

Vstřikovací systém Common Rail

Pojem „Common Rail“ (společná lišta) znamená, že pro vstřikování paliva se využívá **vysokotlaký zásobník** paliva, tzv. Rail, **společný pro vstřikovací ventily všech válců**.

Vytváření vysokého tlaku a samotné vstřikování paliva je u tohoto systému řešeno odděleně.

Vysoký tlak paliva, potřebný ke vstřikování, vytváří oddělené **vysokotlaké palivové čerpadlo**. Takto vytvořený vysoký tlak paliva se akumuluje ve vysokotlakém zásobníku paliva (Railu) a dále je prostřednictvím krátkých vstřikovacích potrubí přiváděn ke vstřikovacím ventilům jednotlivých válců.

Vysokotlaké palivové čerpadlo bývá poháněno zpravidla rozvodovým mechanismem motoru.

Dopravu paliva z nádrže k vysokotlakému čerpadlu zajišťuje elektrické palivové čerpadlo nebo zubové čerpadlo, případně je použita kombinace obou čerpadel.

Vstřikovací systém Common Rail umožňuje vysokou flexibilitu pro přizpůsobení vstřikování danému motoru. Je to umožněno díky **vysokým vstřikovacím tlakům**, v současné době převyšujícím 2 000 barů (200 MPa), možností **přizpůsobit vstřikovací tlak** aktuálnímu provoznímu stavu v rozsahu 230 ÷ 2000 barů a rovněž možností zařadit **větší počet pilotních a dodatečných vstřiků**.

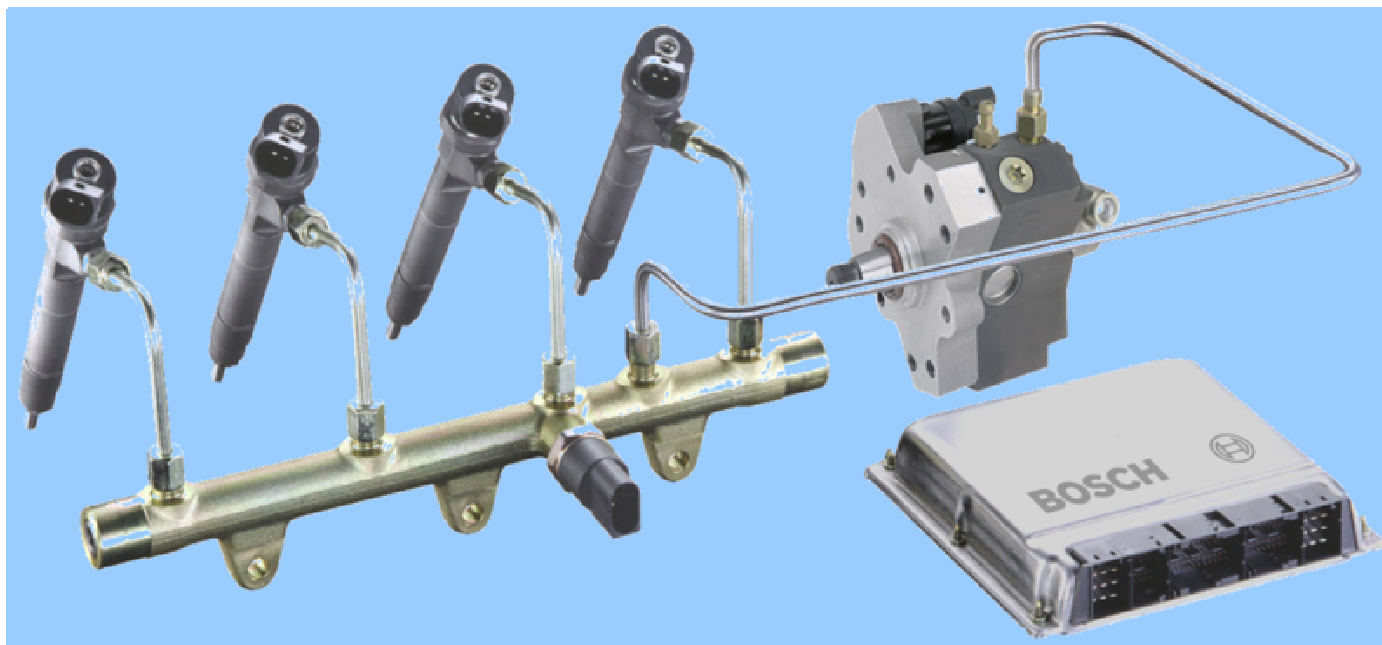
Systémy Common Rail používají dvě varianty vstřikovacích ventilů:

➤ **ovládané elektromagneticky**

➤ **ovládané piezoelektricky.**

Elektronické řízení motoru se standardně skládá ze snímačů, řídicí jednotky motoru a akčních členů. Řízení motoru zajišťuje přesnou regulaci množství vstřikovaného paliva, počátku vstřiku, volnoběžných otáček, maximálních (přeběhových) otáček; dále ještě řídí dobu žhavení, systém recirkulace výfukových plynů a regulaci plnicího tlaku.

Kromě toho provádí ještě neustálou kontrolu jednotlivých komponentů a funkcí vstřikovacího systému, včetně kontroly přídavných zařízení ke snižování emisí výfukových plynů. Rozpoznané chyby se zaznamenávají do paměti závad v ŘJ motoru a spolu s dalšími daty jsou přístupné při sériové diagnostice.



Ke známým výrobcům vstřikovacích systémů Common Rail patří zejména firmy BOSCH, CONTINENTAL (SIEMENS), DELPHI a DENSO.

Obr. 1: Vstřikovací systém Common Rail

Zásobování palivem

Vstřikovací systémy BOSCH

elektrické palivové čerpadlo s tlakem 2,5 baru v palivové nádrži + vysokotlaké čerpadlo (CP1)

elektrické palivové čerpadlo s tlakem 0,5 baru v palivové nádrži + zubové čerpadlo spolu s vysokotlakým čerpadlem (CP3)

elektrické palivové čerpadlo s tlakem 0,5 baru v palivové nádrži + přídatné elektrické čerpadlo Inline s tlakem 5 barů + vysokotlaké čerpadlo (CP4)

Vstřikovací systémy CONTINENTAL (SIEMENS)

elektrické palivové čerpadlo s tlakem 0,5 baru v palivové nádrži + zubové čerpadlo spolu s vysokotlakým čerpadlem

Vstřikovací systémy DELPHI

pouze vysokotlaké čerpadlo s integrovaným podávacím čerpadlem

elektrické palivové čerpadlo s tlakem 5 barů v palivové nádrži + vysokotlaké čerpadlo

Vstřikovací systémy DENSO

pouze vysokotlaké čerpadlo s integrovaným podávacím čerpadlem

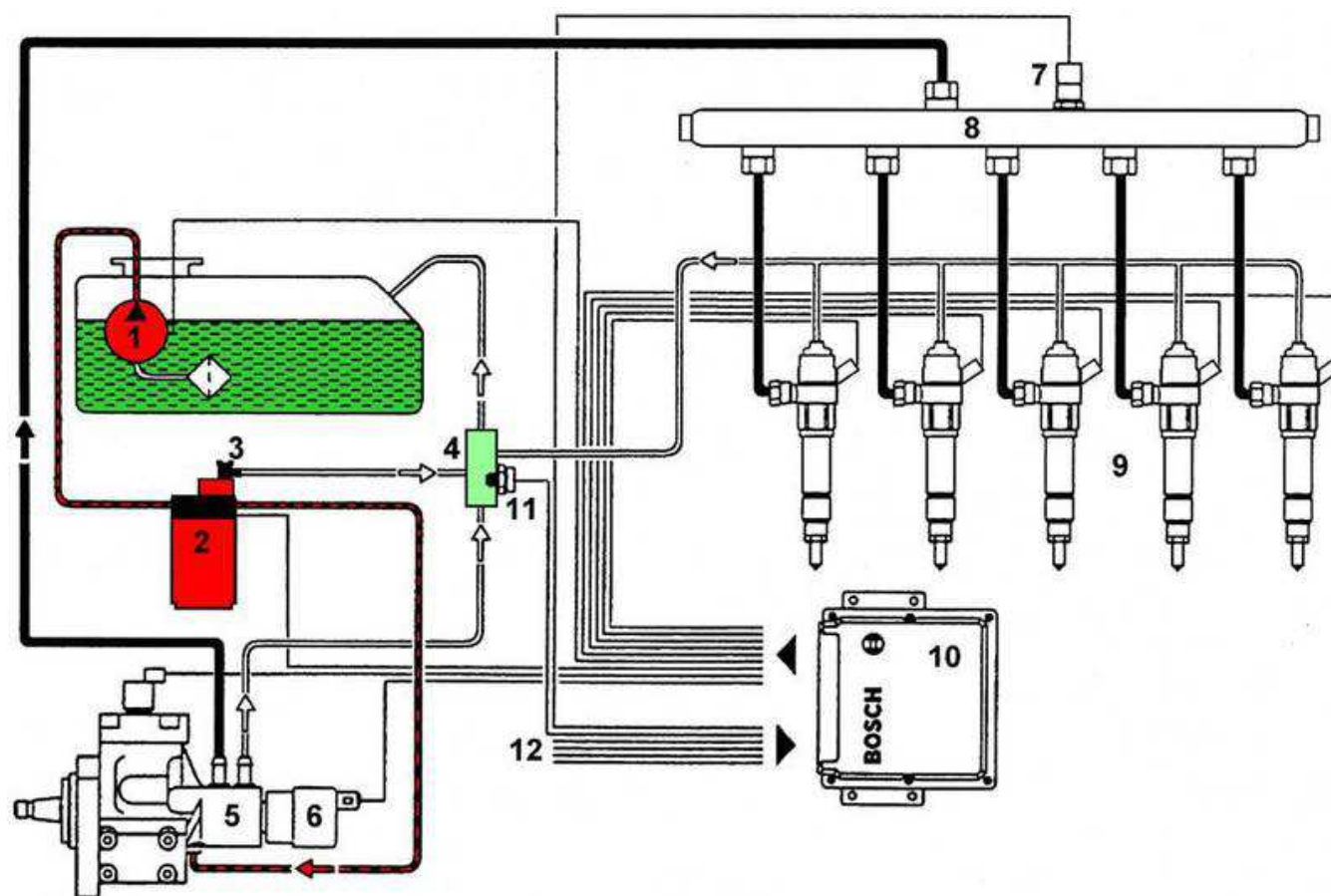
Regulace vysokého tlaku

Ventilem regulace tlaku: Ventil bývá umístěn na vysokotlakém zásobníku nebo je součástí vysokotlakého palivového čerpadla. Reguluje vysoký tlak tím, že přepouští přebytečné palivo zpět do palivové nádrže. Nevýhodou tohoto způsobu regulace je, že vysokotlaké palivové čerpadlo nezávisle na aktuální potřebě motoru dodává neustále maximální množství paliva. Tím je zbytečně větší spotřeba energie vysokotlakého čerpadla. Naopak výhodou je dynamický průběh regulace.

Dávkovací jednotkou v nízkotlaké části: Ventil dávkování paliva je součástí vysokotlakého palivového čerpadla, zabezpečuje regulaci tlaku paliva ve vysokotlakém zásobníku dle aktuální potřeby. Ventil dávkování paliva v podstatě reguluje množství přiváděného paliva potřebného k vytvoření vysokého tlaku. Výhodou je, že vysokotlaké palivové čerpadlo vytváří jen takový tlak, který je potřebný pro aktuální provozní režim. Tím je menší spotřeba energie čerpadla a menší ohřev paliva. Nevýhodou je pomalejší regulace vysokého tlaku při rychlých změnách zatížení motoru.

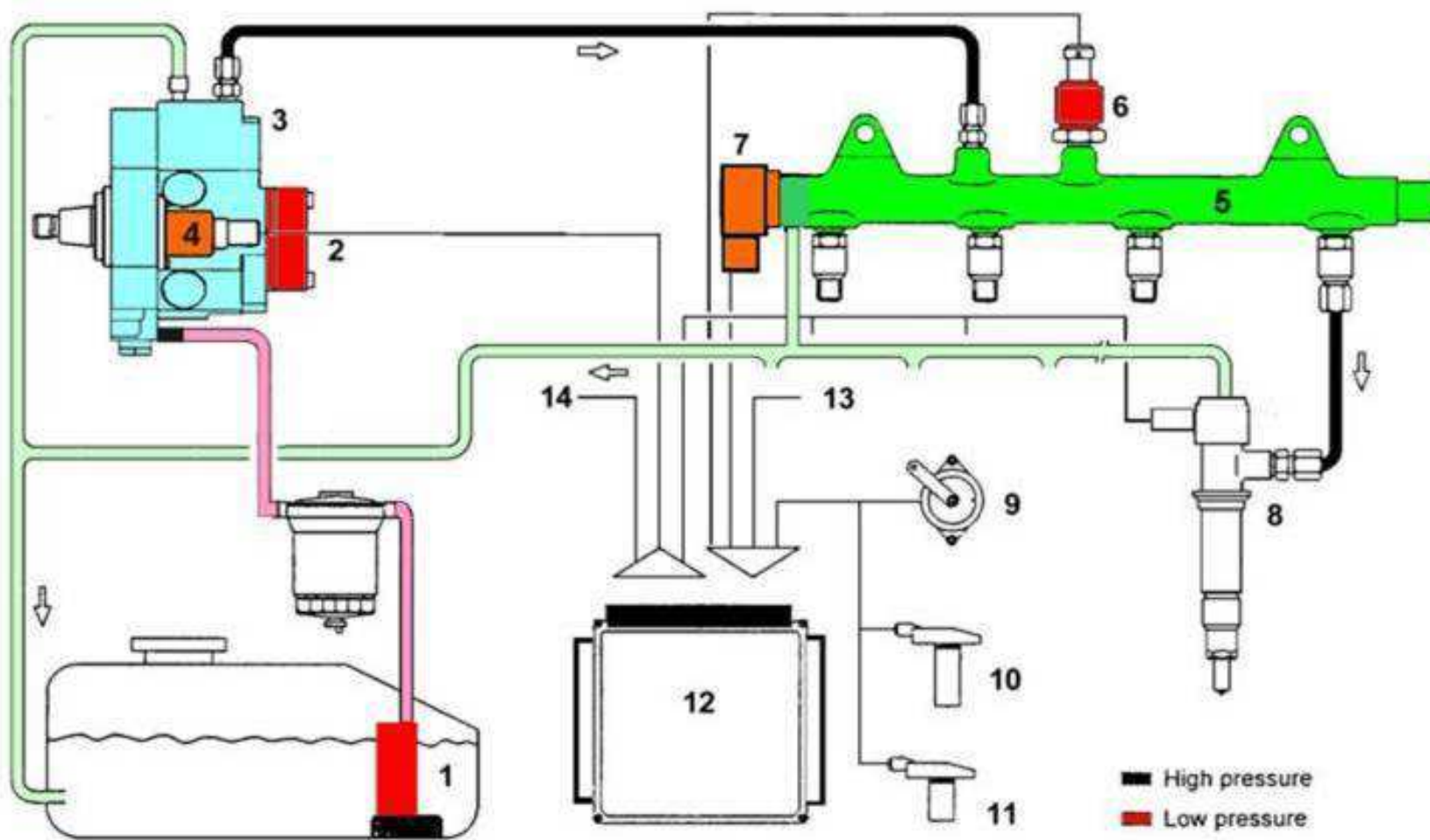
Některé systémy Common Rail kombinují oba způsoby regulace, spojí se tak jejich výhody.

Přehled vstřikovacích systémů Common Rail



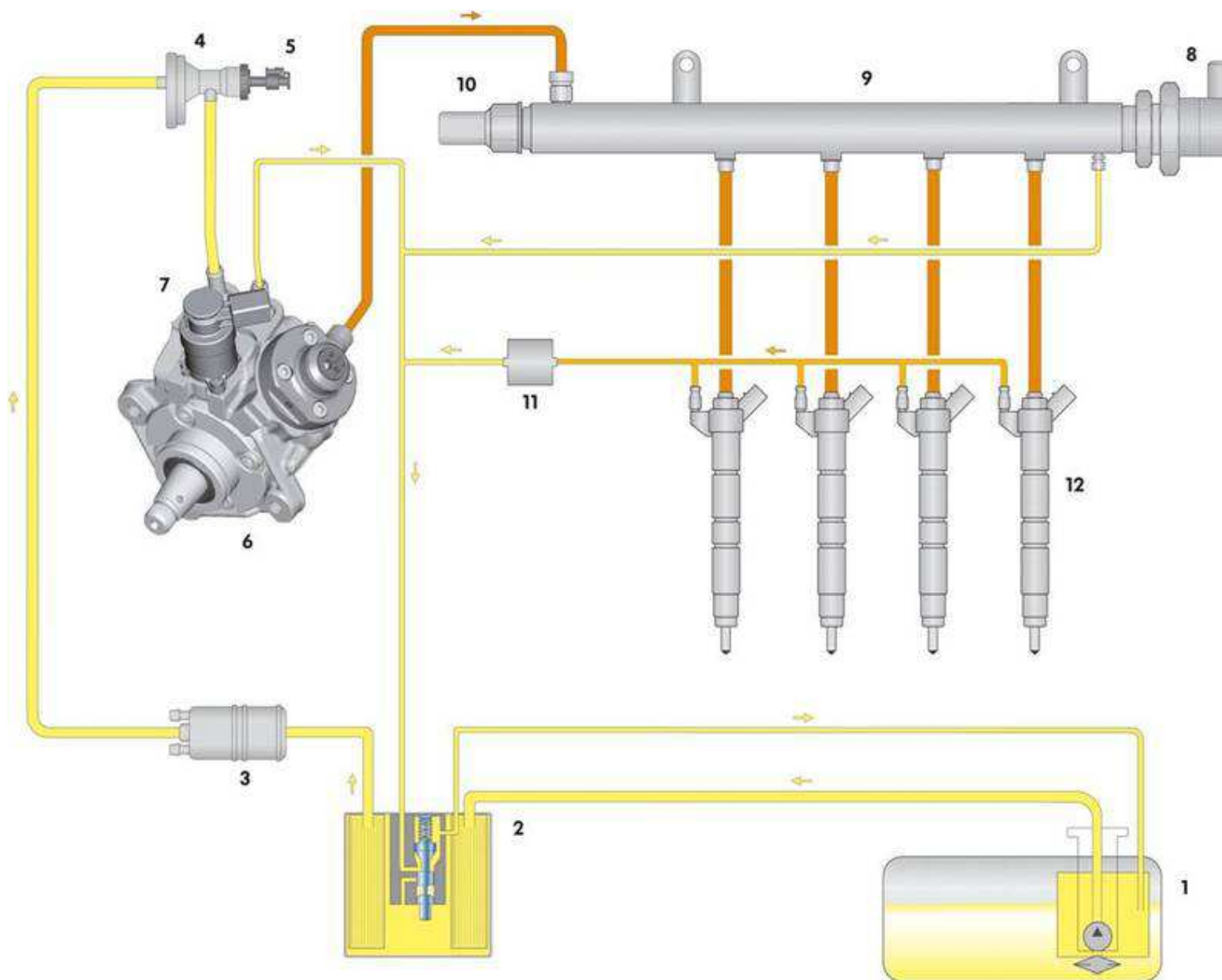
- 1 – elektrické palivové čerpadlo ;
- 2 – palivový filtr ;
- 3 - pojistný ventil ;
- 4 - sběrač zpětných vedení ;
- 5 - vysokotlaké čerpadlo ;
- 6 - ventil regulace tlaku ;
- 7 - snímač tlaku v railu ;
- 8 - rail ;
- 9 - vstřikovací ventily ;
- 10 - řídicí jednotka motoru

Obr. 2: Systém Bosch CP1



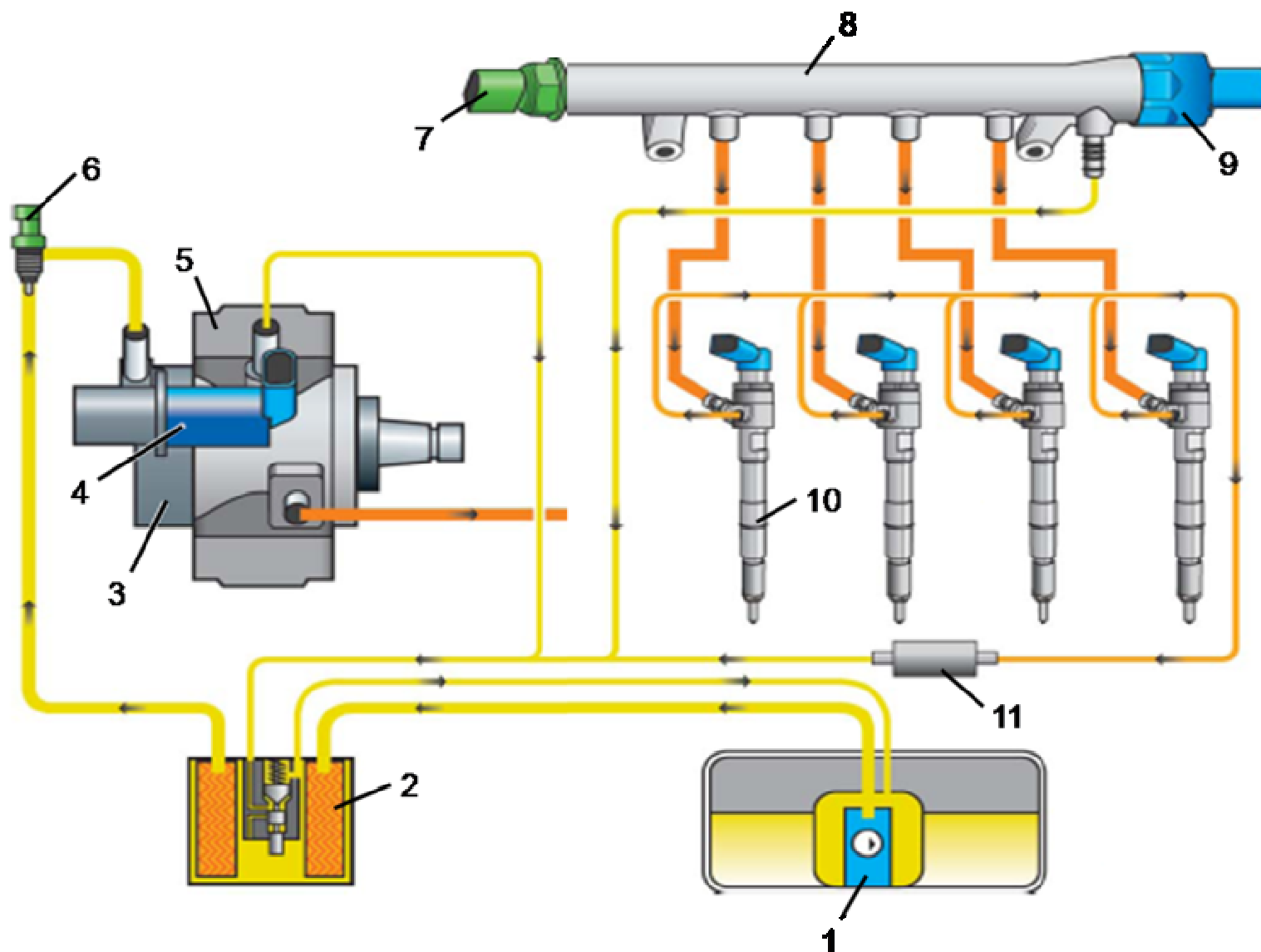
1 – elektrické palivové čerpadlo ; 2 - zubové čerpadlo ; 3 - vysokotlaké čerpadlo ; 4 - ventil dávkování paliva ; 5 - rail ; 6 - snímač tlaku v railu ; 7 - ventil regulace tlaku ; 8 - vstříkovací ventily

Obr. 3: Systém Bosch CP3



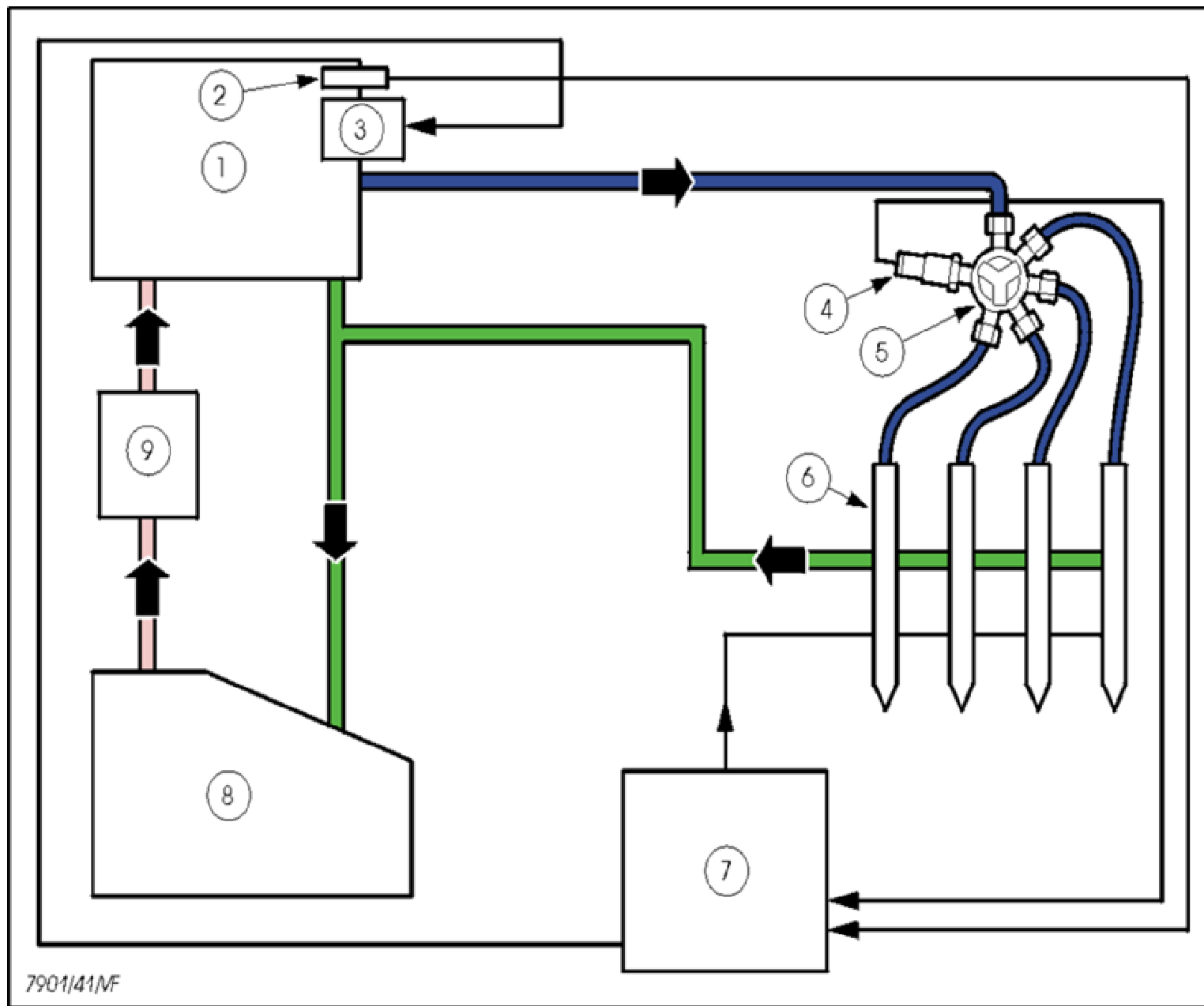
- 1 – elektrické palivové čerpadlo ;
- 2 – palivový filtr s předehřevem ;
- 3 – přídavné elektrické čerpadlo ;
- 4 - filtrační vložka ;
- 5 - snímač teploty paliva ;
- 6 - vysokotlaké čerpadlo ;
- 7 - ventil dávkování paliva ;
- 8 - ventil regulace tlaku ;
- 9 - rail ;
- 10 - snímač tlaku v railu ;
- 11 - ventil protitlaku ;
- 12 - vstříkovací ventily

Obr. 4: Systém Bosch CP4



- 1 - elektrické palivové čerpadlo ;
- 2 - palivový filtr s předehřevem ;
- 3 - zubové čerpadlo ;
- 4 - ventil dávkování paliva ;
- 5 - vysokotlaké čerpadlo ;
- 6 - snímač teploty paliva ;
- 7 - snímač tlaku v railu
- 8 - rail ;
- 9 - ventil regulace tlaku ;
- 10 - vstříkovací ventily ;
- 11 - ventil protitlaku

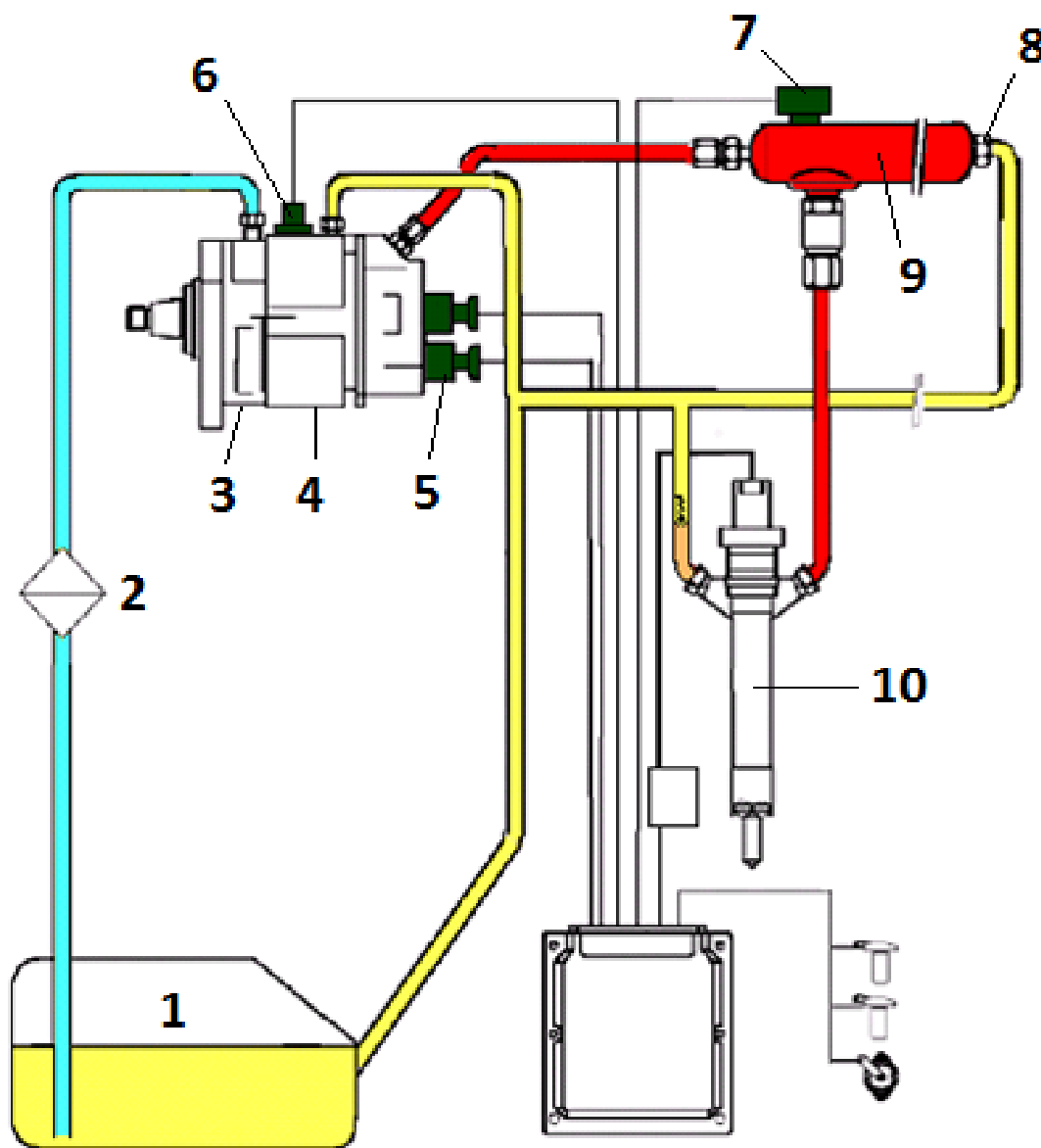
Obr. 5: Systém Continental



- 1 - vysokotlaké čerpadlo ;
- 2 - snímač teploty paliva ;
- 3 - ventil dávkování paliva
- 4 - snímač tlaku v railu ;
- 5 - rail ;
- 6 - vstřikovací ventily ;
- 7 - řídicí jednotka motoru ;
- 8 - palivová nádrž ;
- 9 - palivový filtr

Obr. 6:

System Delphi DFP1



- 1 - palivová nádrž ;
- 2 - palivový filtr ;
- 3 - podávací čerpadlo ;
- 4 - vysokotlaké čerpadlo ;
- 5 - ventily řízení sacího zdvihu ;
- 6 - snímač teploty paliva ;
- 7 - snímač tlaku v railu ;
- 8 - ventil omezení tlaku ;
- 9 - rail ;
- 10 - vstřikovací ventily

Obr. 7: Systém Denso HP2

Průběh vstřikování paliva

Pilotní vstřik: Před začátkem hlavního vstřiku je do spalovacího prostoru vstříknuto malé množství paliva, což způsobí nárůst teploty a tlaku. Tento pilotní vstřik a následná pauza před hlavním vstřikem zajišťují, že se tlaky ve spalovacím prostoru nevytvoří skokově, ale budou narůstat pozvolněji. Díky tomu probíhá spalování tišeji a snižuje se i obsah oxidů dusíku (NOx) ve výfukových plynech.

Hlavní vstřik: Po pilotním vstřiku následuje po krátké pauze hlavní vstřik. Vstřikované množství paliva je řídicí jednotkou motoru přesně spočítané a odpovídá aktuálnímu provoznímu režimu. Hodnota vstřikovacího tlaku zůstává během celého procesu vstřikování téměř stejná.

Dodatečný vstřik: Následuje po hlavním vstřiku a používá se především u motorů s filtrem pevných částic ve výfukovém systému. Dodatečný vstřik způsobí zvýšení teploty výfukových plynů a tím dojde ke spálení sazí v částicovém filtru.

Vstřikovací ventily

Vstřikovací ventily vstřikují palivo přímo do spalovacího prostoru. Řídicí jednotka motoru aktivuje elektromagnetický nebo piezoelektrický spínací ventil integrovaný ve vstřikovači. Ten otevírá a zavírá vstřikovací trysku. **Doba otevření vstřikovacího ventilu a hodnota vstřikovacího tlaku** určují vstřikované množství paliva. Vstřikovací proces lze řídit pro každý válec samostatně. Piezoelektricky ovládané



vstřikovače mají asi čtyřikrát vyšší rychlost spínání než vstřikovače ovládané elektromagnetem, výhodou je rovněž i úspora přibližně 75% pohyblivých hmot na jehle trysky.

Obr. 8: Vstřikovače systému Common Rail

Zpětné vedení paliva

Pro správnou činnost vstřikovačů je důležité udržovat ve zpětném vedení přetlak. K tomu slouží zpětný tlakový ventil umístěný ve zpětném vedení. Elektromagnetické vstřikovače vyžadují ve zpětném vedení přetlak 2 barů a piezoelektrické vstřikovače 10 barů, tedy výrazně vyšší.

Princip činnosti elektromagneticky ovládaného vstřikovače

Vstřikovač je uzavřen

Elektromagnetický ventil není aktivován a tím je uzavřen odtokový kanál - ocelovou kuličkou velmi malého průměru - č.3. Vstřikovací tryska je uzavřena, protože tlak paliva na řídicí píst a jehlu shora je stejný jako tlak paliva přivedený pod kuželovou část jehly trysky. Tím, že zespodu působí tlak na menší plochu jehly, je síla na jehlu menší a nemůže ji nadzvednout.

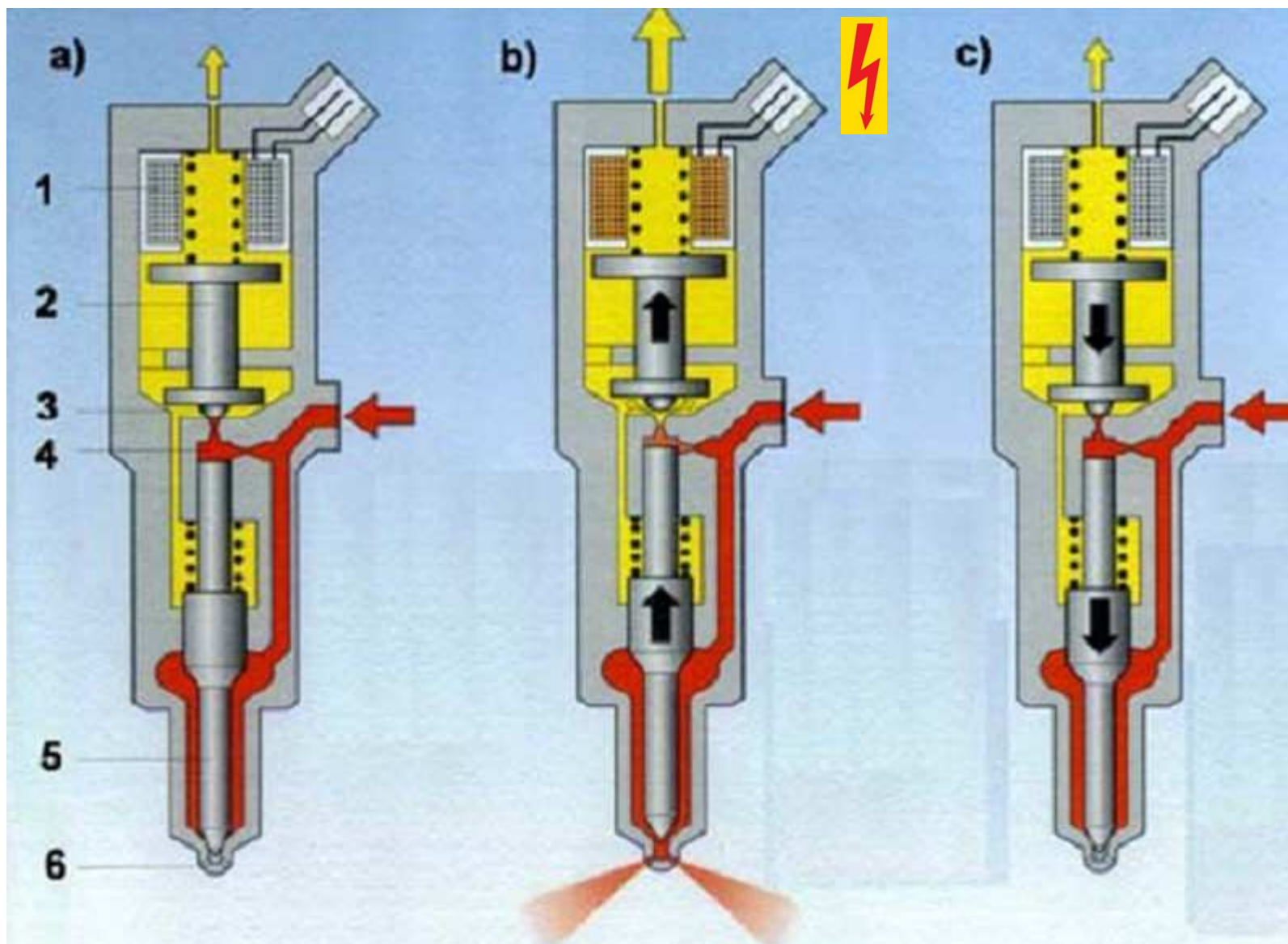
Vstřikovač je otevřen

Rychlým otevřením elektromagnetického ventilu otevře jeho kotva odtokový škrťací otvor. Uvolněným průřezem odtéká palivo z prostoru ovládacího ventilu k nádrži a vlivem poklesu jeho tlaku se tlakem paliva na kuželovou část jehly trysky otevře vstřikovací tryska. Síla na píst a jehlu shora je totiž menší než síla zdola. Palivo je tak vstřikováno přibližně stejným tlakem jako v Railu.

a - vstříkovač uzavřen

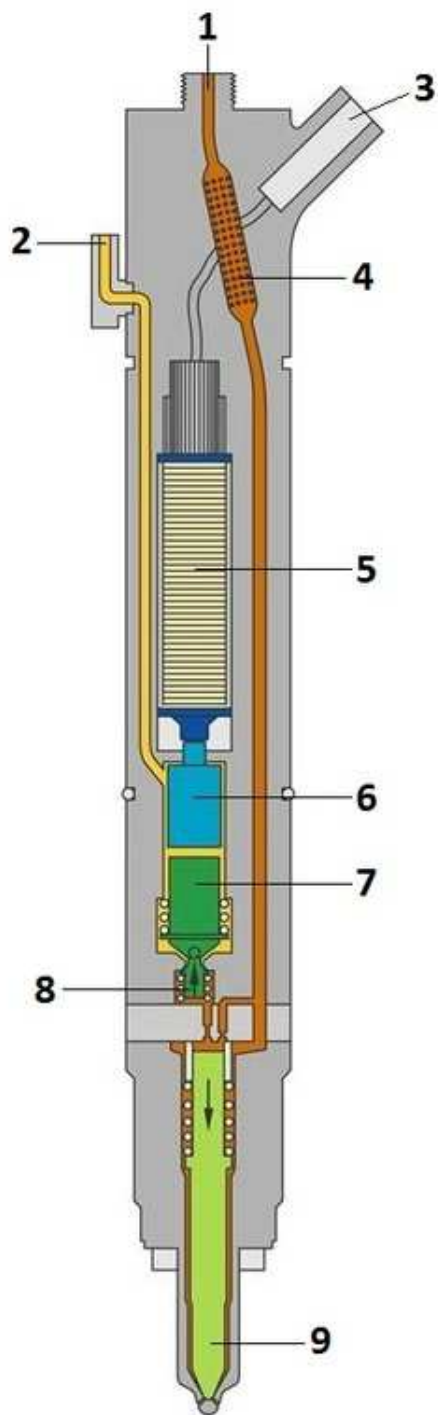
b - vstříkovač se otevírá

c - vstříkovač se zavírá



- 1 - cívka
elektromagnetu ;
2 - kotva ;
3 - kulička ventilu ;
4 - řídicí prostor ;
5 - jehla trysky ;
6 - vstříkovací otvor

Obr. 9:
Elektromagneticky
ovládaný vstříkovač



Princip činnosti piezoelektricky ovládaného vstříkovače

Přípojkou vysokého tlaku je přiváděno tlakové palivo z Railu do prostoru pod jehlou trysky i nad ni. Dokud píst ventilu netlačí na řídicí ventil, jsou tyto prostory tlakově vyrovnány, jehla trysky je uzavřena a nedochází ke vstřikování paliva. V klidové poloze je řídicí ventil uzavřen. V okamžiku, kdy řídicí jednotka motoru aktivuje piezoelement, dochází přes spojovací píst a píst ventilu k otevření řídicího ventilu. Tím prudce klesne tlak nad jehlou trysky (palivo je odváděno do zpětného vedení) a tlak pod jehlou otevírá trysku, čímž dochází ke vstřikování paliva. Po skončení aktivace piezoelementu uzavře vratná pružina řídicí ventil; tlaky pod jehlou a nad ní se opět vyrovnají, jehla trysky se uzavře a dojde k ukončení vstřikování.

- 1 - přípojka vysokého tlaku ; 2 - zpětné vedení paliva ;
- 3 - konektor ; 4 - filtr ; 5 - piezoelement ; 6 - spojovací píst ;
- 7 - píst ventilu ; 8 - řídicí ventil ; 9 - jehla trysky

Obr. 10: Piezoelektricky ovládaný vstříkovač

Elektronické řízení vstřikovacího systému Common Rail

Snímače zajišťující vstupní informace pro řídicí jednotku motoru

- měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
- snímač otáček a polohy klikové hřídele
- snímač polohy vačkové hřídele
- snímač polohy plynového pedálu
- snímač teploty chladicí kapaliny
- snímač teploty vzduchu
- snímač teploty paliva
- snímač tlaku paliva v Railu
- snímač tlaku plnicího vzduchu
- spínač brzdového pedálu
- spínač spojkového pedálu
- signál rychlosti jízdy
- napětí akumulátoru
- tempomat
- klimatizace atd.

Akční členy ovládané řídicí jednotkou motoru

- elektromagnetické nebo piezoelektrické vstřikovací ventily
- ventil regulace tlaku / ventil dávkování paliva
- ventil recirkulace spalin
- ventil regulace plnicího tlaku
- žhavicí svíčky
- další akční členy dle výbavy motoru