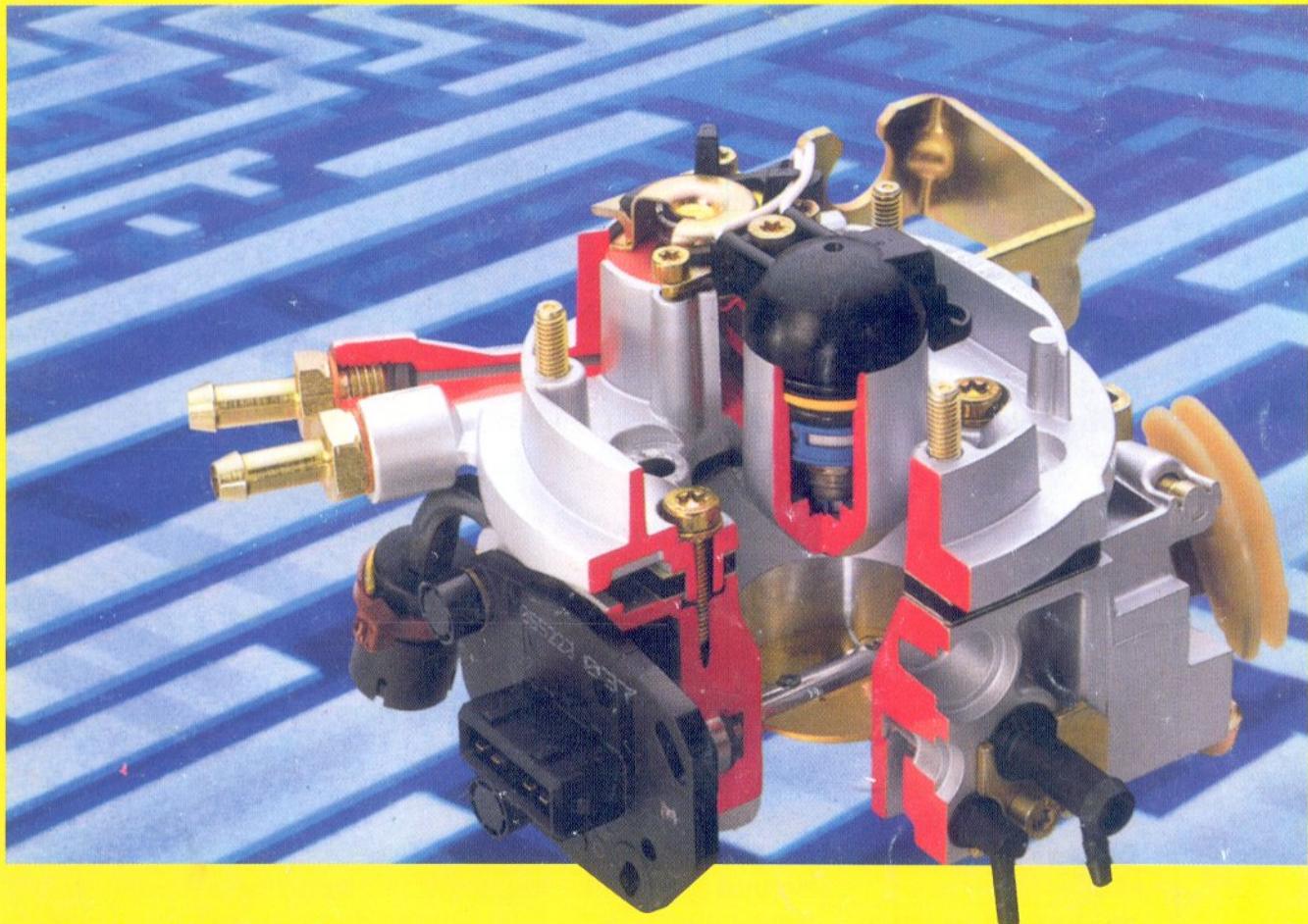


Řízení zážehového motoru

# Systém vstřikování Mono-Jetronic

Vydání 97/98

Nyní s diagnostickou  
technikou



Technická příručka



**BOSCH**

**Vydavatel:**

© Robert Bosch GmbH, 1997  
Postfach 30 02 20  
D-70442 Stuttgart  
Unternehmensbereich Kraftfahrzeug-  
Ausrüstung  
Abteilung Technische Informationen  
(KH/VDT).

**Séfredaktor:**

Dipl.-Ing.(FH) Horst Bauer.

**Redakce:**

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Dietsche  
Dipl.-Ing.(BA) Jürgen Crepin,  
Folkhart Dinkler.

**Autoři:**

Dipl.-Ing. Manfred Lembke,  
Dipl.-Ing. Heinz-Günther Gerngroß,  
Dipl.-Ing. Alfred Kratt,  
Dipl.-Ing. Klaus May.

**Technická grafika:**

Bauer Partner, Stuttgart.

Pokud není uvedeno jinak, jedná se  
o pracovníky 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. Nemohou být použity jako  
podklady pro konstrukci, montáž  
a dodávku. Nepřebíráme žádnou  
záruku za shodu obsahu s právě  
platnými zákonnými ustanoveními.

Změny vyhrazeny.

1. české vydání, 1999

Přeloženo z německého originálu  
Benzineinspritzsystem Mono-Jetronic

3. vydání, září 1997.

Překlad: Luděk Švehla  
Korektura: Milan Cikryt

**Vydavatel:**

Robert Bosch odbytová spol. 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  
Vítkovická 378  
199 00 Praha 9 - Letňany  
Tel.: 02/839 210 94  
Fax: 02/839 230 40

ISBN 80-902585-4-9

# Systém vstříkování

## Mono-Jetronic

Vstříkovací systémy Jetronic se od svého zavedení miliónkrát osvědčily. Tento vývoj byl upřednostněn díky výhodám, které může nabídnout vstříkování paliva v souvislosti s požadavky na hospodárnost, výkonové schopnosti a v neposlední řadě lepší kvalitu emisí výfukových plynů.

Mono-Jetronic je elektronicky řízený centrální vstříkovací systém, u kterého je palivo vstříkováno elektromagnetickým ventilem umístěným centrálně nad škrticí klapkou.

Tento systém je cenově výhodný a proto se hodí pro použití v malých vozidlech a vozidlech střední třídy. S pomocí regulace lambda zajišťuje Mono-Jetronic vždy správné složení směsi také při změněných jízdních podmírkách nebo při stárnutí motoru.

To jak Mono-Jetronic pracuje, je popsáno v této příručce.

### Spalování v zážehovém motoru

Zážehový motor	2
<b>Příprava směsi</b>	
Ovlivňující faktory	4
Přizpůsobení provozním stavům	5
Systémy přípravy směsi	6
<b>Mono-Jetronic</b>	
Přehled systému	10
Provedení	11
Zásobování palivem	12
Snímání provozních dat	17
Zpracování provozních dat	23
Vstříkovací jednotka	41
Napájení	42
Diagnostická technika	44

### Systém řízení motoru

<b>Mono-Motronic</b>	
Přehled systému	50
Část vstříkování	50
Část zapalování	50
<b>Diagnostika</b>	51
Přídavné funkce	51
<b>Výfukové plyny</b>	
Složení výfukových plynů	52

### Příklady použití ve vozidlech

**Citroen:** AX 1,4, BX 14/16/19, C 15 E 1,4, ZX 1,1/1,4/1,6.

**Fiat:** Fiorino, Panda, Tempra 1,4/1,6 (90-92), Tipo 1,4/1,6 (90-92), Uno 1,1/45/70/75

**Lancia:** Delta 1,4

**Peugeot:** 106 1,1/1,4, 205 1,4/1,6, 309 1,1/1,4, 405 1,6

**Renault:** Clio, Express, Laguna, Twingo, 19, 21

**Rover:** 100

# Spalování v zážehovém motoru

## Zážehový motor

### Princip činnosti

Zážehový motor (Otto<sup>1</sup>) 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 klikovou hřidelí 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 hřidele.

### 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: otvřený

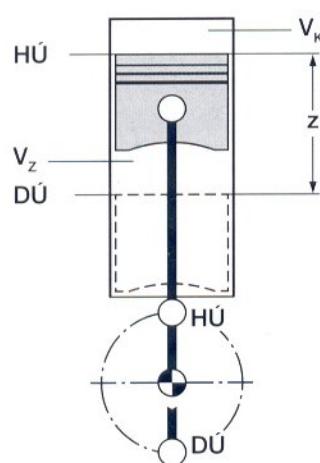
Výfukový ventil: zavřený

Pohyb pístu: dolů

Hoření: neprobíhá

Píst pohybující se dolů, zvětšuje objem ve válci a nasává čerstvou směs paliva a vzduchu. Tato výměna plynu probíhá

**Obrázek 1 Princip pístového motoru.**  
HÚ horní úvrat, DÚ dolní úvrat, V<sub>Z</sub> zdvihový objem, V<sub>K</sub> kompresní objem, z zdvih pístu.



#### Komprese a zapálení

Sací ventil: zavřený

Výfukový ventil: zavřený

Pohyb pístu: nahoru

Hoření: fáze vzplanutí (zapálení)

<sup>1)</sup> Podle Nikolause Augusta Otto (1832 - 1891), který v roce 1876 na světové výstavě v Paříži poprvé představil čtyřdobý plynový kompresní motor.

Píst pohybující se nahoru, zmenšuje objem ve válcu 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  $\epsilon = (V_Z + V_K) / V_K$ .

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: fáze prohořívání

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

Tlak ve válcu 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

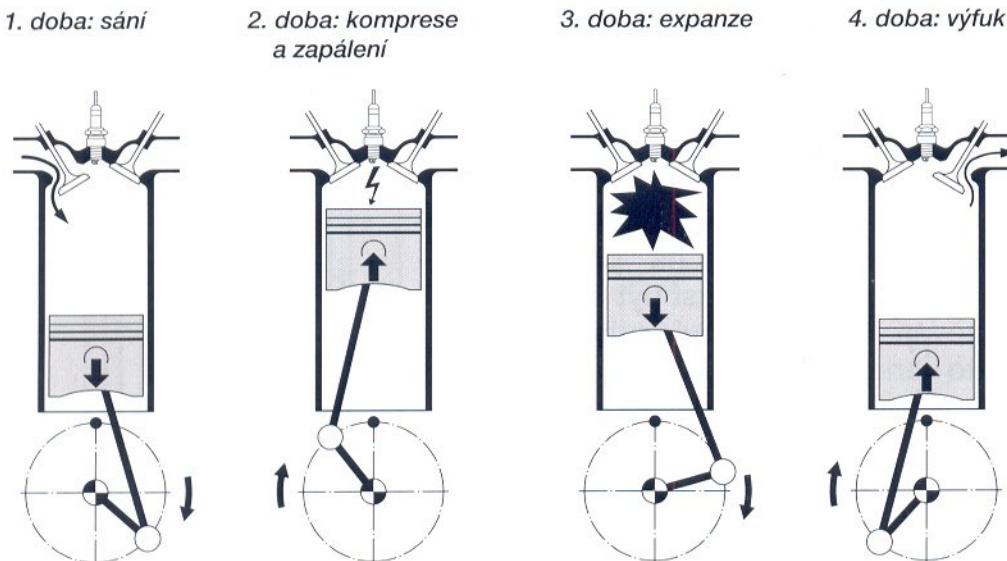
Výfukový ventil: otevřený

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 prouďení a pulzování plynů využívá k lepšímu naplnění a vyplachování válce.

Obrázek 2 Pracovní cyklus čtyřdobého motoru



# Příprava směsi

## Přehled

### Ovlivňující faktory

#### Směs paliva se vzduchem

Zážehový motor potřebuje ke svému provozu určitý poměr vzduchu a paliva. Ideální teoreticky dokonalé 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.

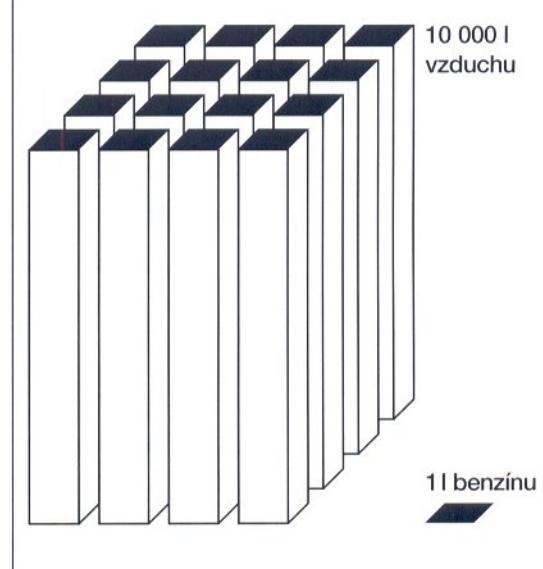
$\lambda = 1$ : Skutečně přivedená hmotnost vzduchu odpovídá teoretické potřebě.

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

$\lambda > 1$ : Přebytek vzduchu nebo-li chudá směs nastává od  $= 1,05 \dots 1,3$ . 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 s nepřímým vstřikováním paliva dosahují nejvyššího výkonu při 5...15% nedostatku vzduchu ( $\lambda = 0,95 \dots 0,85$ ), nejnižší spotřeby paliva při 10...20% přebytku vzduchu ( $\lambda = 1,1 \dots 1,2$ ) a bezvadný volnoběh mají 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  $\lambda$ . Z uvedených charakteristik je patrné, že neexistuje ideální hodnota poměru vzduchu, při které dosahují všechny faktory nejpřiznivějších hodnot. V praxi se jako nevhodnější osvědčily hodnoty součinitele přebytku vzduchu  $\lambda = 0,9 \dots 1,1$ .

Pro zpracování výfukových plynů v třícestném katalyzátoru je bezpodmínečně nutné udržet hodnotu poměru 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. Té se dosáhne dobrým rozprášením 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 odlišuje od stacionární potřeby zahřátého motoru. V takových případech je nutný korekční zášah do přípravy směsi.

### Studený start

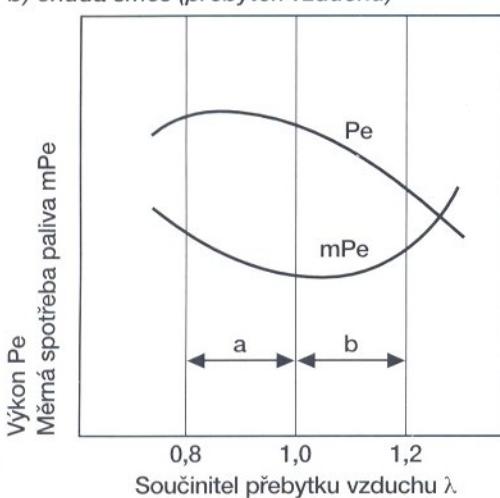
Při studeném startu je nasávaná směs vzduchu s palivem cestou do motoru ochuzována vlivem nedostatečného promíchání nasátého vzduchu s palivem, omezeného odpařování paliva a srážením paliva na stěnách vlivem nízkých teplot. Aby se vyrovnaly tyto rozdíly a usnadnilo "nastartování" studeného motoru, musí být v okamžiku startu přivedeno více paliva.

### Fáze po startu

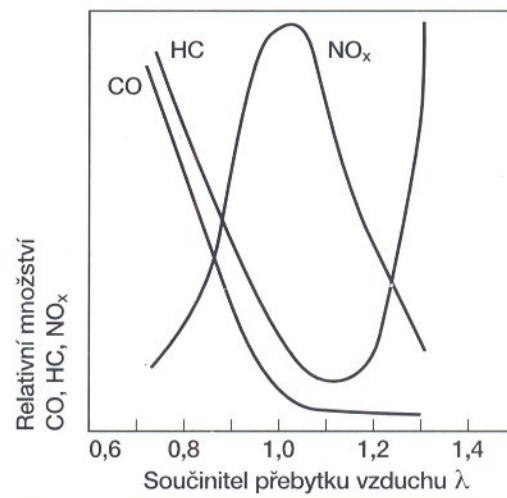
Po startu je za nízkých teplot nutné krátkodobé obohacení směsi palivem do doby, než dojde zvýšením teplot ve spalovacím prostoru ke zlepšení přípravy směsi ve válci. Dodatečně se díky bohaté směsi dosáhne také vyššího točivého momentu a tím lepšího přechodu do předepsaných volnoběžných otáček.

**Obrázek 2: Vliv součinitele přebytku vzduchu  $\lambda$  na výkon Pe a měrnou spotřebu paliva mPe**

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



**Obrázek 3: Vliv součinitele přebytku vzduchu 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 paliva. Pro splnění přísných emisních limitů je při použití řízených třícestných katalyzátorů potřebné navíc udržet směs na  $\lambda = 1$ .

## Plné zatížení

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

## Zrychlení

Při rychlém otevření škrticí klapky dochází ke krátkodobému ochuzení směsi vlivem snížené schopnosti odpařování paliva při zvýšeném tlaku v sacím potrubí (zvýšená tvorba filmu paliva na stěnách). K dosažení dobrého chování motoru v přechodové fázi, je zapotřebí obohacení směsi, které je závislé na teplotě motoru. S tímto obohacením lze při zrychlení dosáhnout dobrého chování motoru.

## 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 škodlivin 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 nasáté 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 s palivem.

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 škodlivin ve výfukových plynech. Vstřikování umožňuje přesné odměrování paliva v závislosti na provozním stavu a zatížení motoru při zohlednění okolních vlivů. Složení směsi je přitom řízeno tak, aby byl nízký podíl škodlivin 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 (obr. 4).

## Mechanický vstřikovací systém

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

## 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 škrticí klapkou. Mono-Jetronic je označení centrálního vstřikovacího systému firmy Bosch (obr. 5).

## Výhody vstřikování

### Nižší spotřeba paliva

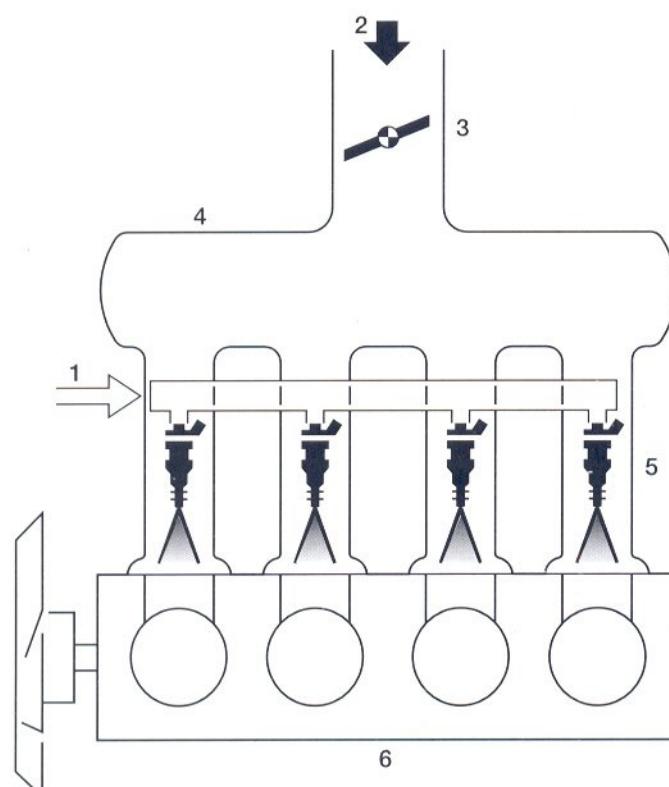
Shromažďování všech pro provoz motoru potřebných provozních dat (např. otáček, zatížení, teploty, polohy škrticí klapky) umožňuje přesné přizpůsobení ustáleným a neustáleným provozním stavům. Tím je zaručeno, že bude odměřeno jen tolik paliva, kolik motor v konkrétních provozních podmírkách potřebuje.

### Vyšší výkon

Použití systémů K-Jetronic a L-Jetronic umožňuje optimální tvarování sacích kanálů, čímž je v důsledku zlepšeného plnění válců dosaženo vyššího točivého momentu. Výsledkem jsou vyšší měrný výkon a zlepšený průběh točivého momentu. Díky u vstřikovacích systé-

**Obrázek 4: Vícebodové vstřikování**

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



mu obvykle 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 ventilem motoru, čímž se v co největší míře zabráňuje tvorbě palivového filmu na stěnách sacího potrubí. U centrálního vstřikování musí být z důvodu dopravy směsi sacím potrubím zohledněno vytváření a odbourávání palivového filmu na stěnách sacího potrubí v neustálených režimech. Toho se dosahuje odpovídající konstrukcí a funkcí systému při odměřování paliva a přípravě směsi.

**Zlepšený studený start a fáze zahřívání**  
Díky přesnému dávkování paliva v závislosti na teplotě motoru a otáčkách při startování 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 samočinné postupné nastavování plynu při co možná nejmenší spotřebě paliva.

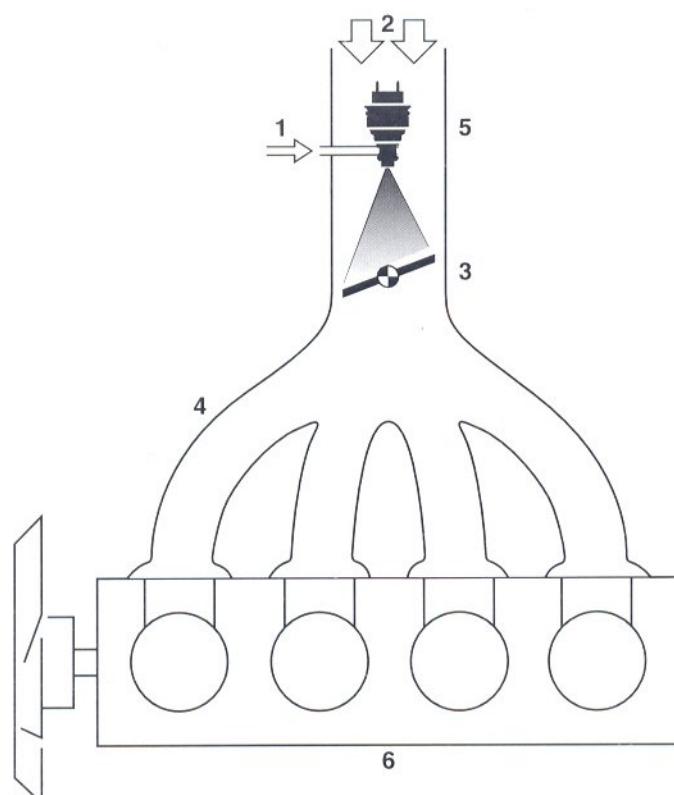
### Spaliny s nízkým obsahem škodlivých látek

Koncentrace škodlivých látek ve spalinách přímo souvisí s hodnotou poměru vzduchu a paliva. Pokud chceme motor provozovat s co nejnižším obsahem škodlivin ve spalinách, pak to předpokládá systém přípravy směsi, který je schopen zajistit daný poměr vzduchu a paliva.

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

Obrázek 5: Centrální vstřikování

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



## **Historie vstřikování**

Vstřikování benzínu má dlouhou, více než 100letou 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 konkurenceschopné. Již v roce 1912 zahájil Bosch první experimenty s benzínovými vstřikovacími čerpadly. V roce 1937 přišel do sériové výroby první letecký motor, s výkonem 1200 PS, se 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 zbýval 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 dále 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 s měřením 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!

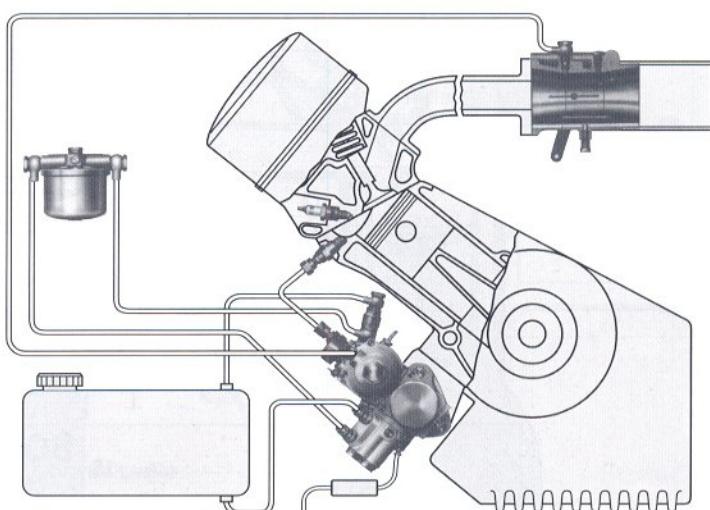
V roce 1982 byl nabízen systém K-Jetronic rozšířený o regulační obvod a lambda sondu pod označením KE-Jetronic.

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 miliónu systémů Mono-Jetronic a Mono-Motronic, 2 milióny systémů Motronic. Další postup vstřikování v automobilech nelze zastavit.

**Vstřikování benzínu Bosch  
z roku 1954.**



# Mono-Jetronic

## Přehled systému

Mono-Jetronic je elektronicky řízený nízkotlaký centrální vstřikovací systém pro čtyrválcové motory s centrálně umístěným elektromagnetickým vstřikovacím ventilem – na rozdíl od vícebodových vstřikovacích systémů KE a L-Jetronic, které mají jeden vstřikovací ventil pro každý válec motoru.

Jádrem systému Mono-Jetronic je vstřikovací jednotka (dále ještě popsána) s jedním elektromagnetickým vstřikovacím ventilem, který přerušovaně vstříkuje palivo nad škrticí klapku.

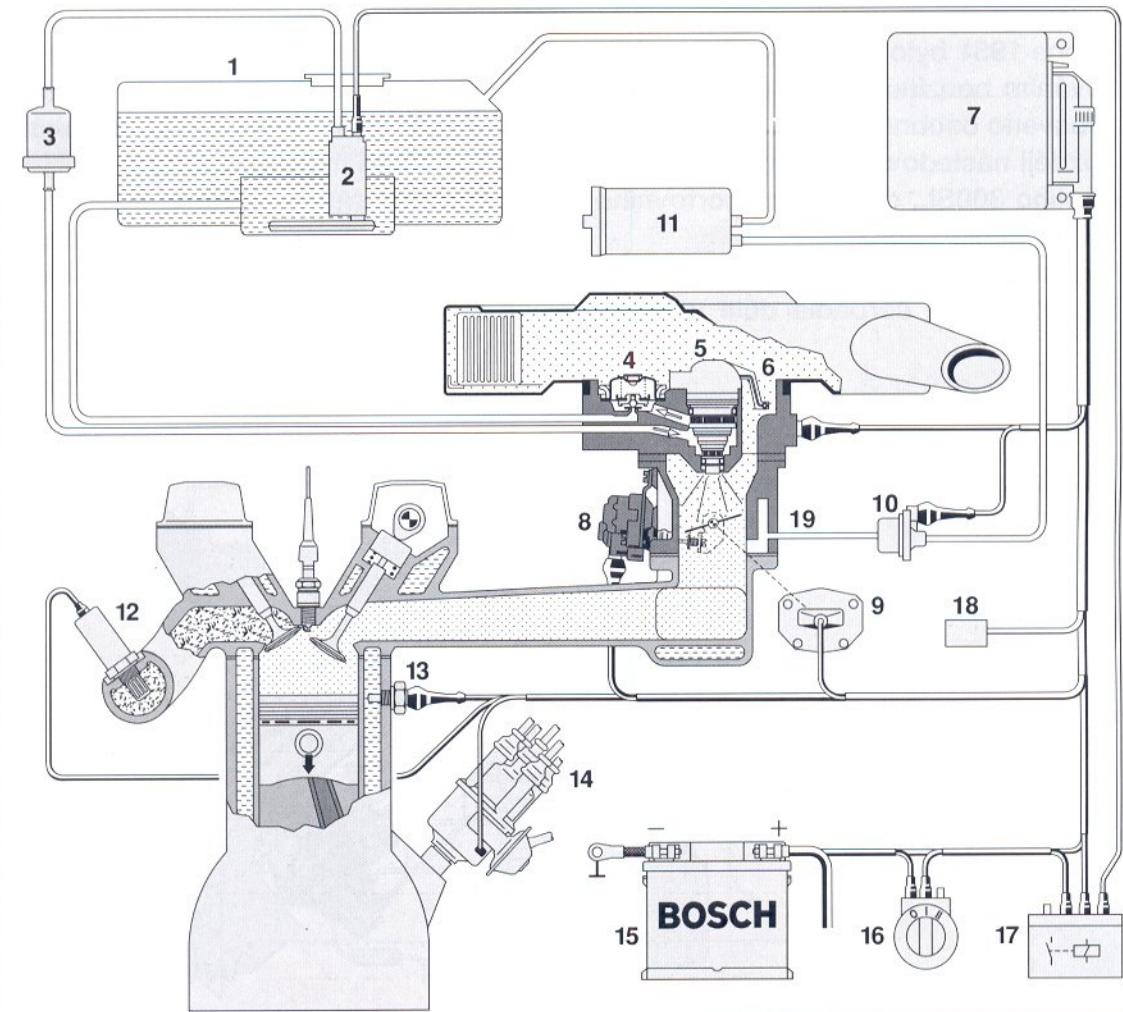
Rozdělení paliva do jednotlivých válců je prováděno sacím potrubím.

Různé snímače (senzory) zjišťují všechny podstatné pracovní veličiny motoru, které jsou důležité pro optimální přizpůsobení směsi. Vstupními veličinami jsou např.:

- úhel natočení škrticí klapky,
- otáčky motoru,
- teplota motoru a nasávaného vzduchu,
- poloha škrticí klapky při volnoběhu a plném zatížení,
- zbytkové množství kyslíku ve výfukových plynech a (v závislosti na vybavení vozidla):
- poloha páky voliče automatické převodovky, připravenost klimatizace jakž i stav spojky (sepnutí/rozepnutí kompresoru klimatizace).

**Obrázek 1: Přehled systému Mono-Jetronic**

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 regulátor tlaku, 5 elektromagnetický vstřikovací ventil, 6 snímač teploty nasávaného vzduchu, 7 elektronická řídící jednotka, 8 nastavovač škrticí klapky, 9 potenciometr škrticí klapky, 10 regenerační ventil, 11 nádobka s aktivním uhlím, 12 lambda sonda, 13 snímač teploty motoru, 14 rozdělovač, 15 akumulátor, 16 spinaci skřínka, 17 relé, 18 diagnostická zásuvka, 19 vstřikovací jednotka.



Vstupní obvody v řídicí jednotce připravují tato data pro mikroprocesor. Ten zpracovává pracovní data, rozpoznává z nich provozní stav motoru a vypočítává v závislosti na nich ovládací signály. Koncové stupně signály zesílí a řídí vstřikovací ventil, nastavovač škrticí klapky a regenerační ventil.

## Provedení

Následující popis příslušných zobrazení se vztahuje na typické provedení systému Mono-Jetronic (obr. 1). Další varianty jsou přizpůsobeny individuálním požadavkům, které na systém vstřikování benzínu kladou výrobci automobilebů.

Systém Mono-Jetronic se dělí do následujících funkčních oblastí (obr. 2):

- zásobování palivem,
- snímání provozních dat a
- zpracování provozních dat.

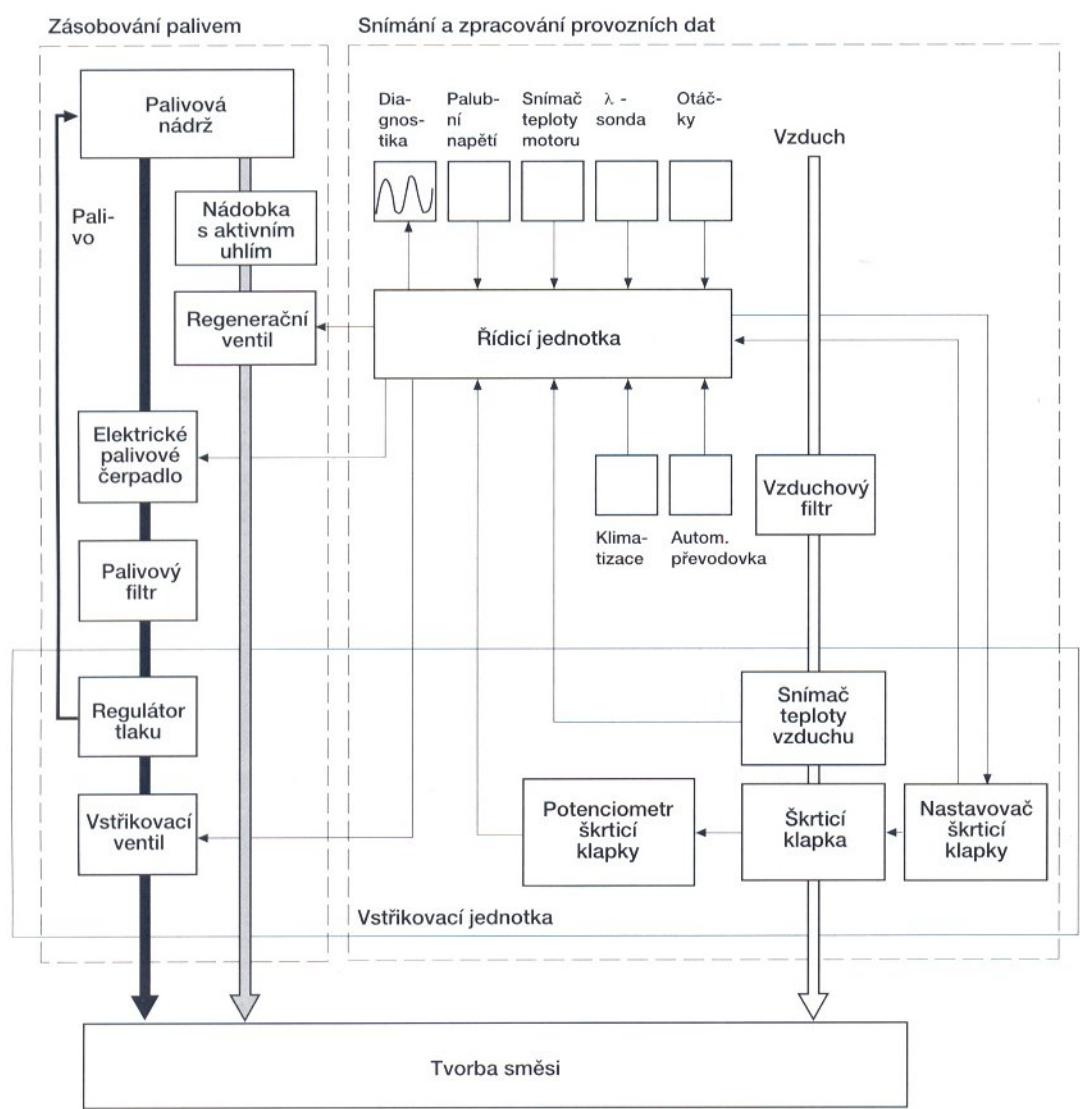
### Základní funkce

Řízení vstřikování tvoří jádro systému Mono-Jetronic.

### Přídavné funkce

Další řídicí a regulační funkce rozšiřují základní funkci a dovolují kontrolu komponentů, majících vliv na složení výfukových plynů. K nim patří: regulace volnoběžných otáček, regulace lambda a řízení zádržného systému benzínových výparů.

Obrázek 2: Funkční oblasti systému Mono-Jetronic



## Zásobování palivem

Zásobování systému palivem má za úkol dopravit palivo z palivové nádrže až k elektromagnetickému vstřikovacímu ventilu.

### Doprava paliva

Elektrické palivové čerpadlo dopravuje palivo kontinuálně z palivové nádrže přes palivový filtr ke vstřikovací jednotce Mono-Jetronic. Existují elektrická palivová čerpadla pro montáž do palivového vedení nebo verze pro zástavbu do nádrže.

Čerpadla určená pro montáž do palivového vedení ("Inline") jsou umístěna vně palivové nádrže mezi nádrží a palivovým filtrem na podlahové skupině vozidla.

U systému Mono-Motronic se však zpravidla používají čerpadla umístěná v palivové nádrži ("Intank") pomocí speciálního držáku. Tato čerpadla jsou zpravidla vybavena přídavným palivovým filtrem na sací straně, snímačem palivoměru, nádobou se zásobním rezervoárem a vnějšími elektrickými a hydraulickými přípojkami (obr. 3 a 4).

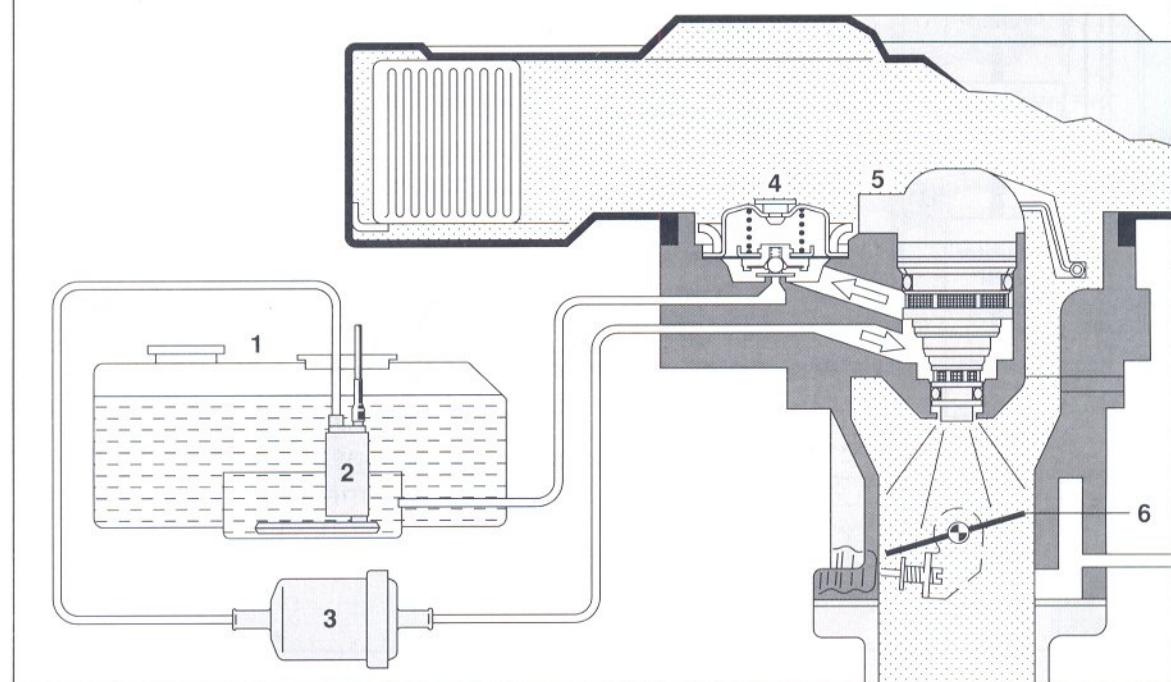
### Elektrické palivové čerpadlo

Elektromotor a vlastní čerpadlo se nachází v jednom společném tělese elektrického palivového čerpadla. Oběma díly neustále protéká palivo a tím jsou dostatečně chlazeny. Proto může být dosaženo vysokých výkonů elektromotoru bez náročných těsnění mezi čerpadlem a elektromotorem. Nebezpečí výbuchu nehrozí, protože se v elektromotoru nemůže vytvořit zápalná směs. Na přípojném víku jsou umístěny elektrické připojovací kontakty, zpětný ventil a nátrubek výtlaku. Zpětný ventil udržuje po vypnutí elektrického palivového čerpadla ještě po určitou dobu tlak v systému a zamezuje tím tvorbě bublinek. Navíc může být v přípojném víku integrován odrušovací člen (obr. 5).

Toto elektrické palivové čerpadlo používané zejména u systému Mono-Jetronic se hodí speciálně pro u něj používaný nízký systémový tlak. Čerpadlo je provedeno jako dvoustupňové proudové čerpadlo: boční kanálové čerpadlo slouží jako první stupeň a obvodové lopatkové čerpadlo jako hlavní stupeň, přičemž jsou obě umístěna na stejném oběžném kole.

**Obrázek 3: Zásobování palivem u systému Mono-Jetronic**

1 palivová nádrž, 2 elektrické palivové čerpadlo, 3 palivový filtr, 4 regulátor tlaku, 5 vstřikovací ventil, 6 škrticí klapka.

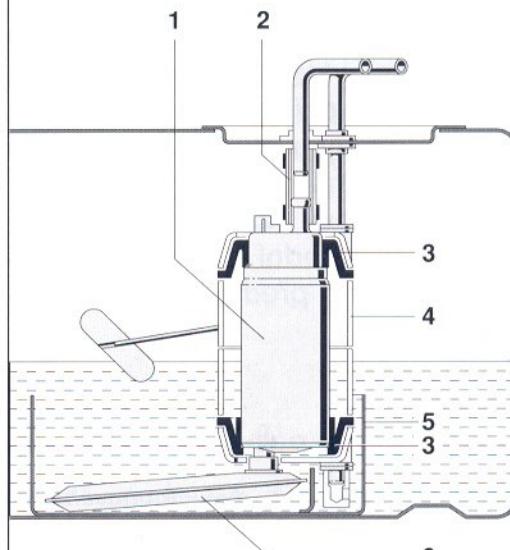


U prvního stupně je vnitřnímu lopatkovému věnci v oběžném kole přiřazen oboustranný "postranní kanál" v tělese čerpadla a v sacím víku. Palivo je urychleno rotujícím lopatkovým věncem oběžného kola a v postranních kanálech mění svojí pohybovou energii na energii tlakovou. Na konci postranního kanálu je palivo vedeno dále do vně umístěného hlavního stupně čerpadla. V přepouštěcím kanále mezi prvním a hlavním stupněm je na straně sacího víka umístěn odplyňovací otvor, přes který je vedeno přebytečné palivo a popřípadě i bublinky palivových par zpět do palivové nádrže.

Princip funkce hlavního stupně je identický s prvním stupněm. Hlavní rozdíl je ve tvaru oběžného kola a kanálu, který obepíná lopatkový věнец stranově a po celém obvodě (periferní princip). Na konci periferního kanálu je zařízení pro rychlé odvzdušnění hlavního stupně. To je tvořeno membránkou, která uzavírá otvor v sacím víku a působí tak jako odvzdušňovací ventil (obr. 6).

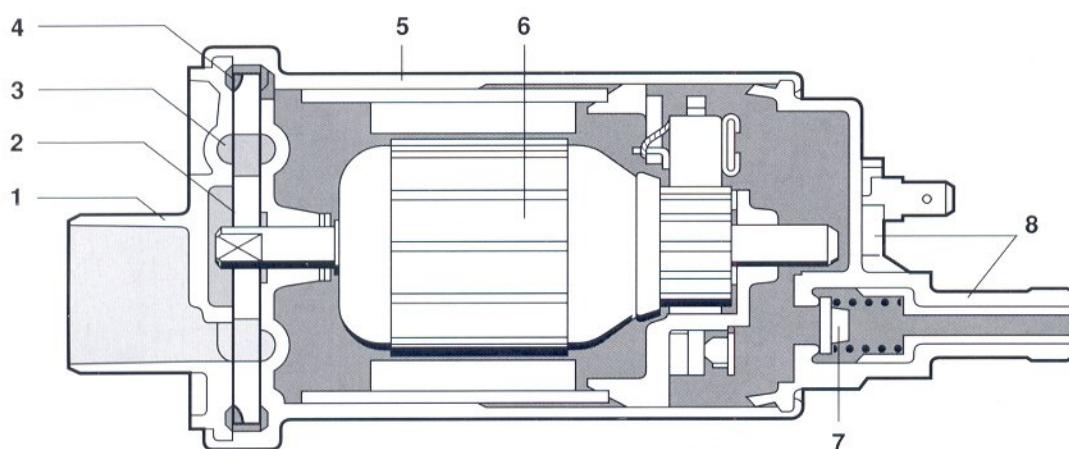
Při zavřeném odplyňovacím ventili je palivo tlačeno do motorového prostoru čerpadla a proudí nakonec přes zpětný ventil do výtlačného potrubí.

**Obrázek 4: Palivové čerpadlo s protihlukovou izolací pro montáž do palivové nádrže**  
1 elektrické palivové čerpadlo, 2 gumová hadice, 3 gumová manžeta, 4 plastové pouzdro, 5 nádoba se zásobním rezervoárem, 6 palivový filtr.



**Obrázek 5: Dvoustupňové elektrické palivové čerpadlo pro montáž do palivové nádrže s bočním kanálovým čerpadlem (první stupeň) a obvodovým lopatkovým čerpadlem (hlavní stupeň).**

1 sací víko se sacím nátrubkem, 2 oběžné kolo, 3 boční kanálové čerpadlo, 4 obvodové lopatkové čerpadlo, 5 těleso čerpadla, 6 kotva, 7 zpětný ventil, 8 připojené víko s nátrubkem výtlaku.



Při vysokých teplotách paliva se popsané palivové čerpadlo vyznačuje dobrou dopravní charakteristikou a vynikajícími hlukovými parametry, bublinky palivových par jsou z paliva odloučeny již v čerpadle.

Další předností proudového principu čerpadla je doprava paliva téměř bez tlakových pulzací, čímž je zajištěna také nízká hlučnost tohoto typu čerpadla.

### Čištění paliva

Nečistoty v palivu by mohly nepříznivě ovlivnit funkci vstřikovacího ventilu a regulátoru tlaku paliva. Proto je do palivového vedení mezi elektrické palivové čerpadlo a centrální vstřikovací jednotkou vřazen palivový filtr, který je nejčastěji umístěn na spodní straně vozidla na místě chráněném před odletujícími kamínky.

### Palivový filtr

Papírová vložka palivového filtru se

střední velikostí pórů 10 µm má válcový tvar a po jejím obvodě je nastříknut těsnící kroužek. Pro dokonalé oddělení špinavé strany od čisté je těsnicí kroužek přivařen k pouzdro, které je zhotoveno z odolného plastu. Papírová vložka je na jedné straně axiálně fixována uzavíracím kloboučkem o těleso vložky a na druhé straně žebrovanou podpěrkou o víko filtru (obr. 7).

Interval výměny filtru se při standardním stupni znečištění paliva pohybuje podle objemu filtru mezi 30 000 a 80 000 km.

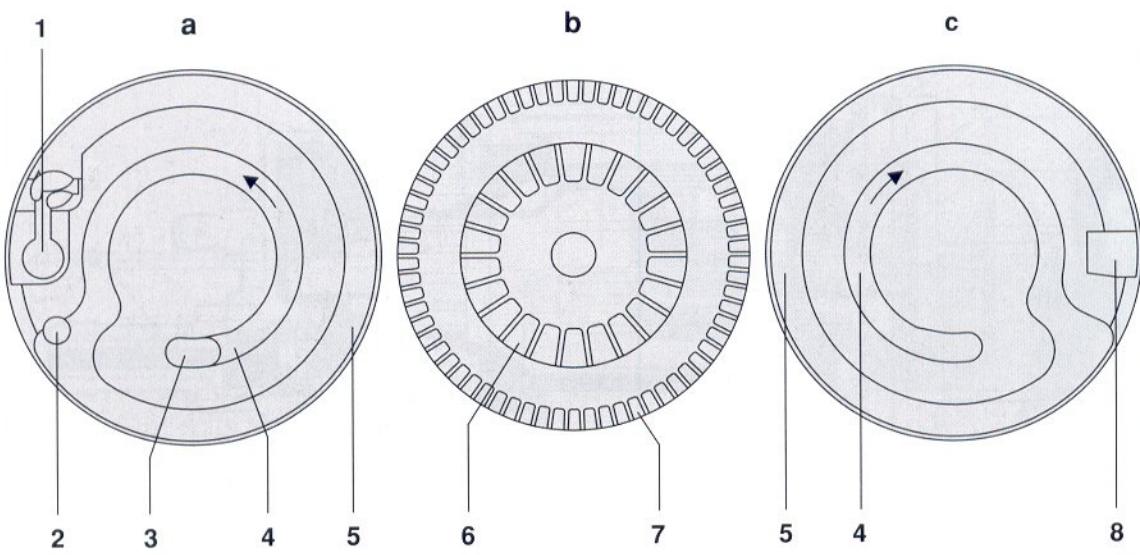
### Regulace tlaku paliva

Regulace tlaku paliva má za úkol udržovat v místě vstřikovacího ventilu konstantní tlakovou diferenci 100 kPa mezi tlakem paliva a okolním tlakem. U systému Mono-Jetronic je regulátor tlaku paliva umístěn v hydraulické části vstřikovací jednotky.

**Obrázek 6: Komponenty dvoustupňového elektrického palivového čerpadla**

a) sací víko (pohled ze strany oběžného kola), b) oběžné kolo, c) těleso čerpadla (pohled ze strany oběžného kola).

1 odvzdušňovací ventil, 2 odplyňovací otvor, 3 vstupní otvor postranního kanálu, 4 postranní kanál (první stupeň), 5 periferní kanál (hlavní stupeň), 6 lopatkový věnec pro boční kanálové čerpadlo (první stupeň), 7 lopatkový věnec pro obvodové lopatkové čerpadlo (hlavní stupeň), 8 výstupní otvor periferního kanálu.



## Regulátor tlaku

Gumotextilní membrána rozděluje regulátor tlaku na dolní komoru s palivem a horní komoru s předepnoutou pružinou opírající se o membránu. Pohyblivě uložená ventilová destička, která je přes nosič ventilu spojena s membránou, je silou pružiny tlačena do sedla ventilu (ventil s plochým sedlem).

Přesáhne-li síla, která je vytvořená tlakem paliva na plochu membrány, protisměrně působící sílu pružiny, je ventilová destička nadzvednutá ze svého sedla a palivo může vytvořenou štěrbinou proudit zpět do palivové nádrže. V tomto rovnovážném stavu je hodnota diferenčního tlaku mezi horní a dolní komorou 100 kPa.

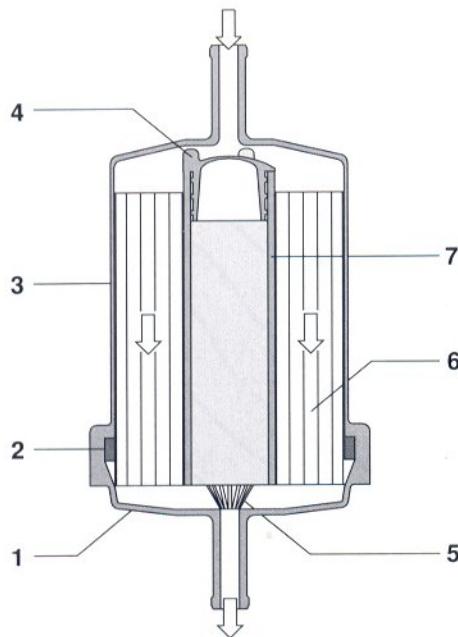
V pružinové komoře působí díky odvzdušňovacím otvůrům stejný okolní tlak jako v místě vstřikování paliva vstřikovacím ventilem. Zdvih ventilové destičky se mění v závislosti na dopravovaném a spotřebovaném množství paliva.

Charakteristika pružiny a plocha membrány jsou navrženy tak, aby byl regulovaný tlak udržován v úzkém rozpětí i při širokém rozsahu dopravovaného množství paliva. Při vypnutí motoru dojde také k ukončení dodávky paliva. Zpětný ventil v elektrickém palivovém čerpadle a regulátor tlaku se uzavřou, čímž je po určitou dobu udržován tlak v přívodním potrubí a hydraulické části (obr. 8).

Tato funkce zabraňuje vytváření bublin palivových par u odstaveného motoru, vlivem zahřívání paliva v přívodním potrubí přestupem tepla z motoru a zajistuje tak neustále bezproblémový start.

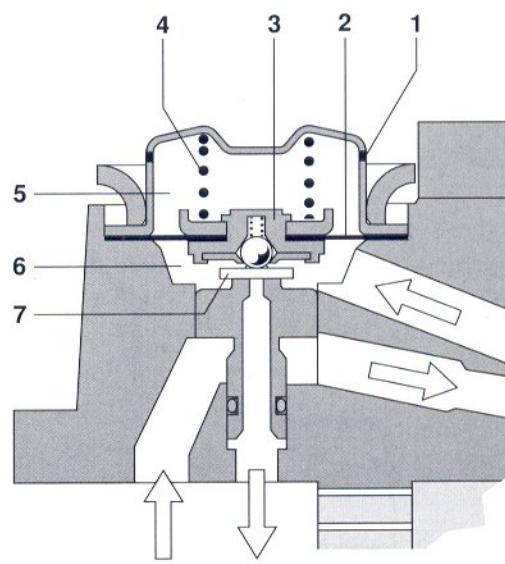
Obrázek 7: Palivový filtr

1 víčko filtru, 2 těsnící kroužek, 3 těleso filtru, 4 zavírací klobouček, 5 žebrovaná podpěrka, 6 papírová vložka, 7 těleso vložky filtru.



Obrázek 8: Regulátor tlaku

1 odvzdušňovací otvory, 2 membrána, 3 nosič ventilu, 4 tlačná pružina, 5 horní komora, 6 dolní komora, 7 ventilová destička.



## Zpětné vedení odpařeného paliva

K dalšímu snižování emisí uhlovodíků zatěžujících životní prostředí, existují v rozličných zemích zákonné předpisy, zakazující odvádění v palivové nádrži se tvořících benzínových výparů do okolního prostředí.

Pro splnění těchto požadavků musí být vozidlo vybaveno "odvětrávací soustavou palivové nádrže", u které je palivo-vá nádrž propojena s nádobkou s aktivním uhlím.

Aktivní uhlí se vyznačuje schopností absorbovat benzinové výparы.

Aby bylo možné odvádět palivo vázané v aktivním uhlí, nasává motor čerstvý vzduch přes nádobku s aktivním uhlím a tím s sebou strhává naakumulované palivo. Vzduch nasycený uhlovodíky je pak sacím potrubím přiváděn do válce motoru ke spálení (obr. 9).

## Nádobka s aktivním uhlím

Nádobka s aktivním uhlím je dimenzována tak, aby byla vytvořena rovnováha mezi absorbovaným (zachyceným) a odevzdaným množstvím paliva. To znamená: aby bylo možné použít co nejmenší nádobku s aktivním uhlím, je při všech provozních stavech (od volnoběhu až po plné zatížení) regenerováno s největším možným průtokem vzduchu.

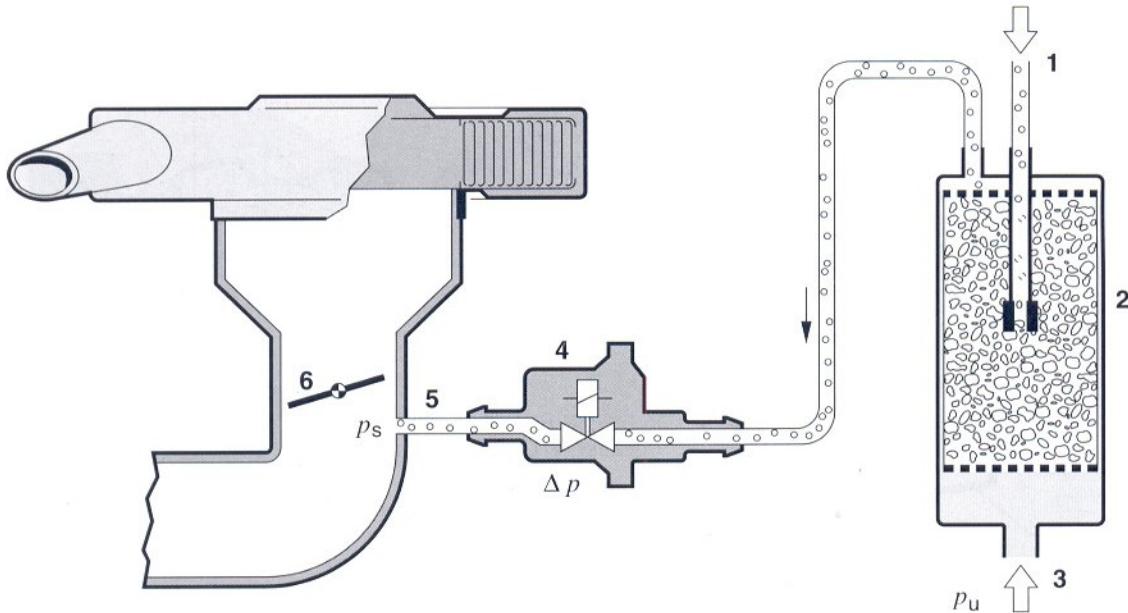
Velikost regeneračního proudu je zejména určena diferencí tlaků mezi tlakem v sacím potrubí a tlakem v okolním prostředí. Při volnoběhu je tato differenze tlaků velká a pro bezproblémový běh motoru je tak přípustný jen malý regenerační proud vzduchu.

Při vyšším zatížení motoru jsou poměry právě opačné, protože v tomto případě může být regenerační proud sice velký, differenční tlak je však malý.

Pro přesné dávkování proudu benzínových výparů je řídící jednotkou ovládán regenerační ventil.

**Obrázek 9: Odvětrávací soustava palivové nádrže**

1 vedení z palivové nádrže k nádobce s aktivním uhlím, 2 nádobka s aktivním uhlím, 3 čerstvý vzduch, 4 regenerační ventil, 5 vedení k sacímu potrubí, 6 škrticí klapka.  
 $p_s$  tlak v sacím potrubí,  $p_u$  tlak okolního prostředí,  $\Delta p$  differenční tlak mezi tlakem v sacím potrubí a tlakem okolního prostředí.



# Snímání provozních dat

Snímače získávají všechna hlavní provozní data a tím provozní stav motoru. Získané informace jsou přiváděny k elektronické řídící jednotce ve formě elektrických signálů. V ní jsou převáděny na digitální signály a dále zpracovávány pro ovládání akčních členů.

## Plnění vzduchem

K dosažení určeného poměru vzduchu s palivem musí být zjištěna hmotnost vzduchu, kterou motor nasaje při jednom pracovním zdvihu. Pokud je tato hmotnost vzduchu (v následujícím textu nazývána plnění vzduchem) známa, může být odpovídajícím řízením doby otevření vstřikovacího ventilu odměřeno vhodné množství paliva.

Stanovení plnění vzduchem u systému Mono-Jetronic probíhá nepřímo, spojením dvou veličin: úhlu natočení škrticí klapky  $\alpha$  a otáček motoru  $n$ . U tohoto typu systému se předpokládá, že velikost volné plochy vytvořené mezi škrticí klapkou a kruhovým otvorem jejího tělesa, v závislosti na úhlu

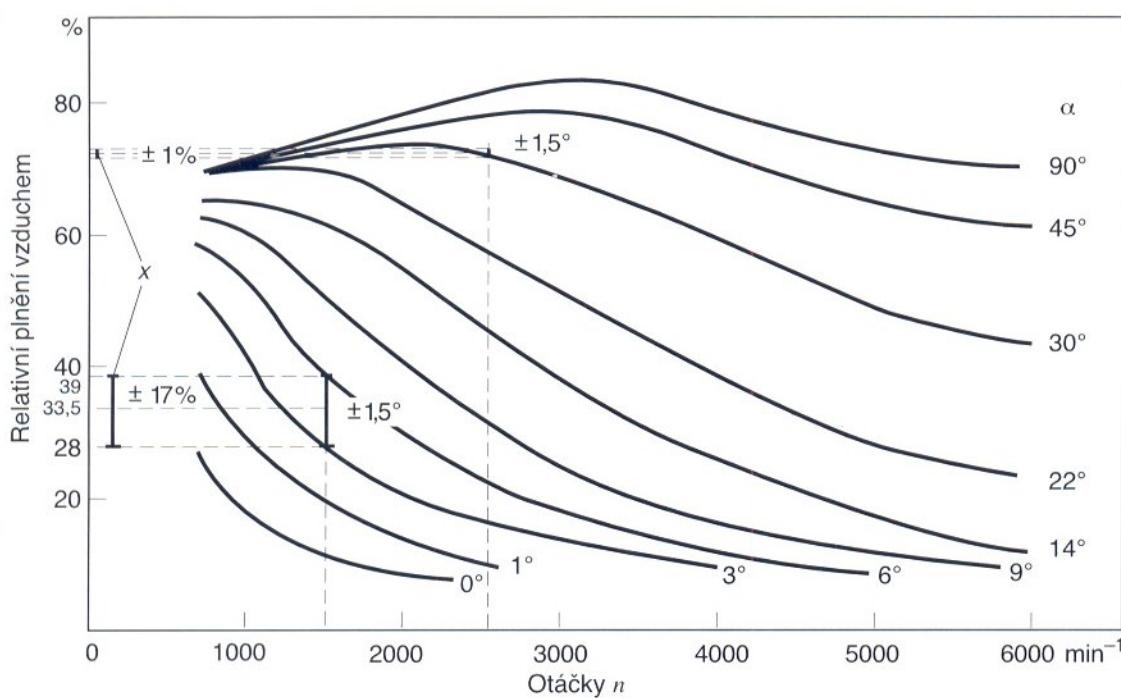
otevření škrticí klapky, leží u každé sériově vyrobené vstřikovací jednotky ve velmi úzkém tolerančním pásmu. Ovládáním škrticí klapky polohou plynového pedálu nastavuje řidič průtok nasávaného vzduchu do motoru a určuje tím požadovaný provozní stav motoru. Potenciometr škrticí klapky přitom snímá úhel natočení škrticí klapky  $\alpha$ . Vedle polohy škrticí klapky  $\alpha$  jsou přidavnými veličinami, ovlivňujícími nasávanou hmotnost vzduchu, otáčky motoru  $n$  a hustota vzduchu.

Plnění vzduchem v závislosti na  $\alpha$  a  $n$  je pro určitý motor stanoveno na motorové zkušebně. Na obrázku 10 je typický diagram pole charakteristik motoru; přitom je relativní plnění vzduchem znázorněno v závislosti na úhlu natočení škrticí klapky a otáčkách motoru  $n$ . Je-li pole charakteristik motoru známé pro určitý motor, pak je plnění vzduchem při konstantní hustotě vzduchu přesně určeno pomocí  $\alpha$  a  $n$  ( $\alpha/n$ -systém).

Snímání provozních dat

Obrázek 10: Pole charakteristik motoru

Relativní plnění vzduchem v závislosti na otáčkách  $n$  a úhlu natočení škrticí klapky  $\alpha$ .  
x Relativní změna plnění vzduchem.



Jednotka škrticí klapky systému Mono-Jetronic je velmi dokonalý měřící prvek a poskytuje nesmírně přesný signál o úhlu natočení škrticí klapky elektronické řidící jednotce. Nutnou informaci o otáčkách motoru dodává zapalovací soustava. Díky konstantnímu přetlaku paliva ve vstřikovacím ventilu oproti tlaku okolního prostředí v místě vstřikování, je doba otevření vstřikovacího ventilu rozhodující pro vstřikované množství paliva. Tato doba otevření vstřikovacího ventilu se nazývá "doba vstřiku".

Aby byl zajištěn požadovaný poměr vzduchu s palivem, musí být doba vstřiku volena proporcionálně k získanému plnění vzduchem. To znamená: doba vstřiku může být přímo přidělena  $\alpha$  a  $n$ . U systému Mono-Jetronic probíhá toto přidělení přes "pole charakteristik lambda" se vstupními veličinami  $\alpha$  a  $n$ . Vliv hustoty vzduchu, která závisí na teplotě a tlaku nasávaného vzduchu je plně kompenzován. Teplota nasávaného vzduchu je při vstupu do vstřikovací jednotky Mono-Jetronic měřena a v řidící jednotce zohledněna korekčním faktorem.

Mono-Jetronic je pro splnění přísných emisních předpisů již v základním provedení vybaven "lambda regulací", která pro třícestný katalyzátor udržuje poměr vzduchu s palivem velmi přesně na hodnotě  $\lambda = 1$ . Regulace lambda je přídavně použito pro "adaptivní" korekce směsi tzn., že se samoučící systém neustále přizpůsobuje měnícím se podmínkám.

Tyto korekční hodnoty zohledňují vedle vlivu tlaku vzduchu (obzvláště změny tlaku vzduchu při jízdě v rozličných nadmořských výškách) také individuální tolerance a odchyly, které se vyskytnou během celkové životnosti vozidla na motoru a komponentech vstřikování. Při vypnutí motoru zůstávají "naučené" korekční hodnoty uloženy v paměti, tak aby mohly být použity ihned při novém startu.

Tímto "adaptivním" řízením směsi a regulací lambda, je při nepřímém snímání hmotnosti nasávaného vzduchu přes  $\alpha/n$  řízení zaručena požadovaná přesnost.

### Úhel natočení škrticí klapky

Signál o úhlu natočení škrticí klapky  $\alpha$  slouží elektronické řidící jednotce k výpočtu polohy a rychlosti změn úhlu jejího natočení. Poloha škrticí klapky je důležitou vstupní veličinou pro funkce získání hodnot plnění vzduchem popř. pro výpočet doby vstřiku a zpětné hlášení o poloze nastavovače škrticí klapky při sepnutém volnoběžném kontaktu.

Zjištění úhlové rychlosti škrticí klapky je nutné hlavně k přechodové kompenzaci. Potřebná přesnost rozlišení  $\alpha$ -signálu určuje plnění vzduchem. Aby bylo dosaženo bezproblémových jízdních a emisních poměrů, musí být rozlišení plnění vzduchem, jakož i doby vstřiku, odstupňováno v co nejmenších digitálních krocích (kvantování) tak, aby mohl být nastaven poměr vzduchu s palivem s přesností do 2 %.

Rozsah pole charakteristik motoru, ve kterém se plnění vzduchem v závislosti na  $\alpha$  nejvíce mění, leží v oblasti malého úhlu natočení škrticí klapky  $\alpha$  a nižších otáček  $n$ , tzn. při volnoběhu a ve spodní oblasti částečného zatížení. Jak vyplývá z obrázku 10, vedou v této oblasti změny úhlu např.  $\pm 1,5^\circ$  k relativním změnám plnění vzduchem popř. změnám lambda asi  $\pm 17\%$ . Mimo tu oblast má při větším otevření škrticí klapky stejná změna úhlu téměř zanedbatelný vliv. Z toho vyplývá, že je při volnoběhu a ve spodní oblasti částečného zatížení nutné vysoké rozlišení úhlu natočení škrticí klapky.

## Potenciometr škrticí klapky

Raménko potenciometru je nalisováno přímo na hřídeli škrticí klapky; odporové dráhy potenciometru jsou spolu s elektrickými přívody umístěny na plastovém krycím víčku, přišroubovanému ke spodnímu dílu vstřikovací jednotky. Napájení je prováděno stabilizovaným napětím 5 V.

Aby bylo zaručeno vysoké rozlišení signálu, je rozsah úhlu natočení škrticí klapky mezi volnoběhem a plným zatížením rozdělen na dvě odporové dráhy. Každé ze dvou odporových drah je přiřazena jedna vodivá dráha (kolektorová dráha). Jak odporové, tak i kolektorové dráhy jsou zhotoveny technologií tlusté vrstvy.

Raménko má čtyři jezdce, z nichž každý je přiřazen jedné potenciometrové dráze. Jezdci pro odporovou a přiřazenou vodivou dráhu jsou vzájemně vodičem propojeny, čímž je signál z odporové dráhy přenášen na dráhu kolektorovou (obr. 11).

První dráha zahrnuje úhlový rozsah  $0^\circ \dots 24^\circ$ , druhá rozsah  $18^\circ \dots 90^\circ$ . V elektronické řídicí jednotce jsou úhlové signály ( $\alpha$ ) zpracovávány odděleně, každý

v jednom kanálu analogově digitálního prevodníku. Vliv stárnutí a kolísání teplot potenciometru je kompenzován v řídicí jednotce vyhodnocováním napěťových poměrů. V drážce po obvodě krycího víčka potenciometru je těsnění kruhového průřezu spolehlivě zabraňující vnikání vlhkosti a nečistot. Vnitřní prostor potenciometru je spojen s vnějším prostředím přes odvětrávací zařízení.

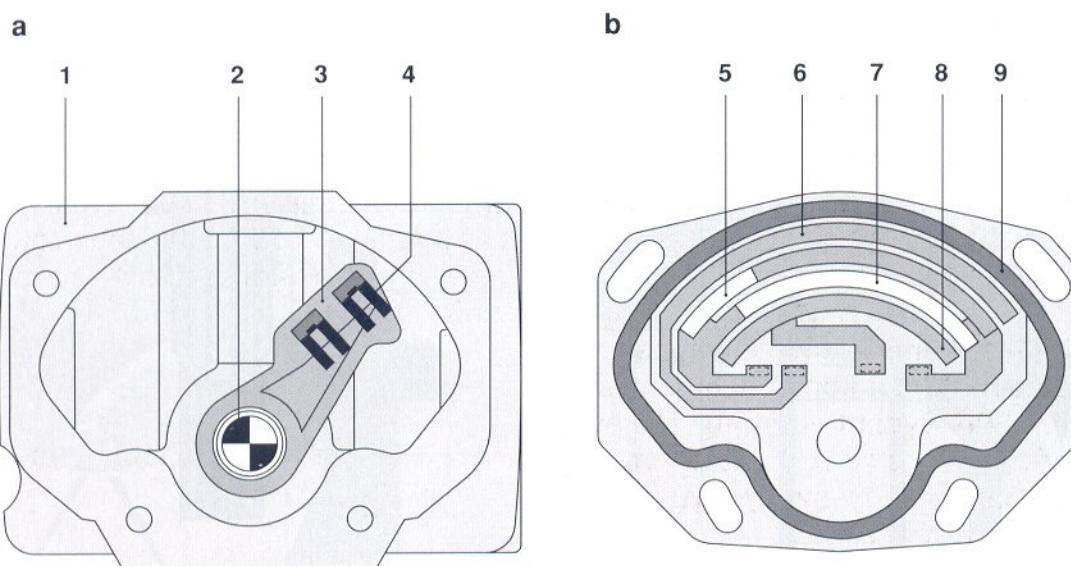
## Otáčky

Informace o otáčkách, která je potřebná pro  $\alpha/n$ -řízení je získávána z doby periody zapalovacího signálu. Přitom jsou v elektronické řídicí jednotce zpracovávány signály získané ze zapalovací soustavy. To je buďto  $T_D$ -impulz, připravený ve spínací jednotce zapalování nebo napěťový signál ( $U_S$ ) získaný na svorce 1 na nízkonapěťové straně zapalovací cívky. Zároveň jsou tyto signály použity pro spouštění vstřikovacích impulzů, přičemž každý zapalovací impulz vyvolá impulz vstřikovací (obr. 12).

Snímání provozních dat

**Obrázek 11: Potenciometr škrticí klapky**

a) těleso s raménkem, b) víko tělesa s dráhami potenciometru  
1 spodní díl vstřikovací jednotky, 2 hřídel škrticí klapky, 3 raménko potenciometru, 4 jezdec,  
5 odporová dráha 1, 6 kolektorová dráha 1, 7 odporová dráha 2, 8 kolektorová dráha 2,  
9 šňůrové těsnění s kruhovým průřezem.



## Teplota motoru

Teplota motoru má značný vliv na potřebné množství paliva. Snímač teploty v chladicím systému motoru měří jeho teplotu a předává elektrický signál řídící jednotce.

### Snímač teploty motoru

Snímač teploty motoru sestává ze závitového pouzdra, ve kterém je umístěn polovodičový odporový prvek s NTC charakteristikou (Negative Temperature Coefficient). Elektronická řídící jednotka vyhodnocuje elektrický odpor, jehož hodnota se s teplotou mění (obr. 13).

## Teplota nasávaného vzduchu

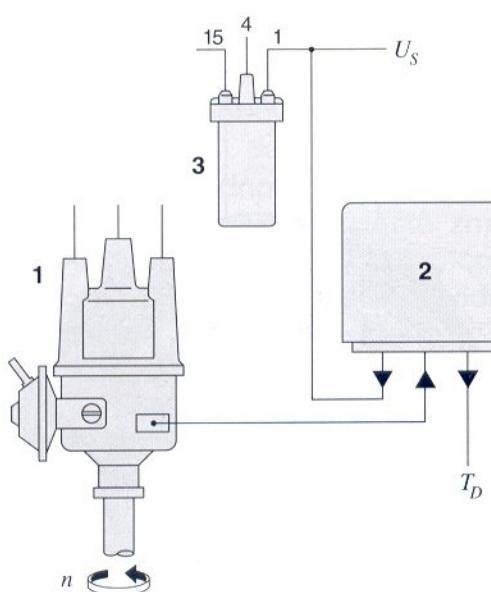
Hustota vzduchu je závislá na jeho teplotě. Ke kompenzaci tohoto vlivu měří snímač teploty teplotu vzduchu nasávaného do motoru v místě vstupu do vstřikovací jednotky a hlásí ji řídící jednotce.

### Snímač teploty nasávaného vzduchu

Snímač teploty nasávaného vzduchu je osazen NTC-odporem. Aby byly změny teploty nasávaného vzduchu zachyceny co nejrychleji je NTC-odpor v otevřeném

**Obrázek 12: Signál otáček ze zapalovací soustavy**

1 rozdělovač, 2 spinaci jednotka zapalování, 3 zapalovací cívka, n otáčky motoru, TD signál připravený spinaci jednotkou zapalování, Us napěťový signál.



ném provedení umístěn v chobotovém držáku vyčnívajícím do místa s vysokou rychlosí proudění vzduchu.

Elektrický přípoj tvoří společně s kontakty vstřikovacího ventilu čtyřpólový konektor (obr. 14).

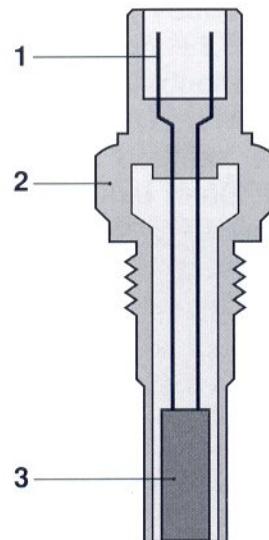
### Provozní stavů

Rozpoznání provozních stavů "volnoběh" a "plné zatížení" je velmi důležité pro obohacení směsi při plném výkonu a pro přerušení dodávky paliva při deceleraci, aby v těchto provozních stavech došlo k optimalizaci množství vstřikovaného paliva.

Stav "volnoběh" je při zavřené škrticí klapce rozpoznán ze sepnutých volnoběžných kontaktů, které jsou součástí nastavovače škrticí klapky. Volnoběžný kontakt je spínán malým zdvihátkem v pohyblivém dorazu nastavovače škrticí klapky. Kontakty jsou umístěny v ovládacím čepu nastavovače (obr. 15). Signál "plný výkon" odvozuje řídící jednotka z elektrického signálu potenciometru škrticí klapky.

**Obrázek 13: Snímač teploty motoru**

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



## Napětí akumulátoru

Otvírací a zavírací čas elektromagnetického vstřikovacího ventilu je závislý na napětí akumulátoru. Vyskytne-li se během provozu zakolísání palubního napětí, zkoriguje řídící jednotka z toho vyplývající reakční zpoždění vstřikovacího ventilu změnou doby vstřiku.

Kromě toho jsou při zvláště nízkých napětích, která mohou nastat například při extrémně studeném startu, prodlouženy vstřikovací impulzy.

Toto prodloužení vstřikovacích impulzů kompenzuje dopravní charakteristiku použitého elektrického palivového čerpadla, které není za těchto podmínek schopno vytvořit dostatečný systémový tlak.

Elektronická řídící jednotka měří nepřetržitě napětí akumulátoru přes analogovo-digitální převodník.

## Spínací signály od klimatizace a/nebo automatické převodovky

Vlivem změny zatížení motoru při zapnutí kompresoru klimatizace nebo při ovládání automatické převodovky po klesnou, u odpovídajícím způsobem vybavených vozidel, otáčky motoru při volnoběhu. Aby se tomuto zabránilo, získává elektronická řídící jednotka in-

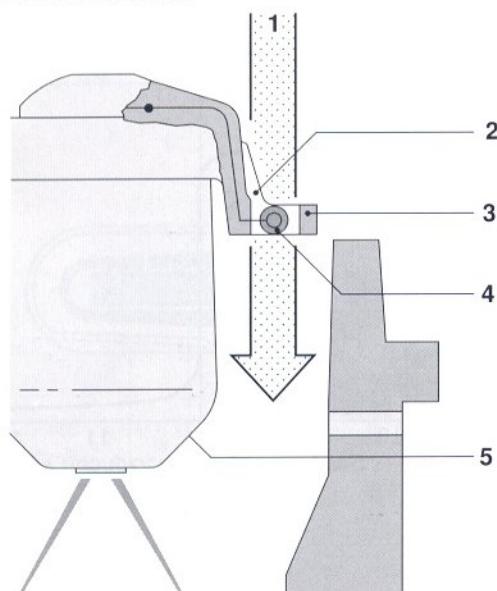
formace "připravenost klimatizace zapnuta", "kompressor klimatizace zapnutý" a poloha páky voliče "Drive" u automatické převodovky ve formě spínacích signálů. Na základě těchto informací ovlivňuje elektronická řídící jednotka požadované hodnoty pro regulaci volnoběžných otáček. Vzhledem k zajištění dostatečného chladícího výkonu klimatizace může být nutné poněkud zvýšit volnoběžné otáčky. Často je také nutné snížit volnoběžné otáčky při navolení polohy "Drive" u vozidel s automatickou převodovkou.

## Složení směsi

Vzhledem ke zpracování výfukových plynů v třícestném katalyzátoru je nutné velmi přesně udržovat složení směsi. Lambda sonda v proudu spalin dodává elektrický signál o okamžitém složení směsi elektronické řídící jednotce a tím ji umožňuje provést regulaci směsi na stechiometrický poměr. Lambda sonda je umístěna ve výfukovém potrubí motoru, v místě kde je zajištěna její dostatečná provozní teplota ve všech pracovních režimech motoru.

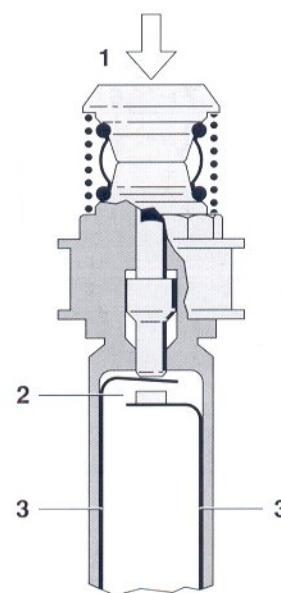
**Obrázek 14: Snímač teploty nasávaného vzduchu**

1 nasávaný vzduch, 2 držák ve tvaru chobotu,  
3 ochranný kroužek, 4 NTC-odpor,  
5 vstřikovací ventil.



**Obrázek 15: Volnoběžný spínač**

1 ovládání pákou škrticí klapky, 2 volnoběžný kontakt, 3 elektrické připojení.



Lambda sonda

Lambda sonda zasahuje do proudu výfukových plynů a je uspořádána tak, že vnější strana elektrody je obtékána spalinami a vnitřní strana elektrody je v kontaktu s okolním vzduchem (obr. 16).

Těleso sondy je vyrobeno zejména ze speciální keramiky, na jejímž povrchu jsou naneseny plyn propouštějící platinové elektrody. Účinek sondy je založen na tom, že keramický materiál je porézní a že umožňuje difúzi vzdušného kyslíku (pevný elektrolyt). Keramika se při vysokých teplotách stává vodivou. Je-li obsah kyslíku na obou stranách elektrod různě veliký, vzniká na elektrodách elektrické napětí. Při stechiometrickém poměru složení směsi vzduchu s palivem  $\lambda = 1$  se projeví skoková funkce. Toto napětí představuje měřicí signál (obr. 17).

Keramika sondy je fixována v držáku se závitem a je opatřena ochrannou trubkou a elektrickými připojovacími kontakty. Povrch keramiky sondy je potažen mikroporézní vrstvou platiny, která jednak díky katalytickému působení rozhodujícím způsobem ovlivňuje na-

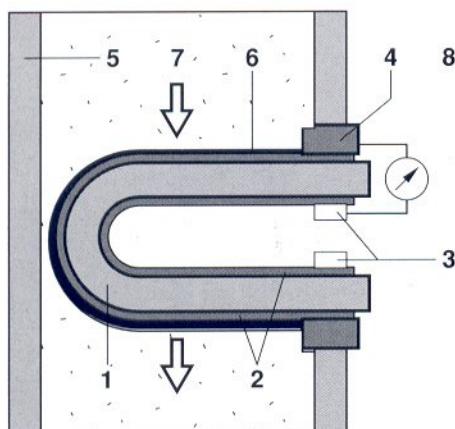
pěťovou charakteristiku sondy a jednak slouží jako kontakt. Na té straně keramiky, která je obtékána spalinami je přes platinovou vrstvu nanesena navíc vrstva vysoce porézní keramiky. Tato ochranná vrstva zabraňuje negativnímu vlivu nečistot výfukových plynů na platinovou vrstvu.

Aby byly zbytkové částice ve spalinách udrženy v dostatečné vzdálenosti od keramiky sondy, je strana, která je ve styku se spalinami, navíc opatřena ochrannou trubkou. Ta je opatřena zářezy, které zabraňují tomu, aby výfukové plyny a v nich obsažené pevné částice nezasáhly keramiku sondy. Vedle této mechanické ochrany tato ochranná trubka účinně zmírňuje změny teplot při přechodech z jednoho provozního stavu motoru do druhého.

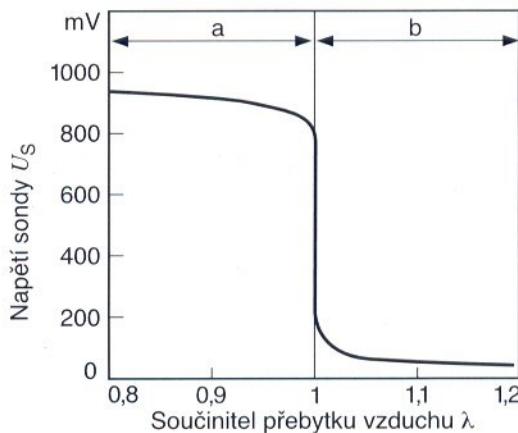
Část sondy s elektrickými vodiči je opatřena kovovým ochranným pouzdrem s otvorem pro odvětrání a slouží jako opěra pro talířovou pružinu. Elektrické vodiče jsou ze sondy vyvedeny přes izolovaný kryt.

**Obrázek 16 Umístění lambda sondy ve výfukovém potrubí**

1 aktivní keramika sondy, 2 elektrody, 3 kontakt, 4 kontaktní upevnění v tělesu, 5 výfukové potrubí, 6 keramická porézní ochranná vrstva, 7 výfukové plyny, 8 čistý vzduch.



**Obrázek 17 Napěťová charakteristika lambda sondy pro pracovní teplotu 600°C**  
a bohatá směs (nedostatek vzduchu)  
b chudá směs (přebytek vzduchu)



Napětí a vnitřní odpor sondy je závislý na její teplotě. Spolehlivá regulace je zajištěna při teplotách spalin od 350 °C (nevyhřívaná sonda) popř. od 200 °C (vyhřívaná sonda).

#### Vyhřívaná lambda sonda

Konstrukce vyhřívané lambda sondy (obr. 18) je téměř shodná jako nevyhřívané.

Aktivní keramika sondy je zevnitř vyhřívána keramickým topným těleskem, tak – aby i při nízkých teplotách výfukových plynů – bylo dosaženo teploty keramiky sondy vyšší než je mezní hodnota její funkce + 350 °C.

Vyhřívaná sonda se vyznačuje ochranou trubkou se zmenšeným otvorem. Tak je kromě jiného zabráněno ochlazování keramiky sondy při studených spalinách.

K výhodám patří možnost regulace i při nízkých teplotách spalin (např. při volnoběhu), malá závislost na výkyvech teploty spalin, kratší doby náběhu lambda regulace, nižší hodnoty emisí výfukových plynů díky výhodnější dynamice sondy a rozmanitější možnosti montáže těchto sond nezávisle na jejich externím ohřevu.

## Zpracování provozních dat

Řídící jednotka zpracovává data o provozním stavu motoru obdržená od snímačů. Z nich se s pomocí naprogramovaných funkcí řídicí jednotky vytváří ovládací signály pro vstřikovací ventil, nastavovač škrticí klapky a regenerační ventil nádobky s aktivním uhlím.

#### Elektronická řídící jednotka

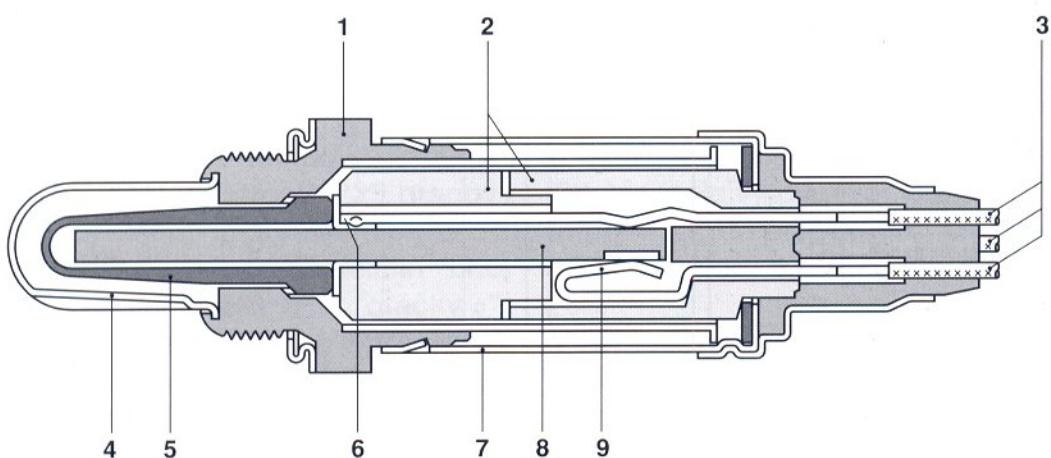
Řídící jednotka se nachází v plastovém pouzdře z polyamidu využitelného skelnými vlákny. Umístěna je mimo tepelné záření motoru, např. v prostoru pro cestující nebo ve „vodním kanálu“ mezi motorovým prostorem a prostorem pro cestující.

Elektronické stavební prvky řídicí jednotky se nacházejí na jediné desce s plošnými spoji.

Koncové stupně a stabilizátor napětí, zásobující elektronické součástky napětím 5 V, jsou z důvodu lepšího odvodu tepla připevněny na těleso chladiče. 25pólový konektor spojuje řídicí jednotku s akumulátorem, snímači a akčními členy.

Obrázek 18 Vyhřívaná lambda sonda

1 těleso sondy, 2 keramická ochranná trubka, 3 elektrické kontakty, 4 ochranná trubka se zářezy, 5 aktivní keramika sondy, 6 kontaktní část, 7 ochranné pouzdro, 8 vyhřívaný element, 9 svorkové připojení topného elementu.



**Analogově-digitální převodník**

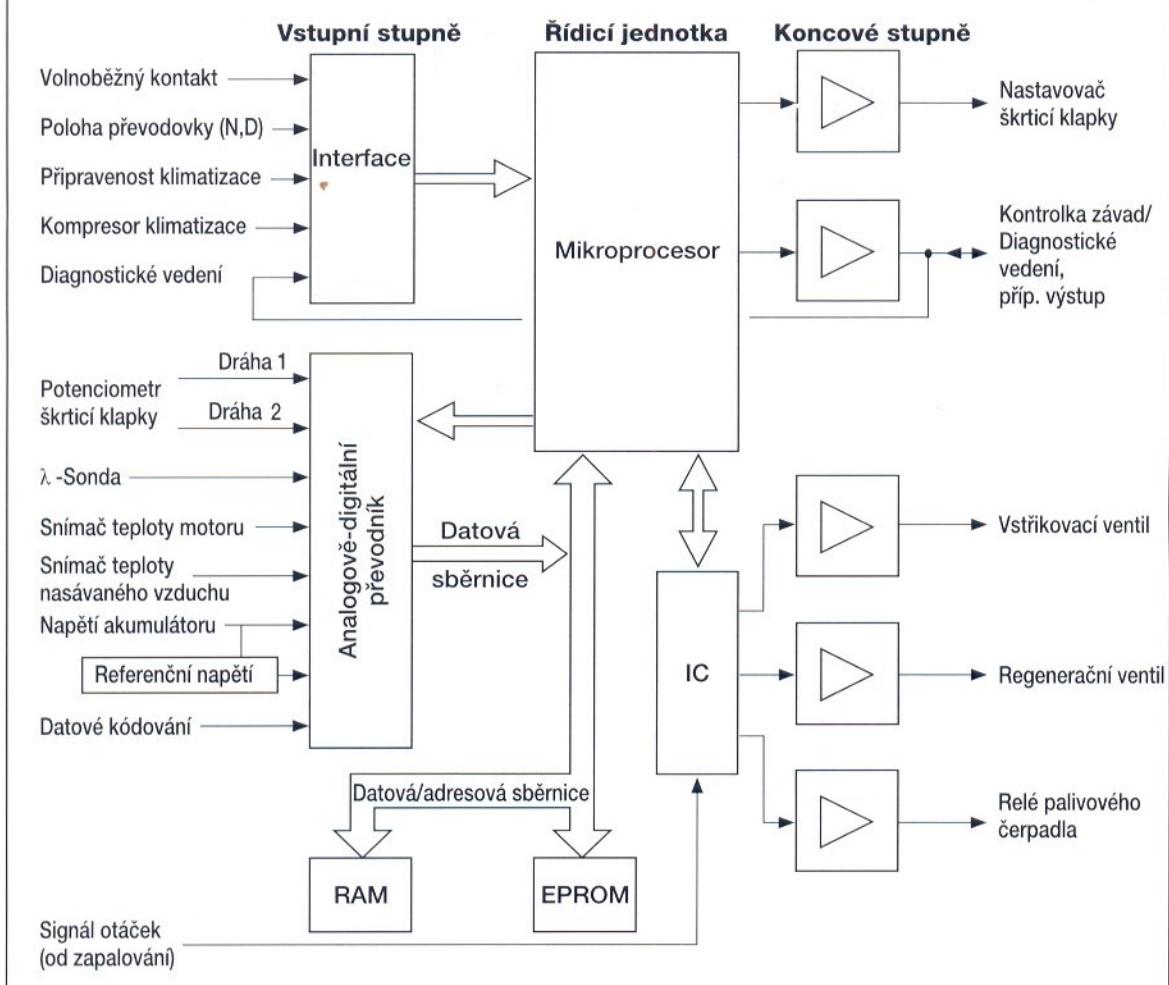
Spojité analogové signály, jako jsou obě napětí potenciometru škrticí klapky, napětí lambda sondy, signál teploty motoru, signál teploty nasávaného vzduchu, napájecí napětí (napětí akumulátoru) a v řídicí jednotce vytvořený referenční signál jsou v analogově-digitálních převodnících převáděny na datová slova a načítány mikroprocesorem přes datovou sběrnici. Analogově-digitální vstup je použit proto, aby mohly být podle vstupního napětí zvoleny různé, v paměti EPROM uložené datové věty (kódování variant). Otáčkový signál ze zapalování je oproti tomu zpracováván v integrovaném spínacím obvodě (IC) a pak přiváděn do mikroprocesoru. Otáčkový signál je navíc použit k ovládání relé palivového čerpadla přímo přes koncový stupeň.

**Mikroprocesor**

Jádrem elektronické řídicí jednotky je mikroprocesor (obr. 19). Mikroprocesor je spojen přes datovou adresovou sběrnici s programovatelnou pamětí (EPROM) a přepisovatelnou pamětí (RAM). Programovatelná paměť obsahuje programové kódy, jakož i data parametrů funkcí. Přepisovatelná paměť slouží zejména k ukládání adaptačních hodnot (adaptace: samoučící se přizpůsobení na měnící se podmínky). Aby nedošlo při vypnutí motoru ke ztrátě adaptačních hodnot, je tento paměťový prvek neustále spojen s akumulátorem vozidla.

Základní stabilní taktovací frekvenci pro výpočetní operace dodává křemíkový oscilátor s frekvencí 6 MHz. Spínané signály jsou do mikroprocesoru přiváděny přes signálový interface, který přizpůsobí velikost a tvar impulzů

**Obrázek 19: Blokové schéma řídicí jednotky Mono-Jetronic**



tak, aby je mohl mikroprocesor zpracovat. K tému spínaným signálům patří stav volnoběžného kontaktu, diagnostické vedení, u automatické převodovky poloha volící páky (neutrál, Drive) a u vozidel s klimatizací signál o zapnutí klimatizace (připravenost klimatizace) a stav (sepnutí/rozepnutí) spojky kompresoru klimatizace.

### Koncové stupně

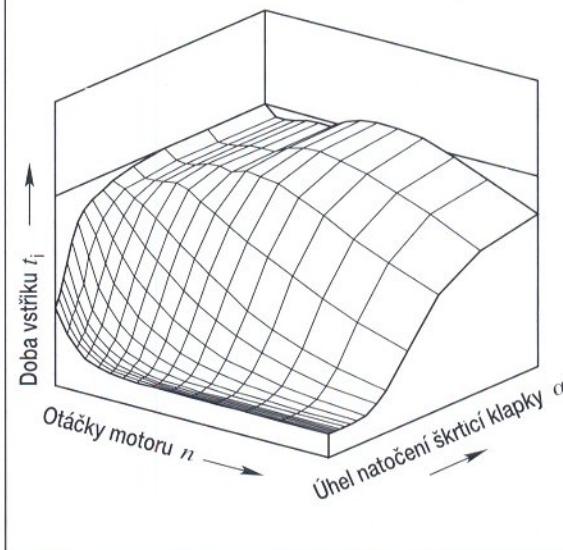
Přes různé koncové stupně jsou ovládány vstřikovací ventil, nastavovač škrticí klapky, regenerační ventil nádobky s aktivním uhlím a relé palivo-vého čerpadla. Pokud je vozidlo vybaveno "kontrolkou závad", pak při zjištěné závadě na snímači nebo akčním členu je ovládána z řídicí jednotky a upozorní tak řidiče. Výstup na kontrolku je použit zároveň jako diagnostické vedení pro výstup diagnostických dat.

### Pole charakteristik lambda

Přesné přizpůsobení poměru vzduchu s palivem v každém stacionárním provozním bodě zahřátého motoru se uskutečňuje pomocí pole charakteristik lambda, které je uloženo v řídicí jednotce. Pole charakteristik je získáno experimentálně na motorové zkušebně. Při takové koncepci řízení motoru s regulací lambda jako u systému Mono-Jetronic jsou pro každý typ motoru stanoveny takové specifické doby vstřiku, které při každém provozním stavu (volnoběh, částečné zatížení, plné zatížení) poskytují ideální (stechiometrickou) směs vzduchu s palivem.

Pole charakteristik lambda obsahuje u systému Mono-Jetronic 225 pracovních bodů, kterým je přiřazeno právě 15 opěrných bodů vstupních veličin "úhel natočení škrticí klapky  $\alpha$ " a "otáčky  $n$ ". Vlivem silné nonlinearity  $\alpha/n$ -pole charakteristik, a z toho vyplývajícího požadavku na vysokou rozlišovací přesnost při volnoběhu a ve spodní oblasti částečného zatížení, jsou uspořádány opěrné body právě v této oblasti pole charakteristik v užším rozestupu (obr.

**Obrázek 20: Pole charakteristik lambda**  
Doba vstřiku v závislosti na otáčkách motoru a úhlu natočení škrticí klapky.



20). Pracovní body, které leží mezi těmito opěrnými body jsou odvozeny řídicí jednotkou pomocí lineární interpolace.

Protože je pole charakteristik stanoveno pro normální provozní a běžný teplotní rozsah motoru, jsou při odchylkách teplot motoru popř. při speciálních pracovních režimech potřebné přídavné korektury, získané ze základních dob vstřiku z pole charakteristik lambda.

Pokud řídicí jednotka pomocí signálů z lambda sondy registruje odchyly od  $\lambda = 1$  a musí po delší době korigovat základní dobu vstřiku, jsou prostřednictvím samoadaptace zjištěny a uloženy do paměti korekční veličiny složení směsi. Tyto veličiny jsou od tohoto okamžiku účinné v celém poli charakteristik a jsou neustále aktualizovány. Tak lze stále vyrovnat individuální tolerance jakož i pozvolné změny charakteristik motoru a vstřikovací jednotky.

### Vstřikování paliva

Vstřikování paliva musí být schopno dodávat motoru jak nejmenší množství paliva (např. při volnoběhu, nebo při provozu bez zatížení), tak i maximální potřebné množství paliva (např. při plném výkonu). Za těchto podmínek musí

ležet pracovní body v lineárním rozsahu charakteristiky vstřikovacího ventilu (obr. 21).

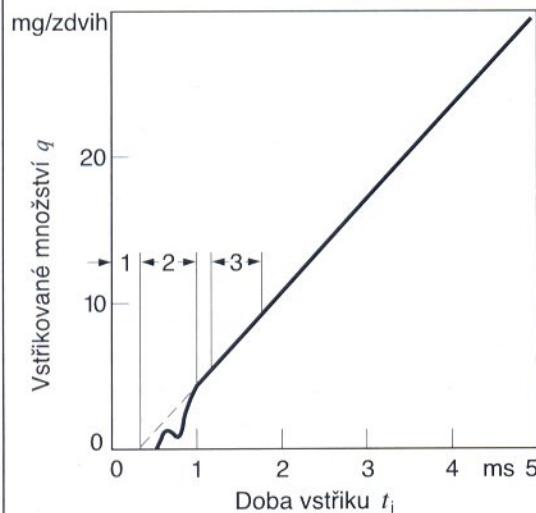
Jeden ze zvláště důležitých úkolů systému Mono-Jetronic je rovnoměrné rozdělení směsi vzduchu s palivem do všech válců. Kromě tvaru sacího potrubí závisí rovnoměrnost rozdělení na poloze popř. umístění a kvalitě vstřikovacího ventilu. Poloha vstřikovacího ventilu ve vstřikovací jednotce Mono-Jetronic byla optimalizována při základním výzkumu. Přizpůsobení polohy vstřikovacího ventilu ve vstřikovací jednotce jednotlivým motorům proto není zapotřebí.

Vstřikovací ventil je umístěn v horní části vstřikovací jednotky v aerodynamickém tělesu, jež je ukotveno přídřžným ramenem centrálně ve vstupu vzduchu.

Tato poloha nad škrticí klapkou umožňuje velmi intenzívní promíchání paliva s okolo proudícím vzduchem. K tomu je palivo jemně ve formě kuželového prsku rozprášeno do místa největší rychlosti vzduchu mezi škrticí klapkou a její těleso.

**Obrázek 21: Charakteristika vstřikovacího ventilu**

Při otáčkách  $900 \text{ min}^{-1}$  (odpovídá posloupnosti vstřikovacích impulzů asi 33 ms). 1 časové zpoždění ventilu závislé na napětí, 2 oblast nelineárního průběhu charakteristiky, oblast vstřikování při volnoběhu příp. při nulovém zatížení.



Těsnicí kroužky utěšňují hydraulický obvod vstřikovacího ventilu. Polokulovitá čepička, uzavírající nahoře těleso vstřikovacího ventilu, obsahuje elektrický konektor.

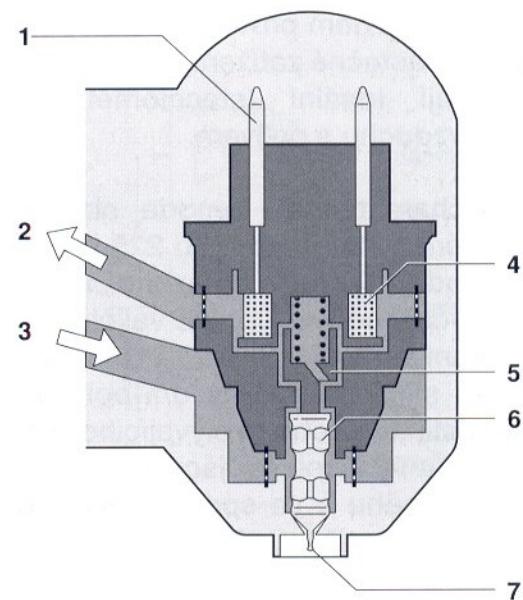
### Vstřikovací ventil

Vstřikovací ventil (obr. 22) se skládá z tělesa ventilu a ventilové skupiny. Těleso ventilu obsahuje cívku elektromagnetu a elektrické připojení. Ventilová skupina zahrnuje tělo ventilu, v něm vedenou jehlu ventilu a na ní dosedající magnetickou kotvu.

V klidovém stavu (bez protékajícího proudu) tlačí šroubová pružina podpůrovaná systémovým tlakem paliva jehlu ventilu do jejího sedla. Při vybuzení cívky elektromagnetu (přivedením proudu) se jehla nadzvedne asi o 0,06 mm (podle provedení ventilu) ze svého sedla a palivo může proudit přes kruhovou štěrbinu ven z trysky. Na špičce jehly ventilu vyčnívá z těla ventilu rozstřikovací čep. Tvar tohoto čepu zajišťuje velmi dobré rozprášení paliva.

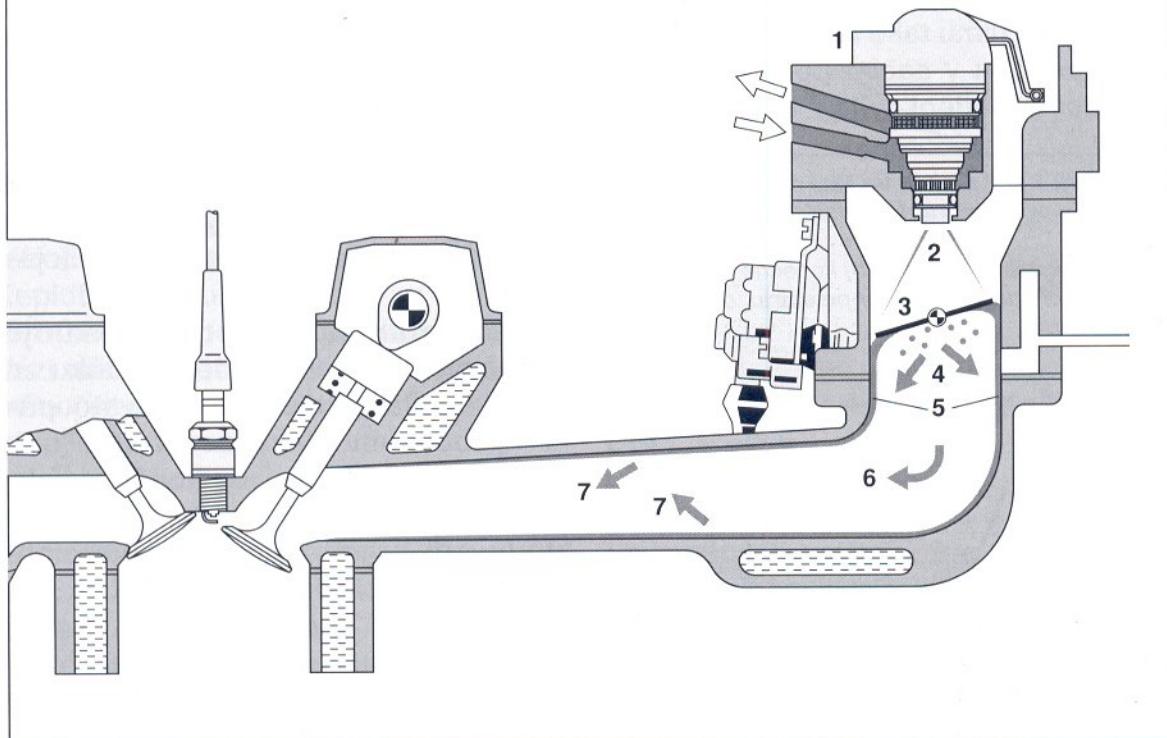
**Obrázek 22: Vstřikovací ventil**

1 elektrický přípoj, 2 odvod paliva, 3 přívod paliva, 4 cívka elektromagnetu, 6 jehla ventilu, 7 rozstřikovací čep.



Obrázek 23: Kondenzace paliva u studeného motoru

1 vstřikovací ventil, 2 odměřené množství paliva, 3 škrticí klapka, 4 kondenzované palivo, 5 palivový film na stěnách sacího potrubí (přehnaně znázorněno), 6 proudící palivo, 7 odpařování paliva ze stěn sacího potrubí.



Velikost mezery mezi rozstřikovacím čepem a otvorem v tělese ventilu určuje "statické množství" ventilu, tzn. maximální průtok paliva při trvale otevřeném ventilu. "Dynamické množství" je při časově přerušovaném vstřikování paliva navíc závislé na ventilové pružině, hmotnosti jehly ventilu, magnetickém obvodu a koncovém stupni řídicí jednotky. Z důvodu konstantního systémového tlaku paliva je množství vstřikovaného paliva závislé pouze na délce otevření ventilu (době vstřiku).

Kvůli vysoké frekvenci vstřikování - s každým zapalovacím impulzem je vyvolán jeden vstřikovací impulz - musí vstřikovací ventil vykazovat velmi krátke doby sepnutí. Nízká hmotnost kotvy a jehly ventilu jakož i pečlivá optimalizace magnetického obvodu umožňuje otvírací a zavírací časy ventilu ležící pod jednou milisekundou. Tím je zajištěno přesné odměřování paliva i při požadavku nejmenšího množství vstřikovaného paliva.

### Přizpůsobení směsi

#### Startování

Nepříznivé odpařovací podmínky pro vstřikované palivo jsou při studeném startu motoru způsobeny:

- studeným nasávaným vzduchem,
- studenými stěnami sacího potrubí,
- vysokým tlakem v sacím potrubí,
- nízkou rychlosí proudění vzduchu v sacím potrubí a
- studenými spalovacími prostory a stěnami válců.

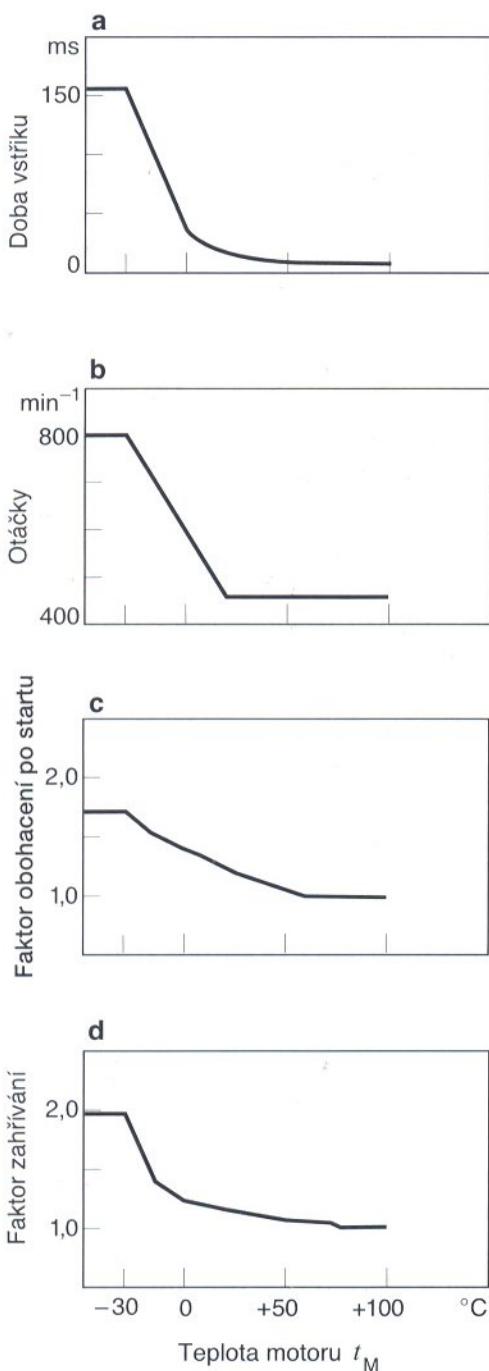
Tyto odpařovací podmínky mají za následek, že část odměřeného paliva zkondenzuje na studených stěnách sacího potrubí ve formě palivového filmu (obr. 23).

Aby bylo válcům motoru rychle dodáno celé odměřené množství paliva, tedy i to, které ve formě filmu zkondenzuje na stěnách sacího potrubí, musí být v průběhu startu odměřeno větší množství paliva, než odpovídá množství nasátého vzduchu. Protože množství konden-

zace paliva závisí hlavně na teplotě sacího potrubí, jsou doby vstřiku použité při startu odvozeny řídicí jednotkou od teploty motoru (obr. 24a). Kromě teploty stěn sacího potrubí závisí vytváření palivového filmu také na rychlosti proudu vzdachu v sacím potrubí. Čím je rychlosť proudu větší, tím menší je

**Obrázek 24: Korekce ve fázi startování, po startu a při zahřívání, závislé na teplotě motoru**

a) doba vstřiku při startu, b) konečné startovací otáčky, c) faktor po startu, d) faktor zahřívání.



množství paliva zkondenzovaného na stěnách sacího potrubí. Proto je doba vstřiku se stoupajícími startovacími otáčkami zkracována (obr. 25a).

Pro docílení velmi krátkých startovacích časů musí být velmi rychle dodáno optimální množství paliva, i to, které zkondenuje na stěnách sacího potrubí, což znamená hodně paliva vstříknutého za krátkou dobu. Je ale třeba učinit preventivní opatření, aby motor nedostal příliš mnoho paliva a nedošlo k jeho "ulití".

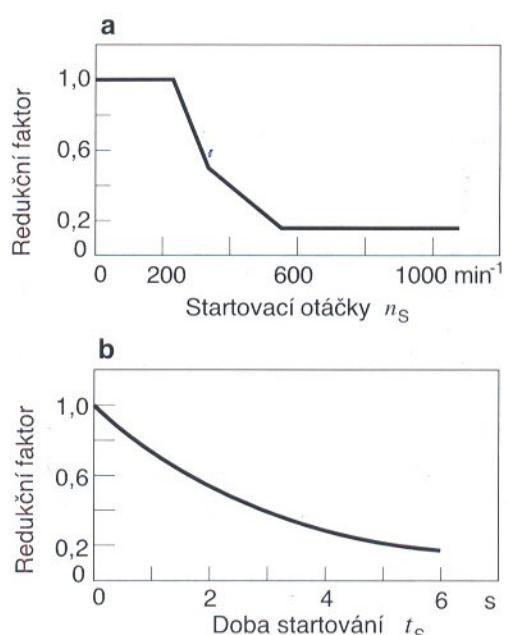
Těchto protichůdných požadavků je dosaženo tak, že jsou doby vstřiku ze začátku správně dlouhé, ale se stoupající dobou startování se snižují (obr. 25b). Fáze startování je ukončena, jakmile jsou překročeny tzv. "konečné startovací otáčky" závislé na teplotě motoru (obr. 24b)

#### Fáze po startu a zahřívání

Po opuštění startovacího módu je vstříkovací ventil - v závislosti na poloze škrticí klapky a hodnotě otáček motoru - řízen dobami vstřiku uloženými v poli charakteristik lambda. V době od právě

**Obrázek 25: Doba vstřiku při startu**

a) Otáčkově závislá redukce, b) časově závislá redukce.



ukončené pracovní fáze studeného startu do dosažení pracovní teploty motoru je kvůli kondenzaci paliva v ještě studených spalovacích prostorech a na stěnách válců nutné obohacení směsi.

Bezprostředně po úspěšném startu trvá krátkodobě požadavek na opravdu vysoké množství paliva. Během této krátké doby je zapotřebí ještě jedno obohacení směsi, které je závislé na teplotě motoru.

Pro simulaci potřeby paliva motoru ve fázi mezi úspěšným startem a dosažením provozní teploty jsou k dispozici dvě funkce:

Obohacení po startu je závislé na teplotě motoru a je uloženo jako korekční faktor. Tímto "faktorem obohacení po startu" jsou korigovány doby vstřiku, které jsou vypočítány z pole charakteristik lambda. Snižování faktoru obohacení po startu na hodnotu 1 probíhá v závislosti na čase (obr. 24c).

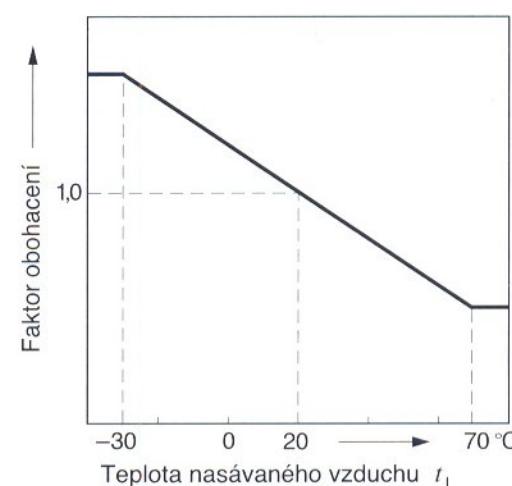
Obohacení při zahřívání je rovněž uloženo jako korekční faktor v závislosti na teplotě motoru. Snižování tohoto faktoru na hodnotu 1 probíhá výhradně v závislosti na teplotě motoru (obr. 24d).

Obě funkce působí současně, to znamená že jsou doby vstřiku odvozené z pole charakteristik lambda přizpůsobovány jak faktorem obohacení po startu, tak faktorem zahřívání.

#### Korekce směsi v závislosti na teplotě nasávaného vzduchu

Hmotnost vzduchu rozhodující pro spalování je závislá na teplotě nasávaného vzduchu. Studený vzduch má větší hustotu než vzduch teplý. To znamená, že se při stejné poloze škrticí klapky se stoupající teplotou vzduchu snižuje naplnění válců. Vstřikovací jednotka Mono-Jetronic je proto opatřena teplotním snímačem, který teplotu nasávaného vzduchu hlásí řídicí jednotce. Řídicí jednotka pak koriguje dobu vstřiku a tím i množství vstřikovaného paliva přes obohacovací faktor, jehož velikost je závislá na teplotě nasávaného vzduchu (obr. 26)

**Obrázek 26: Faktor obohacení v závislosti na teplotě nasávaného vzduchu**



#### Přechodová kompenzace

Při změnách zatížení, které jsou vyvolány pohybem škrticí klapky, vzniká požadavek na dynamické korekce směsi, který je zajištěn přechodovou kompenzací. Aby bylo dosaženo optimálních jízdních a emisních vlastností, musí být u centrálního vstřikovacího systému přechodová kompenzace realizována velmi náročnými funkcemi. Ty jsou nutné, protože je směs u centrálního vstřikování rozdělována prostřednictvím sacího potrubí a přitom musí být v přechodových stavech při transportu paliva zohledněna tři různá skupenství:

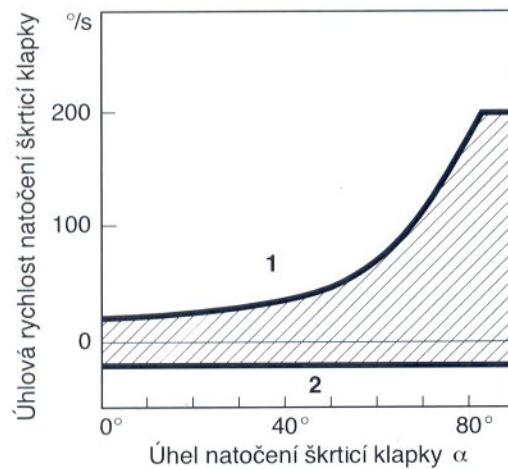
- Benzínové páry, které vznikají ve vstřikovací jednotce nebo sacím potrubí, nebo se tvoří vypařováním kapalného filmu paliva ze stěn sacího potrubí. Tyto benzínové páry se pohybují velice rychle, rychlosťí nasávaného proudu.
- Kapičky paliva, které jsou transportovány různou rychlosťí, ale nejčastěji rychlosťí proudu vzduchu. Kapičky částečně ulpívají na stěnách sacího potrubí a přispívají tak k tvorbě kapalného filmu paliva.
- Kapalné palivo, které je ve formě palivového filmu na stěnách sacího potrubí transportováno sníženou rychlosťí ke spalovacímu prostoru. Tato část paliva je ke spálení dopravena s časovým zpožděním.

Při nízkém tlaku v sacím potrubí, tzn. při volnoběhu a ve spodní oblasti částečného zatížení, je palivo v sacím potrubí téměř výhradně v plynné formě a téměř vůbec se nevyskytuje ve formě kapalného filmu. Podíl paliva ve formě filmu se zvětšuje se zvyšujícím se tlakem v sacím potrubí, tzn. s otevírající se škrticí klapkou popř. se snižujícími se otáčkami.

To má za následek, že při pohybu škrticí klapky není během doby přechodu vyrovnaná bilance mezi přiváděným a odváděným palivem do popř. z palivového filmu. Přírůstek množství paliva v palivovém filmu, vzniklý při otevírání škrticí klapky by tak, bez kompenzace ve formě obohacení při akceleraci, vedl k ochuzení nasáté směsi. Při zavírání škrticí klapky je naopak palivový film odbouráván, což by bez kompenzace ve formě ochuzení vedlo naopak k obohacení směsi ve válcích. Vedle sklonu k odpařování paliva v závislosti na tlaku v sacím potrubí mají rovněž velký význam teplotní poměry. U ještě studeného sacího potrubí nebo při nízké teplotě nasávaného vzduchu se proto tvorba paliva ve formě kapalného filmu ještě dále dodatečně zvětšuje.

**Obrázek 27: Prahové hodnoty pro přechodovou kompenzaci**

1 obohacení při akceleraci, 2 ochuzení při deceleraci.



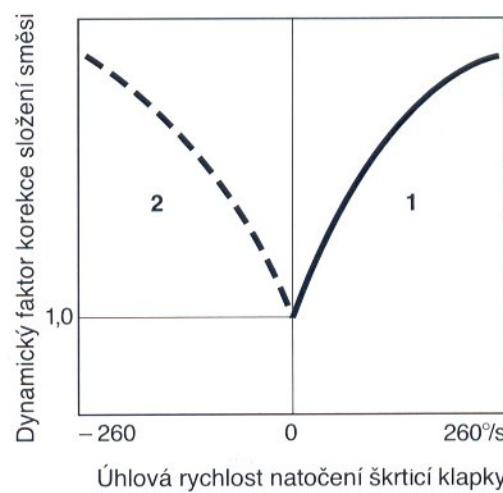
U systému Mono-Jetronic jsou tyto dynamické efekty při dopravě směsi zohledněny komplexními naprogramovanými funkcemi. Tím je v přechodových režimech zajišťován poměr vzduchu s palivem v co největší blízkosti  $\lambda = 1$ . Funkce obohacení při akceleraci a ochuzení při deceleraci jsou závislé na úhlu natočení škrticí klapky, otáčkách motoru, teplotě nasávaného vzduchu, teplotě motoru a úhlové rychlosti škrticí klapky.

Ochuzení při deceleraci a obohacení při akceleraci je aktivováno, pokud úhlová rychlosť škrticí klapky překročí příslušnou prahovou hodnotu. Prahová hodnota pro obohacení při akceleraci je uložena ve formě charakteristiky jako funkce úhlu otevření škrticí klapky. Pro ochuzení při deceleraci existuje konstantní prahová hodnota (obr. 27).

V závislosti na úhlové rychlosti škrticí klapky je pro obohacení při akceleraci použit dynamický obohacovací faktor a pro ochuzení při deceleraci dynamický ochuzovací faktor. Tyto dynamické faktory korekce složení směsi jsou ve formě charakteristik uloženy v řídicí jednotce (obr. 28).

**Obrázek 28: Dynamický faktor korekce složení směsi při přechodové kompenzaci**

1 obohacení při akceleraci, 2 ochuzení při deceleraci.



Aby se snížila tvorba palivového filmu, je sací potrubí vyhříváno chladicí kapalinou motoru. Přídavně je pro zlepšení přípravy směsi nasávaný vzduch ohříván přes předehřívací zařízení. Pro zohlednění těchto vlivů slouží korekční charakteristiky, pomocí kterých jsou ovlivňovány dynamické korekční faktory závislé na teplotě motoru a teplotě nasávaného vzduchu (obr. 30 a 31).

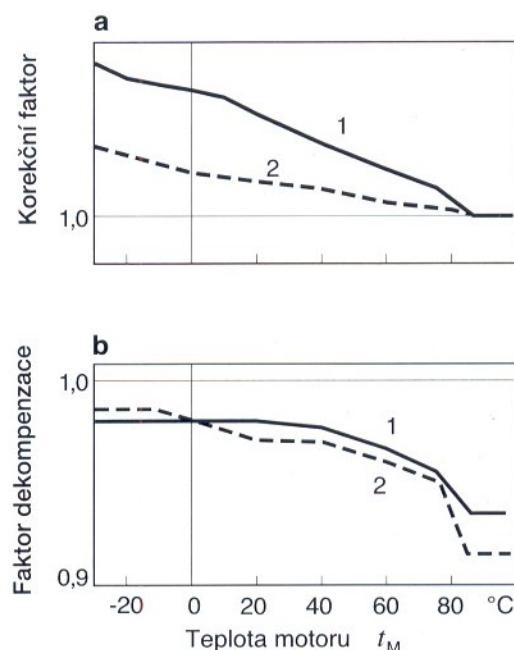
Pro zohlednění velikosti palivového filmu, závislého na tlaku v sacím potrubí, je v řídicí jednotce v závislosti na úhlu natočení škrticí klapky a otáčkách motoru uloženo pole charakteristik s přídavně korekčními faktory (obr. 29).

Podkročí-li úhlová rychlosť škrticí klapky jednu z prahových hodnot nebo se kvůli vstupním hodnotám vypočítá silně klesající korekční faktor složení směsi, je použit naposledy účinný dynamický korekční faktor obohacení směsi při akceleraci a ochuzení při deceleraci, v časovém rastru zapalovacího impulzu spolu s faktorem dekompenzace závislým na teplotě motoru, menším než 1. Faktory dekompenzace pro obohacení při akceleraci a ochuzení při deceleraci jsou dány charakteristikou (obr. 30b).

Takto získaná přechodová kompenzace působí jako tzv. společný přechodový faktor doby vstřiku.

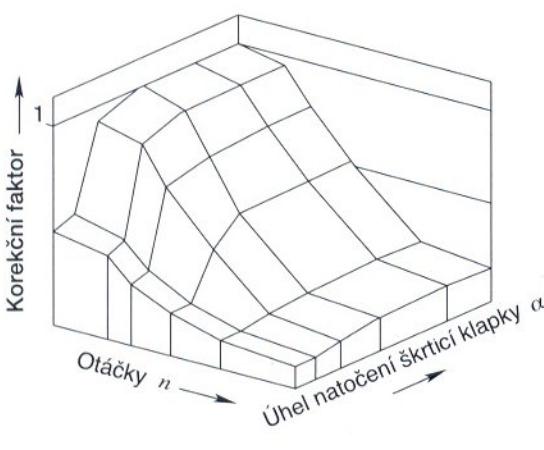
Protože změny zatížení v poměru ke vstřikovacímu rytmu mohou nastávat velmi rychle, je kromě toho možné vytváření přídavných vstřikovacích impulzů, tzv. mezivstříků.

**Obrázek 30: Na teplotu motoru vztažené faktory pro přechodovou kompenzaci**  
a) korekční faktor, b) faktor dekompenzace,  
1 obohacení při akceleraci, 2 ochuzení při deceleraci.

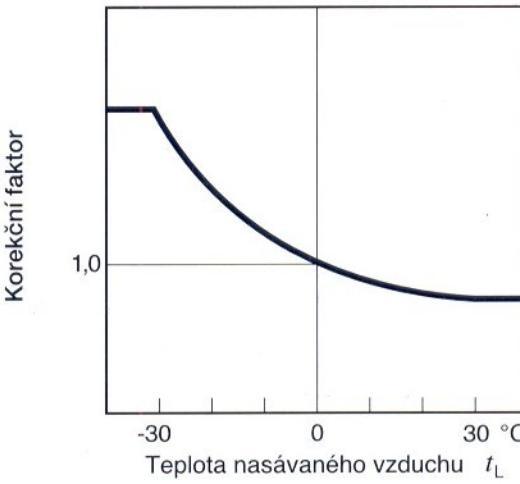


**Obrázek 29: Pole charakteristik pro přechodovou kompenzaci**

Korekční faktor v závislosti na otáčkách a úhlu natočení škrticí klapky.



**Obrázek 31: Na teplotu nasávaného vzduchu vztažený korekční faktor pro přechodovou kompenzaci**



## Lambda regulace

Lambda regulace reguluje poměr vzduchu a paliva přesně na hodnotu  $\lambda = 1$ . Přitom lambda sonda umístěná ve výfukových plynech dodává trvale signál, z něhož řídící jednotka zjišťuje okamžitý stav spálené směsi vzduchu s palivem a podle potřeby prodlužuje nebo zkracuje dobu vstřiku.

Lambda regulace překrývá základní řízení systému tvorby směsi. Stará se o to, aby byl systém optimálně přizpůsoben třícestnému katalyzátoru (obr. 32).

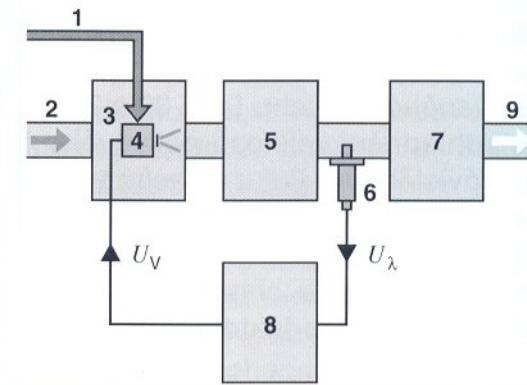
### Regulační obvod lambda

Regulační obvod vytvořený pomocí lambda sondy rozpoznává a koriguje odchylky od stechiometrického poměru směsi vzduchu s palivem. Regulační princip je založen na měření zbytkového množství kyslíku ve výfukových plynech prostřednictvím lambda sondy. Zbytkové množství kyslíku je mírou složení směsi vzduchu s palivem přiváděné do motoru. Lambda sonda jako měřicí senzor ve výfukovém potrubí přináší informace o tom, zda je směs bohatší nebo chudší než  $\lambda = 1$ . Při odchylce od této hodnoty se na lambda sondě objeví napěťový skok, který je vyhodnocen regulačním obvodem. Vysoké napětí na lambda sondě (asi 800 mV) znamená bohatší, nižší napětí (asi 200 mV) znamená chudší směs než  $\lambda = 1$ . Na obrázku 33 je znázorněn průběh napětí signálu na lambda sondě v závislosti na čase. Při přechodu z bohaté na chudou popř. z chudé na bohatou směs je aktivována lambda regulace.

Lambda korekční faktor ovlivňuje ovládací časy vstřikovacího ventilu. Při hodnotách vyšších než 1,0 (nízké napětí na lambda sondě) následuje zvětšení doby vstřiku, při hodnotách nižších než 1,0 (vysoké napětí na lambda sondě) následuje zmenšení doby vstřiku. Při napěťovém skoku lambda sondy je složení směsi nejprve rychle změněno o určitou hodnotu, aby bylo dosaženo co nejrychlejší korekce složení směsi. Následuje akční veličina naprogramované

Obrázek 32: Regulační obvod lambda

1 palivo, 2 vzduch, 3 vstřikovací jednotka, 4 vstřikovací ventil, 5 motor, 6 lambda sonda, 7 katalyzátor, 8 řídící jednotka s lambda regulací, 9 výfukové plyny.  
 $U_\lambda$  napětí lambda sondy,  $U_V$  řídící impulzy vstřikovacího ventilu.



přizpůsobovací funkce, do doby než přijde nový napěťový skok od lambda sondy. Směs vzduchu s palivem přitom neustále mění své složení ve velmi úzkém rozsahu kolem  $\lambda = 1$  ve směru "bohatá" popř. "chudá". Kdyby bylo možné přizpůsobit pole charakteristik lambda ideálně na hodnotu  $\lambda = 1$ , pak by akční veličina pro lambda regulátor (korekční faktor lambda) trvale regulovala kolem neutrální hodnoty 1,0.

Protože toto není kvůli nevyhnutelným tolerancím možné, zjišťuje regulace lambda odchylky od ideální hodnoty a reguluje každý bod pole charakteristik na  $\lambda = 1$ . Tímto způsobem je palivo dávkováno tak přesně, že je při všech provozních stavech zaručeno optimální složení směsi vzduchu s palivem. Tolerance a změny na motoru přitom nehrají žádnou roli. Toto neustálé nastavování směsi bez zpoždění na  $\lambda = 1$  je předpokladem pro to, aby katalyzátor mohl zpracovat škodliviny ve výfukových plynech s vysokou účinností. Lambda sonda je schopna poskytovat vyhodnotitelný signál až při teplotách od 350 °C. Před dosažením této teploty je od lambda regulace upuštěno.

## Adaptace směsi

Adaptace směsi umožňuje samostatné, individuální jemné přizpůsobení směsi na příslušný motor. Tím je vliv hustoty vzduchu na složení směsi spolehlivě kompenzován. Cílem adaptace směsi je zohledňovat vlivy tolerancí nebo změn na motoru a komponentech vstřikování způsobených jejich stárnutím. To jsou v podstatě tři efekty:

- Vlivy, které jsou vyvolány hlavně změnami hustoty vzduchu při jízdách v různých nadmořských výškách ("průtok vzduchu - multiplikativní lив").
- Vlivy, které jsou podmíněny zejména změnami vzduchových netěsností. Tyto změny jsou způsobeny např. dodatečnými netěsnostmi na škrticí klapce ve směru toku proudu vzduchu, zapříčiněnými nečistotami ("průtok vzduchu - aditivní lив").
- Vlivy způsobené individuálními rozptyly ve zpoždění vstřikovacího ventilu ("doba vstřiku - aditivní liv").

Protože existují rozsahy polí charakteristik, ve kterých tyto vlivy velmi silně působí, je pole charakteristik rozděleno do tří oblastí adaptace směsi:

- Změny hustoty vzduchu jsou v celém poli charakteristik rovnoměrně účin-

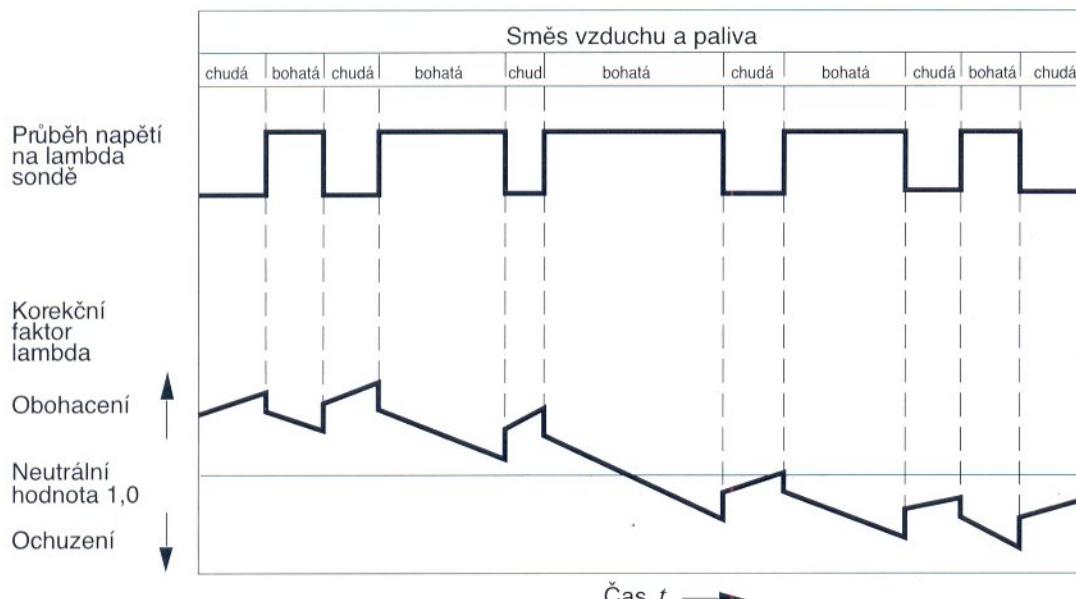
né. Rozsah adaptace směsi pro adaptační proměnnou, která zohledňuje hustotu vzduchu ("průtok vzduchu - multiplikativní hodnota"), zahrnuje proto celé pole charakteristik.

- Změny ve vzduchových netěsnostech jsou zřetelné zejména při malém průtoku vzduchu (např. v blízkosti volnoběhu). Ve druhé oblasti je proto zprostředkována přídavná adaptační hodnota ("průtok vzduchu - aditivní hodnota").
- Změny v množství vstřikovaného paliva na vstřikovací impulz mají velký vliv při nízké vstřikovací frekvenci, proto je ve třetí oblasti určena další adaptační hodnota ("doba vstřiku - aditivní hodnota")

Výpočet "adaptačních proměnných směsi" probíhá následujícím způsobem:

Již známá hodnota korekčního faktoru lambda regulace je při výskytu chyby ve složení směsi tak dlouho měněna, až je dosaženo hodnoty součinitele přebytku vzduchu  $\lambda = 1$ . Přitom je vyhodnocena odchylka korekčního faktoru lambda regulace od neutrální hodnoty. Pro adaptaci směsi jsou tyto hodnoty korekčního faktoru lambda regulace po každém signálovém skoku vyhodno-

Obrázek 33: Průběh napětí signálu lambda sondy



ny a přičteny váženým faktorem k oblastně závislé adaptační proměnné. Tím se adaptační proměnná stupňovitě mění a výška tohoto stupně je úměrná právě účinné korekční hodnotě lambda regulace. S každým krokem je tím kompenzována přídavná poměrná část nutné korekce složení směsi (obr. 34).

Kroky následují, v závislosti na aktuálním zatížení a otáčkách motoru, v časovém rastru mezi 1 s a několika 100 ms. Adaptační proměnné jsou tak rychle aktualizovány, že vlivy tolerancí a nulových bodů na emisní a jízdní poměry jsou plně kompenzovány.

### Regulace volnoběžných otáček

Regulací volnoběžných otáček lze volnoběžné otáčky snížit a stabilizovat; regulace se stará o konstantní volnoběžné otáčky po celou dobu životnosti motoru. Systém Mono-Jetronic je bezúdržbový, protože ve volnoběhu není třeba nastavovat ani otáčky ani složení směsi. Při této regulaci volnoběžných otáček je nastavovač škrticí klapky, který otevírá škrticí klapku přes páku, ovládán tak, aby udržoval volnoběžné otáčky ve všech pracovních podmínkách (např. zatížená palubní síť, zapnutá klimatizace, zařazený jízdní stupeň automatické převodovky, posilovač ří-

zení v plném záběru apod.) při zahrátém i studeném motoru na předem zadané hodnotě. To platí i při jízdě ve vysokokohorských polohách, kde vlivem klesající hustoty vzduchu je nutný větší úhel otevření škrticí klapky.

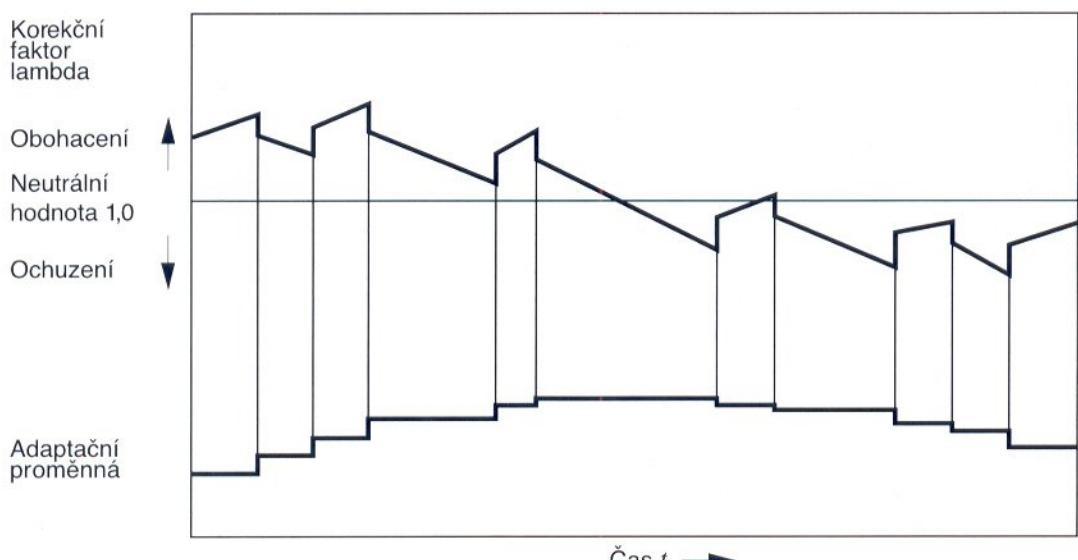
S pomocí regulace volnoběžných otáček se dají volnoběžné otáčky přizpůsobit provoznímu stavu motoru. Ve většině případů jsou nastaveny nižší volnoběžné otáčky což ozhodujícím způsobem přispívá ke snižování spotřeby paliva a emisí škodlivin.

V řídicí jednotce jsou uloženy dvě charakteristiky pro volnoběžné otáčky, závislé na teplotě motoru (obr. 35a):

- Charakteristika 1 pro vozidla s automatickou převodovkou se zařazeným jízdním stupněm (Drive).
- Charakteristika 2 pro vozidla s ručně řazenou převodovkou popř. pro vozidla s automatickou převodovkou s nezařazeným rychlostním stupněm (neutrál).

Pro zmenšení sklonu k pojízdění u vozidel s automatickou převodovkou dochází většinou při zařazení rychlostního stupně ke snížení volnoběžných otáček. Při zapnuté klimatizaci (pohovostní stav) jsou volnoběžné otáčky většinou poněkud zvýšeny na dopředu zadané nejnižší otáčky, při kterých je

Obrázek 34: Cyklické střídání mezi adaptací směsi a adaptací faktoru zatížení



dosaženo dostatečného chladicího výkonu (charakteristika 3). Aby nedocházelo k zakolísání otáček při sepnutí spojky kompresoru klimatizace jsou udržovány zvýšené otáčky ještě při nesepnuté spojce kompresoru klimatizace.

Z difference mezi skutečnými a požadovanými (npož) otáčkami motoru vypočítává regulátor otáček odpovídající korekci nastavení polohy škrticí klapky. Ovládání nastavovače škrticí klapky probíhá při sepnutém volnoběžném kontaktu pomocí regulátoru polohy. Ten určuje ovládací signál pro nastavovač škrticí klapky vytvářením difference z vypočítané polohy škrticí klapky a aktuální polohy zjištěné přes potenciometr škrticí klapky.

Aby se zamezilo propadu otáček v přechodových režimech např. při přechodu z decelerace do volnoběhu, nesmí být nastavovač škrticí klapky příliš uzavřen. Toho je dosaženo předřazenou charakteristikou, která elektronicky omezuje rozsah pohybu nastavovače škrticí klapky. V řídící jednotce je proto uloženo po jedné teplotně závislé předřazené charakteristice škrticí klapky pro polohy "Drive" a "neutrál" (obr. 35b).

Přidavně působí různé předřazené korekce při sepnuté klimatizaci, v závislosti na tom, zda je spojka kompresoru klimatizace sepnutá či ne. Aby předřazená řízení byla pořád na aktuálních hodnotách, jsou předřazené hodnoty dodatečně adaptovány a sice pro všechny vyskytující se kombinace ze všech vstupních signálů "poloha převodovky" (Drive/neutrál), "připravenost klimatizace" (ano/ne) a "kompressor klimatizace zapnut" (ano/ne). Cílem tohoto přizpůsobení je zvolit celkovou předřazenou hodnotu tak, aby byla při volnoběhu vždy v daném odstupu od aktuálního úhlu natočení škrticí klapky.

Aby při jízdě ve vyšších polohách byla účinná správná korekce předřazených hodnot už v první volnoběžné fázi, je prováděna přidavně předřazená korekta závislá na hustotě vzduchu. Mož-

nost ovládání nastavovače škrticí klapky také mimo oblast volnoběžných otáček (když řidič nesešlapává pedál plynu), je přídavně použita k funkci omezující podtlak v sacím potrubí. Tato funkce otevře při deceleraci přes charakteristiku závislou na otáčkách motoru (obr. 35c) škrticí klapku tak, aby bylo zabráněno provozním stavům s velmi malým plněním válců (nedokonalé spalování).

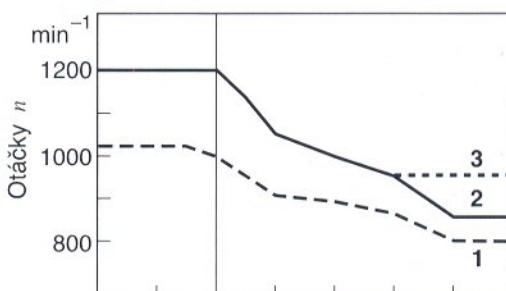
Obrázek 35: Regulace volnoběžných otáček

- a) požadované otáčky
- b) předřazené řízení škrticí klapky
- c) omezení podtlaku

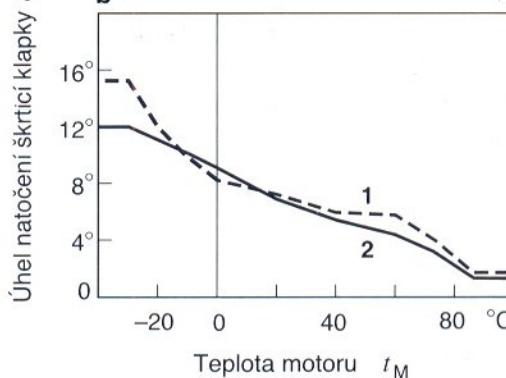
1 Drive, 2 neutrál, 3 připravenost klimatizace

✓ předřazené řízení škrticí klapky

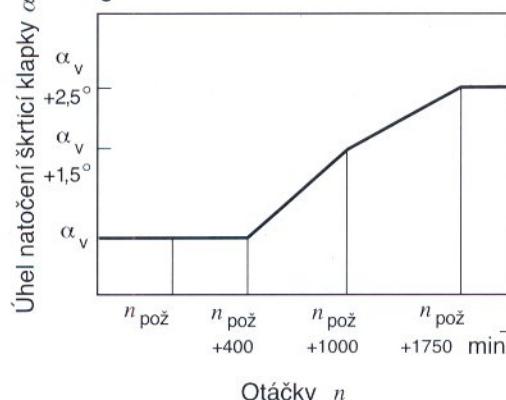
a



b



c



### Nastavovač škrticí klapky

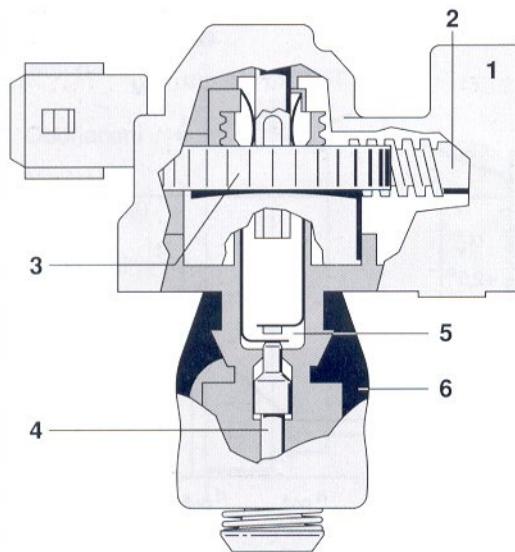
Nastavovač škrticí klapky působí přes ovládací čep na páku škrticí klapky a může tak ovlivňovat množství vzduchu přiváděné do motoru. Je osazen stejnosměrným motorkem, jenž přes šnek a šnekové kolo pohybuje ovládacím čepem, který v závislosti na směru otáčení motorku se buď vysunuje přičemž se škrticí klapka otevřívá, nebo se při přepólování elektromotorku úhel otevření škrticí klapky zmenšuje. V ovládacím čepu je integrován volnoběžný kontakt, který se při dosednutí ovládacího čepu na páku škrticí klapky sepne a tím signalizuje řídící jednotce provozní stav "volnoběh".

Gumová prachovka mezi ovládacím čepem a tělesem nastavovače škrticí klapky zabraňuje vnikání vlhkosti a nečistot (obr. 36).

### Obohacení při plném zatížení

Pokud řidič zcela sešlápné plynový pedál, očekává od motoru maximální výkon. Maximálního výkonu dosáhne spalovací motor se směsí o 10...15 % bohatší než je stechiometrický poměr. Velikost obohacení při plném zatížení je uložena jako faktor, kterým je vynáso-

**Obrázek 36: Nastavovač škrticí klapky**  
1 těleso nastavovače s elektromotorkem,  
2 šnek, 3 šnekové kolo, 4 ovládací čep,  
5 volnoběžný kontakt, 6 gumová prachovka.



bena doba vstřiku odvozená z pole charakteristik lambda. Obohacení při plném zatížení je účinné jakmile je překročen (několik stupňů před koncovým dorazem) úhel natočení škrticí klapky.

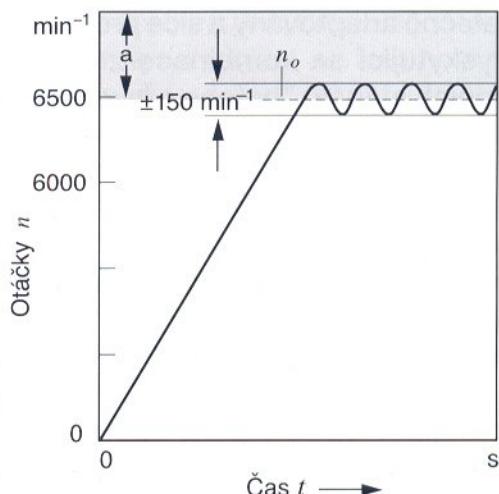
### Omezení otáček

Extrémně vysoké otáčky motoru mohou vést ke zničení motoru (ventilový pohon, písty). Omezením otáček je zabráněno, aby byly překročeny maximální dovolené otáčky motoru.

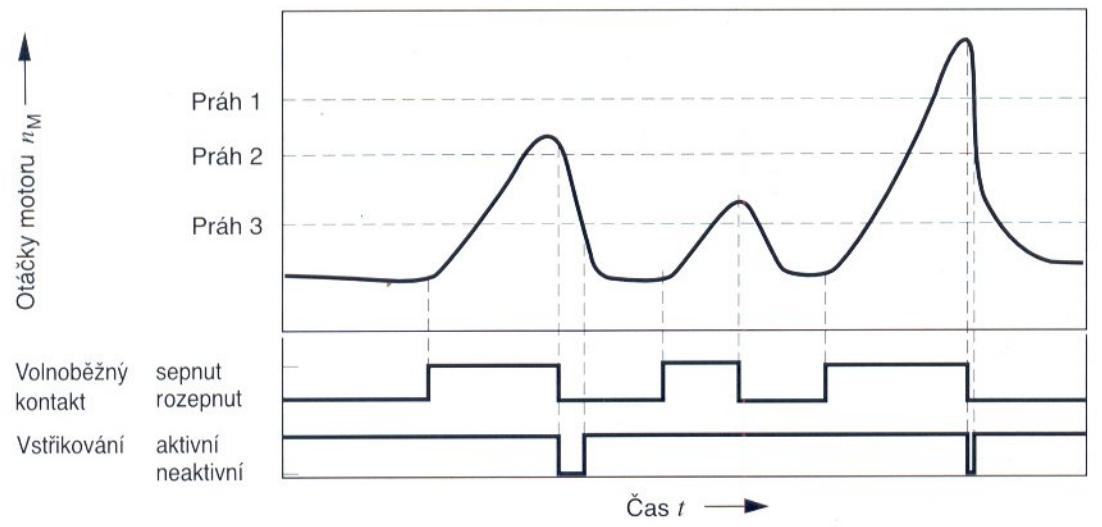
Při nepatrém překročení, těchto, pro každý motor pevně stanovených otáček  $n_o$ , potlačí řídící jednotka vstřikovací impulzy. Poklesnou-li otáčky opět pod tuto danou hodnotu, je vstřikování opět obnoveno. To následuje v rychlém sledu uvnitř tolerančního pásma maximálně dovolených otáček (obr. 37).

Řidič zpozoruje omezení otáček jako zhoršení komfortu jízdy a je tak upozoren na nutnost zařazení dalšího rychlostního stupně, nebo ubrání plynu.

**Obrázek 37: Omezení maximálních otáček  $n_o$  potlačením vstřikovacích impulzů**  
a oblast přerušení vstřikování paliva.



Obrázek 38: Vstřikování paliva v průběhu decelerace



### Decelerace

Pokud během jízdy sundá řidič nohu z plynového pedálu a přitom se zcela uzavře škrticí klapka, je motor poháněn kinetickou energií vozidla. Tento provozní stav se nazývá "decelerace".

Aby bylo dosaženo snížení emisí škodlivin a spotřeby paliva a zlepšení jízdních vlastností je i v tomto provozním stavu aktivováno více funkcí.

- Pokud otáčky motoru překročily danou prahovou hodnotu (práh 2) a škrticí klapka je uzavřena, není vstřikovací ventil dále ovládán a do motoru tedy nepřichází žádné palivo. Při podkročení druhé prahové hodnoty otáček (práh 3) je vstřikování paliva opět obnoveno. Pokud v průběhu decelerace prudce poklesnou otáčky, tak, jak se to může stát např. při vymáčknutí spojky, je vstřikování paliva obnoveno již při vyšších otáčkách (práh 1), aby se tak zabránilo poklesu otáček pod hodnotu volnoběhu nebo úplnému zastavení motoru (obr. 38).

- Uzavření škrticí klapky při vyšších otáčkách se projevuje jednak silným zpomalením vlivem brzdění motorem, jednak stoupá vývin uhlovodíků, protože s klesajícím tlakem v sacím potrubí se odpařuje palivový film a spolu s nedostatkem vzduchu může umožnit pouze nedokonalé spalování. Aby bylo zabráněno tomuto nežádoucímu

efektu, je použito funkce popsané v oddílu "Regulace volnoběžných otáček", která při deceleraci v závislosti na otáčkách pootevře škrticí klapku prostřednictvím jejího nastavovače. Poklesnou-li během decelerace prudce otáčky, nenastavuje se již otevření škrticí klapky v závislosti na klesajících otáčkách. V tomto případě probíhá časově pomalejší zavírání škrticí klapky.

- V průběhu decelerace se sací potrubí "vysušuje", a celkový film paliva na jeho stěnách se odpařuje. Po ukončení decelerace musí být tento palivový film opět vytvořen vstřikovaným palivem, čímž až do dosažení rovnovážného stavu vzniká chudší směs. Pro podporu nové tvorby palivového filmu je ihned po skončení decelerace proveden přídavný vstřikovací impulz, jehož délka se řídí dobou trvání decelerace.

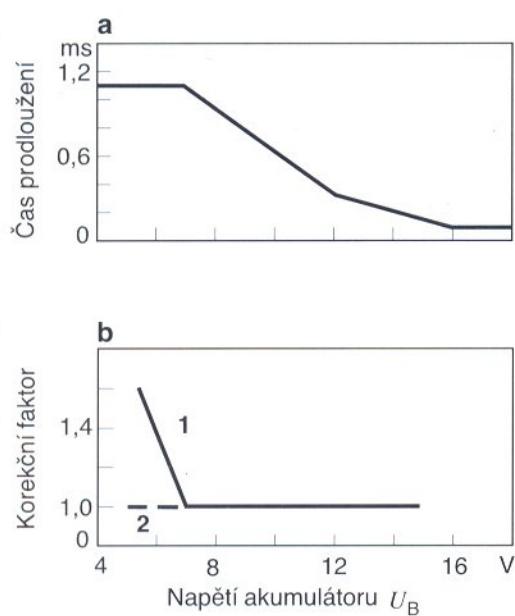
## Funkce závislé na napětí akumulátoru

### Napěťová kompenzace vstřikovacího ventilu

Elektromagnetický vstřikovací ventil má tu vlastnost, že na počátku prourového impulzu vlivem vlastní indukce zpožděně otevří a na konci impulzu opožděně zavírá. Otevírací a zavírací doba je přibližně 0,8 ms. Otevírací doba je silně a zavírací oproti tomu jen málo závislá na napětí akumulátoru. Z toho vyplývající reakční zpoždění by mělo bez elektronické korekce napětí za následek krátké doby vstřiku a tím malé vstřikované množství paliva.

Čím nižší by byla hodnota palubního napětí, tím méně paliva by dostal motor. Z tohoto důvodu musí být snížení palubního napětí vyrovnáno napěťově závislým prodloužením doby vstřiku, aditivní (součtovou) korekční hodnotou ventilu (obr. 39a). Řídicí jednotka zjišťuje skutečné napětí a prodlužuje řídicí vstřikovací impulzy o hodnotu napěťově závislého reakčního zpoždění vstřikovacího ventilu.

**Obrázek 39: Korekce doby vstřiku v závislosti na napětí akumulátoru**  
 a) napěťová kompenzace vstřikovacího ventilu,  
 b) napěťová kompenzace elektrického palivového čerpadla: 1 proudové čerpadlo, 2 objemové čerpadlo.



### Napěťová kompenzace elektrického palivového čerpadla

Otáčky elektromotoru palivového čerpadla jsou silně závislé na napájecím napětí. Z tohoto důvodu není schopno čerpadlo pracující na proudovém principu vytvořit při nízkém palubním napětí (např. při studeném startu) předepsaný systémový tlak. To by mělo za následek malé vstřikované množství. Pro vyrovnání tohoto efektu je zvláště při nízkém napětí akumulátoru provedena oprava dob vstřiku pomocí napěťové korekční funkce (obr. 39b). Je-li použito čerpadlo pracující na objemovém principu, není napěťová korekce nutná. Přes kódovací vstup na řídicí jednotce lze tuto napěťovou korekční funkci podle použitého čerpadla aktivovat.

### Rízení regeneračního proudu plynů

Palivo akumulované v nádobce s aktivním uhlím je při proplachování aktivního uhlí čerstvým vzduchem odváděno do motoru ke spálení. Regenerační proud plynů je řízen přes regenerační (taktovací) ventil umístěný mezi nádobkou s aktivním uhlím a vstřikovací jednotkou. Cílem řízení je přivádět ve všech provozních stavech co největší naakumulované množství paliva do motoru, tzn. zvolit co největší regenerační proud plynů bez toho, aniž by přitom bylo ovlivněno chování za jízdy. Hranice velikosti regeneračního proudu plynů je obecně dosaženo tehdy, pokud tvoří obsah paliva v regeneračním proudu asi 20 % palivové potřeby motoru v příslušném provozním stavu.

K zajištění odpovídající funkce adaptace směsi je nezbytně nutné, cyklicky přepínat mezi normálním provozem, který umožňuje adaptaci směsi, a regeneračním provozem. Dále je nutné, v regenerační fázi zjišťovat velikost koncentrace paliva v regeneračním plynu a tuto hodnotu adaptovat. To se provádí stejným způsobem jako u adaptace směsi pomocí polohy lambda regulátoru, vztaženo na jeho střední polohu. Je-li velikost koncentrace paliva

známa, může být při střídání cyklů odpovídajícím způsobem prodloužena popř. zkrácena doba vstřiku tak, aby i v těchto přechodových fázích byla udržena hodnota  $\lambda = 1$  v úzkých mezích.

Pro stanovení velikosti regeneračního proudu plynů v závislosti na provozním stavu motoru, jakož i k adaptaci vstřikovaného množství paliva, je třeba znát poměr regeneračního proudu plynů k proudu vzduchu, který je odměřován přes škrticí klapku. Oba proudy se chovají přibližně úměrně k volné ploše jejich průřezů.

Zatímco se volná plocha průřezu odkrytá škrticí klapkou dá zjistit, plocha průřezu taktovacího ventilu se mění v závislosti na působícím diferenčním tlaku.

Velikost diferenčního tlaku působící na taktovací ventil je závislá na provozním bodu motoru a může být odvozena z dob vstřiku uložených v poli charakteristik lambda.

Pro každý provozní bod určený úhlem otevření škrticí klapky a otáčkami motoru se dá vypočítat poměr regeneračního proudu plynů a proudu vzduchu. Taktováním řídicího ventilu lze regene-

rační proud plynů dále redukovat a tak nastavit přesně požadovaný a k zajištění přijatelného jízdního chování přípustný poměr.

### Regenerační ventil

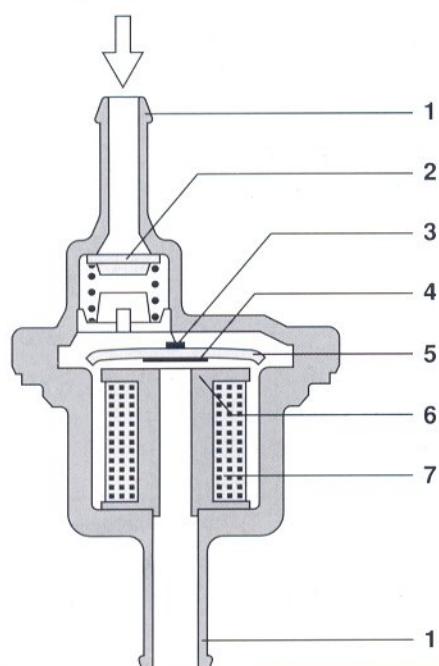
Průtoková charakteristika regeneračního ventilu umožňuje při relativně malých diferenčních tlacích (provoz v blízkosti plného zatížení) velký regenerační proud plynů a při velkých diferenčních tlacích (při volnoběhu) malý regenerační proud plynů. Při taktovaném provozu lze průtokové hodnoty snížit zvýšením poměrného sepnutí. Těleso regeneračního ventilu obsahuje dva připojovací hadicové nátrubky pro připojení k nádobce s aktivním uhlím a k sacímu potrubí (obr. 40).

V aktivním (ovládaném) stavu přitáhne cívka elektromagnetu kotvu, přičemž těsnící element (gumové těsnění) kotvy dosedne na sedlo ventilu a uzavře průchod regeneračním ventilem. Kotva je připevněna na jednostranně napnutém tenkém listovém péru, které v klidovém stavu oddálí kotvu s těsnicím elementem od sedla ventilu a uvolní tím průtočný průřez ventilem.

Při stoupajícím diferenčním tlaku mezi vstupem a výstupem regeneračního ventilu se listové pero vlivem na něj působících sil ve směru průtoku prohne, čímž se přiblíží těsnící element k sedlu a zmenší tak účinný průtočný průřez. Zpětný ventil ve vstupní části zabraňuje unikání palivových par z nádobky s aktivním uhlím do sacího potrubí při zastaveném motoru.

Obrázek 40: Regenerační ventil

1 hadicový nátrubek, 2 zpětný ventil, 3 listové pero, 4 těsnící element, 5 magnetická kotva, 6 sedlo ventilu, 7 cívka elektromagnetu.



## Nouzový stav a diagnostika

Kontrolní funkce v řídicí jednotce přezkušují průběžně signály všech snímačů na jejich věrohodnost. Opustí-li některý signál předem známou hodnověrnou oblast znamená to, že je bud' vadný snímač nebo je závada na jeho elektrickém připojení.

Aby vozidlo nezůstalo při výpadku snímače nepojízdné, nýbrž vlastní silou - i když s vlivem na jízdní komfort - bezpečně dojelo do odborné dílny, musí být namísto chybějícího popř. nehodnověrného signálu dosazena náhradní hodnota.

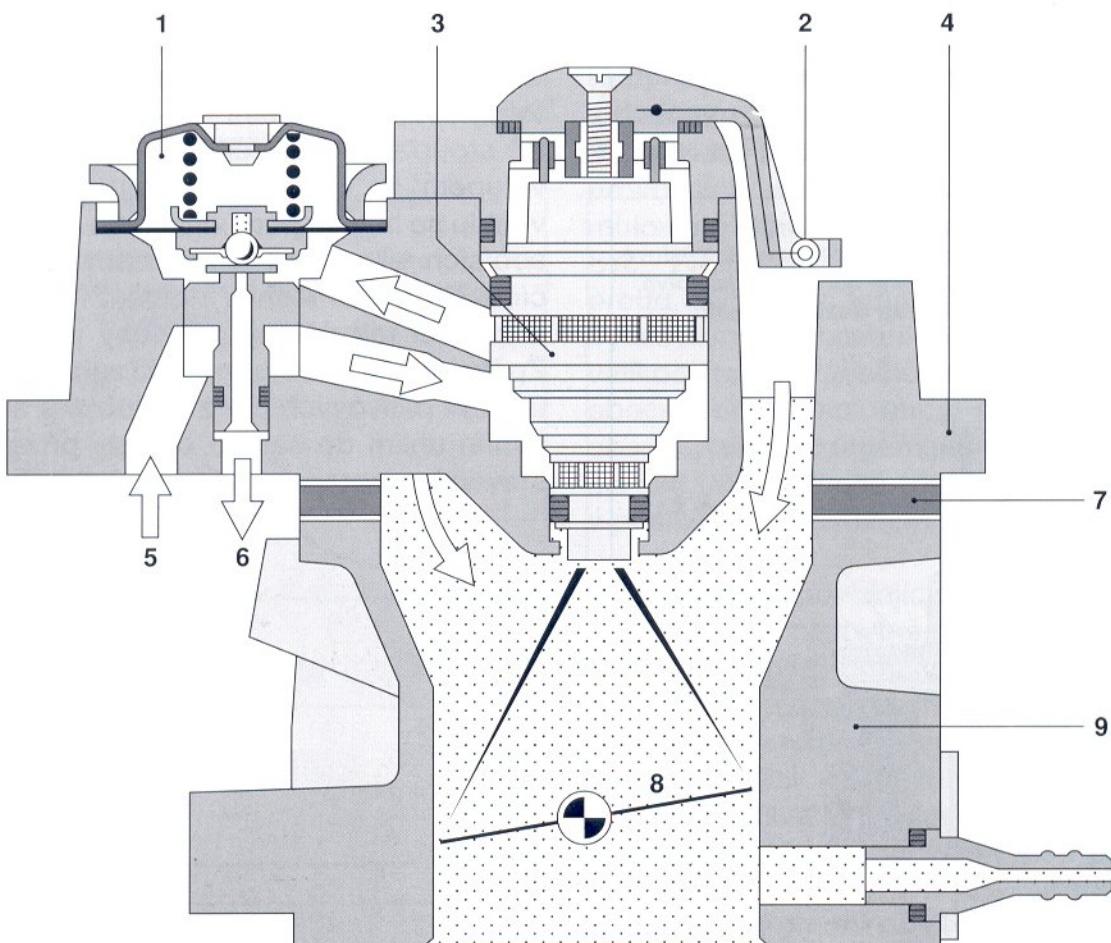
Při výpadku signálů teploty jsou např. dosazeny teploty, které se vyskytují u zahřátého motoru: u nasávaného vzduchu 20 °C a u teploty motoru

100 °C. Závada v obvodu lambda sondy vede k zastavení lambda regulace, tzn. že doby vstřiku odvozené z pole charakteristik lambda jsou jen korigovány eventuálně existujícími adaptačními hodnotami složení směsi.

Nejsou-li k dispozici hodnověrné signály z potenciometru škrticí klapky, chybí tím jedna ze dvou hlavních řídicích veličin, tzn. že již není přístup k dobám vstřiku uloženým v poli charakteristik lambda. V případě této závady je vstřikovací ventil ovládán impulzy pevné délky, přičemž je v závislosti na otáčkách přepínáno mezi dvěma definovanými dobami vstřiku. Vedle snímačů podléhá trvalé kontrole také akční člen regulace volnoběžných otáček, nastavovač škrticí klapky.

**Obrázek 41: Vstřikovací jednotka (řez)**

1 regulátor tlaku, 2 snímač teploty nasávaného vzduchu, 3 vstřikovací ventil, 4 horní díl vstřikovací jednotky (hydraulická část), 5 přívodní palivový kanál, 6 odvodní palivový kanál, 7 teplotně-izolační podložka, 8 škrticí klapka, 9 spodní díl vstřikovací jednotky (část se škrticí klapkou).



## Paměť závad

Je-li zjištěn výpadek některého snímače nebo nastavovače škrticí klapky, následuje odpovídající zápis do "diagnostické paměti závad". Tento zápis zůstává uložen v paměti po více provozních cyklů, aby mohla odborná dílna lokalizovat také sporadicky se vyskytující závadu, např. volný kontakt.

## Diagnostická zásuvka

Po diagnostickém vedení lze v odborné dílně vyčistit obsah paměti závad ve formě blikacího kódu nebo s pomocí diagnostického testera. Jakmile jsou odstraněny příčiny závady začne systém Mono-Jetronic normálně pracovat.

## Vstřikovací jednotka

Vstřikovací jednotka je umístěna přímo na sacím potrubí a zásobuje motor jemně rozprášeným palivem. Tvoří jádro vstřikovacího systému Mono-Jetronic. Jeho stavba se vyznačuje tím, že oproti vícebodovému vstřikování (např. L-Jetronic) je palivo vstřikováno centrálně a množství vzduchu nasávané motorem je zajišťováno nepřímo spojením dvou veličin "úhlu natočení škrticí klapky  $\alpha$ " a "otáček motoru  $n$ " (obr. 41 a 42).

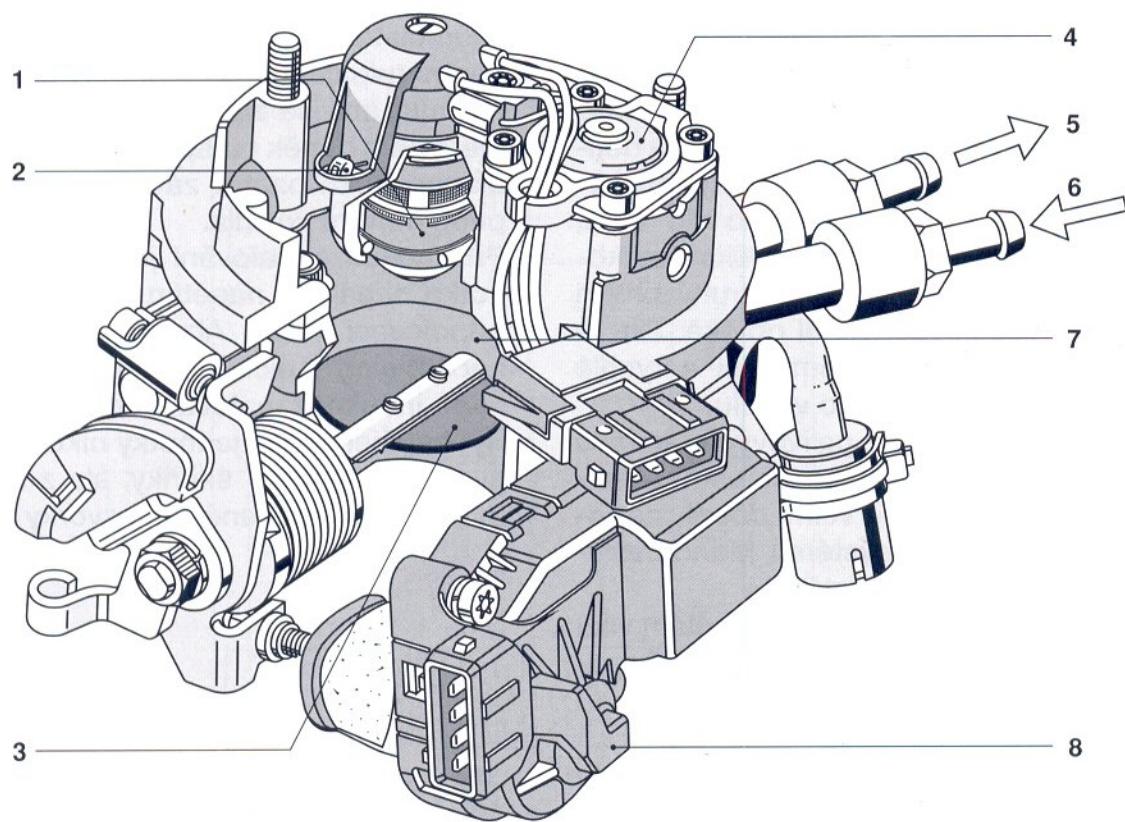
## Spodní díl

Spodní díl vstřikovací jednotky zahrnuje škrticí klapku s potenciometrem, který měří úhel jejího natočení. Na konzole připevněné na spodním dílu se

Vstřikovací jednotka

**Obrázek 42: Vstřikovací jednotka (pohled v částečném řezu)**

1 vstřikovací ventil, 2 snímač teploty nasávaného vzduchu, 3 škrticí klapka, 4 regulátor tlaku paliva, 5 dvod paliva, 6 přívod paliva, 7 potenciometr škrticí klapky (na prodlouženém hřideli škrticí klapky, není vidět), 8 nastavovač škrticí klapky.



nachází nastavovač škrticí klapky jako akční člen regulace volnoběžných otáček.

### Horní díl

Horní díl zahrnuje celý palivový systém vstřikovací jednotky, sestávající ze vstřikovacího ventilu, regulátoru tlaku paliva a potřebných palivových kanálů, nacházejících se v přídržném rameni vstřikovacího ventilu. Jedná se o dva, směrem k prostoru pro vstřikovací ventil klesající kanály, přes které je vstřikovací ventil zásobován palivem. Spodním kanálem je palivo přiváděno.

Horní kanál je spojen s dolní komorou regulátoru tlaku paliva, odkud je přebytečné palivo odváděno přes destičkový ventil regulátoru tlaku do zpětného potrubí. Toto uspořádání palivových kanálů zajistuje, že i při zvýšené tvorbě bublinek v palivu (např. vlivem silného zahřátí vstřikovací jednotky po vypnutí motoru) je v oblasti vstřikovacího ventilu k dispozici dostatečné množství paliva k zajištění bezproblémového nastartování.

Kroužek na tělese sítka vstřikovacího ventilu omezuje volný průchod mezi přívodním a odvodním kanálem na definovanou mez tak, že je přebytečné, ne-vstříknuté palivo rozděleno do dvou proudů. Jeden proud protéká vstřikovacím ventilem, zatímco druhý proud paliva vstřikovací ventil obtéká. Tím je zajištěno intenzivní omývání a rychlé chlazení vstřikovacího ventilu.

Toto uspořádání palivových kanálů s obtékáním a protékáním vstřikovacího ventilu zajistuje velmi dobré startovací schopnosti systému Mono-Jetronic i při zahřátém motoru.

Kromě toho je na krycím kulovitém víku horního dílu umístěn snímač teploty na-sávaného vzduchu.

## Napájení

### Akumulátor

Akumulátor zásobuje palubní síť elektrickou energií.

### Spínací skříňka

Spínací skříňka je víceúčelový přepínač. Jejím prostřednictvím je centrálně spínán proud pro velkou část palubní sítě včetně zapalování a vstřikování benzínu a provádí se s ní startování.

### Relé

Relé je ovládáno od spínací skřínky a spíná palubní napětí k řídicí jednotce a dalším komponentům.

### Elektrické zapojení

25pólová řídicí jednotka je spojena přes kabelový svazek jak se všemi komponenty systému Mono-Jetronic, tak i s palubní sítí (obr. 43).

Řídicí jednotka je přes dvě připojovací místa napájena palubním napětím vozidla:

- Přes jedno připojovací místo je řídicí jednotka trvale spojena s plus pólem akumulátoru (svorka 30). Toto permanentní napájení řídicí jednotky slouží k tomu, aby se zachoval obsah paměťových buněk (adaptační hodnoty, diagnostická paměť závad) i při vypnutí motoru vozidla.
- Při zapnutí zapalování je řídicí jednotka napájena napětím přes druhé připojovací místo. Aby se zabránilo napěťovým špičkám způsobeným např. indukcí zapalovací cívky, může být napájení řídicí jednotky nikoliv ze svorky 15 spínací skřínky, ale z relé (hlavní relé) ovládaného ze svorky 15.

## Ukostření řídící jednotky

- Také propojení řídící jednotky s kostrou vozidla je provedeno dvěma od-delenými vodiči:
- Ke korektnímu získávání signálů od snímačů (lambda sonda, potencio-metr, NTC odpory) potřebuje elektro-nika řídící jednotky samostatné ukos-třující připojovací místo.
- Přes druhé připojovací místo tečou velké proudy koncových stupňů pro ovládání akčních členů.

## Připojení lambda sondy

K zamezení přenosu napěťových špiček do vedení lambda sondy je toto ve-

dení v kabelovém svazku odstíněno drátěným opletením.

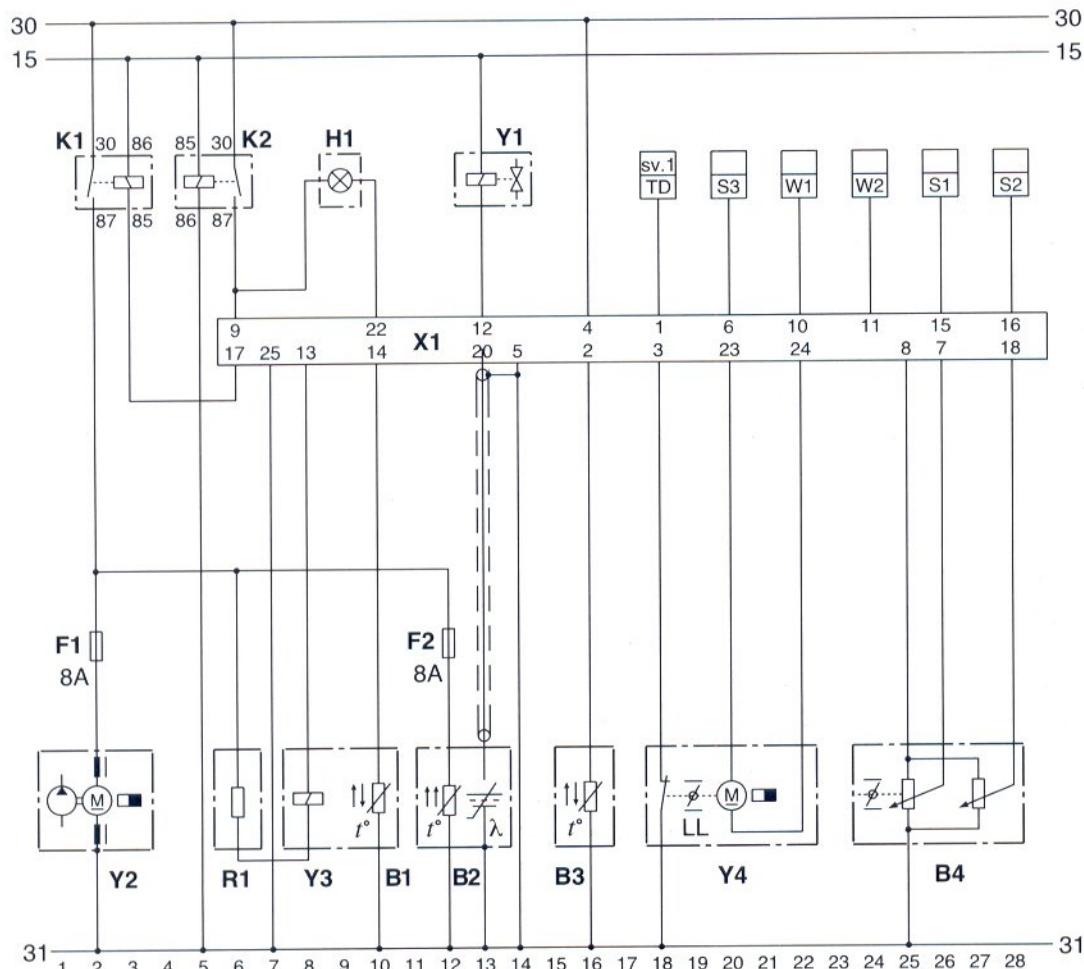
## Bezpečnostní zapojení palivového čerpadla

K vyloučení toho, aby palivové čerpadlo např. po nehodě při zastaveném motoru dopravovalo dálé palivo, je relé palivo-vého čerpadla ovládáno přímo z řídicí jednotky. Palivové čerpadlo je při zapnu-tí zapalování jakož i při každém zapalo-vacím impulzu aktivováno asi na jednu sekundu (dynamické řízení čerpadla).

Zastaví-li se motor při zapnutém zapalová-ní, rozepne relé palivového čerpadla a pře-ruší tak napájení palivového čerpadla.

**Obrázek 43: El. schéma zapojení systému Mono-Jetronic**

B1 snímač teploty nasávaného vzduchu, B2 lambda sonda (vyhřívaná), B3 snímač teploty motoru, B4 potenciometr škrticí klapky, F1, F2 pojistky, H1 diagnostická kontrolka a připojně místo testeru, K1 relé palivového čerpadla, K2 hlavní relé, sv.1/TD informace o otáčkách, R1 předřadný odpor, S1 připravenost klimatizace, S2 kompresor klimatizace, S3 spínač převodovky, W1 t<sub>v</sub>-kódování, W2 kódování palivového čerpadla, X1 konektor řídící jednotky, Y1 regenerační ventil, Y2 elektrické palivové čerpadlo, Y3 vstřikovací ventil, Y4 nastavovač škrticí klapky s volnoběžným kontaktem.



# Diagnostická technika

## Bosch - služby zákazníkům

Kvalita výrobku je měřena také kvalitou servisních služeb poskytovaných zákazníkům. Ve 125 zemích světa existuje pro řidiče automobilů více než 10 000 servisních středisek Bosch – nezávisle a bez spojení s výrobcem vozidla. Dokonce i v rídce osídlených zemích Afriky a Jižní Ameriky se lze spolehnout na rychlou pomoc. A také zde je stejný kvalitativní standard jako v Německu. Samozřejmě se tím rozumí, že záruka na servisní úkony platí na celém světě. Agregáty a systémy Bosch jsou svými charakteristikami a výkonovými hodnotami přizpůsobeny na příslušné vozidlo a jeho motor. Aby mohly být prováděny potřebné testy, vyvíjí Bosch diagnostickou techniku a speciální přípravky, kterými vybavuje servisní střediska.

## Zkušební technika pro Mono-Jetronic

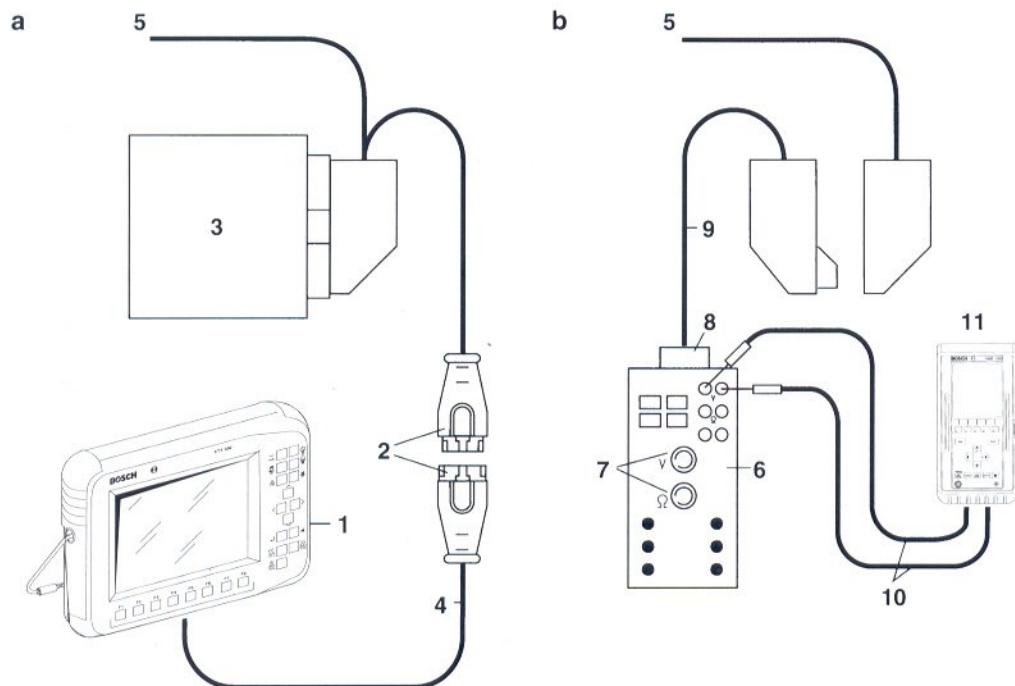
Vstřikovací systém Mono-Jetronic nevyžaduje, kromě periodické výměny vzduchového a palivového filtru v intervalech dle předpisu výrobce vozidla, žádnou údržbu.

Při závadách systému má mít odborně vyškolený pracovník k dispozici hlavně následující diagnostickou techniku společně s nutnými zkušebními hodnotami:

- univerzální zkušební adaptér ETT 18.01, systémové adaptérové vedení a všeobecný multiskop PMS 100 popř. motortester,
- Jetronic-Set (kufr s manometry a hydraulickými přípojkami)
- tester regulace lambda a
- tester diagnostiky elektronických systémů KTS 500 nebo KTS-Card popř. vyhodnocovací přístroj blikacích kódů KDAW 9975 nebo KDAW 9980.

**Obrázek 1: Zapojení univerzálního zkušebního adaptéru ETT 18.01, systémového adaptérového vedení a všeobecného multiskopu PMS 100**

a) zapojení systémového testera KTS 500, b) zapojení univerzálního zkušebního adaptéru, 1 systémový tester KTS 500, 2 diagnostická zásuvka ve vozidle, 3 elektronická řídicí jednotka, 4 diagnostické adaptérové vedení pro KTS 500, 5 systémový kabelový svazek, 6 univerzální zkušební adaptér ETT 18.01, 7 víceúčelové přepínače, 8 konektorové spojení, 9 systémové adaptérové vedení, 10 měřicí vedení, 11 všeobecný multiskop.



Univerzální zkušební adaptérETT 18.01

Univerzální zkušební adaptér ETT 18.01 (obr. 1) byl vyvíjen speciálně pro zkoušení elektronických systémů vstřikování, jako jsou téměř všechny systémy Jetronic a různé systémy Motronic. S tímto zkušebním adaptérem lze proměřit všechny důležité komponenty a hodnoty systému Mono-Jetronic, které jsou nutné pro optimální běh motoru.

K nim patří například:

- potenciometr škrticí klapky (snímání zatížení),
- nastavovač škrticí klapky,
- vstřikovací ventil,
- signál od zapalovací cívky (vyvolání vstřikování),
- snímač teploty motoru,
- snímač teploty nasávaného vzduchu,
- elektrické palivové čerpadlo,
- lambda sonda a
- taktovací odvzdušňovací ventil.

Systémovým adaptérovým vedením je připojen univerzální zkušební adaptér ETT 18.01 ke konektoru řídicí jednotky na kabelovém svažku. Dvěma přepínači pak lze snadno a rychle volit různá vedení k jednotlivým komponentům a všeobecným multiskopem popř. motortesterem proměřit odpory, napětí a odpovídající osciloskopické průběhy.

Multiskop PMS 100

Pro vyhledávání závad a diagnostiku elektronických systémů je kromě číselních hodnot signálu rozhodující zobrazení průběhu signálu na osciloskopu. Tento vývojový trend v diagnostice elektronických systémů zachycuje přenosný multiskop Bosch PMS 100. Ten nový diagnostický přístroj doplňuje již tak pestrou nabídku divize automobilové diagnostiky a svými možnostmi vyplňuje mezeru mezi digitálními multimetry a širokou řadou motortesterů.

Multiskop BOSCH PMS 100 je přenosný digitální multimeter a 2kanálový osciloskop, speciálně přizpůsobený požadavkům automobilové elektroniky a elektriky. Je určen k vyhledávání závad a k diagnostice

- zážehových a vznětových motorů až do 8 válců, 2 nebo 4 taktních
- systémů s palubním napětím 6, 12 a 24 V
- zapalovacích systémů od kontaktních až po plně elektronické, bezrozdělovačových zapalovacích systémů s jedno- nebo dvou-vývodovými cívками se zapalovacím kabelem
- vstřikovacích systémů s nebo bez regulace
- systémů ABS a ASR
- zabezpečovacích systémů vozidel
- celkové automobilové elektriky a elektroniky, zvláště snímačů, akčních členů a kabeláže.

Pokud se některá závada v elektronické a elektrické soustavě vozidla objevuje náhodně, například při určitém režimu je vhodné např. při jízdě zkoušce využít některou z nabízených záznamových funkcí:

Funkce "vynesení hodnot" zobrazuje zaznamenaný signál v závislosti na čase až ve čtyřech sledovaných hodnotách. Například zapalovací napětí, otáčky, napětí hoření a dobu hoření. Záznam je možný až po dobu 16 minut.

Funkce "vynesení min-max" ukládá nepřetržitě do paměti a zobrazuje nejvyšší, střední a nejnižší hodnotu měřeného průběhu signálu. Zobrazení hodnot pak probíhá komprimovaně na jednom obrazu. Díky komprimaci, která probíhá bez ztráty dat je možné maximální dobu zobrazení minimálních, středních a maximálních hodnot prodloužit až na 32 dnů.

Funkce "obrazy" umožňuje uložit do paměti a později postupně vyvolat až 40 posledních obrazovek s kompletním průběhem signálu.

Funkce "záznam film" umožňuje zaznamenat průběh až 128 obrazovek signálu (dvoukanálově 64 obrazů) se vzorkovacím intervalom 800  $\mu$ s.

Naposledy uskutečněný záznam zůstává v přístroji tak dlouho, dokud obsluha nezahájí záznam dalšího průběhu signálu. Tento záznam je možno kdykoliv vyvolat zpět na obrazovku.

Multiskop BOSCH PMS 100 používá 15 pamětí pro obrazovku. Obrázky uložené v této paměti zůstávají spolu s daty o vozidle i po vypnutí přístroje. Díky vyvolávací funkci může být kterýkoliv ze signálů v paměti vyvolán na obrazovku a porovnán s právě měřeným signálem. Tato vlastnost multiskopu BOSCH PMS 100 umožňuje tedy obsluze například nahrát si do paměti vzorový signál a porovnat ho s právě měřeným signálem.

Ve spojení s počítačem, který obsahuje speciální software je možno kterýkoliv záznam uchovat v počítači jako datový soubor a vytvářet si tak vlastní databanku vzorových a vadních signálů spolu s vlastním komentářem.

Obrázek 2: Všeobecný multiskop PMS 100



### Jetronic-Set

S tlakoměrnou sadou Jetronic se dá změřit systémový tlak paliva.

Měření tlaku paliva přináší důležité informace o následujících měřených hodnotách a vlastnostech:

- výkon elektrického palivového čerpadla,
- průchodnost palivového filtru,
- průchodnost vratného potrubí,
- funkce regulátoru tlaku a
- těsnost celkového palivového systému, přičemž toto je obzvláště důležit-

té pro chování při startování za studena a za tepla.

### Tester regulace lambda

Tester regulace lambda je určen k podrobné diagnostice signálu z lambda sondy (a k simulaci signálu "bohatá/chudá" směs). Pro připojení na vodiče lambda sondy u rozličných modelů vozidel jsou k dispozici speciální adaptér vedení. Měřicí hodnoty jsou zobrazeny analogově.

### Testery diagnostiky elektronických systémů popř. vyhodnocovací přístroje blikacích kódů

Rídící jednotka Mono-Jetronic je vyrobena v digitálním provedení a obsahuje vlastní diagnostiku s pamětí závad. S vhodnými vyhodnocovacími přístroji pro vlastní diagnostiku lze tuto paměť závad vyčistit.

Firma Bosch je v Evropě jediným výrobcem elektronických systémů, který současně vyvíjí, vyrábí a na volný trh nabízí diagnostické přístroje určené pro vlastní diagnostiku elektronických systémů.

### Tester KTS 500

je představitelem nejnovější a nejmodernější třídy testerů elektronických systémů. Ve speciálním provedení je dodáván také do celosvětové servisní sítě Porsche. Tester KTS 500 je přenosný tester na bázi PC se zvýšenou mechanickou ochranou a speciálně zkonstruovaný pro práci v dílenských podmínkách. Jeho velmi jednoduchá obsluha je podpořena texty návodů v každém kroku a probíhá jen pomocí několika tlačítek. Konstrukce testera umožňuje také připojení externí klávesnice, myši příp. externího monitoru a tiskárny. Obrazovka a klávesy jsou chráněny proti kapající vodě. Praktický držák umožňuje postavení přístroje v různém náklonu. Univerzální možnosti napájení pomocí interního akumulátoru, z diagnostické zásuvky nebo akumulátoru vozidla a pomocí externího síťového zdroje zajišťují jeho všeobecné využití v dílně i při jízdních zkou-

škách. Neustále vyvíjený diagnostický software je v českém jazyce, aktualizován 4 x ročně a dodáván zákazníkům na CD-ROM.

U více než 450 elektronických systémů vstřikování, zapalování, řízení převodovek, ABS, ASR, ESP, airbagů, klimatizací, imobilizérů, přístrojových desek, ...ve 2700 typech vozidel 32 výrobců (stav březen 2000) umožňuje dle stavu software a typu řídicí jednotky např.:

- vyčtení paměti závad (zobrazí kód závady, text závady, vyhodnocení sporadická/trvalá závada, podmínky okolí, za kterých k závadě došlo)
- vymazání paměti závad
- zobrazení skutečných hodnot (až 4 zvolených hodnot současně)
- aktivaci akčních členů
- grafické zobrazení současně až 4 skutečných hodnot v závislosti na čase
- kódování variant
- základní nastavení
- nulování servisních intervalů a
- další specifické funkce.

Praktickou novinkou je to, že již základní verze software testeru KTS 500 obsahuje také obchodní informace (objednací čísla, technickou specifikaci a příp. obrázky) o náhradních dílech Bosch ve více

než 42 tisících v Evropě provozovaných vozidlech (stav červen 1999).

Tyto obchodní informace je dále možné rozšířit o technické informace o elektronických systémech různých výrobců, které zahrnují především příznaky závad, postupy vyhledávání závad, návod pro komunikaci s řídicí jednotkou, význam chybových kódů, umístění komponentů ve vozidle, předepsané hodnoty komponentů, postup diagnostiky komponentů a elektrická schémata zapojení. Tento software je zákazníkům dodáván na CD-ROM a aktualizován 4x ročně.

Nová funkce CAS (Computer aided service) umožňuje propojení technických informací s daty získanými při komunikaci s řídicí jednotkou nebo při diagnostice jednotlivých komponentů. Ten to nový systém rychlého a přesného porovnání předepsaných a skutečných hodnot tak odborné dílně přináší zvýšení výkonu a tím nezanedbatelnou časovou úsporu.

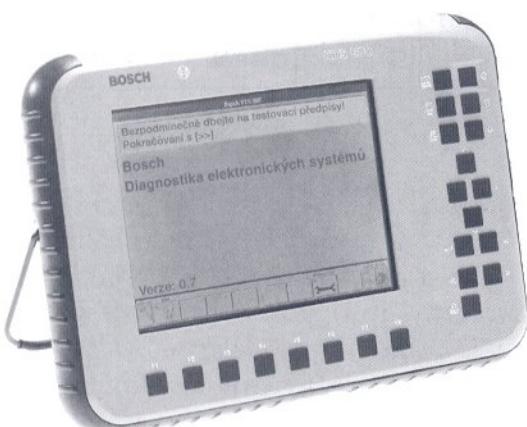
#### **Vyhodnocovací přístroj blikacích kódů KDAW 9975 nebo KDAW 9980.**

Je vhodný pro řídicí jednotky vybavené vlastní diagnostikou pomocí blikacího kódu. To znamená, že závady lze vyčistit ve formě blikacích impulzů. U některých vozidel je možné závadu načíst přímo přes kontrolku v přístrojové desce vozidla.

**Důležité:** U systému Mono-Jetronic nelze u stejných vozidel libovolně používat obě diagnostické metody (blikací kód a sériový přenos dat). To, která metoda má být použita, určuje výrobce vozidla.

Je-li řídicí jednotka vybavena diagnostikou přes blikací kód, není načtení paměti závad s přístrojem jako je KTS 500 zpravidla možné.

Obrázek 4: Tester KTS 500



**Informační systém**

Jednotlivé funkce systému Mono-Jetronic, které jsou popsány v této technické příručce, mají obecnou platnost a proto nemohou sloužit pro rychlé a precizní vyhledávání závad a případné opravy konkrétních provedení na vozidlech různých výrobců. Jednotlivé aplikace jsou využity a vyrobeny podle náročných a často velmi různých požadavků výrobců vozidel a proto se mohou v konkrétním provedení od sebe výrazně odlišovat.

Odborné dílny výrobců vozidel mají k dispozici vlastní informační systémy, které v mnohem vycházejí z informačních systémů výrobců elektronických vozidel. Firma Bosch jako první evropský výrobce elektronických systémů uvolnila veškeré technické informace přesně popisující postupy diagnostiky a oprav jednotlivých elektronických systémů. Tato obsáhlá data jsou k dispozici každé odborné dílně v elektronické podobě na několika discích CD-ROM a umožňují také tzv. neznačkovým servisům získat velmi silné informační zázemí bez vazby na konkrétního výrobce vozidla. Jejich prodej spolu s odborným školením funkce, diagnostiky a oprav zajišťují odborníci oddělení automobilové diagnostiky po celém světě.

**Zkušební technika pro Mono-Motronic**

Řídící systém motoru Mono-Motronic je výsledkem dalšího vývoje systému Mono-Jetronic. Spojuje obě systémové části vstřikování a zapalování v jeden systém. Tento integrovaný systém má stejně jako Mono-Jetronic elektronickou řídící jednotku. Diagnostika systému se provádí testerem KTS 500. U některých starších systémů Mono-Motronic lze alternativně paměť závad vyčíst také přes blikací kód.

**Přehled informací na jednotlivých discích**

Bez uvolnění	S uvolněním		
A		Autopříslušenství	A
	B	Normočasy	B
	C	Diagnostika vozidel a návody pro hledání závad	C
D		Náhradní díly diesel	D
E		Náhradní díly elektrika	E
F		Náhradní díly archiv	F
	P	Schémata motorových vozidel	P
	W	Seřizovací hodnoty pro vstříkovací čerpadla diesel	W
Zexel		Zexel Náhradní díly diesel	ZD

## Rozdělení informací na disku C

Diagnostická  
technika

	SIS (Service Informations System) Návody pro hledání závad bez testeru	Diagnostika řídicích jednotek s testerem Bosch
	Zážehový motor	Vznětový motor
C1		Brzdy
C2		
C3		
C4	Návod pro hledání závad SIS celkový	
C6		benzín
C7		diesel
C8		brzdy
C9	Návod pro hledání závad SIS celkový	celkový
C12		celkový
C14		benzín+diesel
C15		benzín+brzdy
C16		diesel+brzdy

# Systém řízení motoru Mono- Motronic

## Přehled systému

Systém řízení motoru Mono-Motronic je nízkotlaký centrální vstřikovací systém s integrovaným elektronickým zapalováním řízeným polem charakteristik (část zapalování). Tím je umožněna společná optimalizace odměřování paliva a řízení zapalování.

Základ systému Mono-Motronic tvoří elektronická řídicí jednotka s vysoce výkonným mikropočítáčem, který přidaváně ke vstřikování zpracovává funkce potřebné pro elektronické zapalování. Náklady na řídicí jednotku jsou nižší než u oddělených systémů pro vstřikování a zapalování, je zde například potřebné pouze jedno napájení a jedno pouzdro řídicí jednotky. Výsledkem je vyšší spolehlivost celkového systému vstřikování/zapalování jakož i výhodnější poměr náklady-využitelnost-cena.

Využití signálů snímačů řídicí jednotkou k řízení vstřikovacích a zapalovacích funkcí má u systému Mono-Motronic mimo jiné tyto výhody:

- výhodnější přizpůsobení spotřeby ve fázi zahřívání motoru díky přesnějšímu dávkování paliva a teplotně závislému řízení předstihu.
- minimalizace spotřeby paliva při lepších emisních poměrech díky přesnějšímu nastavení předstihu v celém poli charakteristik a při všech provozních podmínkách.
- stabilizace volnoběhu pomocí dynamického ovlivňování předstihu.
- zvýšení jízdního komfortu regulačními zásahy do předstihu při zrychlení a zpomalení.
- regulační zásahy do předstihu pro dosažení plynulejšího řazení automatické převodovky.

## Část vstřikování

Časově přerušované, elektronicky řízené centrální vstřikování vychází z osvědčeného systému Mono-Jetronic. Je rozšířeno o funkce, které slouží komfortu jízdy a umožňuje dále vylepšený nouzový běh při výpadku snímačů.

Elektrické palivové čerpadlo dopravuje palivo z palivové nádrže přes jemný filtr ke vstřikovací jednotce, která je namontována přímo na sacím potrubí. V hydraulické části vstřikovací jednotky se nachází regulátor tlaku paliva a elektrický vstřikovací ventil, který vstřikuje jemně rozprášené palivo nad škrticí klapku.

Řídicí jednotka vypočítává základní množství paliva z úhlu natočení škrticí klapky a otáček motoru. Pracovní podmínky jako startování studeného motoru, fáze po startu, zahřívání, plné zatížení a decelerace jakož i omezení max. otáček jsou zohledněny obohacováním nebo ochuzováním směsi.

Také páry paliva z palivové nádrže jsou při regeneraci nádobky s aktivním uhlím přiváděny do běžícího motoru.

## Část zapalování

Místo mechanické odstředivé a podtlakové regulace předstihu v rozdělovači je použito pole charakteristik zapalování uložené v řídicí jednotce. Do něj jsou uloženy hodnoty předstihu v závislosti na zatížení a otáčkách motoru. Přidaváně může být úhel zážehu ovlivňován v závislosti na teplotě motoru a teplotě nasávaného vzduchu jakož i na poloze a úhlové rychlosti škrticí klapky.

## Rotační rozdělování napětí

U systému s rotačním rozdělováním vysového napětí obsahuje rozdělovač již jen Hallův snímač pro snímání otáček. Funkce přestavování předstihu a úhlu sepnutí v závislosti na otáčkách a zatížení přebírá řídicí jednotka, která ovládá externí koncový stupeň zapalování. Přiřazení zapalovacích jisker odpovídajícím válcům motoru zajišťuje vysokonapěťový rozdělovač zapalování.

## Klidové rozdělování napětí

Systém s plně elektronickým zapalováním (obr. 1) nepotřebuje mechanicky poháněný vysokonapěťový rozdělovač. Řídicí jednotka přivádí primární napětí k zapalovacím cívkám, které vytvářejí vysoké napětí a vedou je přímo na zapalovací svíčku přiřazeného válce. 4válcový motor tak disponuje např. dvěma dvoujiskrovými zapalovacími cívkami, které jsou přes externí koncové stupně ovládány řídicí jednotkou. Snímač otáček získává informaci o otáčkách jakož i o poloze prvního popř. čtvrtého válce z ozubeného kotouče, připevněného na klikový hřídel.

## Regulace klepání

Mono-Motronic může být vybaven také regulací klepání, která v závislosti na signálu od snímače klepání připevněného na motorovém bloku reguluje hodnotu předstihu pro optimální využití kvality paliva, jež je právě k dispozici.

Tím je dosaženo snížení spotřeby paliva při současném zamezení škod způsobených klepáním motoru.

## Diagnostika

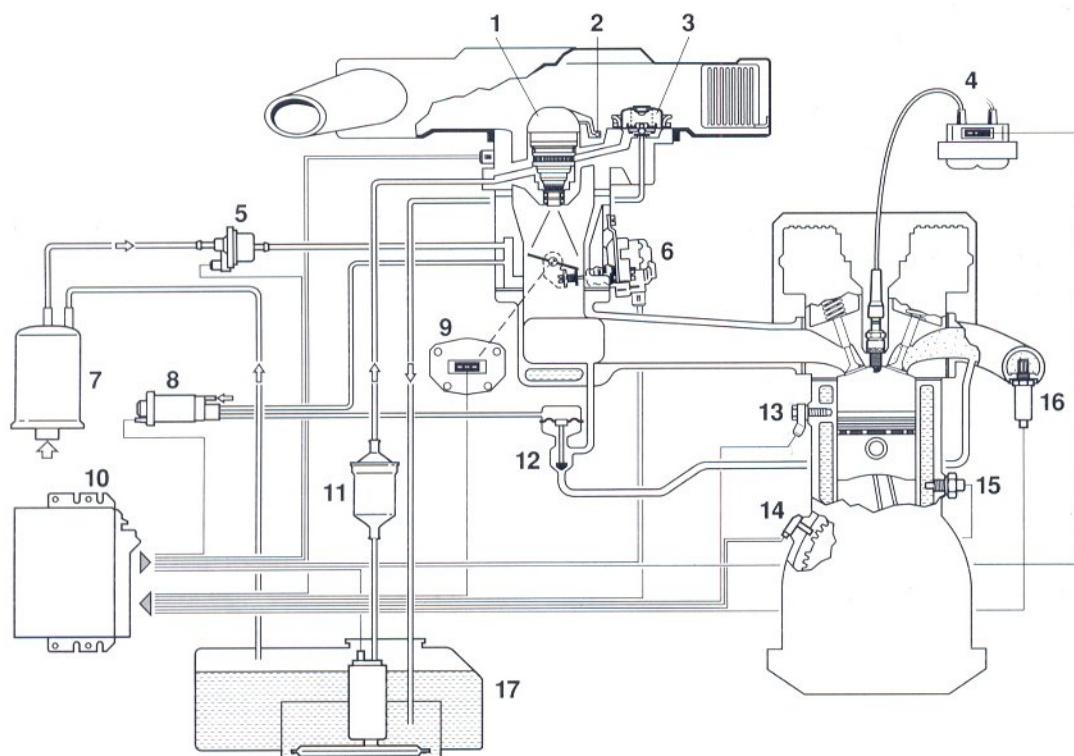
Řídicí jednotka trvale kontroluje všechny signály potřebné pro správný provoz a ukládá typ závady, jakmile některá veličina opustí pro ni definovaný rozsah. S diagnostickým testerem KTS 300 nebo KTS 500 lze při inspekční prohlídce vyčist paměť závad, příp. provést celou řadu dalších testů.

## Přídavné funkce

Recirkulace spalin a přifukování sekundárního vzduchu jsou dalšími možnostmi k redukcí emisí škodlivin.

Obrázek 1: Systém Mono-Motronic

1 vstřikovací ventil, 2 snímač teploty vzduchu, 3 regulátor tlaku paliva, 4 zapalovací cívka, 5 regenerační ventil, 6 nastavovač škrticí klapky, 7 nádobka s aktivním uhlím, 8 elektropneumatický ventil recirkulace spalin, 9 potenciometr škrticí klapky, 10 řídicí jednotka, 11 palivový filtr, 12 membránový ventil recirkulace spalin, 13 snímač klepání, 14 snímač otáček, 15 snímač teploty motoru, 16 lambda sonda, 17 elektrické palivové čerpadlo.



# 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, přiznivých 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 CO<sub>2</sub> 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 (CO<sub>2</sub>) se oproti roku 1990 snížilo o 113 Mt na 901 Mt (Megaton).

$$P = 21,9 \%$$

$$V = 2,1 \%$$

$$D = 13,4 \%$$

$$E = 62,6 \%$$

$$P = 19,3 \%$$

$$V = 4,8 \%$$

$$D = 12,3 \%$$

$$E = 12,0 \%$$

$$S = 12,3 \%$$

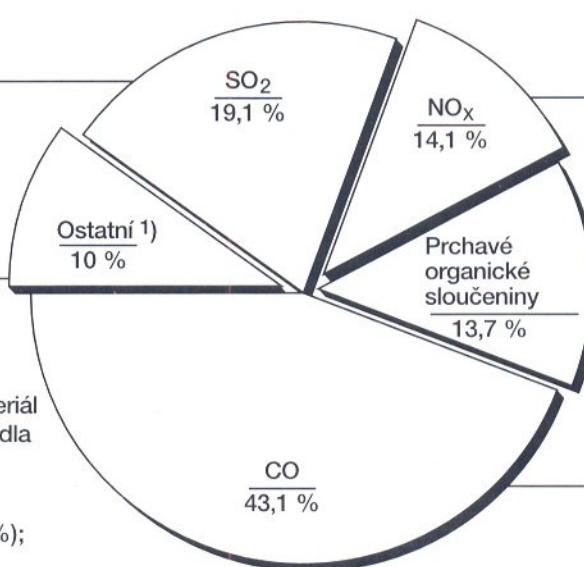
$$J = 39,3 \%$$

$$P = 12,5 \%$$

$$V = 58,0 \%$$

$$D = 7,4 \%$$

$$E = 22,1 \%$$



E = Elektrárny

P = Průmysl

D = Domácnosti

J = Jiné zdroje

V = Doprava

S = Sypký materiál

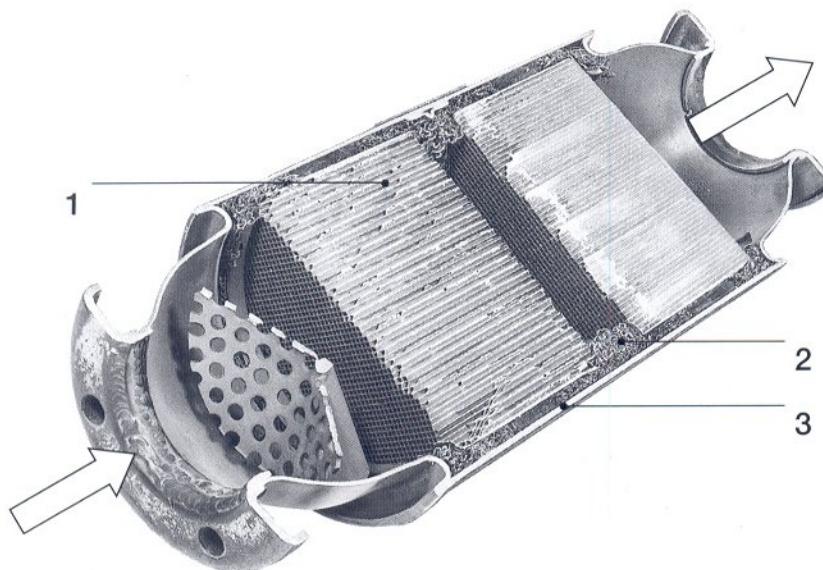
R = Rozpouštědla

1) Prach (4,8 %); čpavek (4,0 %);

oxid dusný (1,2 %)

### 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).

## 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

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, bohatě zápachající, jedovatý plyn. Při koncentracích, ve kterých se vyskytuje ve výfukových plynech a v silně znečištěném vzduchu může  $NO_2$  způsobit poleptání sliznic.

**BOSCH**

Automobilová diagnostika

# KTS 500 - moderní diagnostika elektronických systémů



## Univerzální mobilní tester pro komunikaci s řídicími jednotkami elektronických

- systému řízení zážehových motorů
- systému řízení vznětových motorů
- protiblokovacích systémů ABS
- systému regulace prokluzu hnacích kol ASR
- uzávěrů diferenciálu EDS
- systému jízdní dynamiky ESP
- airbagů
- systému přístrojových desek
- řízení automatických převodovek
- a dalších systémů komfortu a bezpečnosti

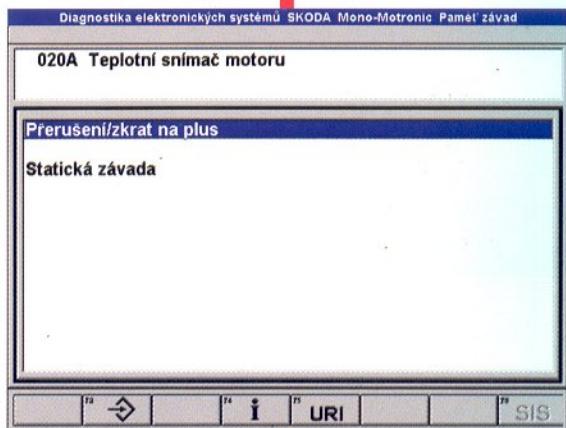
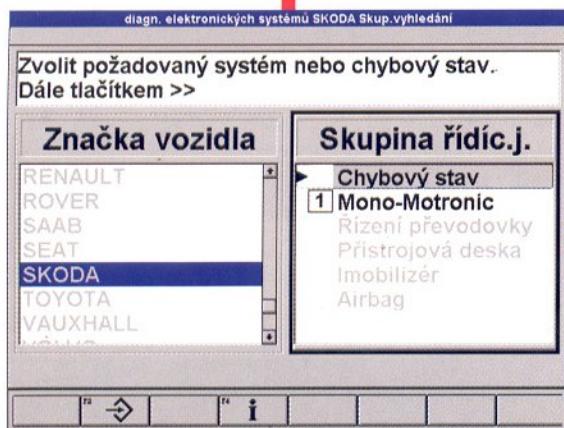
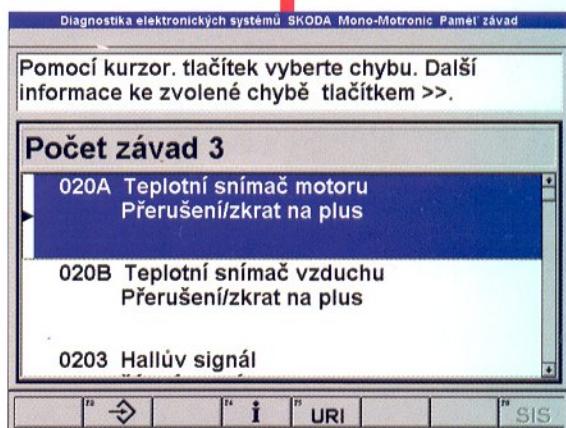
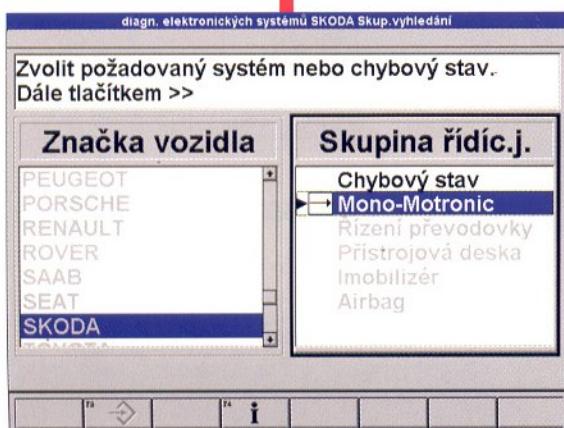
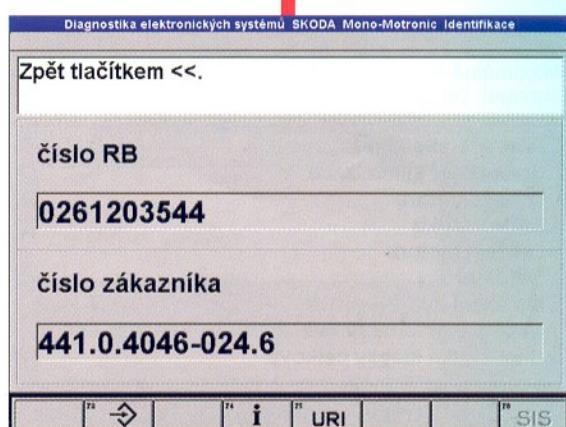
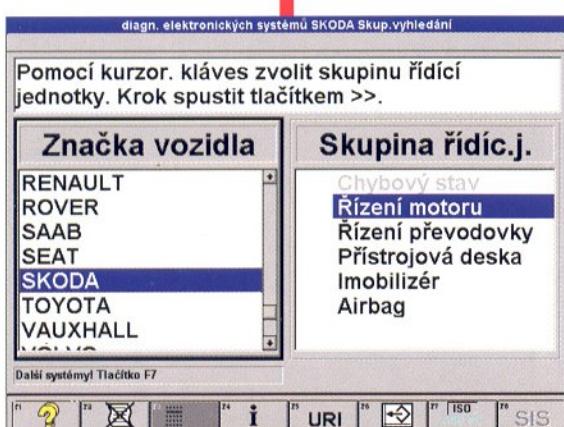
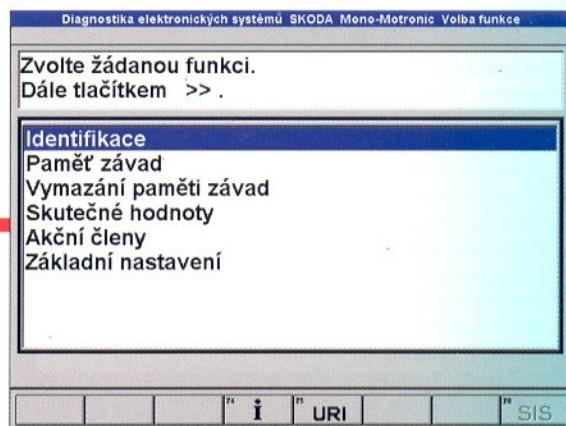
### Umožňuje:

- vyčtení paměti závad
- vymazání paměti závad

- zobrazení skutečných hodnot snímačů a akčních členů\*
- test akčních členů\*
- základní nastavení\*
- nulování servisních intervalů\*
- kódování variant\*
- a další funkce dle stavu software a typu řídicí jednotky.

\*) Obsah a hloubka tohoto kroku je u různých řídicích jednotek různá

Tester je vybaven integrovaným multimetrem a je připraven pro instalaci elektronického systému informací ESI BOSCH. Již dnes umožňuje komunikaci s řídicími jednotkami dle normy EOBD.



Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

Maximálně 4 skut. hodnoty vybrat tlačítky s šípkami. Dále tlačítkem >>.

- Spínač volnoběhu
- Teplotní snímač motoru
- Teplotní snímač nasáv. vzduchu
- Spínač převodových stupňů
- Připravenost klimatizace
- Kompressor klimatizace
- Otačky motoru
- Doba vstřiku
- Zatížení motoru

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

- Otačky motoru 800 /min
- Doba vstřiku 1.4 ms
- Zatížení motoru 33 %
- Střída AKF 0 %

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

Maximálně 4 skut. hodnoty vybrat tlačítky s šípkami. Dále tlačítkem >>.

- Připravenost klimatizace
- Kompressor klimatizace
- Otačky motoru
- Doba vstřiku
- Zatížení motoru
- Střída AKF
- Korekční faktor lambda
- Napětí akumulátoru
- Úhel škrťcí klapky celkový

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

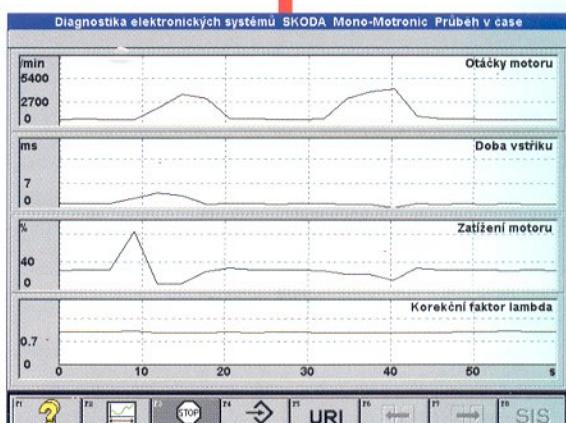
- Otačky motoru 775 /min
- Korekční faktor lambda 1.05
- Napětí akumulátoru 13.6 V
- Úhel škrťcí klapky celkový 4 °DK

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

- Spínač volnoběhu je sepnutý
- Teplotní snímač motoru -49.5 °C
- Teplotní snímač nasáv. vzduchu -54.9 °C
- Úhel škrťcí klapky celkový 12 °DK

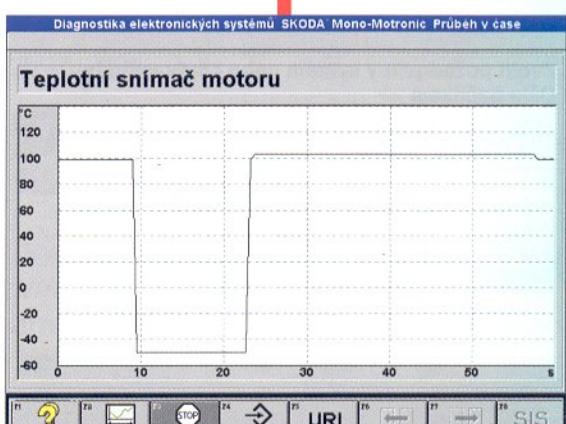
URI SIS

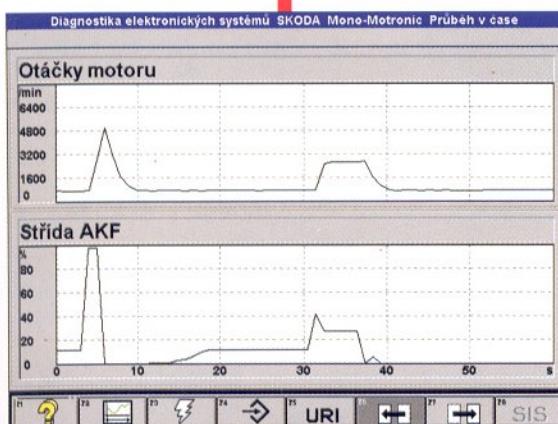
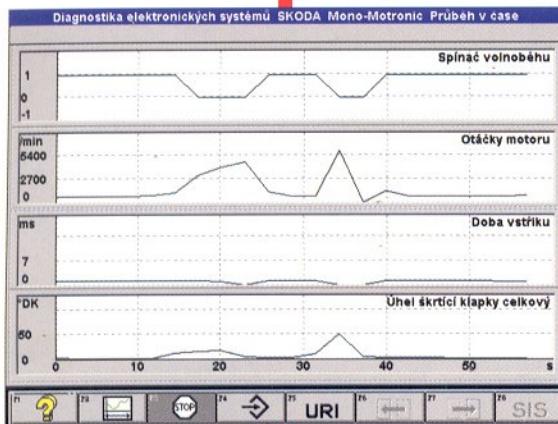


Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Skutečné hodnoty

- Spínač volnoběhu je sepnutý
- Teplotní snímač motoru 60.3 °C
- Teplotní snímač nasáv. vzduchu 43.2 °C
- Úhel škrťcí klapky celkový 6 °DK

URI SIS





Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Akční členy

**Informace k testu akčních členů**

1. Vypněte motor
2. Zapněte zapalování

Počet a pořadí akčních členů určuje řídící jednotka.  
Jednotlivá volba není možná. Je možné jen přepnutí do testu dalšího akčního

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Akční členy

Komponent je aktivován.

Akční členy

Servo škrťicí klapky

Stav

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Akční členy

Komponent je aktivován.

Akční členy

Servo škrťicí klapky

Předehřívání sacího potrubí

Stav

URI SIS

Diagnostika elektronických systémů SKODA Mono-Motronic Akční členy

Komponent je aktivován.

Akční členy

Servo škrťicí klapky

Předehřívání sacího potrubí

Odvzdušňovací ventil nádrže

Stav

URI SIS

SKODA Mono-Motronic Základní nastavení

Motortester připojit podle návodu k obsluze:

Zkušební podmínky:

- Teplota motoru nejméně 80°C
- Vypnutá klimatizace a jiné elektrické spotřebiče
- Odstranit ochranné víčko tělesaprevodovky (pro značku zapalování)

URI SIS

SKODA Mono-Motronic Základní nastavení

Základní nastavení ukončit tlačítkem F2.

Motor nechat běžet při volnoběžných otáčkách a zkontrolovat přestříh.

Předepsaná hodnota: viz. návod k vozidlům

Otačet rozdělovačem, až je dosaženo předepsané hodnoty.

URI SIS

**Bosch****Technická příručka****Distribuce:**

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

**Seznam příruček**

Elektronika motoru	1 987 720 001
Bezpečnostní a komfortní systémy	1 987 720 037
Symboly a elektronická schémata	1 987 722 002
Odrůšení	1 987 722 008
Systém vstřikování K-Jetronic	1 987 720 009
Systém vstřikování KE-Jetronic	1 987 720 021
Systém vstřikování L-Jetronic	1 987 720 010
Systém vstřikování Mono-Jetronic	1 987 720 033
Systém řízení motoru Motronic	1 987 720 011
Emise zážehových motorů	1 987 722 020
Akumulátory	1 987 720 003
Zapalování	1 987 720 004
Zapalovací svíčky	1 987 720 005
Alternátory	1 987 720 006
Startéry	1 987 720 007
Přehled vstřikování vznětových motorů	1 987 722 038
Řadová vstřikovací čerpadla	1 987 722 012
Regulátory řadových čerpadel	1 987 722 013
Rotační vstřikovací čerpadla	1 987 722 014
Brzdové soustavy osobních vozidel	1 987 722 023
Vzduchové brzdové soustavy: schémata	1 987 722 015
Vzduchové brzdové soustavy: zařízení	1 987 722 016
Common Rail	1 987 720 054
Rotační čerpadlo s radiálními písty	1 987 720 053
Světelná technika	1 987 720 039
Regulace dynamiky jízdy	1 987 720 052

