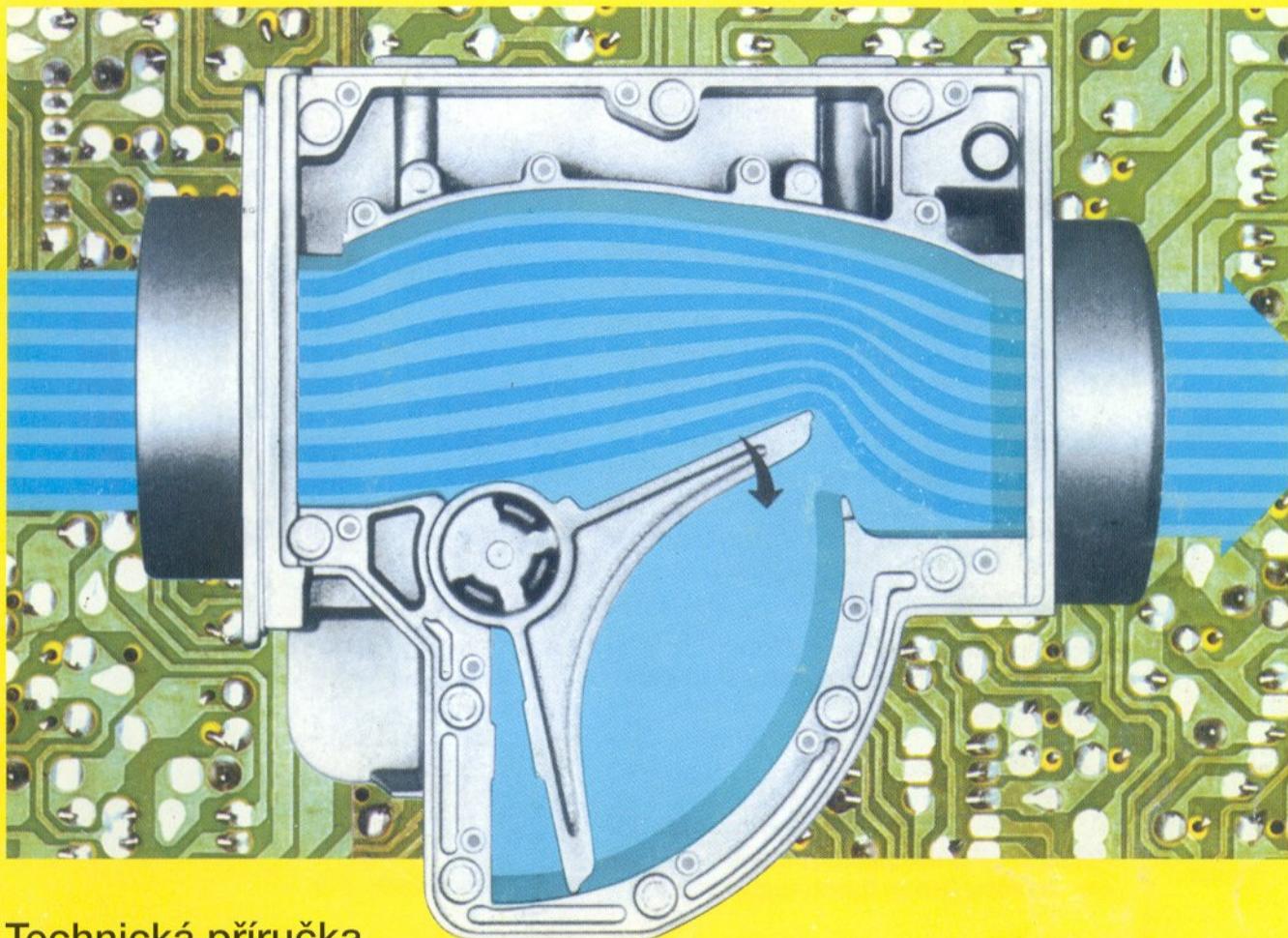


Řízení zážehového motoru

Systém vstřikování L-Jetronic

Nyní s diagnostickou
technikou.

Vydání 97/98



Technická příručka



BOSCH

Vydavatel:

Robert Bosch GmbH, 1997
Postfach 30tes 02 20
D-70442 Stuttgart
Unternehmensbereich Kraftfahrzeug-
Ausrüstung
Abteilung Technische Informationen
(KH/VDT)
Vedoucí: Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Adler.

Šéfredaktor:

Dipl.-Ing.(FH) Horst Bauer.

Redakce:

Dipl.-Ing.(FH) Anton Beer,
Dipl.-Ing.(FH) Monika Rúger.

Redakční zpracování ve spolupráci
s příslušnými odbornými odděleními naší
společnosti.

Technická grafika:

Bauer Partner, Stuttgart,

Pokud není uvedeno jinak, jedná se o prácovníky firmy Robert Bosch GmbH Stuttgart.

Kopírování, rozmnožování a překlad, i částečný, je možný jen s naším předchozím písemným souhlasem a s uvedením zdroje. Obrázky, popisy, schémata a jiné údaje slouží jen k vysvětlení a doplnění textu. Nemožou být použity jako podklady pro konstrukci, montáž a dodávku. Nepřebíráme žádnou záruku za shodu obsahu s právě platnými zákonnými ustanoveními.

Záruka je vyloučena.

Změny vyhrazeny.

1. české vydání, 1999

Přeloženo z německého originálu
Benzineinspritzsystem L-Jetronic
Robert Bosch GmbH, 1997

Překlad: Ing. Tomáš Blažek

Vydavatel:

Robert Bosch odbytová s.r.o.
Automobilová diagnostika
Pod višňovkou 25/1661
142 01 Praha 4 – Krč
Tel.: 02/61300 422-8
Fax: 02/61300 518

Grafická příprava:

MCH-TECH
Ing. Miloš Chlup
Rýmařovská 434
199 00 Praha 9 - Letňany
Tel.: 02/83921094
Fax: 02/83921094
E-mail: mchtech@vol.cz

ISBN: 80-902585-2-2

L-Jetronic

Vstřikovací systémy Jetronic se od jejich zavedení uplatnily v miliónech aplikací.

Tento vývoj byl podporován výhodami, které může vstřikování paliva nabídnout v souvislosti s požadavky na hospodárnost, výkonové parametry a v neposlední řadě na zlepšení kvality výfukových plynů. Probíhající další vývoj řídicích jednotek a měřicích snímačů vedl od D – Jetronic k L – Jetronic a tento systém vstřikování benzínu jakožto elektronicky řízený vícebodový vstřikovací systém se stal ještě exaktnějším a spolehlivějším. Nové varianty zapojení ve vyhodnocování měřených signálů vedou k hospodárnějším a komfortnějším vlastnostem chodu motoru.

Použitím lambda – sondy a integrací lambda regulace do řídící jednotky může L- Jetronic plnit aktuální požadavky na emise.

To jak L – Jetronic pracuje, je vysvětleno v této technické příručce.

Spalování v zážehovém motoru

Zážehový motor	2
----------------	---

Příprava směsi

Ovlivňující faktory	4
Přizpůsobení provozním stavům	5
Systémy přípravy směsi	
Závady funkce	6

L-Jetronic

Přehled systému, výhody	10
Zásobování systému palivem	12
Snímání provozních dat	15
Odměrování paliva	17
Přizpůsobení provozním stavům	22
Doplňkové funkce	27
Elektrická schémata	29
L3 - Jetronic	30
LH - Jetronic	33
Diagnostická technika	36

Výfukové plyny

Složení výfukových plynů	38
Následné katalytické zpracování	40

Příklady použití ve vozidlech

Alfa Romeo: 6, 33, 75, 90, 164, Spider, Sprint.

Audi: Sport quattro 2,2.

BMW: 316, 318, 320, 323, 518, 520, 525.

Citroen: BX, CX, Visa, XM.

Fiat: Argenta, Croma, Regata, Ritmo, Uno.

Ford: Capri, Scorpio.

Jaguar: Sovereign.

Lancia: Delta, Prisma, Thema, Y10.

Mercedes: E420/500, S320/420/500/600, 300SE/SEL, 400E/SE/SEL, 500E/SE/SEC, 500SEL, 600SE/SEC/SEL.

Opel: Ascona, Commodore, Corsa, Kadett, Monza, Omega, Rekord, Senator.

Peugeot: 205, 309, 405, 505, 605.

Porsche: 928.

Renault: Fuego, 18, 25.

Saab: 900, 9000.

Seat: Ibiza, Malaga.

Volvo: 240, 340, 360, 440, 460, 480, 740, 760, 780, 850, 940, 960.

VW: Golf II, Jetta, Polo, Santana, Bus, Transporter.

Spalování v zážehovém motoru

Zážehový motor

Princip funkce

Zážehový (Otto) motor je spalovací motor s cizím zapalováním, který energii obsaženou v palivu převádí na energii pohybovou.

U zážehového motoru je směs paliva (benzínu nebo plynu) se vzduchem vytvářena vstřikovací soustavou mimo spalovací prostor. Směs, nasávaná dolů se pohybujícím pístem, proudí do spalovacího prostoru. Zde je během pohybu pístu nahoru stlačena. Časově řízené zapalování s cizí energií zapálí směs pomocí zapalovací svíčky. Uvolněná energie, daná výhřevností směsi, zvýší tlak ve válci a píst, spojený s klikovým hřídelem se vlivem odevzdáné práce pohybuje opět dolů. Po každém hoření jsou spálené plyny z válce vytlačeny a je nasáta čerstvá směs paliva

a vzduchu. Tato výměna plynu probíhá u spalovacích motorů automobilů především podle principu čtyřdobého motoru. Pro jeden pracovní cyklus jsou tak zapotřebí dvě otáčky klikového hřídele.

Princip funkce čtyřdobého motoru

U čtyřdobého zážehového motoru je výměna plynu řízena ventily. Ty otvírají nebo zavírají sací a výfukové kanály každého válce.

1. doba sání
2. doba komprese a zapálení
3. doba expanze
4. doba výfuk

Sání

Sací ventil: otevřený

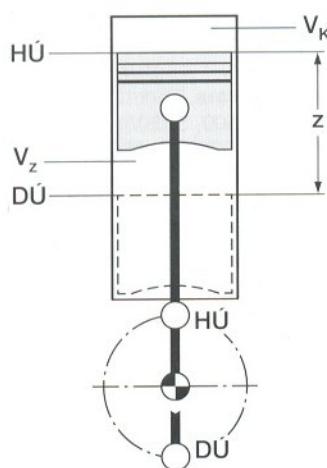
Výfukový ventil: zavřený

Pohyb pístu: dolů

Hoření: neprobíhá

Píst pohybující se dolů, zvětšuje objem ve válci a nasává čerstvou směs paliva se vzduchem přes otevřený sací ventil.

Obr. 1 Princip pístového motoru.
HÚ horní úvrat, DÚ dolní úvrat, V_Z zdvihový objem, V_K kompresní objem, z zdvihu pístu.



UMM0001D

Komprese a zapálení

Sací ventil: zavřený

Výfukový ventil: zavřený

Pohyb pístu: nahoru

Hoření: fáze vzplanutí (zapálení)

1) Podle Nikolause Augusta Otto (1832 - 1891), který v roce 1878 na světové výstavě v Paříži poprvé představil čtyřdobý plynový kompresní motor.

Píst pohybující se nahoru, zmenšuje objem ve válci a stlačuje směs paliva se vzduchem. Těsně před tím, než píst dosáhne horní úvratí (HÚ) zapálí zapalovací svíčka stlačenou směs a zahájí tak hoření. Zdvihový objem V_Z a kompresní objem V_K udává kompresní poměr $\varepsilon = (V_Z + V_K)/V_K$. Hodnota kompresního poměru činí podle konstrukce motoru 7...13. S rostoucím kompresním poměrem spalovacího motoru roste jeho tepelná účinnost a palivo tak může být efektivněji využito. Např. zvýšení kompresního poměru z 6 na 8 způsobí zvýšení tepelné účinnosti o 12%. Zvyšování kompresního poměru je omezeno hranicí klepání. Klepáním rozumíme nekontrolované zapálení směsi, které se vyznačuje prudkým nárůstem tlaku. Klepání při hoření vede k poškození motoru. Hranice klepání může být posunuta k vyšším kompresním poměrům použitím paliva s vyšším oktanovým číslem a vhodným uspořádáním spalovacího prostoru.

Expanze

Sací ventil: zavřený

Výfukový ventil: zavřený

Pohyb pístu: dolů

Hoření: neprobíhá

Potom, co elektrická jiskra na zapalovací svíčce zapálila stlačenou směs paliva se vzduchem, stoupá teplota prohoříváním směsi.

Tlak ve válci prudce stoupá a tlačí píst dolů. Ten odevzdává přes ojnice na klikový hřídel práci, která je k dispozici jako výkon motoru.

Výkon roste se zvyšujícími se otáčkami a zvyšujícím se točivým momentem ($P=M\cdot\omega$).

Charakteristiky výkonu a točivého momentu spalovacího motoru vyžadují převodovku pro přizpůsobení požadavkům jízdních režimů.

Výfuk

Sací ventil: zavřený

Výfukový ventil: otevřený

Pohyb pístu: nahoru

Hoření: neprobíhá

Píst pohybující se nahoru, vytlačuje spálené (výfukové) plyny přes otevřený výfukový ventil. Cyklus se pak opakuje. Doba otevření sacích a výfukových ventilů se částečně překrývá a tím se proudění a pulzování plynů využívá k lepšímu naplnění a vyplachování válce.

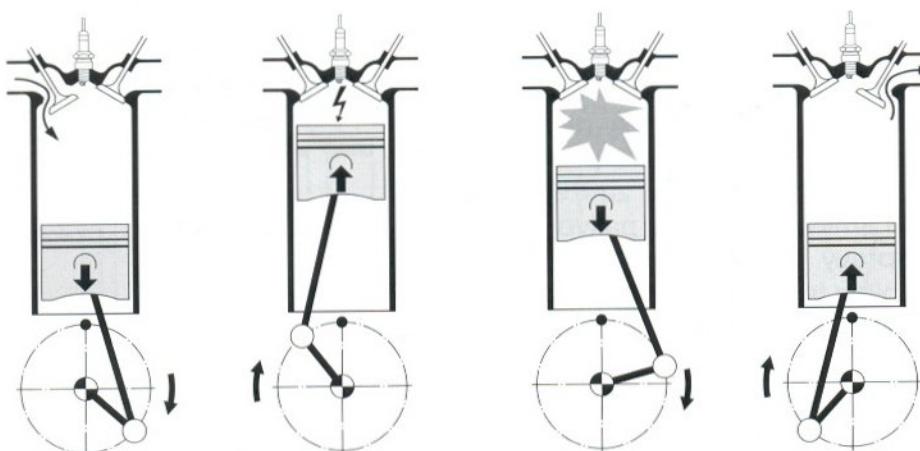
Obr.2 Pracovní cyklus čtyřdobého motoru

1. doba sání

2. doba komprese
a zapálení

3. doba expanze

4. doba výfuk



Příprava směsi

Přehled

Ovlivňující faktory

Směs paliva se vzduchem

Zážehový motor potřebuje ke svému provozu určitý poměr vzduchu a paliva. Ideální teoretické úplné spalování nastává při poměru 14,7 : 1. Tento poměr je také označován jako stechiometrický poměr. Určité provozní stavy motoru vyžadují korekci složení směsi. Měrná spotřeba paliva zážehového motoru je značně závislá na směšovacím poměru vzduchu a paliva. Pro reálné úplné spalování a tím také pro co nejmenší spotřebu je nutný přebytek vzduchu, jehož hranice je určena zejména zápalností směsi a použitelnou dobou hoření.

U dnes používaných motorů je nejnižší spotřeba paliva při poměru vzduchu a paliva asi 15...18kg vzduchu na 1kg paliva. Názorně zobrazeno to znamená, že ke spálení jednoho litru benzínu je zapotřebí asi 10 000 litrů vzduchu (obrázek 1).

Motory vozidel, které jsou většinu času provozovány v oblasti částečného zatížení, jsou konstrukčně dimenzovány tak, aby v této oblasti dosáhly nejnižší spotřeby. Pro ostatní oblasti provozu jako např. volnoběh a plné zatížení je vhodnější směs bohatší na palivo. Systém přípravy směsi musí být proto zkonstruován tak, aby byl schopen splnit tyto variabilní požadavky.

Součinitel přebytku vzduchu

K rozpoznání toho, jak hodně se odlišuje skutečný poměr vzduchu a paliva od teoreticky nutného (14,7:1) byl zvolen součinitel přebytku vzduchu příp. vzdušný součinitel (lambda).

$\lambda =$ skutečně přivedená hmotnost vzduchu/ hmotnost vzduchu potřebná pro stechiometrické spalování

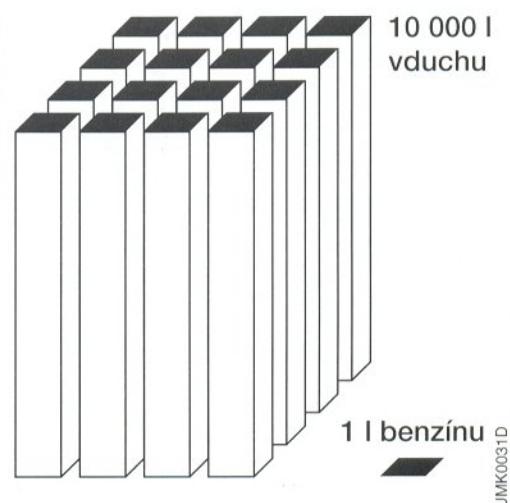
$\lambda = 1$: Skutečně přivedená hmotnost vzduchu odpovídá teoretické potřebě.

$\lambda < 1$: Nedostatek vzduchu nebo-li bohatá směs. Nejvyššího výkonu se dosahuje při $\lambda = 0,85 \dots 0,95$.

$\lambda > 1$: Přebytek vzduchu nebo-li chudá směs nastává od $\lambda = 1,05 \dots 1,3$. Při této hodnotě součinitele přebytku vzduchu lze pozorovat snižující se spotřebu paliva a snížený výkon.

$\lambda > 1,3$: Směs již není schopna zapálení. Dochází k vynechávání spalování. Běh motoru je značně neklidný.

Obrázek 1: Poměr vzduchu a paliva při nejnižší měrné spotřebě paliva.



Zážehové motory dosahují nejvyšší výkon při 5...15 % nedostatku vzduchu ($\lambda = 0,95\ldots0,85$), nejnižší spotřeby paliva při 10...20 % přebytku vzduchu ($\lambda = 1,1\ldots1,2$) a bezvadný volnoběh při $\lambda = 1,0$.

Na obrázcích 2 a 3 je znázorněna závislost výkonu a měrné spotřeby paliva spolu s vývojem složení emisí na součiniteli přebytku vzduchu. Z uvedených charakteristik je patrné, že neexistuje ideální hodnota součinitele přebytku vzduchu, při které dosahují všechny faktory nejpříznivější hodnoty. V praxi se jako nevhodnější osvědčily hodnoty součinitele přebytku vzduchu $\lambda = 0,9\ldots1,1$.

Pro zpracování emisí v třícestném katalyzátoru je bezpodmínečně nutné udržet hodnotu součinitele přebytku vzduchu při zahřátém motoru přesně na $\lambda = 1$. Aby toho mohlo být dosaženo, musí být přesně změřena hmotnost nasávaného vzduchu a přesně dávkováno množství paliva.

Kromě přesného dávkování paliva je pro průběh spalování také důležitá homogenní směs. K tomu je nutné dobré rozprášení paliva.

Pokud není tento požadavek splněn, usazují se velké kapičky paliva na stěnách sacího potrubí, což vede ke zvýšeným emisím HC.

Přizpůsobení provozním stavům

V některých provozních stavech se potřeba paliva velmi odliší od stabilizované potřeby zahřátého motoru. V takových případech je nutný korekční zásah do přípravy směsi.

Studený start

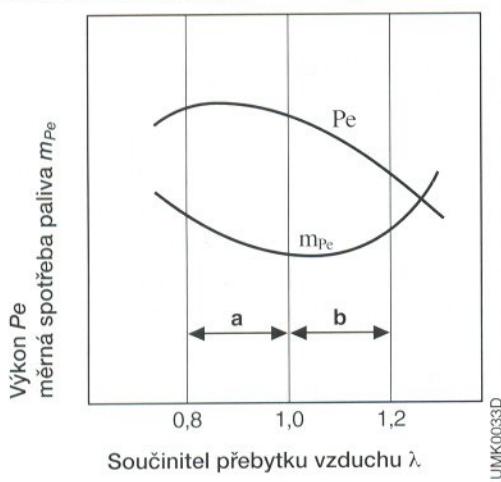
U studeného motoru je směs vzduchu a paliva ochuzována. To je důsledkem nedostatečného promíchání nasávaného vzduchu s palivem, nízkého odpaření paliva a srážením paliva na stěnách vlivem nízkých teplot. Aby se vyrovnyaly tyto rozdíly a usnadnilo "naskočení" studeného motoru, musí být v okamžiku startu přivedeno více paliva.

Fáze po startu

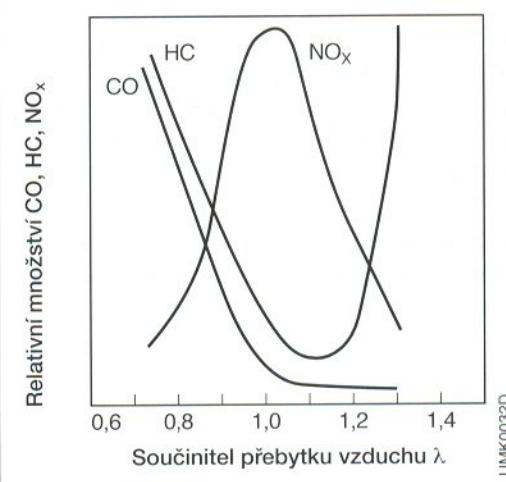
Po startu je za nízkých teplot nutné krátkodobé obohacení směsi palivem, až dokud nedojde zvýšením teplot ve spalovacím prostoru ke zlepšení přípravy směsi ve válci. Dodatečně se díky bohaté směsi dosáhne také vyššího točivého momentu a tím lepšího přechodu na předepsané volnoběžné otáčky.

Obrázek 2: Vliv součinitele přebytku vzduchu λ na výkon P_e a měrnou spotřebu paliva m_{Pe}

- a) bohatá směs (nedostatek vzduchu)
- b) chudá směs (přebytek vzduchu)



Obrázek 3: Vliv součinitele přebytku vzduchu λ na složení emisí



Fáze zahřívání

Na studený start a fázi po startu navazuje fáze zahřívání motoru. V této fázi potřebuje motor bohatší směs, protože část paliva kondenzuje na stěnách válců, které jsou ještě studené. Protože je kvalita přípravy směsi s klesající teplotou horší (např. z důvodu menšího promísení vzduchu a paliva a také kvůli větším kapičkám paliva), dochází v sacím potrubí ke srážení paliva, které se vypaří až při vyšších teplotách. Tyto vyjmenované vlivy podmiňují s klesající teplotou vzrůstající "obohacení".

Částečné zatížení

Při částečném zatížení je velmi důležité naladění složení směsi na minimální spotřebu. Pro splnění přísných emisních limitů je při neustále širším nasazení třícestných řízených katalyzátorů potřebné naladění na $\lambda = 1$.

Plné zatížení

Při plně otevřené škrtící klapce musí motor odevzdat co možná nejvyšší točivý moment, případně co možná nejvyšší výkon. Jak je zřejmé z obrázku 2, musí být v tomto případě směs paliva se vzduchem obohacena na $\lambda = 0,85 \dots 0,90$.

Zrychljení

Při rychlém otevření škrtící klapky dochází ke krátkodobému ochuzení směsi v důsledku omezené náchylnosti k odpařování paliva při zvýšeném podtlaku v sacím potrubí (silnější tvorba filmu paliva na stěnách). Aby bylo dosaženo dobrého chování při přechodu, je zapotřebí obohacení směsi, které je závislé na teplotě motoru. S tímto obohacením lze dosáhnout dobrého chování při zrychljení.

Decelerace

Přerušením dodávky paliva při deceleraci je možné snížit spotřebu paliva při jízdě z kopce, a při každém brzdění, tedy i při městském provozu. V těchto

režimech navíc nedochází k tvorbě škodlivých látek ve spalinách.

Přizpůsobení směsi ve vyšších polohách

S rostoucí nadmořskou výškou (např. při jízdě v horách) klesá hustota vzduchu. To znamená, že stejné množství vzduchu nasátého motorem ve vyšších polohách má menší hmotnost než v nížinách. Pokud nebude tato souvislost zohledněna při přípravě směsi, dojde ve vyšších polohách k nadmernému obohacení, které povede k vyšší spotřebě paliva a k vyšší produkci škodlivých zplodin.

Systémy přípravy směsi

Úkolem karburátoru nebo vstřikovacího systému je připravit každému provoznímu stavu motoru co možná nejlépe přizpůsobenou směs vzduchu a paliva.

Už několik let se pro přípravu směsi používají hlavně vstřikovací systémy, jejichž výhodou je vstřikování paliva v souvislosti s požadavky na hospodárnost, výkonové schopnosti, dokonalé jízdní vlastnosti a nízký obsah škodlivých látek ve výfukových plynech. Vstřikování umožňuje přesné odměřování paliva v závislosti na provozním stavu a zatížení motoru při zohlednění okolních vlivů. Složení směsi je přitom řízeno tak, aby byl nízký podíl škodlivých látek ve výfukových plynech.

Vícebodové vstřikování

Vícebodové vstřikování má ideální předpoklady pro splnění těchto úkolů. U vícebodových vstřikovacích systémů je každému válci přiřazen jeden vstřikovací ventil, který vstříkuje palivo přímo před sací ventil příslušného válce. Příkladem tohoto vstřikování může být KE- nebo L-Jetronic s jejich různými variantami (obrázek 4).

Mechanický vstřikovací systém

Z mechanických systémů je nejrozšířenější systém K-Jetronic. Systém pracuje bez pohonu a palivo je vstřikováno kontinuálně.

Kombinovaný mechanicko-elektronický systém

Systém KE-Jetronic je založen na mechanickém základu systému K-Jetronic. Díky rozšířenému získávání provozních dat umožňuje elektronické řízení doplňkových funkcí tak, aby bylo vstřikované množství paliva přesně přizpůsobeno různým provozním stavům motoru.

Elektronické vstřikovací systémy

Elektronicky řízené vstřikovací systémy vstřikují přerušovaně palivo elektromagnetickými vstřikovacími ventily. Příklady: L-Jetronic, LH-Jetronic a Motronic jako integrovaný systém zapalování a vstřikování.

Centrální vstřikování

Centrální vstřikování je elektronicky řízený vstřikovací systém, u kterého je

palivo vstřikováno přerušovaně do sacího potrubí z jednoho elektromagnetického ventilu na centrálním místě nad škrťicí klapkou. Mono-Jetronic je označení centrálního vstřikovacího systému firmy Bosch (obr.5).

Výhody vstřikování

Nižší spotřeba paliva

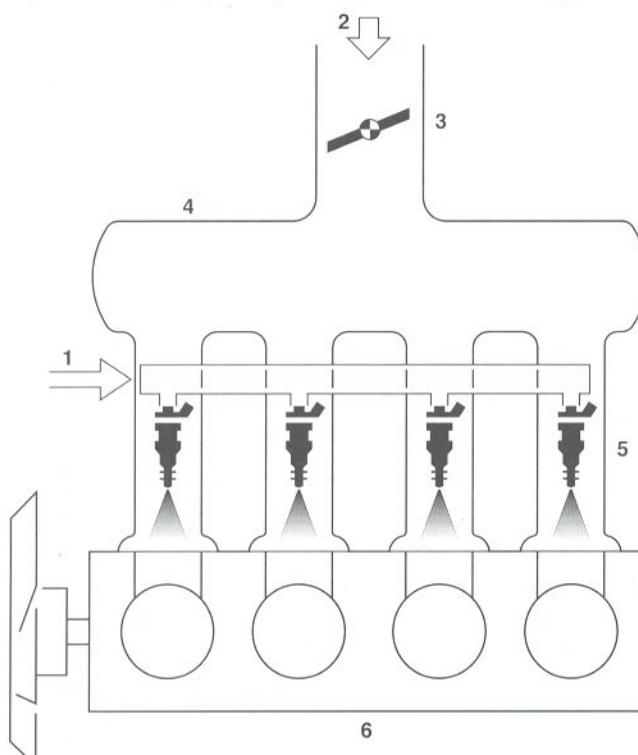
Shromažďování všech pro provoz motoru potřebných provozních dat (např. otáček, zatížení, teploty, polohy škrťicí klapky) umožňuje přesné přizpůsobení ustáleným a neustáleným provozním stavům. Tím je zaručeno, že bude odměřeno jen tolik paliva, kolik motor v konkrétních provozních podmínkách potřebuje.

Vyšší výkon

Nasazení zařízení K- a L-Jetronic umožňuje optimální tvarování sacích kanálů, čímž je v důsledku zlepšeného plnění válců dosaženo vyššího točivého momentu. Výsledkem je vyšší měrný výkon a zlepšený průběh točivé-

Obrázek 4: Vícebodové vstřikování

1 palivo, 2 vzduch, 3 škrťicí klapka, 4 sací potrubí, 5 vstřikovací ventily, 6 motor.



ho momentu. Díky u vstřikovacích systémů běžně oddělenému měření nasávaného množství vzduchu a množství paliva, může být i u systému Mono-Jetronic, ve srovnání s karburátorem, z důvodu méně škrcených sacích kanálů dosaženo vyššího výkonu.

Zrychlení bez prodlevy

Systémy Jetronic se bez prodlevy přizpůsobují měnícím se podmínkám zatížení. To platí jak pro vícebodové tak i pro centrální vstřikovací systémy. U vícebodového vstřikování je palivo vstřikováno přímo před sací ventil motoru, címž se v co největší míře zabrání tvorbě palivového filmu na stěnách sacího potrubí. U centrálního vstřikování musí být z důvodu dopravy směsi v sacím potrubí zohledněno vytváření a odbořávání palivového filmu na stěnách sacího potrubí v neustálených režimech. Toho se dosahuje odpovídající konstrukcí a funkcí systému při odměrování paliva a přípravě směsi.

Zlepšený studený start a fáze zahřívání
Díky přesnému dávkování paliva v závislosti na teplotě motoru a startovacích otáčkách se dosahuje krátkých startovacích časů a rychlého přechodu do volnoběžných otáček.

Ve fázi zahřívání se díky přesnému přizpůsobení množství paliva nastaví pravidelný chod motoru a samovolné nasávání plynu při co možná nejmenší spotřebě paliva.

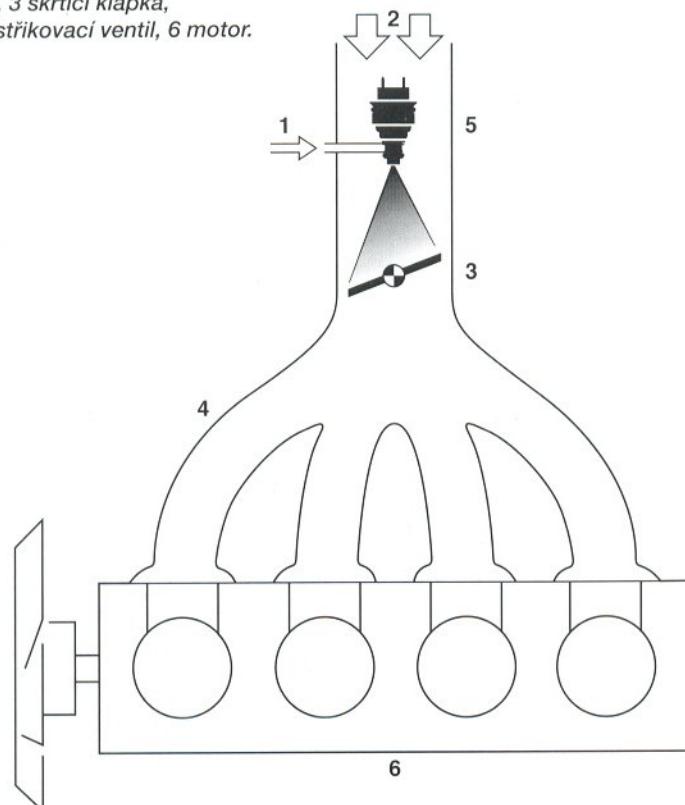
Spaliny s nízkým obsahem škodlivých látek

Koncentrace škodlivých látek ve spalinách přímo souvisí s poměrem vzduch-palivo. Pokud chceme motor provozovat s co nejnižším obsahem škodlivých látek ve spalinách, pak to předpokládá systém přípravy směsi, který je schopen zajistit určitý poměr vzduch-palivo.

Systémy Jetronic pracují tak precizně, že je dosaženo k tomu účelu požadované přesnosti složení směsi.

Obrázek 5: Centrální vstřikování

1 palivo, 2 vzduch, 3 škrtící klapka,
4 sací potrubí, 5 vstřikovací ventil, 6 motor.



Historie vstřikování

Vstřikování benzínu má dlouhou, téměř 100-letou minulost. Již v roce 1898 vyrobila továrna na plynové motory Deutz v malém počtu kusů pístové čerpadlo pro benzínové vstřikování.

Jen o něco málo později byl objeven princip karburátoru a benzínové vstřikování pak již při tehdejším stavu techniky nebylo konkurenčeschopné.

Již v roce 1912 zahájil Bosch první experimenty s benzínovými vstřikovacími čerpadly. V roce 1937 šel do sériové výroby první letecký motor, s výkonem 1200 PS, s vstřikováním benzínu Bosch. Nespolehlivost karburátorové techniky způsobená zamrzáním a nebezpečím požáru, podpořila vývoj vstřikování benzínu právě v této oblasti. Tak začala éra vstřikování benzínu Bosch, ale ke vstřikování benzínu v osobních vozidlech byl ještě pořádný kus cesty.

V roce 1951 bylo poprvé přímým vstřikováním benzínu firmy Bosch sériově vybaveno osobní vozidlo. O několik let později následovala montáž do legendárního 300SL, sériového sportovního vozu Daimler-Benz.

V následujících letech byla mechanická vstřikovací čerpadla stále více vyvíjena a ...

V roce 1967 se vstřikování benzínu podařil další významný krok vpřed: první elektronický vstřikovací systém: tlakem v sacím potrubí řízený D-Jetronic !

V roce 1973 byl na trh ve stejné době uveden elektronicky řízený systém L-Jetronic a mechanicko-hydraulicky řízený K-Jetronic, oba měřící množství nasávaného vzduchu.

V roce 1979 byl uveden nový systém: Motronic s digitálním zpracováním mnoha funkcí motoru. Tento systém spojil vstřikování L-Jetronic a elektronické zapalování (s polem charakteristik). Byl to první mikroprocesor v automobilu!

V roce 1982 začal být nabízen K-Jetronic rozšířený o elektronicky řídicí okruh a o Lambda sondu, jako KE-Jetronic.

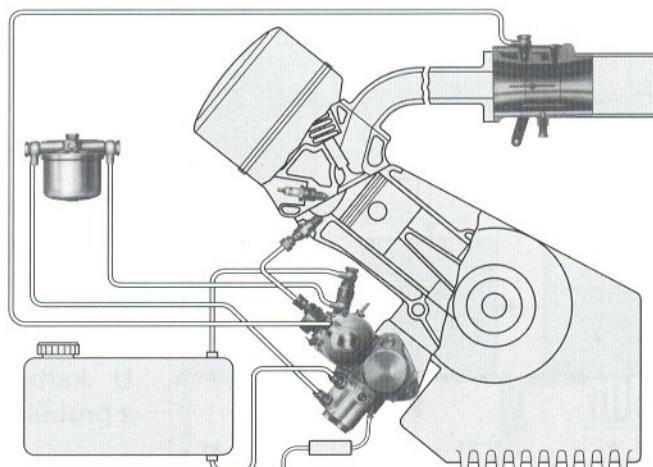
Od roku 1983 se přidal Mono-Jetronic: cenově výhodný centrální vstřikovací systém, který umožnil vybavit vstřikováním Jetronic i ta nejmenší vozidla.

Vstřikování benzínu firmy Bosch používalo na celém světě v roce 1991 již 37 miliónů vozidel.

V roce 1992 bylo vyrobeno 5,6 miliónů systémů řízení motoru, z toho 2,5 milionu systémů Mono-Jetronic a Mono-Motronic, 2 milióny systémů Motronic.

Další postup vstřikování v automobilech nelze zastavit.

Bosch-vstřikování benzínu z roku 1954.



L - Jetronic

Přehled systému

L-Jetronic je elektronicky řízený vstřikovací systém bez pohonu, s přerušovaným vstřikováním paliva do sacího potrubí. Spojuje v sobě přednosti přímého měření množství vzduchu se specifickými možnostmi elektroniky.

Jako u KE – Jetronic se sledují všechny významné změny v chodu motoru, (opotřebení, usazeniny ve spalovacím prostoru, změny v seřízení ventilů). Proto je trvale zaručena dobrá kvalita spalin.

Úlohou vstřikování benzínu, je odměřit každému pracujícímu válci právě tolik paliva, kolik je potřeba pro okamžitý stav zatížení motoru. To všeobecně předpokládá, získávat co možná nejvíce ovlivňujících informací, které jsou pro odměřování paliva důležité. Protože se ale provozní režim motoru často prudce mění, je přizpůsobení množství paliva okamžité jízdní situaci rozhodující vlastností. Elektronicky řízené vstřikování benzínu se pro tento účel hodí v maximální míře. S ním lze snímat libovolně mnoho provozních informací na libovolných místech a s pomocí

snímačů tyto informace převádět na elektrické veličiny. Tyto signály jsou vedeny do řídicí jednotky vstřikovacího zařízení. Řídicí jednotka je zpracovává a okamžitě vypočítává vstřikované množství paliva. To je ovlivňováno délkou vstřiku.

Funkce

Čerpadlo dodává palivo motoru a vytváří tlak nutný ke vstřikování. Vstřikovací ventily vstřikují palivo do sacích kanálů jednotlivých válců. Elektronická řídicí jednotka ovládá vstřikovací ventily. L-Jetronic v sobě v podstatě obsahuje následující skupiny funkcí:

- zásobování systému palivem
- snímání provozních dat
- odměřování paliva

Dodávka paliva

Palivový systém dodává palivo z nádrže ke vstřikovacím ventilům, vytváří tlak potřebný ke vstřikování a udržuje jej konstantní.

Snímání provozních dat

Snímače zachycují provozní stav motoru v charakteristických veličinách.

Nejdůležitější veličinou je množství vzduchu nasávaného motorem a měřeného měřicem množství vzduchu. Další čidla snímají nastavení škrtící klapky, otáčky motoru, teplotu nasávaného vzduchu a teplotu motoru.

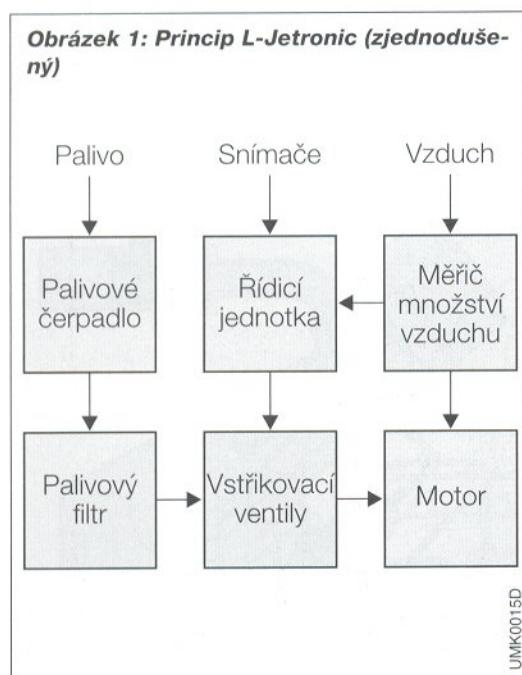
Odměřování paliva

V elektronické řídicí jednotce se vyhodnocují signály dodávané ze snímačů a na základě jejich vyhodnocení se vytváří řídicí impulsy pro vstřikovací ventily.

Výhody systému L-Jetronic

Nížší spotřeba paliva

U karburátorových soustav vyplývá z průběhu tvorby směsi v sacím potrubí



její nestejnoměrnost pro jednotlivé válce. Ze způsobu vytváření směsi, která těm nejméně příznivě zásobovaným válcům přivádí ještě dostačující množství paliva, vyplývá nikterak optimální rozdělování paliva. Následkem jsou, vysoká spotřeba a rozdílné zatížení válců.

U systémů L - Jetronic je každému válci přiřazen jeden vstřikovací ventil. Tyto ventily jsou řízeny centrálně. Tím je zajištěno, že každý válec, v každém časovém okamžiku a při každém zatížení, dostane přesně stejně, tedy optimální množství paliva.

Přiřazení provozním stavům

L - Jetronic se přizpůsobuje měnícím se podmírkám zatížení téměř bez zpoždění, kdy potřebné množství vzduchu je řídicí jednotkou stanoveno v rozsahu milisekund a palivo je ventily vstříknuto přímo před sací ventily motoru.

Spaliny s nízkým obsahem škodlivin

Koncentrace škodlivých látek ve spalinách je v přímé souvislosti se vzájemným poměrem vzduch-palivo. Chceme-li provozovat motor s nejmenšími škodlivými emisemi, předpokládá to takovou přípravu směsi, která dodrží přesný poměr vzduch-palivo. L-Jetronic pracuje natolik precizně, že nutná přesnost tvorby směsi je zaručena.

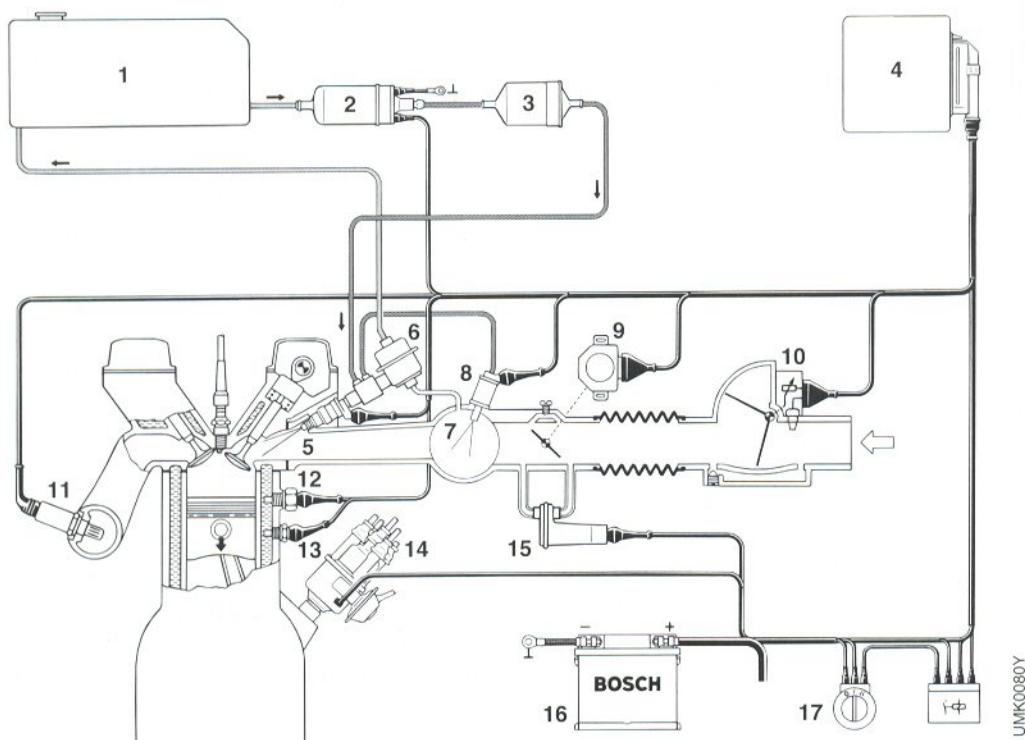
Vyšší měrný výkon

Bez karburátoru je možné uspořádat sací cesty co nejvhodněji z hlediska proudění pro optimální rozdělování vzduchu, tím zlepšit plnění válců a následně zvýšit točivý moment.

Protože je palivo vstříkováno přímo před sací ventily, nasává motor sacím potrubím pouze vzduch. Tím je možné dosáhnout vysokého specifického výkonu a vhodného průběhu točivého momentu.

Obrázek 2: Schéma systému L-Jetronic s lambda regulací

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 řídící jednotka, 5 vstřikovací ventil, 6 rozdělovací potrubí s regulátorem tlaku, 7 sběrné sací potrubí, 8 ventil studeného startu, 9 spínač škrticí klapky, 10 měřič množství vzduchu, 11 lambda sonda, 12 teplotně časový spínač, 13 snímač teploty motoru, 14 rozdělovač, 15 šoupátko přidavného vzduchu, 16 akumulátor, 17 spinaci skřínka



Zásobování systému palivem

Soustava zásobování palivem sestává z následujících dílů:

- elektrické palivové čerpadlo
- palivový filtr
- rozdělovací potrubí
- regulátor tlaku
- vstřikovací ventily

Elektricky poháněné čerpadlo pracující na principu unášených válečků dodává palivo z palivové nádrže pod tlakem kolem 2,5 bar přes palivový filtr do rozdělovacího potrubí. Z rozdělovacího potrubí vedou samostatná potrubí ke vstřikovacím ventilům. Na konci rozdělovacího potrubí je umístěn regulátor tlaku, který udržuje vstřikovací tlak konstantní (obrázek 3). Do palivového systému je dodáváno více paliva, než motor spotřebuje i při extrémním zatížení. Toto přebytečné palivo je přes regulátor tlaku odpouštěno a již bez tlaku vedeno zpět do nádrže. Na základě tohoto trvalého promývání palivové soustavy je trvale k dispozici chladné palivo. Tím je snížena tvorba bublin palivových par a je dosaženo lepších podmínek pro start zahřátého motoru.

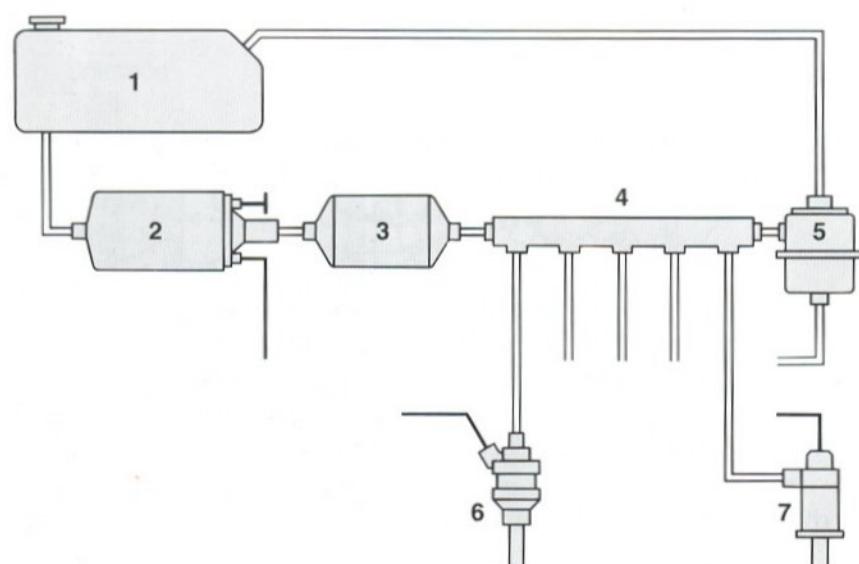
Elektrické palivové čerpadlo

Elektrické palivové čerpadlo (obrázek 4) je válečkové čerpadlo, poháněné elektromotorem s permanentním buzením. V tělese čerpadla je excentricky umístěn otáčející se kotouč-unašeč s válečky, které jsou uloženy v drážkách na jeho obvodě a odstředivou silou jsou tlačeny k obvodu skříně. Válečky tak působí jak pohyblivé těsnění. Palivo je pak čerpáno prostřednictvím dutin vytvářených těmito válečky. Účinek čerpadla vychází z toho, že válečky po průchodu kolem uzavírací hrany přívodního potrubí před sebou tlačí palivo, než opustí čerpadlo výtokovým otvorem (obrázek 5). Palivo protéká elektromotorem. Nebezpečí exploze nepřipadá v úvahu, neboť se v čerpadle nenachází žádná explozivní směs.

Palivové čerpadlo dodává více paliva než je maximální potřeba spalovacího motoru a při všech provozních stavech, které mohou nastat, udržuje tlak na správné hodnotě. Zpětný ventil umístěný v čerpadle odděluje palivovou soustavu od palivové nádrže a zabraňuje zpětnému toku paliva do nádrže.

Obrázek 3: Soustava zásobování palivem

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 rozdělovací potrubí, 5 regulátor tlaku, 6 vstřikovací ventil, 7 ventil studeného startu



Elektrické palivové čerpadlo je uvedeno do chodu okamžikem sepnutí spínací skřínky a zůstává trvale zapnuto, po nastartování motoru. Bezpečnostní zapojení zamezuje dodávce paliva při vypnutém zapalování a stojícím motoru, například po nehodě.

Elektrické palivové čerpadlo je umístěno v bezprostřední blízkosti u palivové nádrže a je bezúdržbové.

Palivový filtr

Palivový filtr odstraňuje z paliva nečistoty, které by mohly ovlivnit funkci vstřikovací soustavy. Filtr je tvořen papírovou vložkou se střední velikostí pórů $10 \mu\text{m}$ a opěrným sítkem (obrázek 6). Tato kombinace dosahuje vysokého čisticího účinku. Opěrná deska přidržuje filtrační vložku v kovové skříni. Životnost filtru je závislá na znečištění paliva. Palivový filtr je zařazen do palivového vedení za zásobníkem paliva.

Při výměně filtru musí být bezpodmínečně dodržen směr proudění filtrem podle šipky na tělese.

Rozdělovací potrubí

Rozdělovací potrubí přivádí palivo k jednotlivým ventilům rovnoměrně jak k hledisku množství, tak i tlaku.

Rozdělovací potrubí má také funkci zásobníku. Jeho objem je vůči objemu vstřiknutému v průběhu jednoho pracovního cyklu dostatečně velký, aby potlačoval kolísání tlaku. Díky tomu je na všech vstřikovacích ventilech stejný tlakový stav.

Mimo to umožňuje rozdělovací potrubí nekomplikovanou montáž vstřikovacích ventilů.

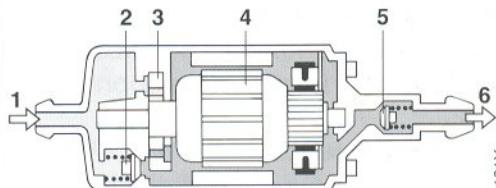
Regulátor tlaku

Regulátor tlaku udržuje na konstantní úrovni rozdíl mezi tlakem paliva a tlakem v sání. Dobou otevření ventilu je tak možné určit množství paliva vstřiknutého elektromagnetickým vstřikovacím ventilem.

Regulátor tlaku je odpouštěcí, membránou řízený regulátor, který reguluje tlak paliva podle systému na 2,5 nebo

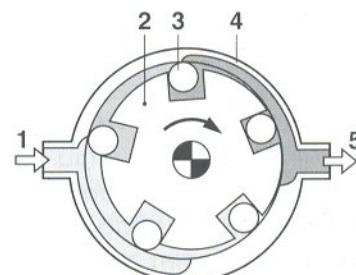
Obrázek 4: Elektrické palivové čerpadlo

1 strana sání, 2 omezovací tlakový ventil, 3 válečkové čerpadlo, 4 rotor motoru, 5 zpětný ventil, 6 výtlacná strana



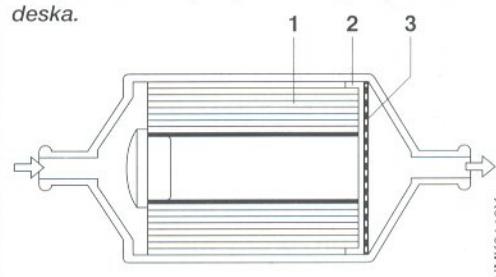
Obrázek 5: Princip funkce válečkového čerpadla

1 strana sání, 2 unášecí kotouč, 3 váleček, 4 základní deska, 5 výtlacná strana



Obr. 6 Palivový filtr

1 papírová vložka, 2 opěrné síto, 3 opěrná deska.



3 bary. Je umístěn na konci rozdělovacího potrubí a je tvořen kovovým tělesem, které příčná membrána dělí na dvě části: pružinovou komoru, v níž působí na membránu předepnutá šroubová pružina a na druhou komoru, komoru paliva. Při překročení nastaveného tlaku se membránou ovládaný ventil otevří a propouští nadbytečné palivo do přepadového potrubí k nádrži, kde již není žádny tlak paliva.

Pružinová komora regulátoru tlaku je potrubím propojena se sběrným sacím potrubím za škrticí klapkou. To způsobí, že tlak paliva závisí na absolutním tlaku v sacím potrubí a tlakový spád za vstřikovacím ventilem je při každém nastavení škrticí klapky stejný (obrázek 7).

Vstřikovací ventily

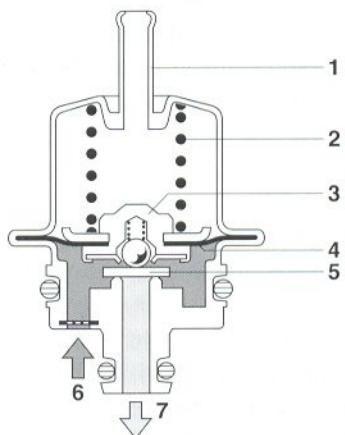
Elektronicky řízené vstřikovací ventily vstřikují přesně dávkované palivo před sací ventily motoru.

Každému válci je přiřazen jeden vstřikovací ventil. Vstřikovací ventily jsou ovládány elektromagneticky, otevřívají a zavírají je tedy impuls z řídicí jednotky. Vstřikovací ventil je tvořen tělesem ventilu a ventilovou jehlou s připojenou magnetickou kotvou. V tělese ventilu se nachází vinutí elektromagnetu a vedení jehly ventilu. Pokud je ventil bez proudu, tlačí vinutá pružina jehlu ventilu do těsnící polohy v sedle ventilu. Vybuzením proudu přes vinutí dochází ke zdvihu jehly asi o 0,1 mm ze sedla a palivo může procházet přes přesnou kruhovou mezeru. Špička jehly je tvořena kolíkem s nálitkem pro rozprášení paliva (obrázek 8). Doba náběhu otevření a uzavření ventilu je kolem 1 ... 1,5 ms. Pro dobré rozprašování paliva s malými ztrátami kondenzací musí být zabráněno ostřiku stěn sacího potrubí.

Proto musí být dodržen přesný úhel vstřiku ve spojení s přesnou vzdáleností vstřikovacího ventila od sacího ventilu specificky pro určitý motor. Zástavba ventilu je uskutečněna pomocí speciálního držáku s gumovými díly. Tímto získaná tepelná izolace se podílí na snižování vzniku bublin odpařeného paliva a na lepších startech horkého motoru. Kromě toho chrání gumové díly vstřikovací ventily před příliš vysokými vlivy vibrací.

Obrázek 7: Regulátor tlaku

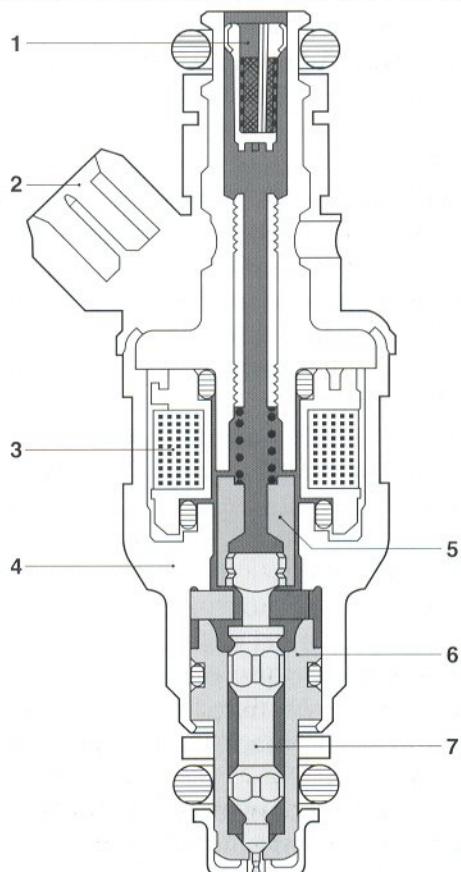
1 nátrubek k sacímu potrubí, 2 pružina, 3 držák ventiliu, 4 membrána, 5 ventil, 6 přívod paliva, 7 přepad paliva



UMK1297Y

Obrázek 8: Elektromagnetický vstřikovací ventil

1 filtrační sitko v přívodu paliva, 2 elektrický konektor, 3 vinutí elektromagnetu, 4 pouzdro ventiliu, 5 kotva, 6 těleso ventiliu, 7 jehla ventiliu.



UMK0722Y

Snímání provozních dat

Snímače snímají provozní stav motoru a vedou tyto informace ve formě elektrických signálů k řídící jednotce. Snímače spolu s řídicí jednotkou tvoří řídící systém. Snímače jsou popsány v souvislosti s hlavními či přidavnými funkcemi.

Měřené veličiny

Veličiny charakterizující provozní stav motoru jsou:

- hlavní veličiny
- korekční veličiny
- veličiny jemné korekce

Řídící jednotka vyhodnocuje všechny měřené veličiny takovým způsobem, že motor je neustále zásobován množstvím paliva, které přesně odpovídá okamžitým požadavkům provozního stavu. Tím je dosaženo optimálních jízdních vlastností.

Hlavní veličiny

Hlavními veličinami jsou otáčky motoru a nasávané množství vzduchu. Z nich se upřesňuje množství paliva na zdvih pístu, které je rozhodující hodnotou pro stanovení zatížení motoru.

Korekční veličiny

Pro provozní stav, jako studený start, fáze zahřívání a různé oblasti zatížení, které se odchylují od normálních podmínek provozu, musí být směs těmto změněným podmínkám přizpůsobena. Rozpoznávání režimů studeného startu a fáze zahřívání je uskutečňováno snímači předávajícími řídící jednotce informaci o teplotě motoru. Pro rozpoznání stavů zatížení informuje řídící jednotku spínač škrťcí klapky o základních režimech zatížení (volnoběh, částečné zatížení, plné zatížení).

Veličiny jemné korekce

Za účelem optimalizování jízdních vlastností mohou být při stanovování dávky paliva zohledněny ještě další režimy a vlivy: Již uvedené snímače zjišťují data v přechodových režimech motoru, při akceleraci, omezování maxi-

málních otáček, a při deceleraci. Signály těchto snímačů jsou v těchto provozních režimech v pevné vzájemné souvislosti. Řídící jednotka tyto souvislosti vyhodnotí a odpovídajícím způsobem ovlivní řídící signály pro vstřikovací ventily.

Snímání otáček

Informace o otáčkách a okamžiku zážehu je zjišťována z přerušovacích kontaktů v případě kontaktních zapalovacích soustav a ze svorky 1 zapalovací cívky u bezkontaktních soustav (obrázek 9).

Měření množství vzduchu

Množství vzduchu nasáté motorem je základním měřítkem stavu jeho zatížení.

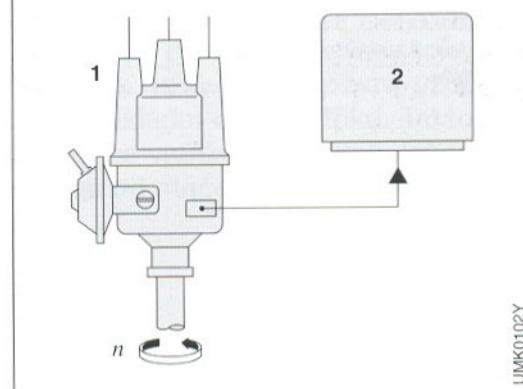
Měření množství vzduchu zohledňuje různé změny a vlivy na chod motoru, které se mohou v průběhu životnosti motoru vyskytnout, jako například:

- opotřebení
- usazeniny ve spalovacím prostoru
- změny časování a vůlí ventilů.

Protože nasávané množství vzduchu musí nejprve projít měříčem množství vzduchu, než dojde k motoru, předbíhá měření množství vzduchu časově skutečné plnění vzduchu do válců. Toto umožňuje při změně zatížení správné přizpůsobení směsi v každém okamžiku. Měřící klapka v měříci množství vzduchu měří veškeré motorem nasá-

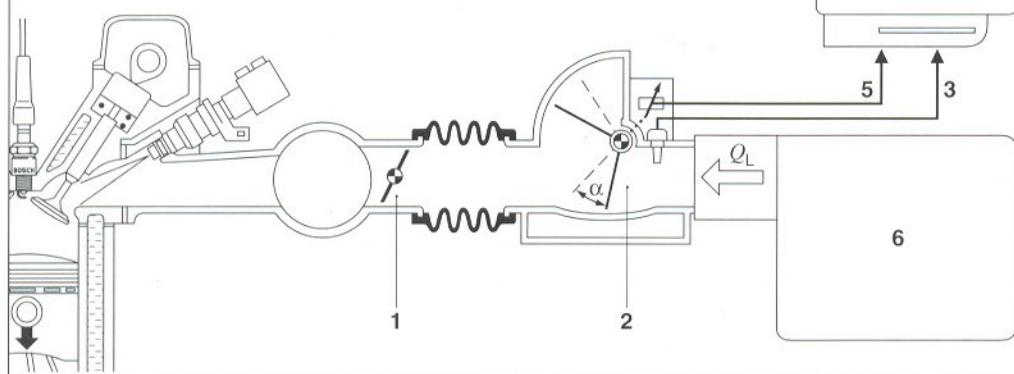
Obrázek 9: Snímání otáček u kontaktní zapalovací soustavy

1 rozdělovač, 2 řídící jednotka,
n otáčení motoru



Obrázek 10. Měřič množství vzduchu v sací soustavě

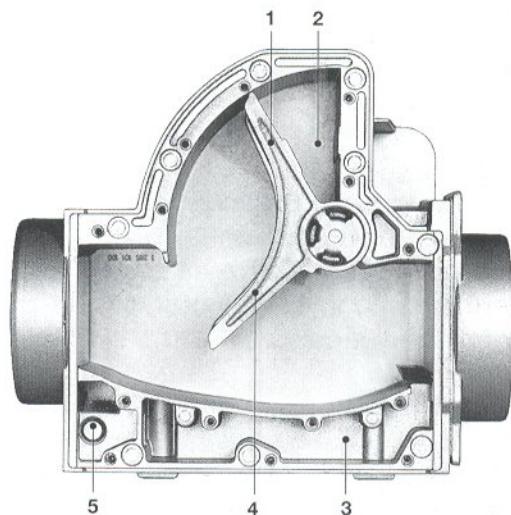
1 škrticí klapka, 2 měřicí množství vzduchu, 3 signál teploty nasávaného vzduchu do řidící jednotky, 4 řidící jednotka, 5 signál měřiče množství vzduchu do řidící jednotky, 6 vzduchový filtr, Q_L nasávané množství vzduchu, α úhel vychýlení



UMK0096Y

Obrázek 11: Měřič množství vzduchu (strana vzduchového kanálu).

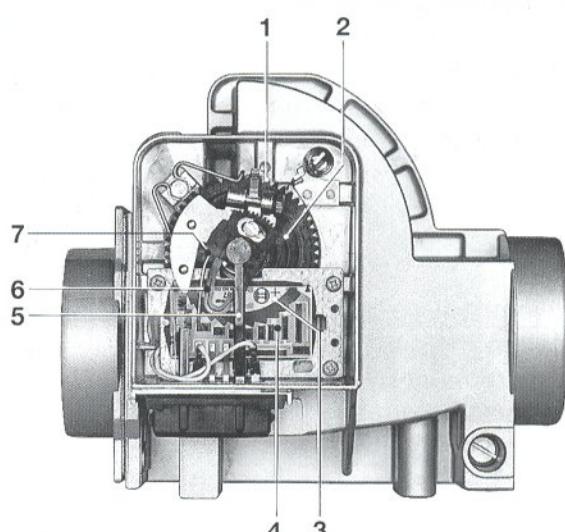
1 kompenzační klapka, 2 kompenzační objem, 3 obtok (bypass), 4 měřicí klapka, 5 nastavovací šroub směsi pro volnoběh (bypass)



UMK00951

Obrázek 12: Měřič množství vzduchu (strana elektrického připojení)

1 ozubené kolo předepnutí pružiny, 2 vratná pružina, 3 odporová dráha, 4 keramická destička s odpory, a držáky kabelů, 5 snímač jezdce, 6 jezdec, 7 spínač palivového čerpadla



UMK0050

vané množství vzduchu. To spolu s otáčkami slouží jako hlavní řídící veličina pro tvorbu signálu zatížení a základního vstřikovaného množství.

Měřic množství vzduchu

Měřicí princip se zakládá na měření síly způsobené prouděním nasávaného vzduchu proti síle vratné pružiny, která působí na měřicí klapku. Klapka se vychyluje tak, že společně s profilem měřicího kanálu se trvale zvětšuje volný průřez kanálu (obrázky 10, 11 a 12). Změny volného průřezu kanálu v závislosti na úhlu vychýlení měřicí klapky byly zvoleny tak, že mezi úhlem vychýlení měřicí klapky a množstvím nasátého vzduchu je logaritmický vztah. Bylo to zvoleno proto, aby při malých množstvích vzduchu, při kterých je požadována vysoká přesnost měření, byla největší citlivost měřice množství vzduchu. Aby se zabránilo vlivu pulzací v sacím potrubí, vytvářených sacími zdvihy jednotlivých válců, na polohu měřicí klapky, je s ní pevně spojená klapka kompenzační. Tlakové pulsace působí tak stejnomořně na obě, měřicí i kompenzační, klapky. Působící momenty sil jdou proti sobě a měření není nikterak ovlivněno. Úhel vychýlení klapky je sledován potenciometrem a převáděn tak na elektrický napěťový signál. Potenciometr je nastaven tak, že dává proporcionálně obrácený napěťový signál vůči množství vzduchu. Aby byl potlačen vliv stárnutí a tepelně závislých změn odporu potenciometru na přesnost měření, zpracovává řídící jednotka pouze změny odporu. K nastavení směsi pro volnoběžné otáčky se používá regulovatelný obtok (bypass).

Odměřování paliva

Řídící jednotka jako centrum zpracovává signály snímačů o provozních stavech motoru. Na jejich základě vytváří řídící impulsy pro odměřování paliva vstřikovacími ventily, přičemž vstřikované množství je určeno dobou otevření ventilů.

Elektronická řídící jednotka

Konstrukce

Řídící jednotka L- Jetronic je umístěna v kovové skříni, což zajišťuje ochranu proti rozstřikované vodě a mimo to je i přerušeno tepelné sálání motoru. Elektronické součástky řídící jednotky jsou osazeny na desce tištěných spojů. Výkonové prvky koncového stupně se nacházejí v řídící jednotce na kovovém rámečku, což zajišťuje dobrý odvod tepla. Použitím integrovaných obvodů a hybridní techniky je snížen počet konstrukčních prvků. Propojením funkčních skupin do integrovaných obvodů (např. formovač impulsů, ovládač impulsů ...obrázek 13), a použitím hybridní konstrukce vzniká spolehlivost řídící jednotky.

Propojení řídící jednotky se vstřikovacími ventily, snímači a napájením je uskutečněno vícepólovým konektorem. Vstupní zapojení jsou navržena tak, aby byla jištěna proti přepólování a zkratům. Pro měření na řídící jednotce a na snímačích jsou k dispozici speciální testovací přístroje Bosch, které se stejnými vícepólovými konektory zapojí mezi řídící jednotku a kabelový svazek.

Zpracování provozních informací

Otáčky a nasávané množství vzduchu určují základní dobu vstřiku. Taktovací frekvence vstřikovacích impulsů je odvozena od otáček motoru.

K tomu upravuje řídící jednotka signály ze zapalovací soustavy. Ty procházejí při tom nejprve formovačem impulsů, který z dodávaného signálu tlumených pulsů vytváří pravoúhlé signály. Tyto pravoúhlé signály jsou přiváděny k frekvenčnímu děliči.

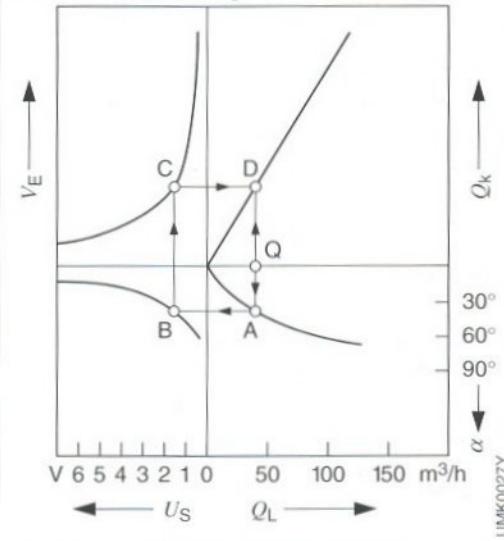
Frekvenční dělič dělí frekvenci impulsů odvozenou ze zapalování tak, že nezávisle na počtu válců jsou k dispozici dva impulsy na pracovní takt. Začátek impulsu je současně počátkem vstřiku vstřikovacích ventilů. Každý vstřikovací ventil tedy vstřikuje palivo jedenkrát za otáčku klikového hřídele, a to bez závislosti na poloze sacích ventilů. Při závřeném sacím ventili se vstřiknuté množství pozdrží a při následujícím otevření se sacím ventilem nasaje spolu se vzduchem do spalovacího prostoru. Délka vstřiku je závislá na množství vzduchu a otáckách motoru.

Řídící jednotka zpracovává také signál měřiče množství vzduchu. Obrázek 14. ukazuje závislost mezi množstvím vzduchu Q_L , úhlem vychýlení měřicí klapky α , napětím potenciometru U_s a vstřikovaným množstvím paliva V_E .

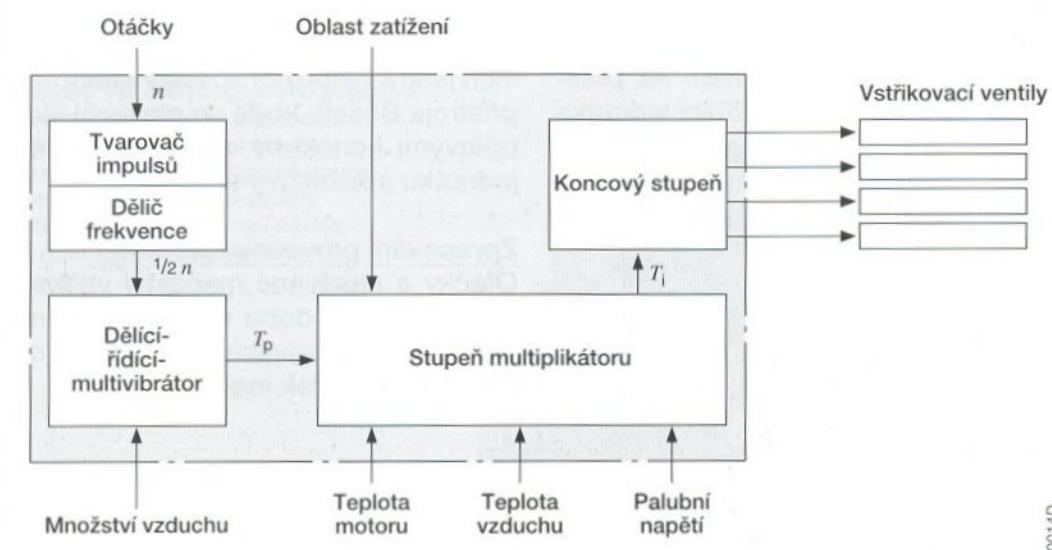
Vycházíme-li z údaje o množství vzduchu Q_L , které prochází měřičem (bod Q)

získáme teoreticky potřebné množství paliva Q_K (bod D). Kromě toho se nastavuje v závislosti na množství vzduchu určitý úhel vychýlení klapky (bod A). Měřicí klapkou ovládaný potenciometr dodává napěťový signál U_s do řídící jednotky (bod B). Řídící jednotka ovládá vstřikovací ventily, přičemž bod C představuje vstříknuté množství paliva V_E . Je vidět, že sku-

Obrázek 14: Závislost mezi množstvím vzduchu Q_L , úhlem vychýlení klapky α , napětím potenciometru U_s a vstřikovaným množstvím paliva V_E



Obrázek 13: Blokové schéma řídící jednotky
 T_i korigované vstřikovací impulzy, T_p základní doba vstřiku, n otáčky.



tečně vstřikované a teoreticky potřebné množství paliva jsou stejné (spojnice C – D).

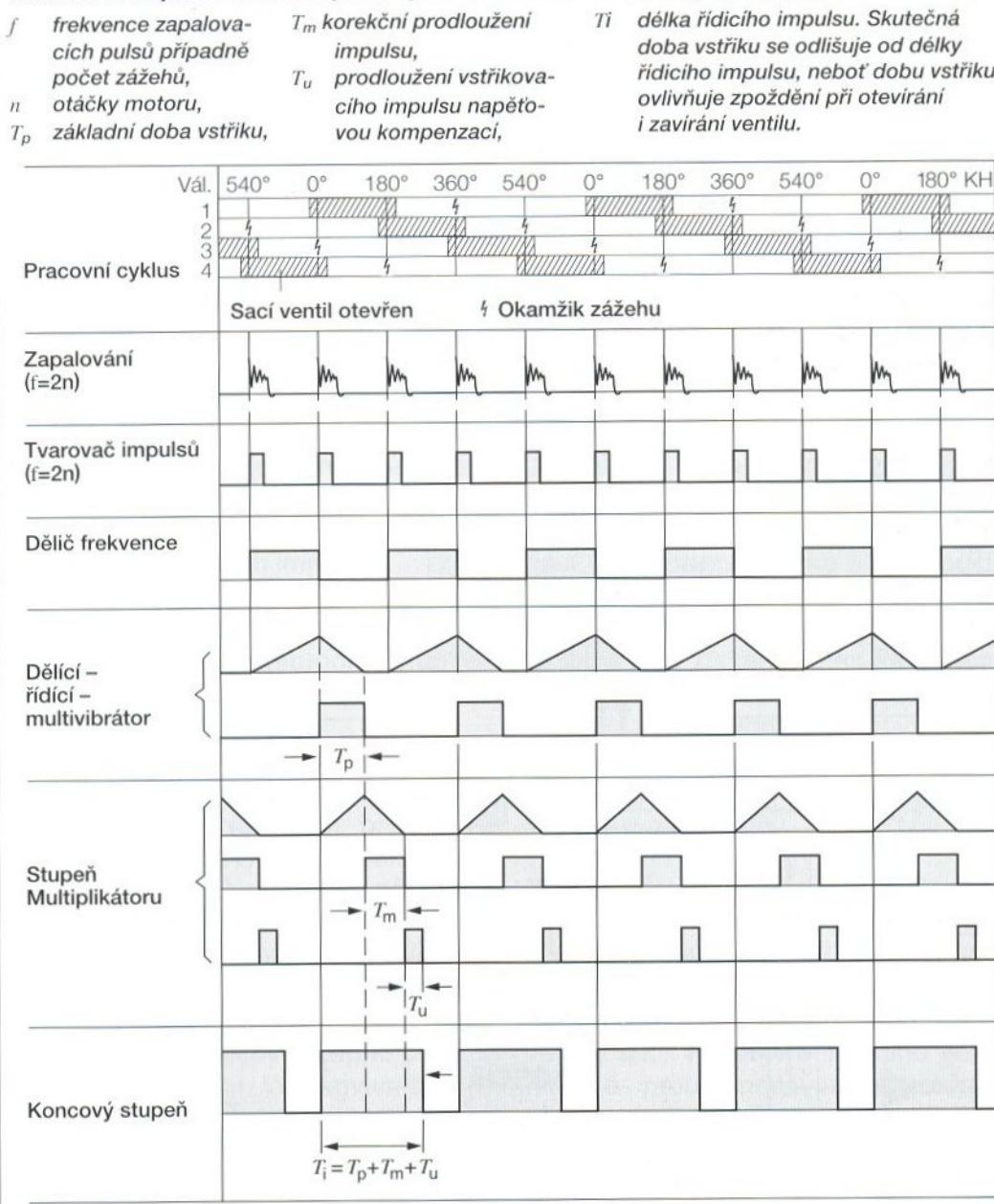
Vytváření vstřikovacích impulsů (obr. 15)

Stanovování základní doby vstřiku se děje ve speciální části zapojení řídicí jednotky, v dělícím řídicím multivibrátoru (DSM – Divisions-Steuer-Multivibrator).

Dělící řídicí multivibrátor dostává od frekvenčního děliče informaci o otá-

kách n a zpracovává ji společně se signálem měřiče množství vzduchu U_S . Pro účely přerušovaného vstřikování paliva mění DSM napětí U_S na pravoúhlý signál řídicích impulsů. Délka T_p určuje základní vstřikované množství, to znamená vstřikované množství na sací zdvih, bez ohledu na korektury. Proto je údaj T_p označován jako "základní doba vstřiku". Čím je větší nasávané množství na sací zdvih, tím je tato základní doba vstřiku delší. Jsou pravděpodobné dva hraniční stavy: stoupa-

Obrázek 15: Úplné schéma impulsů systému L – Jetronic pro čtyřválcový motor



jící otáčky motoru n za předpokladu, že množství vzduchu Q_L zůstává konstantní, pak klesá absolutní tlak za škrticí klapkou a písty nasávají při zdvihu méně vzduchu, to znamená, že se snižuje plnění válců (obrázky 15 a 16). Proto je potřebné menší množství paliva ke spalování a délka impulsu T_p se tak odpovídajícím způsobem zkracuje. Vzrůstem výkonu motoru a tím i zvýšením množství nasávaného vzduchu za minutu při konstantních otáčkách, vzrůstá plnění válců, které potřebuje více paliva a doba impulsu T_p DSM se prodlužuje.

V běžném provozu se mění otáčky a zatížení většinou okamžitě, z čehož DSM průběžně zajišťuje základní dobu vstřiku T_p . Při vysokých otáčkách motoru je obvykle také vysoký výkon (plné zatížení), a to v konečném efektu znamená delší impuls T_p a více paliva na vstřik. Základní dobu vstřiku se zvětšuje.

je způsobem, který odpovídá provoznímu stavu motoru, který je signalizován signály snímačů.

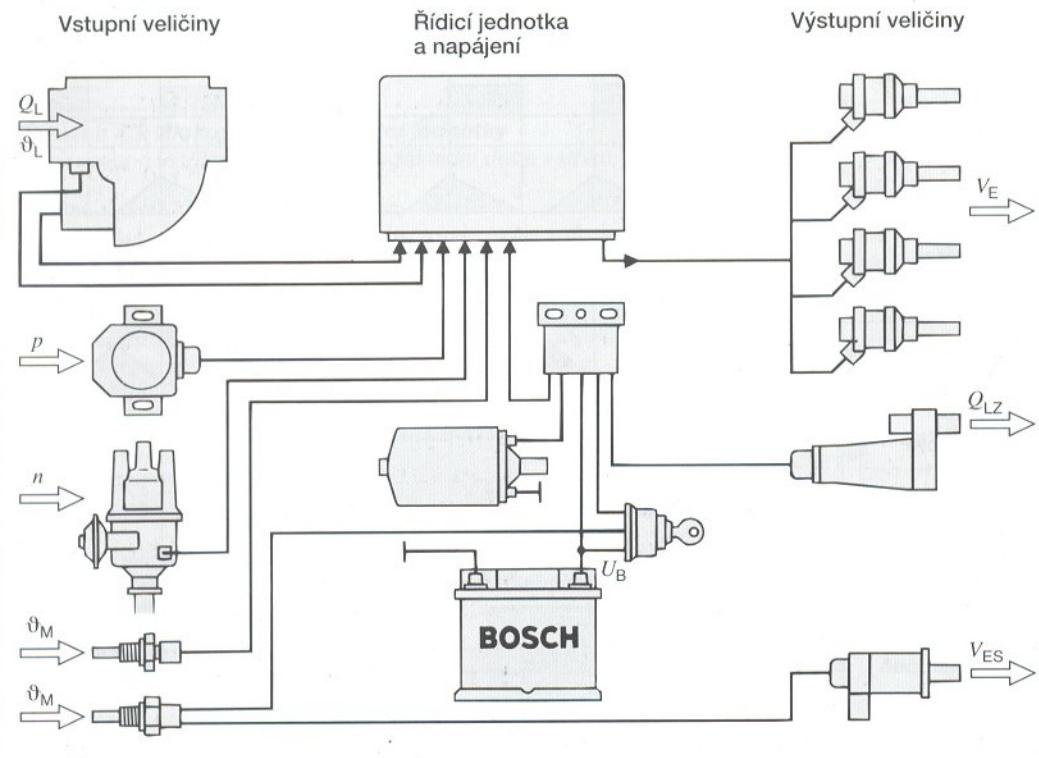
Přizpůsobování základní doby vstřiku různým provozním podmínkám je uskutečňováno multiplikačním stupněm řídicí jednotky (obrázek 15).

Tento stupeň je ovládán délkou impulsů T_p vysílanou DSM. Dále shromažďuje multiplikační stupeň dodatečné informace o různých provozních stavech motoru jako je studený start, fáze zahřívání, plné zatížení, atd.. Z toho se vypočítává korekční faktor k a násobí se jím základní doba vstřiku T_p stanovená DSM. Takto získaná doba se nazývá T_m . A přičítá se k základnímu času T_p , to znamená, že doba vstřiku je prodloužena a směs paliva se vzduchem je bohatší. T_m je tak mírou pro obohacení palivem, vyjádřenou faktorem, který je označován jako "faktor obohacení".

Obrázek 16: Signály a řídicí veličiny v řídicí jednotce

Q_L nasávané množství vzduchu, ϑ_L teplota vzduchu, n otáčky motoru, ϑ oblast zatížení motoru,

ϑ_M teplota motoru, V_E vstřikované množství paliva, Q_{LZ} dodatečné množství vzduchu, V_{ES} obohacení při startu, U_B napětí palubní sítě



Tak vstřikují například ventily při velké zimě na počátku fáze zahřívání dvou až trojnásobek paliva (obrázky 13 a 15).

Napěťová kompenzace

Doba, která uplyne od okamžiku přivedení řídícího impulzu do úplného otevření vstřikovacího ventilu silně závisí na palubním napětí. Takto vzniklé odpovídající zpoždění by mělo bez elektronické napěťové korektury za následek zkrácení doby vstřiku a tím i snížení množství paliva. Čím je nižší napájecí napětí, tím nižší množství paliva motor dostane. Z tohoto důvodu musí být snížené napětí, například po studeném startu se silně vybitým akumulátorem, vyrovnané prodloužením délky impulsu T_u , které je odpovídajícím způsobem dopočítáno a motor tak dostane správné množství paliva. Toto se nazývá "napěťová kompenzace". K napěťové kompenzaci se používá palubní napětí jako řídící veličina v řídící jednotce. Elektronický kompenzační stupeň prodlužuje řídící impulsy ventilů právě o hodnotu odpovídajícího prodloužení otevření ventilů T_u . Celková doba vstřikovacího impulsu T_i je tvořena součtem T_p , T_m , a T_u (obrázek 15).

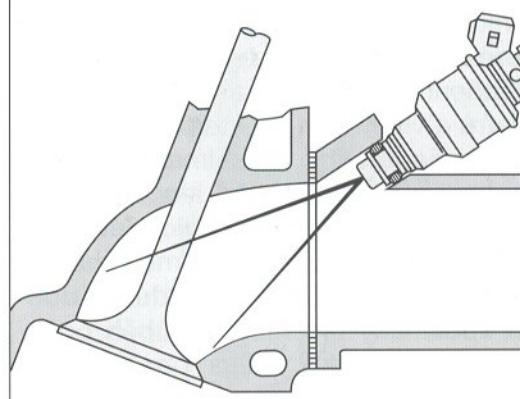
Zesílení vstřikovacích impulsů

Vstřikovací impulsy tvořené multiplikačním stupněm jsou zesilovány v následujícím koncovém stupni. Takto zesílené impulsy přímo ovládají vstřikovací ventily.

Všechny vstřikovací ventily motoru se otevírají a zavírají současně. Sériově ke každému ventili je řazen předřadný odpor jako proudový omezovač. Jeden koncový stupeň L-Jetronic zásobuje proudem tři či čtyři ventily současně. Řídící jednotky pro šesti a osmiválcové motory mají dva koncové stupně po třech, případně čtyřech vstřikovacích ventilech. Oba koncové stupně pracují ve společném taktu. Vstřikovací takt je volen tak, že na každou otáčku vačkové hřídele je dvakrát vstříknuto palivo po polovinách dávky potřebné pro pracující válec.

Obrázek 17: Tvorba směsi

Přerušované vstřikování před sací ventil motoru.



UMK0104Y

Kromě ovládání vstřikovacích ventilů pomocí předřazených odporů, existují řídící jednotky s regulovaným koncovým stupněm. U těchto řídicích jednotek se používají vstřikovací ventily bez předřadních odporů. Ovládání takových vstřikovacích ventilů probíhá následovně:

Jakmile je při počátku impulzu jádro kotvy zdvihнуто ze sedla, je proud procházející ventilem pro zbytek vstřikovací doby zregulován na slabší, udržovací proud. Tím, že jsou ventily na počátku impulsu ovládány velmi vysokými proudy, jsou získány velmi krátké časy náběhu otevření ventilů. Použitím zpětné regulace proudu je koncový stupeň méně tepelně zatížen. Je tedy možné jedním koncovým stupněm spínat až 12 vstřikovacích ventilů.

Příprava směsi

Směs se tvoří v sacím potrubí a ve spalovacím prostoru válce.

Palivo je přerušovaně dodáváno a rozprašováno vstřikovacími ventily před ventily sací. Při otevření sacího ventilu strhává proud nasávaného vzduchu obláčky palivových par a následujícím vířením v průběhu sacího taktu způsobuje tvorbu dobře zapálitelné směsi (obrázek 17).

Přizpůsobení provozním režimům

Kromě doposud popsaných základních funkcí vyžadují určité provozní stavby korekční zásahy do tvorby směsi, pro zlepšení výkonových a emisních parametrů a vlastností při startu i jízdě. Pomocí dodatečných snímačů teploty motoru a polohy škrťící klapky (signál zatížení) může splnit řídicí jednotka požadavky provozních režimů. Charakteristika měřiče množství vzduchu udává specificky pro motor průběh požadované dodávky paliva pro všechny provozní režimy.

Obohacení pro studený start

V závislosti na teplotě motoru vstříkuje při startu ventil studeného startu dodatečné množství paliva po časově omezenou dobu. Toto slouží k vyrovnání ztrát kondenzací části paliva v nasávané směsi a k ulehčení startu studeného motoru.

Vstříknutí dodatečného paliva se uskutečňuje pomocí ventilu studeného startu do sběrného sacího potrubí. Doba zapnutí ventilu studeného startu je časově omezena teplotně-časovým spínačem v závislosti na teplotě motoru.

Popisovaný průběh se nazývá obohacení pro studený start. Při tomto obo-

hacení pro studený start je směs "bohatá", tedy součinitel přebytku vzduchu λ je dočasně menší než 1.

Pro obohacení pro studený start se používají dvě metody:

- řízení startu pomocí řídicí jednotky a vstříkovacích ventilů (obrázek 18) nebo
- řízení ventilu studeného startu teplotně časovým spínačem (obrázek 19).

Řízení startu

Prodloužením doby vstřiku vstříkovacích ventilů v průběhu fáze startu je dodáváno více paliva. Řízení startu je aktivováno v řídicí jednotce signálem ze spínací jednotky a snímače teploty motoru. Konstrukce a funkce snímačů teploty je popsána v odstavci "obohacení pro fázi zahřívání".

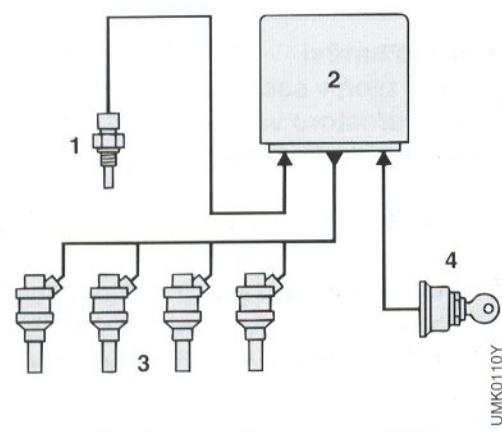
Ventil studeného startu

Ventil studeného startu (obrázek 20) je elektromagneticky ovládaný ventil. Ve ventilu se nachází vinutí elektromagnetu. V klidovém stavu tlačí pružina po hyblivou kotvu elektromagnetu proti těsnění a ventil je tak zavřen.

Při nabuzení elektromagnetu uvolní nadzvednutá kotva elektromagnetu průtok paliva. Palivo proudí tangenciálně do trysky která jeho proud rozprašuje. Rozprašovací tryska rozptyluje pali-

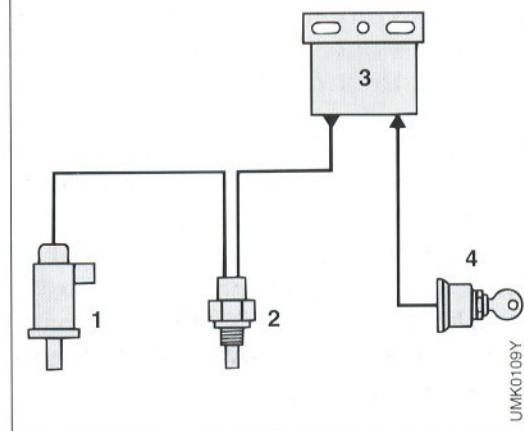
Obrázek 18: Obohacení při startu ovládané řídicí jednotkou

1 snímač teploty motoru, 2 řídicí jednotka,
3 vstříkovací ventily, 4 spinaci skříňka



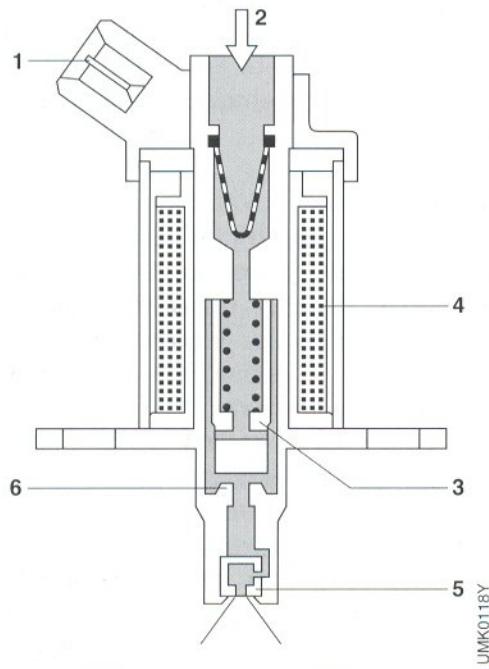
Obrázek 19: Obohacení při startu pomocí ventilu studeného startu

1 ventil studeného startu, 2 teplotně časový spínač, 3 kombinované relé, 4 spinaci skříňka

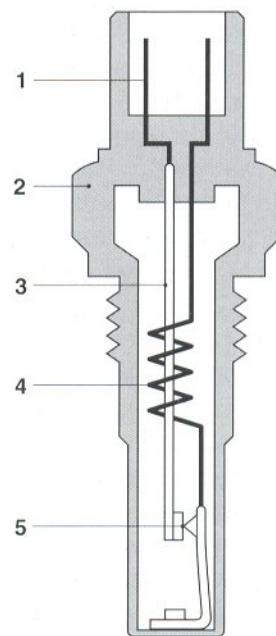


Obrázek 20: Otevřený ventil studeného startu

1 elektrický konektor, 2 přívod paliva s filtračním sitkem, 3 ventil (jádro elektromagnetu), 4 vinutí elektromagnetu, 5 rozprašovací tryska, 6 sedlo ventila.

**Obrázek 21: Teplotně-časový spínač**

1 elektrický konektor, 2 těleso, 3 bimetal, 4 vyhřívací vinutí, 5 elektrický kontakt.



vo obzvláště jemně do vzduchu ve spo-
lečné části sacího potrubí za škrťicí
klapkou. Ventil studeného startu je
umístěn na sacím potrubí tak, aby bylo
dosaženo co nejvíce stejnomořného
zásobování jednotlivých válců.

Teplotně-časový spínač

Teplotně-časový spínač omezuje te-
plotně a časově dobu činnosti ventilu pro
studený start.

Teplotně-časový spínač (obrázek 21) se
sestává z elektricky vyhřívaného bime-
talového pásku, který podle své teploty
spíná či rozpíná kontakt.

Ovládání je ze spínací skřínky. Teplot-
ně-časový spínač je umístěn na místě,
které je reprezentativní pro teplotu mo-
toru. Teplotně-časový spínač omezuje
při studeném startu dobu sepnutí ven-
tilu pro studený start. Při déle trvajícím,
či opakovaném startování ventil již ne-
vstřikuje. Doba sepnutí je závislá na za-
hřátí spínače od teploty motoru a vlast-

ním vytápění elektrickým vinutím. Toto
vlastní vyhřívání je potřebné k omezení
spínací doby ventilu, aby nedošlo
k nadměrnému obohacení směsi a s tím
spojenému "zalití" motoru. Při stude-
ném startu je pro stanovení doby
sepnutí rozhodující výkon vytápějícího
vinutí (vypnutí např. při -20°C po 7,5
sekundách). U motoru s provozní
teplotou je zahříván spínač teplým
motorem natolik, že je trvale rozepnutý
a zamezuje sepnutí startovacího ven-
tilu.

Fáze těsně po startu a zahřívání motoru

V průběhu fáze zahřívání je motoru
dodáváno více paliva.

Po studeném startu následuje fáze
zahřívání motoru. V tomto režimu po-
třebuje motor značné obohacení pro
fázi zahřívání, neboť část dodaného
paliva stále ještě kondenzuje na stude-
ných stěnách válců. Kromě toho by
došlo bez dodatečného paliva po od-

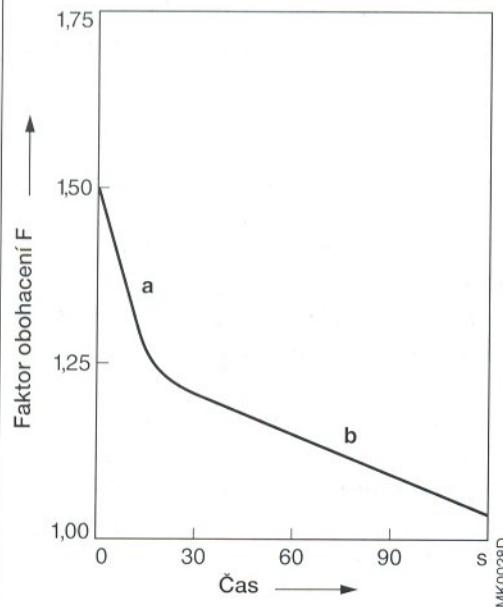
stavení ventilu studeného startu a výpadku jím dodávaného dodatečného paliva ke značnému poklesu otáček.

Bezprostředně po startu (např. při -20°C) musí být dodáno ve srovnání s normálním režimem dva- až třikrát více paliva. V této první části fáze zahřívání (fáze po startu) musí docházet k časově závislému obohacování, k postartovnímu navýšení. Potřebná doba bývá obvykle kolem 30 sekund. Obohacení se pohybuje v závislosti na teplotě mezi 30% až 60% paliva navíc.

Po ukončení poststartovního navýšení potřebuje motor ještě jedno malé obohacení, které je řízeno podle teploty motoru. Graf (obrázek 22) ukazuje typický průběh obohacení v závislosti na čase při startu za teploty 22°C . Pro stanovení průběhu regulace musí mít řídící jednotka informace o teplotě motoru. Tyto získává ze snímače teploty motoru.

Obrázek 22: Průběh obohacení pro fázi zahřívání

Faktor obohacení F v závislosti na čase,
a) úsek s převažující závislostí na čase,
b) úsek závislý na teplotě motoru.



Snímač teploty motoru

Snímač teploty motoru měří teplotu motoru a předává ji ve formě elektrického signálu řídící jednotce.

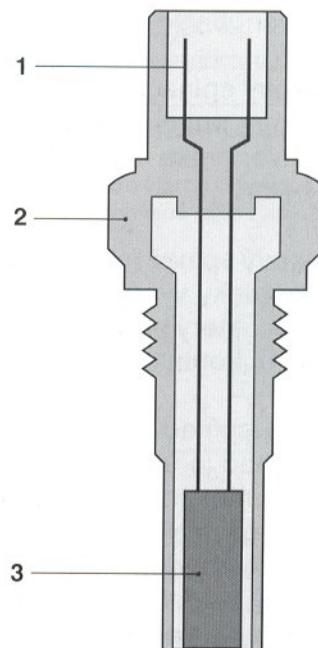
Snímač teploty (obrázek 23) je u vzduchem chlazených motorů umístěn v bloku motoru. U kapalinou chlazených motorů zasahuje do chladící kapaliny.

Snímač "hlásí" okamžitým teplotám odpovídající elektrické odpory řídící jednotce, která přizpůsobuje vstřikované množství paliva režimům po startu motoru a zahřívání. Teplotní snímač je tvořen NTC – rezistorem umístěným v pouzdře se závitem.

NTC znamená negativní teplotní koeficient (Negativer Temperatur-Coeffizient), čímž jsou charakterizovány jeho vlastnosti: z polovodiče vyrobený odpor se vzrůstající teplotou snižuje svůj elektrický odpor.

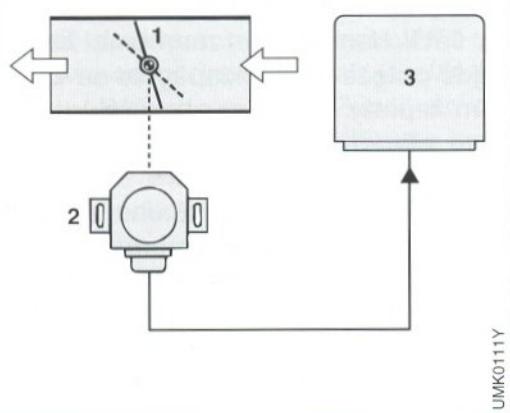
Obrázek 23: Snímač teploty motoru.

1 elektrický konektor, 2 těleso, 3 NTC – odpor.



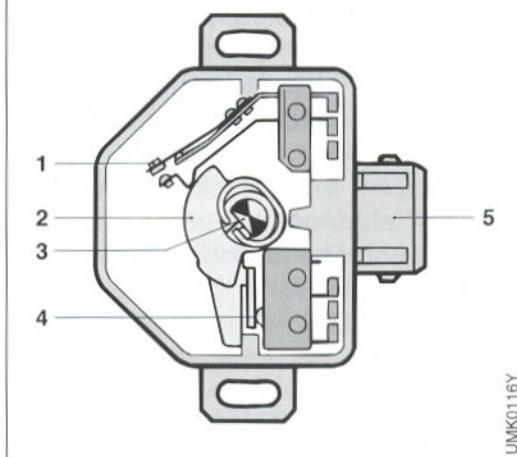
Obrázek 24: Korekce pro volnoběh a plné zatížení.

1 škrťcí klapka, 2 spínač škrťcí klapky, 3 řídící jednotka



Obrázek 25: Spínač škrťcí klapky

1 kontakt plného zatížení, 2 spinací kulisa,
3 hřidel škrťcí klapky, 4 kontakt volnoběhu,
5 elektrický konektor



Přizpůsobení částečnému zatížení

Nejvíce času pracuje motor v režimu částečného zatížení. Charakteristika potřebné dodávky paliva je uložena v řídící jednotce a určuje dodávané množství paliva. Charakteristika je zvolena s ohledem na dosažení minimální spotřeby v částečném zatížení.

Obohacení při zrychlení

V průběhu akcelerace odměřuje L-Jetronic dodatečné palivo.

Při náhlém otevření škrťcí klapky, se krátkodobě ochudí směs palivo – vzduch. Požadavkem je dosáhnout krátkodobého obohacení směsi, pro zlepšení přechodového režimu. Při takovémto náhlém otevření škrťcí klapky projde měřicem množství vzduchu jak množství vzduchu, které se dostane do spalovacího prostoru, tak i vzduch který slouží jen k vyrovnání podtlaku v sacím potrubí za škrťcí klapkou. Proto překmitne měřicí klapka krátkodobě polohu při plném otevření škrťcí klapky. Toto překmitnutí způsobí zvýšení dodávky paliva (obohacení při zrychlení), s kterým je dosaženo lepšího průběhu přechodového režimu.

Protože toto obohacení při zrychlení v průběhu fáze zahřívání není dostatečné používá v tomto režimu řídící jednotka dodatečně elektrický signál rych-

losti, se kterou měřicí klapka v měřiči množství vzduchu změní svou polohu.

Obohacení při plném zatížení

Při plném zatížení je z motoru odebírána maximální točivý moment. K tomu musí být směs paliva se vzduchem, oproti částečnému zatížení, obohacena.

Proti částečnému zatížení, při kterém je nastavení provedeno s ohledem na minimální spotřebu při dodržování emisních předpisů, je při plném zatížení směs vzduchu s palivem obohacena. Výše tohoto obohacení je v řídící jednotce naprogramována specificky pro motor. Informaci o stavu plného zatížení dostává řídící jednotka ze spínače škrťcí klapky.

Spínač škrťcí klapky

Spínač škrťcí klapky předává signál o poloze škrťcí klapky "volnoběh" a "plné zatížení" řídící jednotce.

Spínač škrťcí klapky (obrázky 24 a 25) je upevněn na sacím potrubí v místě škrťcí klapky. Hřidelka škrťcí klapky, na níž je klapka připevněna, ovládá spínač. Spínací kulisa se pohybuje kolem kontaktů spínače. V koncových polohách "volnoběh" a "plné zatížení" je vždy sepnut kontakt.

Řízení volnoběžných otáček

Měřic množství vzduchu obsahuje seřizovatelný obtok (bypass), přes který může malé množství vzduchu obtékat měřící klapku. Nastavovací šroub volnoběhu v obtoku umožňuje základní nastavení kvality směsi, případně obohacení směsi změnou průřezu obtoku (obrázek 26).

Pro dosažení pravidelného volnoběhu také při studeném motoru, zvyšuje regulace volnoběhu dodatečně volnoběžné otáčky. Toto zvýšení slouží i k rychlejšímu zahřátí motoru. Šoupátko přídavného vzduchu, které je zapojeno jako další obtok ke škrťicí klapce, řídí v závislosti na teplotě motoru množství dodatečného vzduchu pro motor.

Tento dodatečný vzduch je při měření množství vzduchu zohledněn, a L - Jetronic přidává motoru palivo. Přesné přizpůsobení je dáno elektricky vyhřívaným šoupátkem přídavného vzduchu. Přitom teplota motoru určuje počáteční množství dodatečného vzduchu a elektrické vyhřívání v podstatě řídí v závislosti na čase snižování tohoto množství.

Šoupátko přídavného vzduchu

Clonka s otvorem, ovládaná bimetallem, řídí v šoupátku přídavného vzduchu (obrázek 27) průřez obtokového kanálu (bypass).

Otevřený průřez clonky se nastavuje v závislosti na teplotě tak, že při studeném startu je odpovídajícím způsobem otevřený průřez větší, který se pak při stoupající teplotě trvale zmenšuje až se plně uzavře.

Bimetal je elektricky vyhřívaný a zmenšuje v závislosti na čase otevřený průřez šoupátko přídavného vzduchu od teplotně závislé počáteční hodnoty.

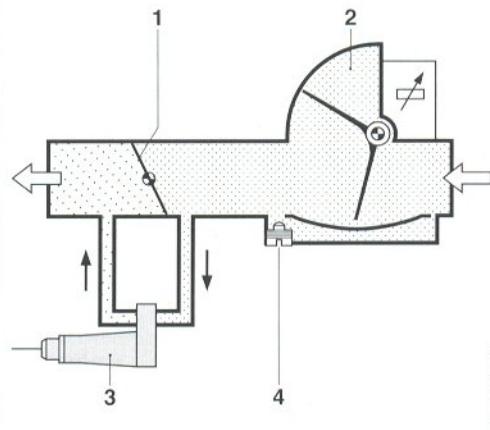
Umístění šoupátko přídavného vzduchu je voleno tak, že umožňuje dobré přejímání teploty motoru. Šoupátko přídavného vzduchu při zahřátém motoru již nepracuje.

Přizpůsobení teplotě vzduchu

Vstřikované množství paliva je přizpůsobované teplotě vzduchu.

Množství vzduchu odměřené pro spalování je závislé na teplotě tohoto nasávaného vzduchu. Studený vzduch má větší hustotu. To znamená, že při stejně poloze škrťicí klapky se se vzrůstem teploty vzduchu zhoršuje plnění válce přiváděným vzduchem. Pro zohlednění tohoto efektu je v sacím kanálu měřiče množství vzduchu umístěn snímač teploty, hlásící teplotu nasávaného vzduchu řídicí jednotce, která potom koriguje odpovídajícím způsobem dodávané množství paliva.

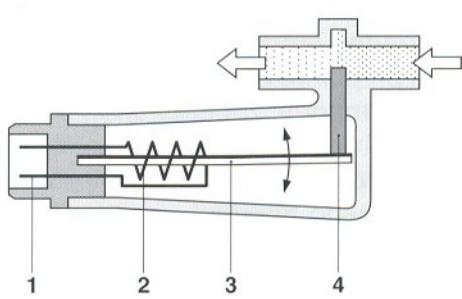
Obrázek 26: Řízení volnoběžných otáček.
1 škrťicí klapka, 2 měřic množství vzduchu, 3 šoupátko přídavného vzduchu, 4 šroub nastavování bohatosti směsi při volnoběhu



UMK0108Y

Obrázek 27: Elektricky vyhřívané šoupátko přídavného vzduchu.

1 elektrický konektor, 2 elektrické vyhřívání, 3 bimetal, 4 clonka s otvorem



UMK0127Y

Doplňkové funkce

Lambda-regulace

Pomocí lambda-regulace lze součinitel přebytku vzduchu udržovat velmi přesně na hodnotě $\lambda = 1$. V řídící jednotce je signál lambda-sondy porovnáván s požadovanou hodnotou a tak je ovládán dvoupolohový regulátor. Zásah do odměrování paliva je uskutečňován změnou otevírací doby vstřikovacích ventilů (obrázek 28).

Přerušení dodávky paliva při deceleraci

Přerušením dodávky paliva při deceleraci se rozumí úplné přerušení přívodu

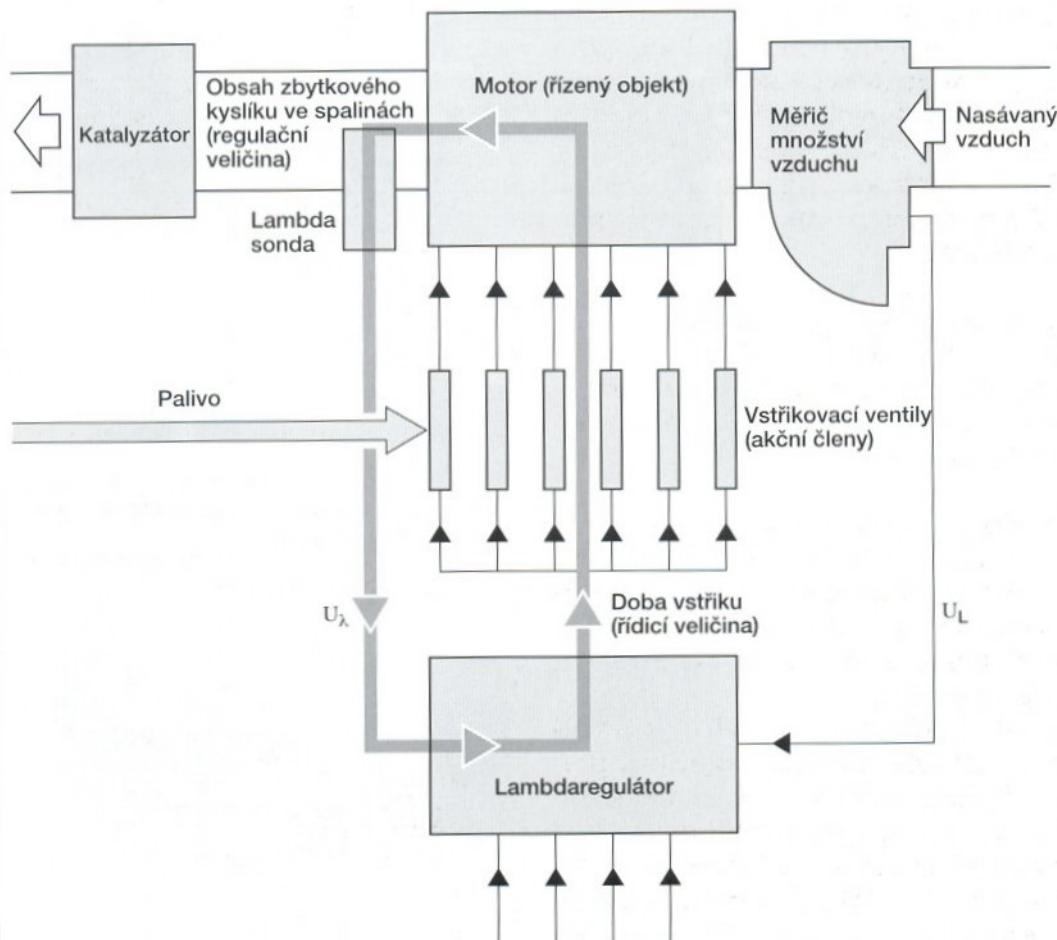
paliva do motoru při brzdění vozidla motorem, snižující při jízdě z kopce a brzdění spotřebu paliva a emise výfukových plynů. Pokud řidič při jízdě uvolní nohu z plynového pedálu, hlásí spínač škrťcí klapky řídící jednotce "zavřenou" škrťcí klapku. Hodnota otáček od kterých jsou potlačovány vstřikovací impulsy, je řízena v závislosti na teplotě motoru.

Omezení otáček

Omezení otáček uzavírá přívod paliva ke vstřikovacím ventilům po dosažení maximálně dovolených otáček motoru. Při překročení hraničních hodnot jsou potlačeny ovládací impulsy vstřikování.

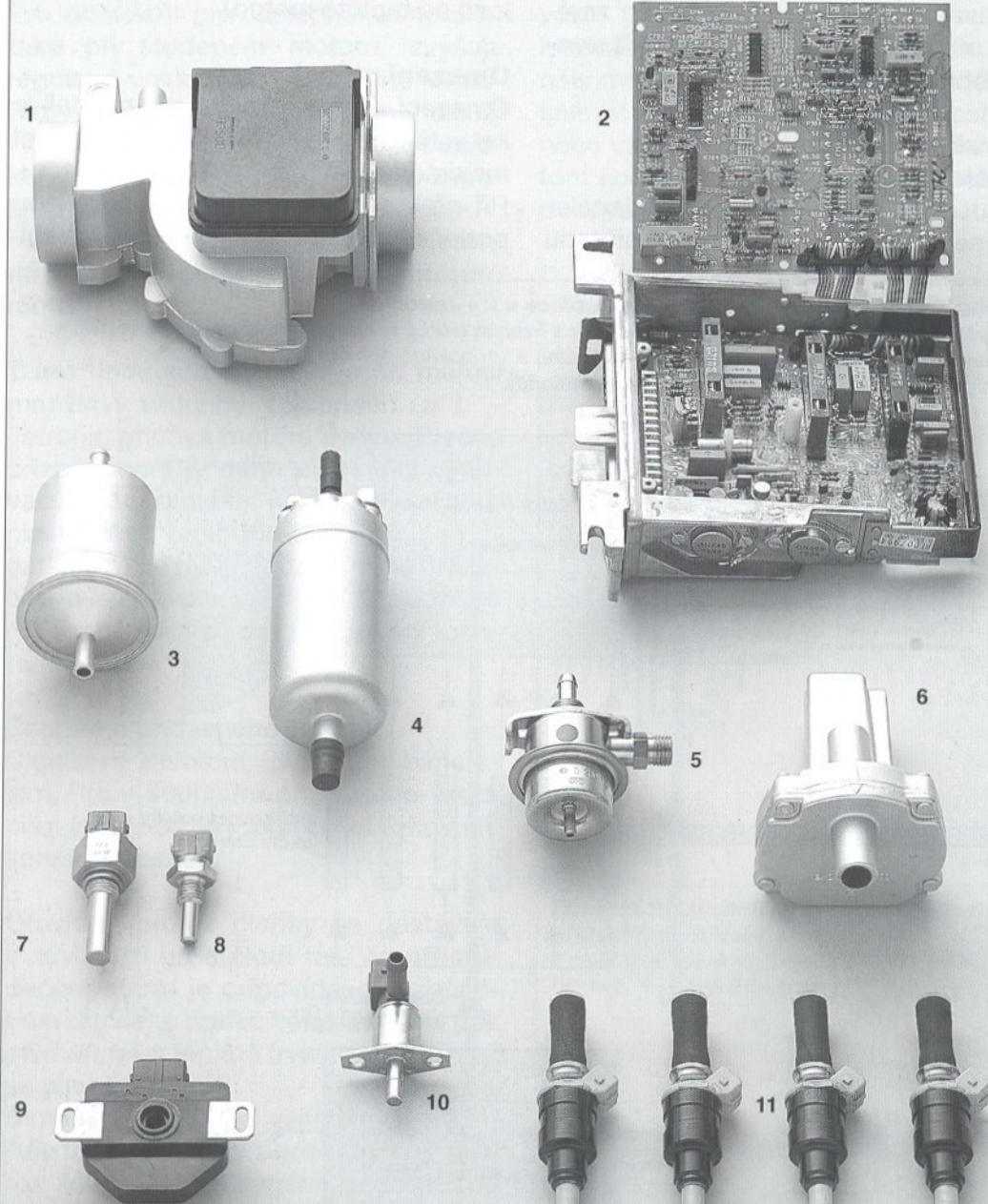
Obrázek 28: Regulační okruh lambda regulace u L - Jetronic.

Regulační okruh lambda regulace se překrývá s řízením tvorby směsi. Vstřikované množství paliva určené systémem tvorby směsi je optimalizováno a korigováno pomocí lambda - regulace.
 U_L signál množství vzduchu, U_λ signál lambda sondy.



Obrázek 29: Komponenty L - Jetronic

1 měřič množství vzduchu, 2 řídící jednotka, 3 palivový filtr, 4 elektrické palivové čerpadlo,
5 regulátor tlaku paliva, 6 šoupátko přídavného vzduchu, 7 teplotně-časový spínač, 8 snímač teploty
motoru, 9 spínač škrťicí klapky, 10 ventil studeného startu, 11 vstřikovací ventily.



Elektrická schémata

L Jetronic (obrázek 29) je sestaven tak, že na palubní síť vozidla je připojen jen v jednom připojovacím místě.

V tomto připojovacím místě je kombinované relé ovládané spínací skřínkou, které připojuje napětí na řídicí jednotku a na další komponenty systému Jetronic. Kombinované relé je připojeno přes dva oddělené konektory k palubnímu napětí a k systému Jetronic.

Bezpečnostní zapojení

Aby bylo zabráněno dalšímu pokračování dodávky paliva po nehodě, je elektrické palivové čerpadlo ovládáno přes bezpečnostní zapojení. Spínač v měřici množství vzduchu, ovládaný průchodem vzduchu řídí kombinované relé, které spíná elektrické palivové čerpadlo. Zastaví – li se při sepnutém zapalo-

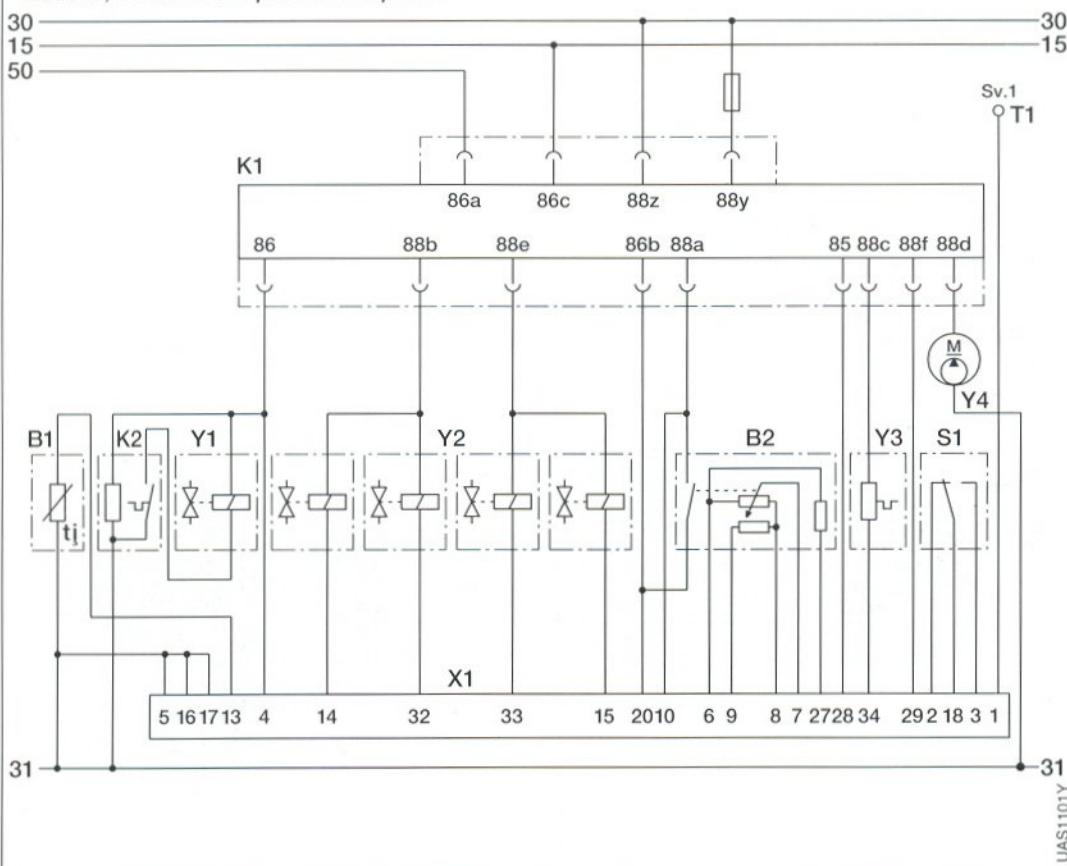
vání motor, to znamená nedochází k průtoku vzduchu, je přerušeno napájení palivového čerpadla. V průběhu startu je kombinované relé ovládáno odpovídajícím způsobem spínací skřínkou přes svorku 50.

Schéma zapojení

U zde vyobrazeného příkladu se jedná o typické zapojení ve vozidle s čtyřválcovým motorem. U kabelového svazku stojí za povšimnutí, že svorka 88z kombinovaného relé je přímo, bez pojistky, propojena s kladným pólem (polovou svorkou) akumulátoru, za účelem vyhnutí se závadám a napěťovým můstkům způsobeným přechodovými odpory. Svorky 5, 16, 17, řídicí jednotky, stejně jako přípojka 49 snímače teploty jsou odděleným vedením připojeny k jednomu kostřicímu bodu (obrázek 30).

Obrázek 30: Příklad zapojení

L – Jetronic s regulovaným koncovým stupněm. B1 snímač teploty motoru, B2 měřič množství vzduchu, K1 kombinované relé, K2 teplotně-časový spínač, S1 spínač škrťicí klapky, T1 zapalovací cívka, X1 řídicí jednotka, Y1 ventil studeného startu, Y2 vstřikovací ventil, Y3 šoupátko přidavného vzduchu, Y4 elektrické palivové čerpadlo.



L3 - Jetronic

Z L-Jetronic jsou odvozeny další samostatné systémy. Jednu z variant tvoří L3-Jetronic, který se od L-Jetronic odlišuje v následujícím:

- Řídicí jednotka uzpůsobená provozu v motorovém prostoru je umístěna v měřiči množství vzduchu a šetří dříve potřebný prostor v kabině pro posádku,
- řídicí jednotka a měřič množství vzduchu v jednom tělese s vnitřními propojeními zjednodušuje kabelový svazek a sniže montážní náklady,
- použití digitální techniky umožňuje ve srovnání s doposud používanou analogovou technikou realizaci nových funkcí s lepšími možnostmi přizpůsobení provozním režimům.

L3 – Jetronic existuje jak ve verzi s lambda regulací (obrázek 31), tak i bez ní. Obě verze obsahují funkce nouzového chodu, které umožňují při výpadku mikropočítáče dojet vozidlu do nejbližší

dílny. Kromě toho jsou vstupní signály systému podrobovány zkoušce plausibility – hodnověrnosti, to znamená, že nereálný vstupní signál (např. teplota motoru nižší než -40°C) je ignorován a nahrazen náhradní hodnotou uloženou v řídicí jednotce.

Zásobování systému palivem

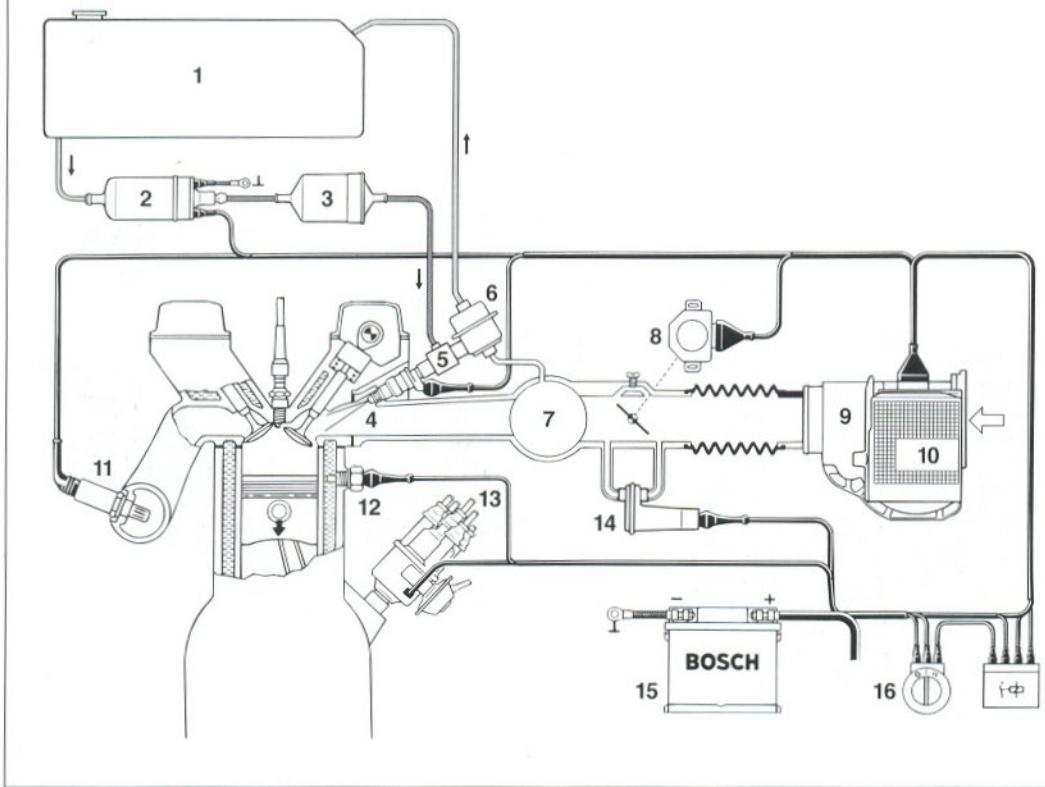
Zásobování systému palivem se uskutečňuje jako u L – Jetronic přes elektrické palivové čerpadlo, palivový filtr, rozdělovací potrubí, regulátor tlaku paliva až ke vstřikovacím ventilům.

Snímání provozních dat

Informace o otáčkách motoru dodává řídicí jednotce zapalovací soustava. Snímač teploty v okruhu chladicí kapaliny měří teplotu motoru a přeměňuje ji pro řídicí jednotku na elektrický signál. Spínač škrťicí kapky hlásí řídicí jednotce polohy škrťicí klapky "volnoběh" a "plné zatížení" pro potřeby řízení mo-

Obrázek 31: Schéma systému L3 Jetronic s lambda regulací.

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 vstřikovací ventil, 5 rozdělovací potrubí, 6 regulátor tlaku paliva, 7 sběrné sací potrubí, 8 spínač škrťicí klapky, 9 měřič množství vzduchu, 10 řídicí jednotka, 11 lambda sonda, 12 snímač teploty motoru, 13 rozdělovač zapalování, 14 šoupátko přidavného vzduchu, 15 akumulátor, 16 spinaci skříňka.



toru a zohlednění různých optimalizačních kritérií v provozních režimech. Řídící jednotka podchycuje kolísání palubního napětí a jím způsobená zpoždění otevření ventilů vyrovnává korekcí doby vstřiku.

Měřič množství vzduchu

Měřič množství vzduchu měří množství vzduchu nasáté motorem na stejném měřicím principu jako měříče tradičního L-Jetronic. Integrace řídící jednotky a měříče množství vzduchu do jedné měřící a řídící jednotky představuje pouze změnu konstrukčního provedení. Rozměry měřící komory stejně jako komory potenciometru a také řídící jednotky jsou tak dalece redukovány, že zástavbová výška společné jednotky není ve srovnání s dosavadním měřičem překročena. Dalšími charakteristickými znaky měříče množství vzduchu je snížená hmotnost hliníkové

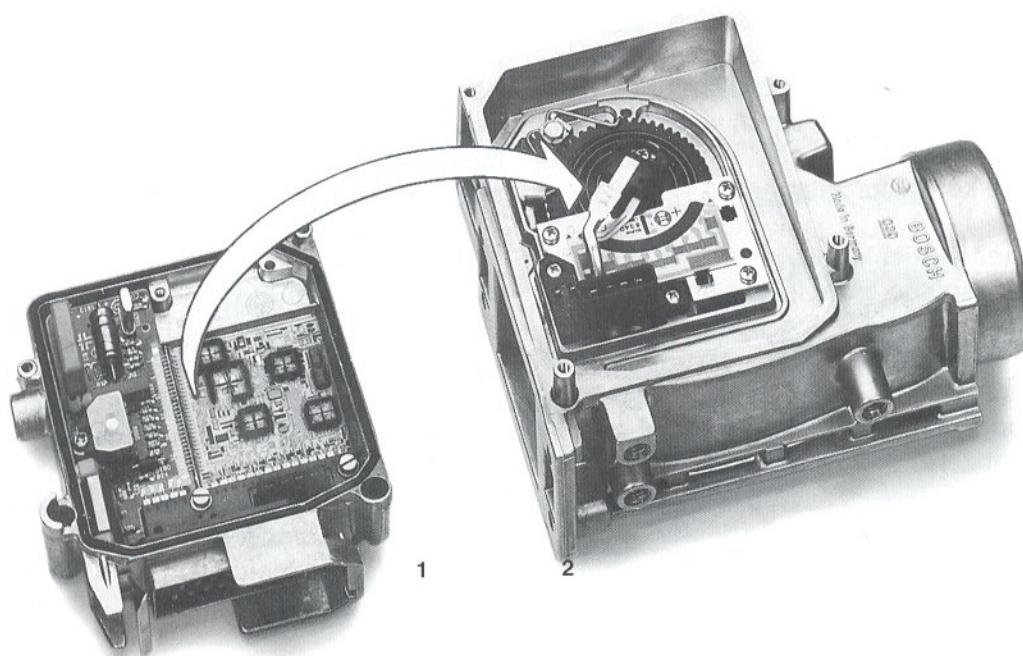
oproti zinkové skříni, rozšířený měřicí rozsah, zlepšené tlumící schopnosti při náhlých změnách průtoku vzduchu. Tím vykazuje L3 Jetronic výrazná zlepšení jak u elektronických, tak i mechanických komponentů při zmenšování zástavbových rozměrů (obrázky 32 a 33).

Odměřování paliva

Palivo je vstřikováno do motoru přes elektromagneticky ovládané vstřikovací ventily. Každému válci je přiřazen jeden vstřikovací ventil, který vstřikuje palivo jedenkrát za otáčku klikového hřídele. Za účelem snížení spínacích nároků jsou všechny ventily po elektrické stránce zapojeny paralelně. Diferenční tlak mezi tlakem paliva a tlakem v sacím potrubí je udržován konstantní v rozmezí 2,5 – 3 bar, takže vstřiknuté množství paliva je závislé jen na délce otevření ventilu. Řídící jednotkou

Obrázek 32: Spojení řídící jednotky a měříče množství vzduchu u L3 – Jetronic ve společnou měřící a řídící jednotku.

1 řídící jednotka, 2 měříč množství vzduchu s potenciometrem.



UMK0045

jsou proto dodávány řídící impulsy, jejichž délka závisí na nasávaném množství vzduchu, otáčkách motoru a dalších ovlivňujících veličinách. Tyto jsou zachycovány snímači a zpracovávány řídící jednotkou.

Elektronická řídící jednotka

Digitální řídící jednotka nastavuje po-měr palivo vzduch - na rozdíl od L - Jetronic - na základě datových polí za-tízení – otáčky. Řídící jednotka vypočí-tává ze vstupních signálů snímačů dobu vstřiku, jako měřítko pro množství vstříknutého paliva. Řídící jednotka umožňuje ovlivňování potřebných funk-cí. Řídící jednotka svou polohou na měřici množství vzduchu musí mít minimální rozměry, málo konektoro-vých spojení, stejně tak musí být odol-ná proti elektrickému průrazu, vysokým teplotám, vibracím a vlhkosti. Tyto po-žadavky jsou plněny použitím hybridní řídicí jednotky na malé nosné desce. Na hybridní desce je kromě mikropočí-tače umístěno pět dalších integrovaných obvodů (IC), 88 lisovaných odporů a 23 kondenzátorů. Zlaté vodiče o prů-měru pouhých 33 tisící milimetru tvoří spojení od IC k desce tištěných spojů.

Přizpůsobení provozním režimům

Při jednotlivých provozních stavech (studený start, fáze zahřívání, akcele-race, volnoběh, plné zatízení) se poža-davky na množství paliva odlišují od normálního stavu tak silně, že jsou nutné korigující zásahy.

Spínač škrtící klapky

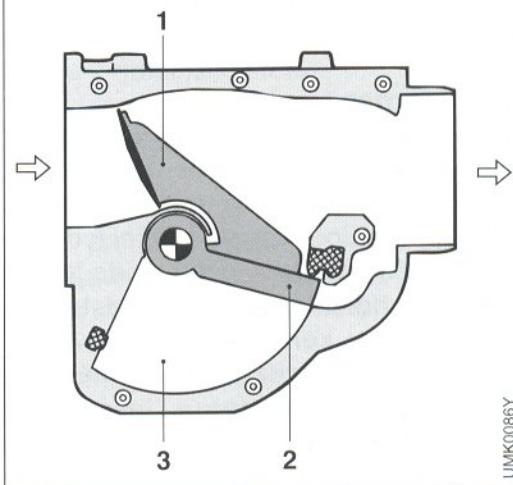
Tento spínač je ovládán hřidelí škrtící klapky a ovládá dva spínací kontakty pro obě krajní polohy škrtící klapky. Předává řídící jednotce při zavřené klapce (volnoběh), či plně otevřené (pl-né zatízení) odpovídající signál.

Šoupátko přídavného vzduchu

Bimetalovou pružinou nebo prvkem z tepelně roztažitelného materiálu ovládané šoupátko přivádí do motoru

Obrázek 33: Měřič množství vzduchu u L3 - Jetronic.

1 měřicí klapka, 2 kompenzační klapka,
3 tlumící objem.



UNIK086Y

v průběhu fáze zahřívání dodatečný vzduch. Toto vede ke zvýšení volnoběžných otáček za účelem dosažení rovnoměrnějšího volnoběhu v průběhu zahřívání motoru.

Místo šoupátka přídavného vzduchu lze pro řízení volnoběhu použít samostatný systém regulace volnoběžných otáček.

Snímač teploty motoru

Snímač teploty motoru, teplotně závislý rezistor, řídí obohacení ve fázi zahřívání. Zamezení dodávky paliva použité při deceleraci, stejně tak omezování otáček při dosažení maximálních přípustných otáček umožňuje úsporu paliva a snížení škodlivých emisí.

Lambda - regulace

V řídící jednotce je signál řídící jednotky srovnáván s nastavenou hodnotou. Podle výsledku srovnání se pomocí dvoupolohového regulátoru příliš chudá směs obohacuje nebo příliš bohatá ochuzuje. Zásah do odměrování paliva je realizován pomocí změny délky doby otevření vstříkovacích ventilů.

LH - Jetronic

L-Jetronic

LH – Jetronic (obrázek 34) je velmi podobný L – Jetronic. Rozdíl je ve způsobu měření množství vzduchu. Výsledek je tak nezávislý na hustotě vzduchu, která závisí na teplotě a tlaku.

Zásobování systému palivem

Zásobování systému palivem probíhá přes stejné komponenty jako u L – Jetronic.

Snímání provozních dat

Signál otáček dodává řídící jednotce zapalovací soustava. Símač teploty v okruhu chladící kapaliny měří teplotu motoru a převádí ji pro řídící jednotku na elektrický signál. Spínač škrťicí klapky signalizuje krajní polohy škrťicí klapky, "volnoběh" a "plné zatížení", pro použití optimalizačních kritérií v různých provozních režimech. Řídící jednotka

snímá kolísání napětí v palubní síti a vyrovnává takto vzniklá opoždění a zkrácení korekturami vstřikovacích časů.

Měřič množství vzduchu

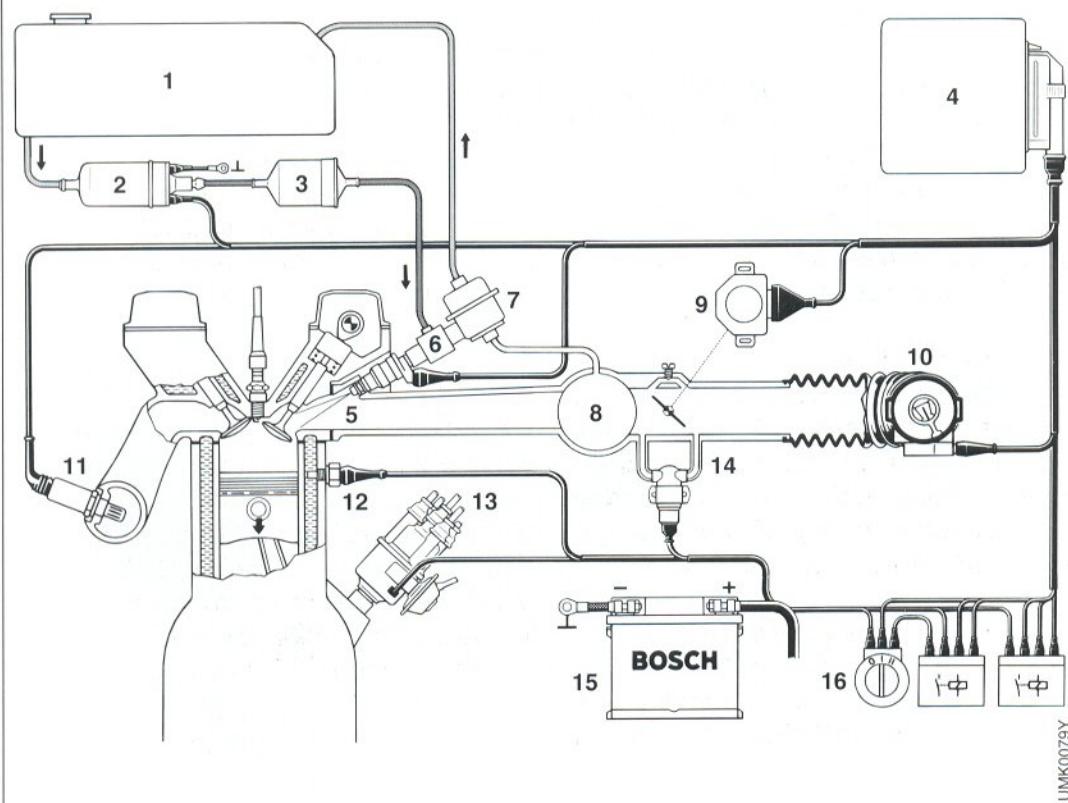
U měřiců množství vzduchu se žhaveným drátem, či vyhřívaným filmem se jedná o "teplné" snímače zatížení. Jsou zabudovány mezi vzduchový filtr a škrťicí klapku a měří motorem nasávanou hmotnost vzduchu [kg/h]. Oba snímače pracují na stejném principu.

Měřič množství vzduchu se žhaveným drátem

U tohoto měřiče je elektricky vyhřívaným tělesem platinový drátek o průměru 70 μm . Teplota nasávaného vzduchu je měřena samostatným snímačem teploty. Žhavený drát spolu se snímačem teploty tvoří součást můstkového zapojení jako teplotně závislé rezistory.

Obrázek 34: Schéma systému LH – Jetronic.

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 řídící jednotka, 5 vstřikovací ventil, 6 rozdělovací potrubí, 7 regulátor tlaku paliva, 8 sběrné sací potrubí, 9 spínač škrťicí klapky, 10 měřič množství vzduchu se žhaveným drátem, 11 lambda sonda, 12 snímač teploty motoru, 13 rozdělovač, 14 nastavovač volnoběhu, 15 akumulátor, 16 spinaci skřínka



UMK0079Y

Napěťový signál proporcionálně odpovídající hmotnostnímu proudu vzduchu procházejícímu měřičem je přiváděn do řídicí jednotky (obrázky 35 a 36).

Měřič množství vzduchu s vyhřívaným filmem

U tohoto měřiče je elektricky vyhřívaným tělesem platinový odpór ve formě tenkého filmu (topné tělíska). Teplota tohoto topného tělíska je měřena teplotně závislým odporem (snímač průtoku proudu). Napětí na topném tělísce je ekvivalentní hmotnostnímu průtoku vzduchu. Toto napětí je elektronikou měřiče množství vzduchu přeměňováno na napěťový signál pro řídicí jednotku (obrázek 37).

Odměřování paliva

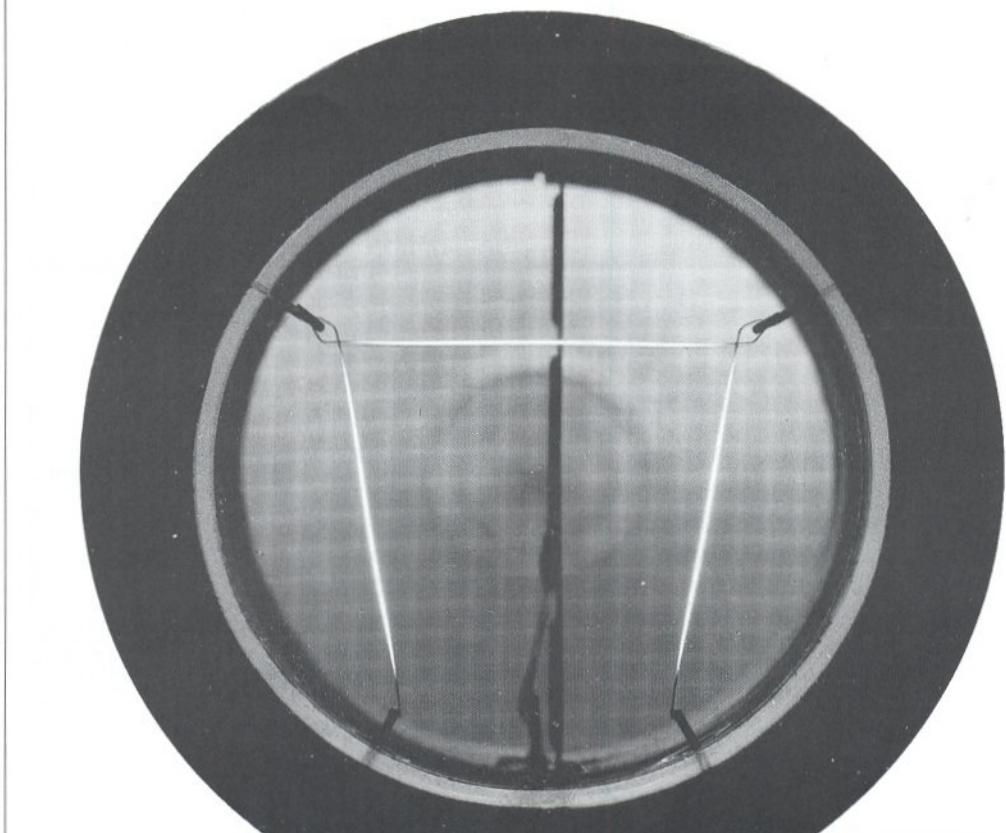
Palivo je vstřikováno před sací ventily motoru prostřednictvím elektromagneticky ovládaných ventilů. Každému válci je přiřazen jeden ventil, který je oteví-

rán jednou za otáčku klikového hřídele. Ke snížení ztrát při spínání jsou všechny ventily po elektrické stránce paralelně zapojené. Rozdíl tlaků mezi tlakem paliva a tlakem v sání je udržován konstantní na 2,5 až 3,0 barů tak, že vstřikované množství vždy závisí jen na délce otevření ventilu. Délka řídicích impulsů dodávaných ventilům řídicí jednotkou je závislá na hmotnosti nasávaného vzduchu, otáčkách motoru a na dalších vstupních veličinách. Ty jsou zjišťovány snímači a zpracovány řídicí jednotkou.

Elektronická řídicí jednotka

Digitální řídicí jednotka přizpůsobuje součinitel přebytku vzduchu – na rozdíl od L – Jetronic – pomocí datového pole zatížení – otáčky. Řídicí jednotka stanovuje ze vstupních údajů snímačů dobu vstřiku jako měřítka pro vstřikované množství paliva. Řídicí jednotka umožňuje ovlivňování potřebných funkcí.

Obrázek 35: Měřič množství vzduchu se žhaveným drátem
Uvnitř měřicího potrubí je napnut platinový drát o průměru 70 μm .



Přizpůsobení provozním režimům

Při jednotlivých provozních režimech (studený start, zahřívání, akcelerace, volnoběh, plné zatížení) se potřeba paliva silně odchyluje od normální hodnoty, takže jsou nutné korekční zásahy do tvorby směsi.

Spínač škrtící klapky

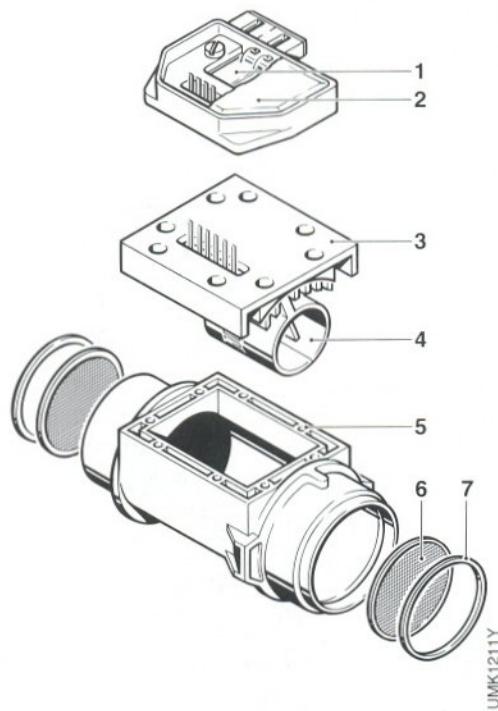
Tento spínač obsahuje dva spínací kontakty pro obě krajní polohy škrtící klapky. Předává řídící jednotce signál o uzavřené (volnoběh) či plně otevřené škrtící klapce (plné zatížení).

Nastavovač volnoběhu

Regulací volnoběhu je možné nastavit a stabilizovat volnoběžné otáčky. Proto otevírá nastavovač volnoběhu obtokové vedení kolem škrtící klapky a odměruje motoru více či méně vzduchu. Protože toto přídavné množství vzduchu prochází měřičem množství vzduchu, je měřeno a umožňuje to změnu vstřikovaného množství paliva.

Obrázek 36: Měřič množství vzduchu se žhaveným drátem

1 hybridní zapojení, 2 víko, 3 kovová vložka, 4 vnitřní potrubí se žhaveným drátem, 5 skříň, 6 ochranná mřížka, 7 upevňovací kroužek



Snímač teploty motoru

Snímač teploty motoru, teplotně závislý odpor, řídí obohacování ve fázi zahřívání.

Ostatní funkce

Přerušení dodávky paliva které působí při deceleraci motoru stejně jako omezení otáček motoru při dosažení maximálních přípustných otáček umožňují úsporu paliva a snížení škodlivých emisí.

Lambda regulace

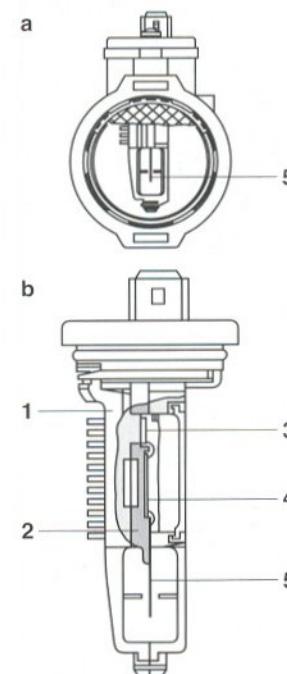
Lambda sonda dodává signál o okamžitém stavu směsi. V řídící jednotce je signál porovnáván s požadovanou hodnotou.

Podle výsledku tohoto srovnání se pomocí dvoustavového regulátoru chudá směs obohacuje a naopak bohatá ochuzuje.

Zásah do odměřování paliva se realizuje pomocí otevírací doby vstříkovacích ventilů.

Obrázek 37: Měřič množství vzduchu s vyhřívaným filmem

a) těleso snímače, b) snímač se žhaveným filmem (zabudován ve středu tělesa).
1 chladič, 2 mezikus, 3 výkonový prvek,
4 hybridní zapojení, 5 element snímače



Diagnostická technika

Servis Bosch

Kvalita výrobku je také měřena kvalitou servisních služeb. Ve 125 zemích světa existuje více než 10 000 servisů firmy Bosch - neutrálne a bez spojení se značkou výrobce vozidel. Dokonce i v řídce osídlených zemích Afriky a Jižní Ameriky můžete počítat s rychlou pomocí. A také zde jsou stejné kvalitativní standardy jako v Německu. Samozřejmě se rozumí, že záruka na servisní výkony platí v celém světě.

Agregáty a systémy firmy Bosch jsou svými charakteristikami a výkonovými parametry určeny přesně pro příslušné vozidlo a k vozidlu příslušejícímu motoru. Aby mohly být prováděny potřebné testy, vyvíjí firma Bosch odpovídající automobilovou diagnostiku a speciální přípravky, kterými vybavuje servisní střediska.

Diagnostika pro L-Jetronic

Vstřikování benzínu L-Jetronic nevyžaduje, s výjimkou periodické výměny vzduchového a palivového filtru v inter-

valech dle předpisu výrobce vozidla, žádnou údržbu.

Při závadách systému může odborně vyškolený pracovník využít zejména následující diagnostickou techniku:

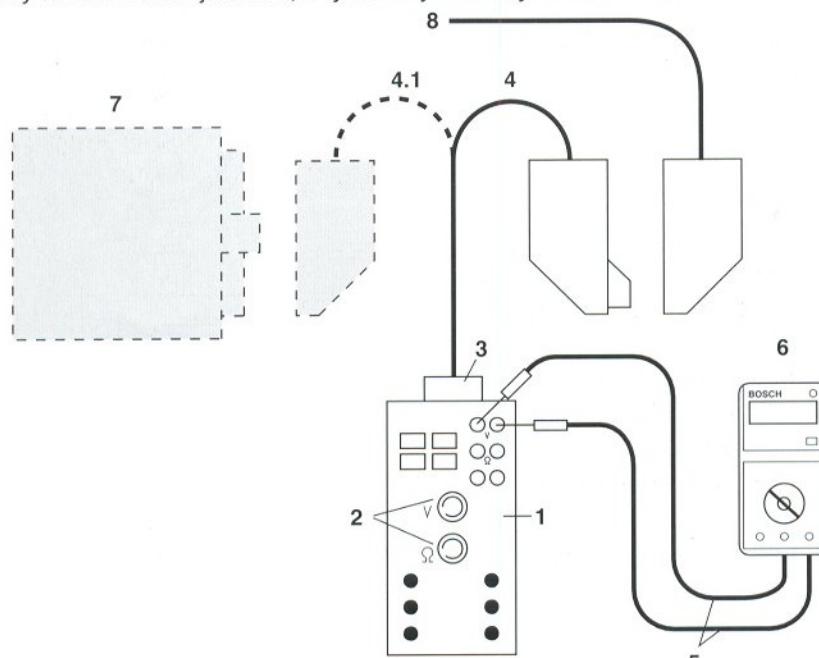
- univerzální zkušební adapter s adaptérkovými kably a vícerozsahový měřicí přístroj, případně motortester
- sada Jetronic (kufřík pro měření hydraulických tlaků)
- tester lambda-regulace (jen u systémů s lambda-regulací)
- přístroj na měření a srovnání dodávaného množství
- diagnostický tester pro nové Jetronic systémy

Tato diagnostická technika je jednotná na celém světě. Je k dispozici ve většině servisů výrobců vozidel a servisních středisek firmy Bosch, spolu s vícejazyčnými zkušebními postupy a zkušebními hodnotami. Bez tohoto vybavení není možné cílevědomé a cenově výhodné vyhledávání závad ani odborná oprava. Majitel vozidla by se proto sám neměl pokoušet o opravu.

Obr. 1: Uspořádání pro diagnostiku systému s univerzálním zkušebním adaptérem, adaptérkovým vedením a multimetrem.

Diagnostické komponenty: 1 univerzální zkušební adaptér, 2 vícepolehový přepínač, 3 konektor, 4 adaptérkové vedení, 4.1 provedení Y (podle systému), 5 měřicí vedení, 6 multimeter,

Komponenty vozidla: 7 řídicí jednotka, 8 systémový kabelový svazek



Univerzální zkušební adaptér s adaptérovými kably a vícerozsahový měřicí přístroj, případně motortester

Univerzální zkušební adapter (obrázek 1) je vyvinut speciálně pro zkoušení elektronických systémů vstřikování benzínu jako je L-, LE-, LU-, L2-, L3-, LH-Jetronic a Motronic. Umožňuje přezkoušet všechny důležité komponenty a funkce systému, které jsou nutné pro optimální chod systému, např.:

- měřič množství i hmoty vzduchu
- snímač teploty nasávaného vzduchu
- snímač teploty motoru
- spínač, případně potenciometr škrtící klapky
- elektrické palivové čerpadlo
- lambda sonda

Přes adaptérové vedení specifické pro určitý systém je univerzální zkušební adaptér připojen k zásuvce kabelového svazku místo řidící jednotky, u Y-provedení je možné i vložené zapojení. Pomocí dvou vícepohových přepínačů univerzálního zkušebního adaptéra je možné jednoduše a rychle volit různá vedení ke komponentům. Napětí či odpory jsou měřeny pomocí sdružených měřicích přístrojů či motortesteru.

Při použití adaptérového vedení v Y-provedení je možné při běžícím motoru zkoušet přídavné řidící funkce elektroniky, jako například vypnutí dodávky paliva, obohacení pro plné zatištění či pro fázi zahřívání.

Jetronic sada

S přípravky a přístroji na měření tlaku umožňuje Jetronic sada měřit tlak paliva při volnoběhu a při odpojeném podtlakovém potrubí. Tak je možné přezkoušet:

- výkon elektrického palivové čerpadla
- průchodnost palivového filtru
- průchodnost zpětného potrubí
- odměřování paliva vstřikovacími ventily
- funkce regulátoru tlaku paliva.

Kromě toho lze s pomocí měřiče tlaku prověřit těsnost celého palivového systému. To je obzvláště důležité pro startování.

Zařízení pro porovnání množství paliva a ovládací přístroj

Srovnávacím měřením je možné stanovit, zda vstřikované množství paliva jednotlivými vstřikovacími ventily se od sebe odlišují. K tomu se ventily demonтуjí ze sacího potrubí a připojují na přístroj. Ovládací přístroj zajišťuje ovládací impulzy pro vstřikovací ventily. Tímto způsobem lze srovnávat dodávaná množství až do počtu 8 vstřikovacích ventilů.

Tester lambda-regulace

Toto diagnostické zařízení je vhodné pro systémy L-Jetronic s lambda-regulací, pro měření napětí integrátoru, signálu lambda sondy (včetně simulace "bohatá"/"chudá" směs) a k funkcím "řízení-regulace".

Pro připojení na vedení sondy a nastavovač tlaku u různých modelů vozidel slouží speciální adaptérová vedení. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny analogově.

Diagnostický tester

Novější systémy Jetronic s digitální technikou obsahují vnitřní diagnostiku s pamětí závad. S diagnostickým testrem Bosch KTS 300 a KTS 500 je možné vycíslit paměť závad, stejně jako provést test akčních členů.

Výfukové plyny

Složení výfukových plynů

Neexistuje dokonalé spalování paliva ve válcích motoru, a to ani tehdy, pokud je přebytek vzdušného kyslíku. Čím je spalování nedokonalejší, tím větší je obsah škodlivých látek ve výfukových plynech motoru. Aby se snížilo zatížení životního prostředí, je nutno snížit obsah škodlivých látek ve výfukových plynech zážehových motorů, například pomocí katalyzátoru (obrázek 1 a 2). Všechna opatření k redukci emisí škodlivých látek podle různých zákonných norem směřují k tomu, aby s co možná

nejmenší spotřebou paliva bylo dosaženo vysokých jízdních výkonů, příznivých jízdních vlastností a minimum emisí škodlivých látek. Výfukové plyny zážehového motoru obsahují kromě vysokého procentuálního podílu neškodlivých hlavních složek také vedlejší složky, které zejména ve vyšších koncentracích škodí životnímu prostředí. Podíl škodlivých složek tvoří asi jedno procento výfukových plynů a je tvořen oxidem uhelnatým (CO), oxidy dusíku (NOx) a uhlovodíky (HC). Zvláštní pozornost si zaslouží zejména protichůdné závislosti koncentrací (CO a HC na straně jedné a NOx na straně druhé) na poměru vzduch-palivo.

Obrázek 1: Emise v Německu 1994 (v hmotnostních %).

Bez zohlednění přírodních emisí a emisí CO₂ dle 6. zprávy spolkové vlády o ochraně emisí z 11.6.1996. Celkové množství emisí 1990: 24,9 Mt, 1994: 15,65 Mt.

Množství emisí oxidu uhličitého (CO₂) se oproti roku 1990 snížilo o 113 Mt na 901 Mt (Megaton).

P = 21,9 %
V = 2,1 %
D = 13,4 %
E = 62,6 %

P = 19,3 %
V = 4,8 %
D = 12,3 %
E = 12,0 %
S = 12,3 %
J = 39,3 %

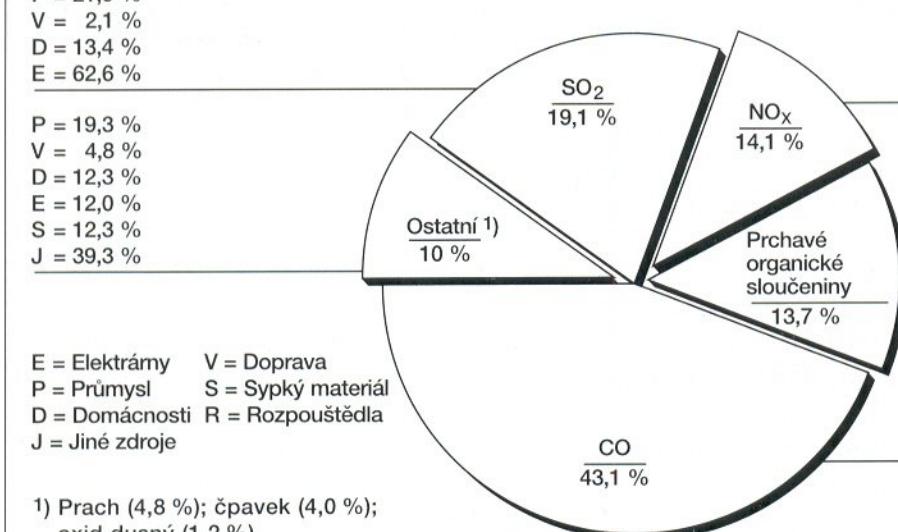
E = Elektrárny V = Doprava
P = Průmysl S = Sypký materiál
D = Domácnosti R = Rozpouštědla
J = Jiné zdroje

1) Prach (4,8 %); čpavek (4,0 %);
oxid dusný (1,2 %)

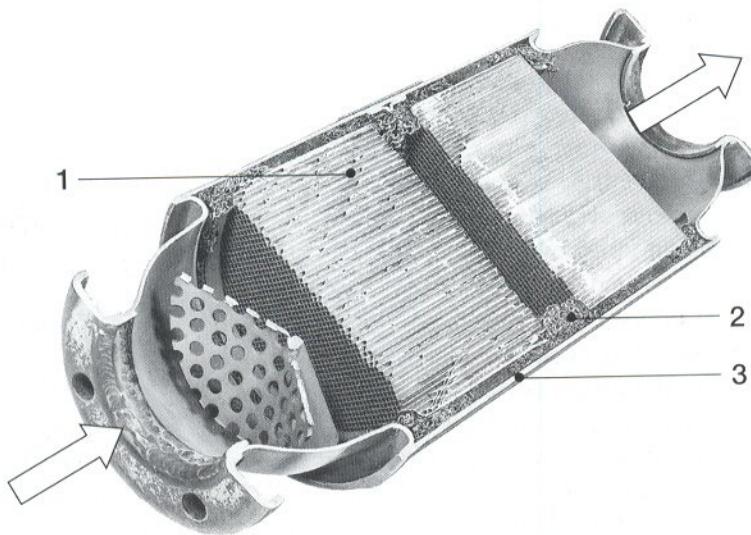
P = 12,5 %
V = 58,0 %
D = 7,4 %
E = 22,1 %

P = 7,0 %
V = 38,8 %
D = 2,8 %
E = 0,4 %
R = 51,0 %

P = 19,4 %
V = 61,6 %
D = 17,5 %
E = 1,5 %



Obrázek 2: Katalyzátor snižující obsah škodlivých látek CO, HC a NOx
1 keramický materiál potažený katalyticky aktivními látkami, 2 ocelová vlna sloužící jako držák,
3 těleso



Hlavní složky

Hlavními složkami výfukových plynů jsou dusík, oxid uhličitý a vodní páry. Jsou nejedovaté.

Dusík (N_2), který tvoří hlavní složku vzduchu se neúčastní hoření a představuje s asi 71% také nejvyšší podíl ve spalinách. Dusík ale v malém množství reaguje s kyslíkem a tak vznikají oxidy dusíku.

Z uhlíku, chemicky vázaného v palivu vzniká při dokonalém spalování oxid uhličitý (CO_2) s asi 14% podílem ve spalinách. Vodík chemicky vázaný v palivu shoří na vodní páry (H_2O), jejichž největší část při ochlazení zkondenzuje (za chladných dnů lze u koncovky výfuku vidět oblak vodní páry).

těla. Proto nesmí motor v uzavřené místnosti běžet bez připojeného a zapnutého odsávacího zařízení.

Uhlovodíky jsou zbytky nespálených částic paliva, nebo nově vznikají z různých složek výfukových plynů. Alifatické uhlovodíky s nízkým bodem varu jsou bez zápachu. Cyklické aromatické uhlovodíky (benzol, toluol, polycyklické uhlovodíky) jsou cítit. Při dlouhodobém působení mají rakovinotvorné účinky. Částečně oxidující uhlovodíky (aldehydy, ketony apod.) mají nepříjemný zápach a působením slunečního záření vytvářejí produkty, které při dlouhodobém působení určitých koncentrací mají rakovinotvorné účinky.

Jako NO_x je označována směs oxidů dusíku (zejména NO a NO_2), která vzniká za vysokých teplot ze vzdušného dusíku a kyslíku.

NO je plyn bez barvy a bez zápachu a ve vzduchu se mění pomalu na NO_2 . NO_2 je v čisté formě červenohnědý, bodavě zápachající, jedovatý plyn. Při koncentracích ve kterých se vyskytuje ve výfukových plynech a v silně znečištěném vzduchu může NO_2 způsobit poleptání sliznic.

Vedlejší složky

Vedlejší složky oxid uhelnatý, uhlovodíky a částečně oxidující uhlovodíky vznikají důsledkem nedokonalého spalování, během něhož vznikají také oxidy dusíku jako důsledek vedlejších reakcí se vzduchem u všech spalovacích procesů.

Oxid uhelnatý (CO) je plyn bez barvy a bez zápachu. Snižuje schopnost krve pohlcovat kyslík a tím způsobuje otravu

Úprava výfukových plynů pomocí katalyzátorů

Emisní chování motoru lze ovlivnit na třech místech. První možností zásahu je vytváření směsi před motorem, druhá opatření se týkají motoru (například optimalizovaný spalovací prostor) a třetí možností je úprava výfukových plynů na výstupní straně motoru. Na výstupní straně motoru jde hlavně o to, aby došlo k úplnému spálení ještě zcela nespáleného paliva. To se provádí pomocí katalyzátoru. Katalyzátor podporuje následné spalování CO a HC na bezpečný oxid uhličitý (CO_2) a vodu (H_2O) a redukuje současně oxidy dusíku (NO_x) obsažené ve výfukových plynech na neutrální dusík (N).

Zpracování pomocí katalyzátorů je tedy značně účinnější než například čistě tepelné následné spalování škodlivých látek v horkém plameni. Pomocí katalyzátoru lze převést více než 90 % škodlivých látek na bezpečné složky.

Třicestný katalyzátor současně likviduje všechny tři škodlivé látky CO, HC a NO_x . Jeho základním materiélem je keramika potažená ušlechtilými kovy, přednostně platinou a rhodiem (obrázek 2). Když výfukové plyny proudí přes keramiku, urychlují platina a rhodium chemickou likvidaci škodlivých látek. Použití katalyzátorů vyžaduje použití bezolovnatého benzingu, protože olovo ničí katalytický účinek ušlechtilých kovů.

Metoda katalyzátoru předpokládá optimální složení směsi. Optimální, tedy stechiometrické složení směsi, je charakterizováno koeficientem $\lambda = 1,0$. Pouze při tomto koeficientu pracuje katalyzátor s vysokým stupněm účinnosti (obrázek 3). Již při odchylce pouze jediného procenta značně klesá účinnost zpracování. Konstantní udržení složení směsi v rámci velmi úzkých tolerancí nedosáhneme žádným řízením tvorby směsi; k tomu potřebujeme přesnější a bez setrvačnosti pracující

regulaci tvorby směsi. Důvodem je to, že řízení tvorby směsi sice vypočítává potřebné množství paliva a toto množství odměruje, výsledek však není kontrolován. Regulace složení směsi na rozdíl od toho měří složení výfukových plynů a využívá výsledek měření ke korekci vypočteného množství paliva.

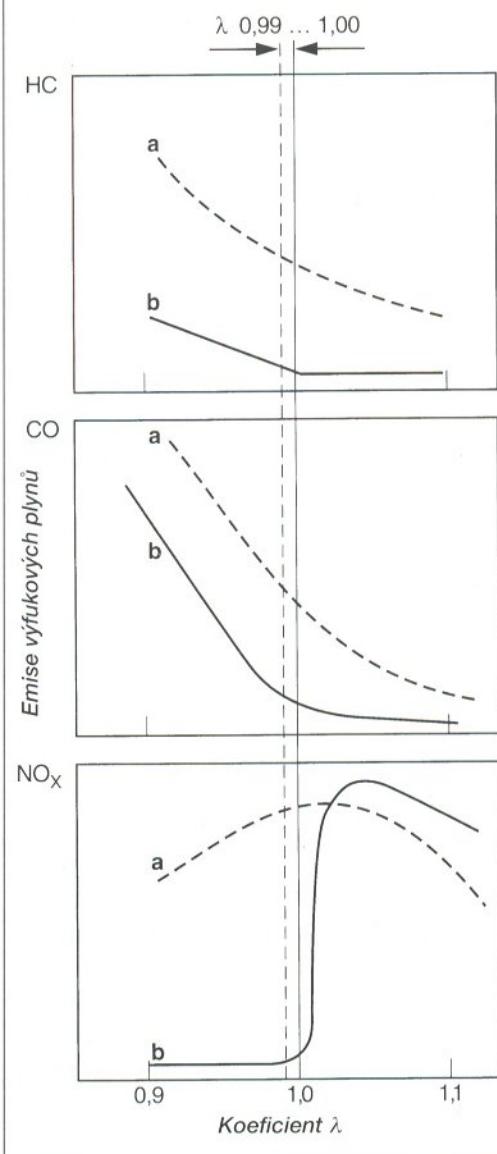
Obrázek 3: Účinnost úpravy výfukových plynů katalyzátorem s lambda-regulací.

HC uhlovodíky, CO oxid uhelnatý, NO_x oxidy dusíku.

Optimální rozsah nastavení směsi:

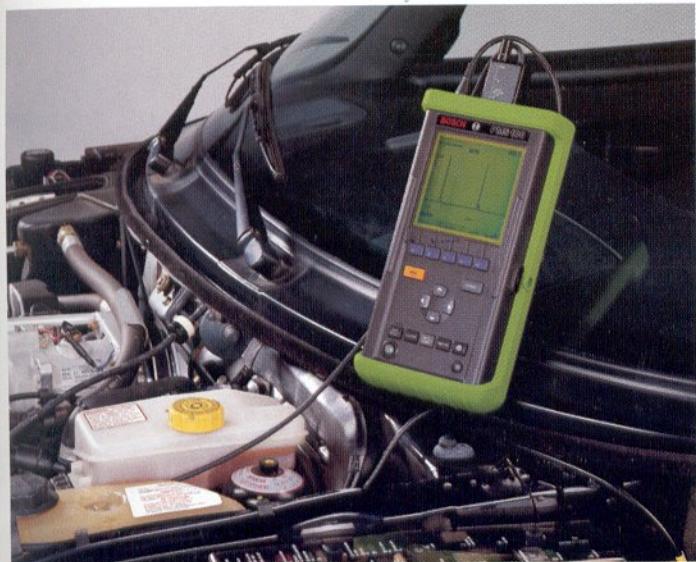
$\lambda = 0,99 \dots 1,0$.

Podíl škodlivých látek: a) bez následné úpravy,
b) s následnou úpravou.



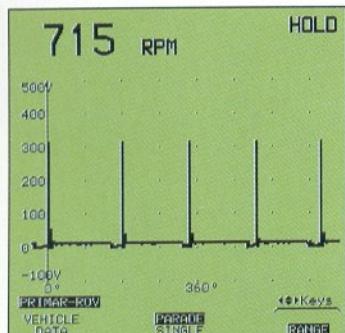
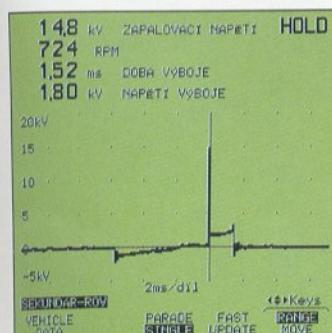
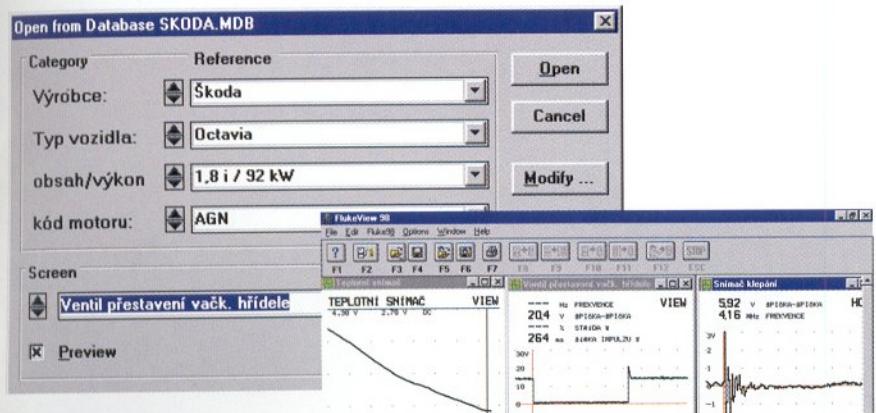


PMS 100 – přenosný multiskop



Porovnání měřeného a vzorového signálu

- až 15 pamětí pro uložení vzorového nebo vadného signálu
- porovnání měřeného a vzorového signálu na jedné obrazovce
- PC - software* umožňuje vytvoření vlastní databanky signálů



Pro hledání závad a diagnostiku

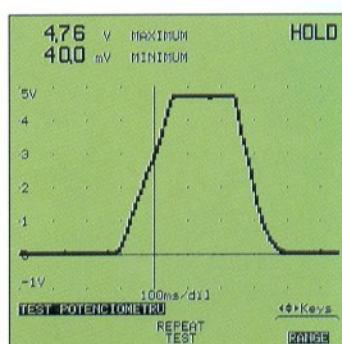
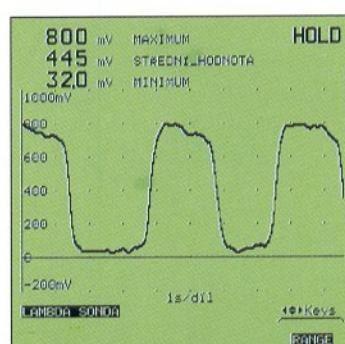
- zážehových a vznětových motorů až do 8 válců
- systémů s palubním napětím 6, 12 a 24 V
- zapalovacích systémů od kontaktně ovládaných až po plně elektronická bezrozdrošová zapalování s cívками s jednou nebo dvěma jiskrami
- vstřikovacích systémů s lambda regulací nebo bez ní
- kompletní elektriky a elektroniky, zvláště také snímačů vozidla a nastavovacích akčních členů
- nezávislý na síti, ideální pro jízdní testy

4 různé záznamové funkce

- vynesení hodnot - až 4 různé parametry signálu v závislosti na čase
- vynesení min-max - průběh max., min. a střední hodnoty v závislosti na čase
- záznam obrazy - až 40 posledních obrazovek
- záznam film - průběh signálu o 640 dílcích ve dvoukanálovém režimu nebo průběh signálu o 1280 dílcích v jednokanálovém režimu

* zvláštní příslušenství

PMS 100 se dodává s kompletním příslušenstvím v praktickém kufříku



Distribuce:

Robert Bosch odbytová s.r.o.
Automobilová diagnostika
Pod Vlăšnovou 25/1661
142 01 Praha 4 – Krč
Tel.: 02/61300 422-8
Fax: 02/61300 518

Seznam příruček

	Objednací číslo
Elektronika motoru	1 987 711 001
Bezpečnostní a komfortní systémy	1 987 711 037
Symboly a elektronická schémata	1 987 711 002
Systém vstřikování K-Jetronic	1 987 711 009
Systém vstřikování KE-Jetronic	1 987 711 021
Systém vstřikování L-Jetronic	1 987 711 010
Systém vstřikování Mono-Jetronic	1 987 711 033
Systém řízení motoru Motronic	1 987 711 011
Emise zážehových motorů	1 987 711 020
Akumulátory	1 987 711 003
Zapalování	1 987 711 004
Zapalovací svíčky	1 987 711 005
Alternátory	1 987 711 006
Startéry	1 987 711 007
Přehled vstřikování vznětových motorů	1 987 711 038
Řadová vstřikovací čerpadla	1 987 711 012
Regulátory řadových čerpadel	1 987 711 013
Rotační vstřikovací čerpadla	1 987 711 014
Brzdové soustavy osobních vozidel	1 987 711 023
Vzduchové brzdové soustavy: schémata	1 987 711 015
Vzduchové brzdové soustavy: zařízení	1 987 711 016
Common Rail	1 987 711 054
Rotační čerpadlo s radiálními písty	1 987 711 053
Světelná technika	1 987 711 039
Regulace dynamiky jízdy	1 987 711 052

