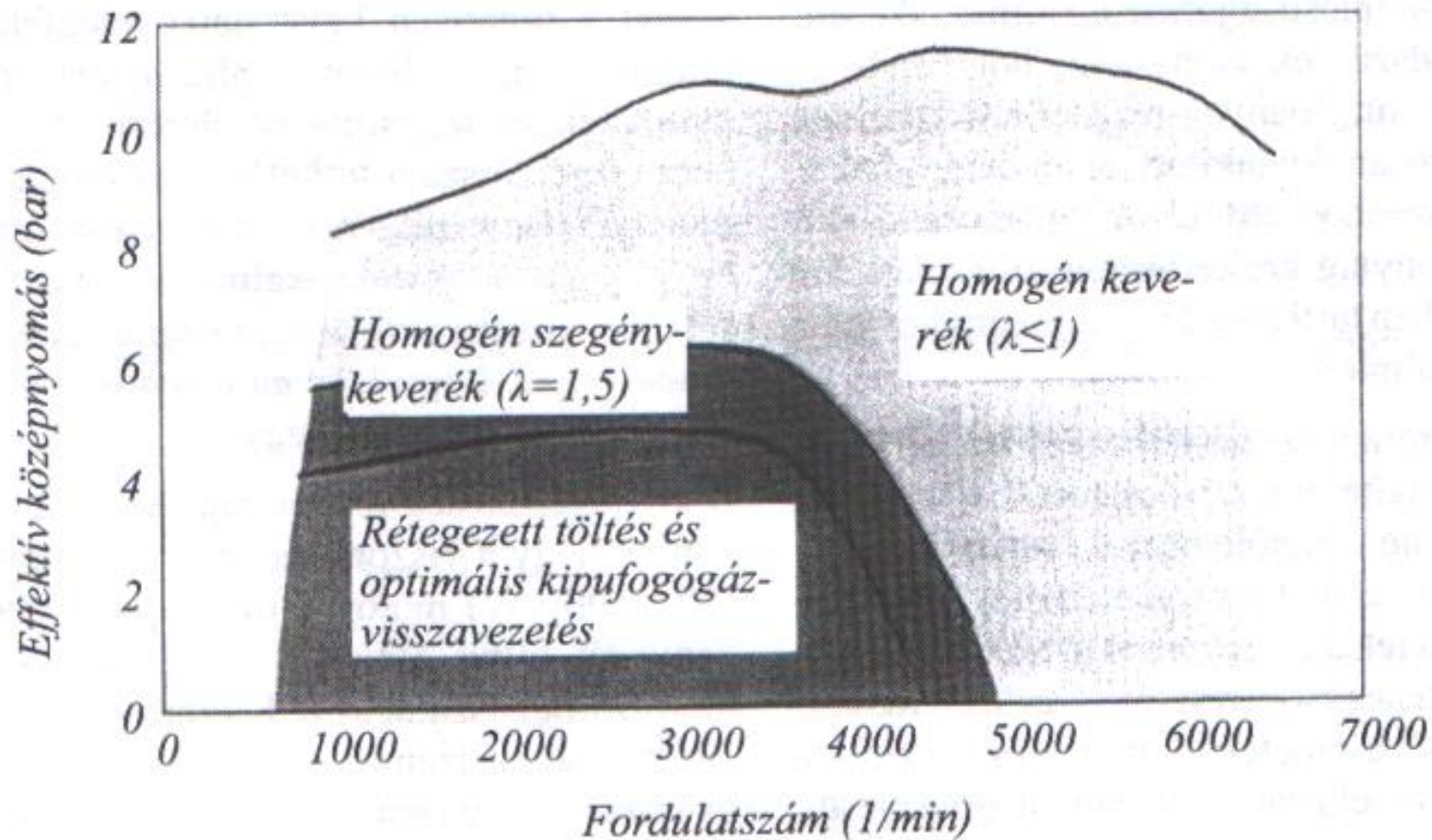


*A befecskendező sugár és a gyújtószikra egymáshoz viszonyított pontos helyzete
A gyújtógyertya nagy igénybevétele*

*A töltet mozgása juttatja a keveréket a gyújtógyertyához
A gyújtógyertya normál igénybevétele*

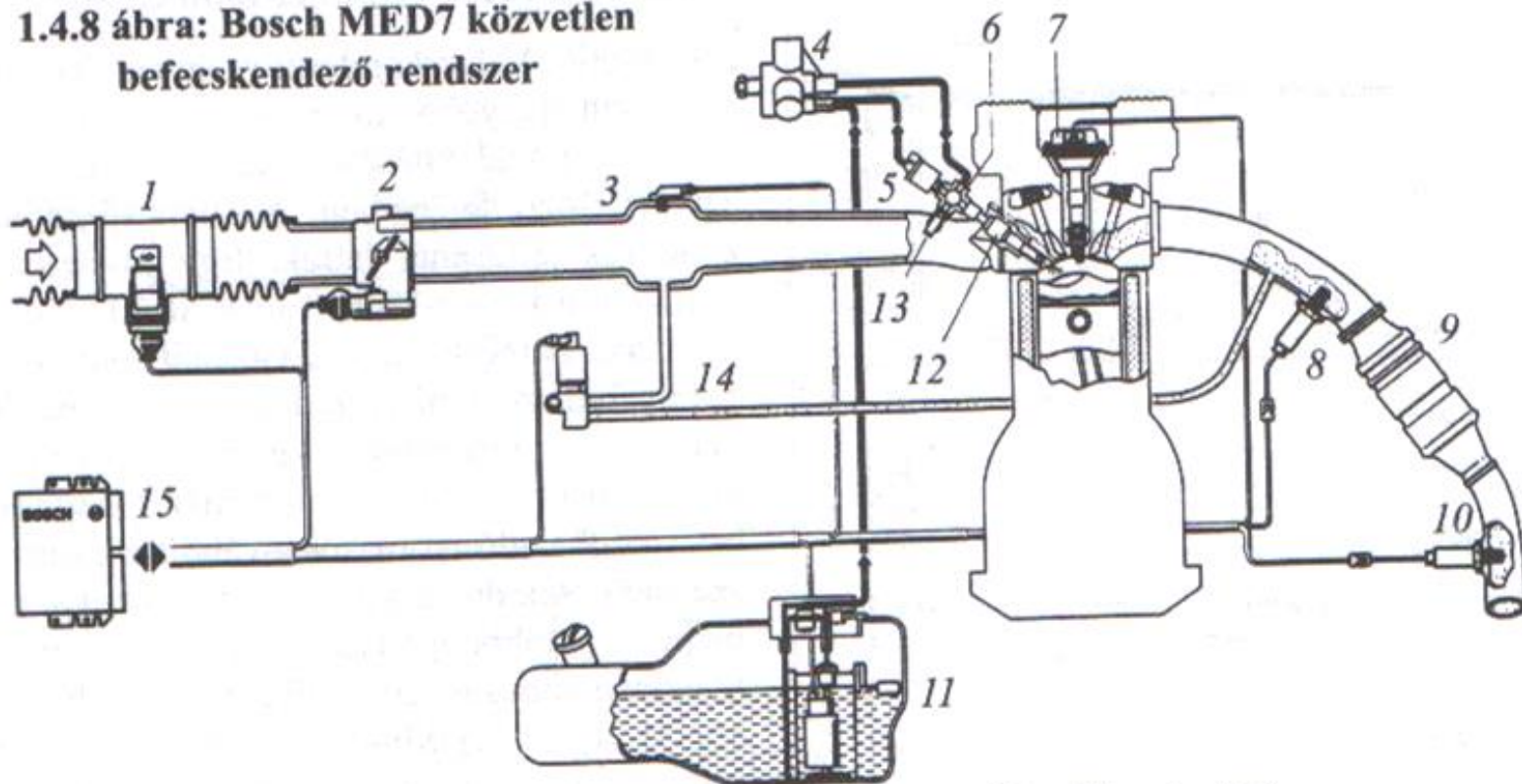
1.4.4 ábra: Rétegzett keverék létrehozásának lehetőségei





1.4.6 ábra: A keverékképzés módosítása a fordulatszámtól és a terheléstől függően

1.4.8 ábra: Bosch MED7 közvetlen befecskendező rendszer



- 1 – Légtömegmérő
- 2 – Elektromos működtetésű fojtószelep
- 3 – Szívótérnyomás érzékelő
- 4 – Nagynyomású szivattyú
- 5 – Nyomásszabályozó szelep

- 6 – Tüzelőanyag elosztócső
- 7 – Gyújtótekercs
- 8 – Lambda-szonda
- 9 – Katalizátor
- 10 – Lambda-szonda
- 11 – Tápszivattyú
- 12 – Nagynyomású befecskendező
- 13 – Tüzelőanyagnyomás érzékelő
- 14 – EGR-szelep
- 15 – Motorvezérlő egység