

TECHNICKÁ UNIVERZITA LIBEREC
Fakulta strojní

Karel Vávra
Elektronické řízení spalovacího procesu

Diplomová práce

1995

Fakulta strojní

Katedra elektrotechniky

Školní rok: 1993/94

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Karla V á v r u

obor Automatizované systémy řízení

zaměření Přístrojová a měřicí technika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Elektronické řízení spalovacího procesu
zážehového motoru a jeho modelování.

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši současného stavu nasazení elektronických systémů v automobilech a naznačte směry dalšího vývoje.
2. Navrhněte model elektronického řízení spalovacího procesu s doporučením na hardwarové a softwarové zabezpečení.
3. Realizujte vybrané uzly řídicího systému s využitím osobního počítače standardu IBM PC se vstupně výstupními porty.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1390, Liberec 1
PSČ 461 17

KKY/ASŘ

581, 2 vol. příl. (2 DISKETY)

V 125/96 S

+ 2 DISKETY

OBSAH

1.	Úvod	7
2.	Elektronické systémy v automobilech	8
2.1	Ekologie a spalovací motory Škoda	8
2.2	Motory Škoda se vstřikovací soustavou Bosch Monomotronic	8
2.3	ABS - nejmodernější brzdová soustava	11
2.4	Bezpečnostní systém Airbag a napínač pásů	13
2.5	Systém stabilizace vozu - ASMS	14
2.6	Ostatní elektronika v automobilech	15
2.7	Elektronika v automobilech blízké budoucnosti	16
3.	Elektronické řízení spalovacího procesu	19
3.1	Monomotronic - úvod	19
3.2	Elektronické víceparametrové zapalování - Motronic	19
3.3	Model elektronického řízení spalovacího procesu	20
3.4	Popis funkce Monomotronic	22
3.5	Přenos dat pro řízení motoru	26
3.5.1	Snímač teploty chladící kapaliny	26
3.5.2	Snímač úhlu nastavení škrtkové klapky	28
3.5.3	Snímač otáček	29
3.5.4	Snímač teploty nasávaného vzduchu	30
3.5.5	Lambda-sonda	31
3.6	Řízení volnoběžných otáček	32
3.6.1	Řízení volnoběžných otáček	32
3.6.2	Servopohon škrtkové klapky	33
3.7	Řízení zapalování	34
3.8	Palivová soustava	36
3.9	Odvětrávací soustava s nádobkou s aktivním uhlím	37
3.10	Diagnostika	38

4.	Návrh blokového diagramu programu pro diagnostiku a popis programu	40
4.1	Popis a možnosti využití programového produktu Control Panel	40
4.1.1	Ovladače a kanály pro přenos dat	41
4.1.2	Kanály ovladačů	41
4.1.3	Panely	42
4.1.4	Virtuální přístroje	44
4.2	Návrh blokového diagramu programu pro diagnostiku a testování elektronického systému	47
4.3	Popis programu AutoInfo	48
4.4	Požadavky na hardware	50
4.5	Požadavky na software	50
4.6	Vstupní a výstupní zařízení	51
5.	Praktická měření a diagnostika řídicí jednotky	52
5.1	Testování elektronického systému řízení zapalování	52
5.2	Diagnostika řídicí jednotky	53
6.	Závěr	58

Literatura

- 1.) Firemní literatura Bosh 1987:
 - Autoelektrik, autoelektronik am Ottomotor
 - Motor - Elektronik
 - Sicherheits - und Komfort - Elektronik im Kraftfahrzeug
- 2.) H. Siga, S. Midzutani :Uvedenie v avtomobilnuju elektroniku
- 3.) Automobilová elektronika, sborník Dům tedhniky ČSVTS Ostrava 1989
- 4.) Ing. J. Četkovský Elektronika v moderním automobilu
- 5.) Dílenské učební pomůcky Škoda
- 6.) Časopis Automobil revue

1. ÚVOD

Problematika životního prostředí je dnes velmi častým tématem, neboť motorová vozidla patří mezi zdroje emisí škodících zdraví. Celosvětově se již přes deset let snaží výrobci i zákonodárci omezit škodlivý vliv motorových vozidel na životní prostředí, a to nejen výfukovými plyny. Výrazně se také omezuje například používání azbestu v materiálech na obložení brzd a spojek, rozmáhá se opětovné zpracování plastů - recyklace, používání nových, životnímu prostředí méně škodících protikorozních materiálů a barev atd. Přesto zůstávají nejzávažnějším negativním jevem emise výfukových plynů. Ty se také staly předmětem zpřísnování limitů podílu škodlivin a jedovatých látek v nich obsažených. V mnoha zemích se dnes smějí prodávat pouze automobily splňující tyto ekologické podmínky. Již před dvanácti lety byla v USA přijata přísná norma US 83 Federal, výrazně omezující povolené množství škodlivých exhalací. Podle ní mohou výfukové plyny vozidel se zážehovými motory obsahovat nanejvýš 2,72 g oxidu uhelnatého (CO) na kilometr jízdy a všech uhlovodíků a oxidů dusíku ($\text{CH}_x + \text{NO}_x$) max. 0,97 g.km⁻¹. Shodné předpisy platí již delší čas také v Kanadě a ve Švédsku, postupně je zavedli i v Norsku, Finsku, Švýcarsku, Rakousku, Německu a v některých dalších zemích. Od 1. ledna 1993 platí tento předpis mimo jiné také ve zbytku zemí Evropské Unie .

Bylo tedy jen otázkou času, kdy také náš největší výrobce osobních automobilů, značka Škoda, bude ve větší míře a později i v převážné části své produkce vyrábět vozy plně odpovídající těmto nejprísnějším exhalačním normám.

2. ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY V AUTOMOBILECH

2.1 Ekologie a spalovací motory Škoda

Způsobů, jak dosáhnout takové čistoty výfukových plynů, aby motory splňovaly normu US 83 Federal je několik, ale všechny vyžadují určitý zásah do konstrukce motoru. Už dříve se v mladoboleslavské automobilce zabývali relativně nejschůdnější cestou - použitím elektronicky řízeného karburátoru, jímž byly pod obchodním označením ECOTRONIC vybaveny automobily Škoda určené především pro export. Není to však řešení ideální, navíc je někdy i dražší, a proto se už tak často nepoužívá.

Dnes se dává přednost vstřikování paliva, které vytlačuje dřív takřka bezkonkurenční plnění motorů karburátorem. Jednodušší soustavy mají vstřikování jednobodové, zatímco dokonalejší, a ovšem i dražší pak vícebodové. Přísné protioxhalační předpisy pamatují i na možný únik emisí CH z vozidla mimo motor a jeho příslušenství ve výparech, které se pak mohou nebezpečně koncentrovat například při parkování ve velkokapacitních garážích. Do vozů se proto jemně montují zvláštní nádoby s aktivním uhlím, do kterých jsou vyvedeny hadičky od míst možného úniku výparů (například z palivové nádrže a podobně).

2.2 Motory Škoda se vstřikovací soustavou Bosch Monotronic

Vzhledem ke zmíněným předpisům, platným ve stále větším počtu zemí, bylo třeba vyřešit konstrukce dnešního motoru Škoda, již by se dosáhlo složení výfukových plynů splňujícího požadavky nejpřísnějších exhalačních norem. Na základě konzultací s vývojovými pracovníky koncernu Volkswagen zvolili v Mladé Boleslavi spolehlivé a osvědčené jednobodové vstřikování známé značky

Bosch a po nevelkých konstrukčních změnách byl dnes již "klasický" škodoväcký čtyřválec s úspěchem vybaven vstřikovací soustavou Bosch Monomotronic.

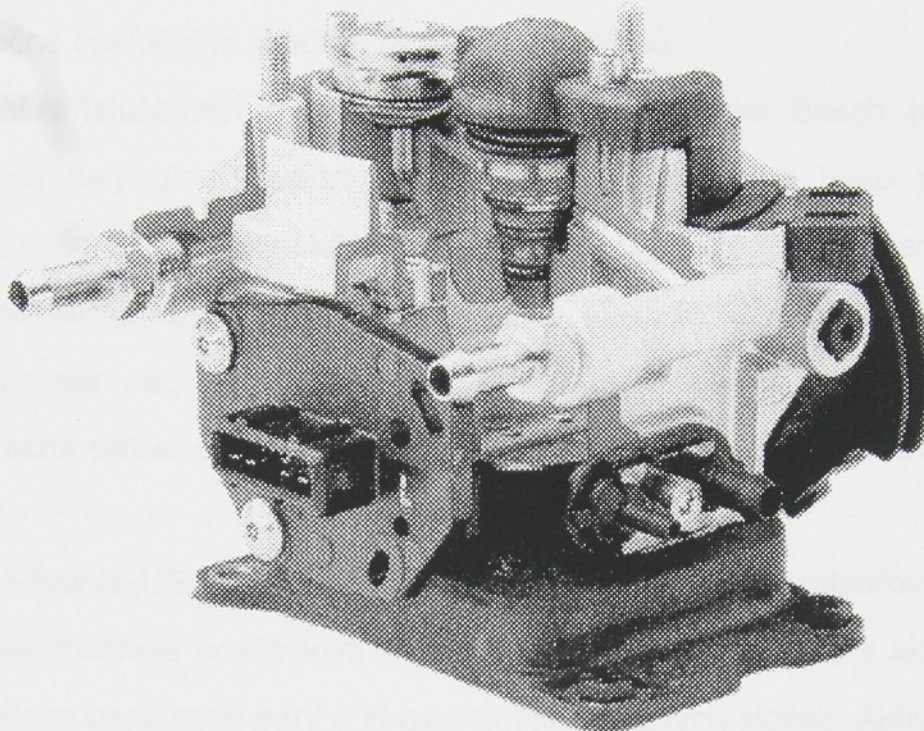
Výsledkem tohoto spojení je nenáročný a solidní motor splňující bez problémů dnešní nejpřísnější exhalační předpisy všech zemí, a to za cenu jen nepatrného zmenšení největšího výkonu, vyváženého ale výrazným snížením spotřeby paliva ve srovnání s předcházejícím systémem Ecotronic. Přes poměrnou jednoduchost soustavy Monomotronic použité pro známý čtyřválec s rozvodem OHV mají nyní vozy Škoda Favorit, Forman, Pick-Up s typovým označením LXi nebo GLXi a nyní samozřejmě vozy Škoda Felicia.

Je to nejen sama vstřikovací jednotka nad sacím potrubím, ale patří k ní i další prvky, jako řídící jednotka, na kterou jsou napojeny snímače otáček motoru, předstihu zážehu, polohy škrticí klapky, teploty motoru, teploty nasávané směsi, přebytku kyslíku ve výfukových plynech , a také atmosférického tlaku. Dalšími nezbytnými prvky soustavy jsou sonda Lambda, umístěná na začátku výfukového potrubí, a samozřejmě třicestný katalyzátor. Soustavu doplňuje ještě nádobka s aktivním uhlím, pohlcujícím zdraví škodlivé výpary z paliva - ovšemže výhradně bezolovnatého benzínu. Dalším novým prvkem příslušenství je i elektrické podávací čerpadlo.

Přesné plnění motorů Škoda s třicestným katalyzátorem tedy obstarává vstřikovací soustava Bosch Monomotronic řízená počítačem v závislosti na povelích řidiče (sešlápnutí akcelera toru) a na okamžitých provozních podmínkách. Po ta ov  řídící jednotka sama vyhodnocuje všechny snímané údaje a určuje přesné dávkování optimálního množství paliva elektromagnetickým ventilem v tělese vstřikovací jednotky. Tak je zajištěno nejvýhodnější složení palivové směsi a její co nejúčinnější spalování. Výfukové plyny proto obsahují méně škodlivin a jejich zbytky likviduje katalyzátor. Proti dřívějšímu karbur torovému motoru bez katalyzátoru, používajícímu olovnatý

benzín, je nyní obsah zdraví škodlivých látek ve výfukových plynech menší až o 90%.

Obr. č. 1 - Vstřikovací jednotka Bosch Mono-Motronic v částečném řezu



Se vstřikovací soustavou je přímo spřažena také zapalovací soustava se zapalovacím modulem a rozdělovačem vysokého napětí bez odstředivé a podtlakové regulace. Rozdělovač jen propojuje obvod vysokého napětí se svíčkami jednotlivých válců. Optimální okamžik zážehu určuje počítač v závislosti na zatížení motoru a dalších provozních podmínkách. Tak se dosahuje mimořádné přesnosti zapalování, a navíc odpadá potřeba seřizování zapalovací soustavy.

Rovněž není třeba seřizovat volnoběh a obsah CO ve výfukových plynech, neboť všechny tyto úkony zajišťuje samočinně počítač řídicí jednotky. Elektronicky vyhodnocované údaje zaručují optimální pracovní podmínky motoru při nejrozmanitějších režimech provozu a teplot, včetně například brždění motorem, kdy se samočinně uzavírá přívod paliva.

Regulace přípravy palivové směsi a procesu spalování se zpětnou vazbou od sondy lambda, která reaguje na přítomnost oxidu uhličitého (CO₂) ve výfukových plynech, zaručuje co nejdokonalejší účinnost katalyzátoru, dodatečně spalujícího škodlivé složky těchto plynů.

V příslušenství motorů Škoda se vstřikováním Bosch je také nové podávací čerpadlo. Původní mechanické, umístěné na boku motoru, nyní nahradilo čerpadlo elektrické, uložené přímo v palivové nádrži, která má proto u vozů se vstřikováním objem zmenšený na 42 litrů. Ve vstřikovací jednotce je také umístěn regulátor, který udržuje stálý tlak paliva na úrovni 100 kPa. Přebytečné palivo se vrací od vstřikovací jednotky zvláštním potrubím zpět do nádrže.

Předpis US 83 Federal požaduje také zamezení odpařování benzínu. Toho se dosahuje odvětráním palivové soustavy do nádoby s aktivním uhlím, pohlcujícím benzínové páry a zbavujícím je škodlivých složek. Aktivní uhlí se při jízdě samočinně regeneruje díky elektromagnetickému ventilu, řídícímu přísávání zachycených par zpět do motoru, takže není třeba obsah nádoby měnit po celou dobu životnosti motoru.

2.3 ABS - nejmodernější brzdová soustava

Tři kouzelná písmenka ABS, dnes už všeobecně známé i u nás, se stala mezinárodním symbolem pojmu **Anti Block System**, což do češtiny přeloženo znamená protiblokovací brzdovou soustavu.

Jaký je princip ABS ?

Každé kolo je opatřeno snímačem otáček , který neustále registruje jeho obvodovou rychlost. Tato informace se přivádí do elektronické řídící jednotky s naprogramovanou regulací ABS.

Má-li při brzdění některé kolo sklon k blokování, aktivuje řídicí jednotka magnetické ventily, které sníží brzdný tlak tak, aby bylo blokování tohoto kola vyloučeno. Řídicí jednotka snižuje brzdný tlak tak dlouho, až začnou otáčky kola opět stoupat. Protože se vozidlo i nadále nachází v režimu brždění, dosáhne brzdý tlak opět až hranice blokování. Tento regulační proces se opakuje po celou dobu brždění a uskutečňuje se individuálně pro jedno nebo více kol.

Regulační procesy systému ABS se projevují pulzačním pohybem brzdového pedálu. Regulace systému ABS skončí, jakmile se brždění ukončí nebo když kola již nemají sklon k blokování.

Veškeré tyto regulační procesy zabezpečuje po elektronické stránce řídicí jednotka spolu se snímači a impulsními kotouči .

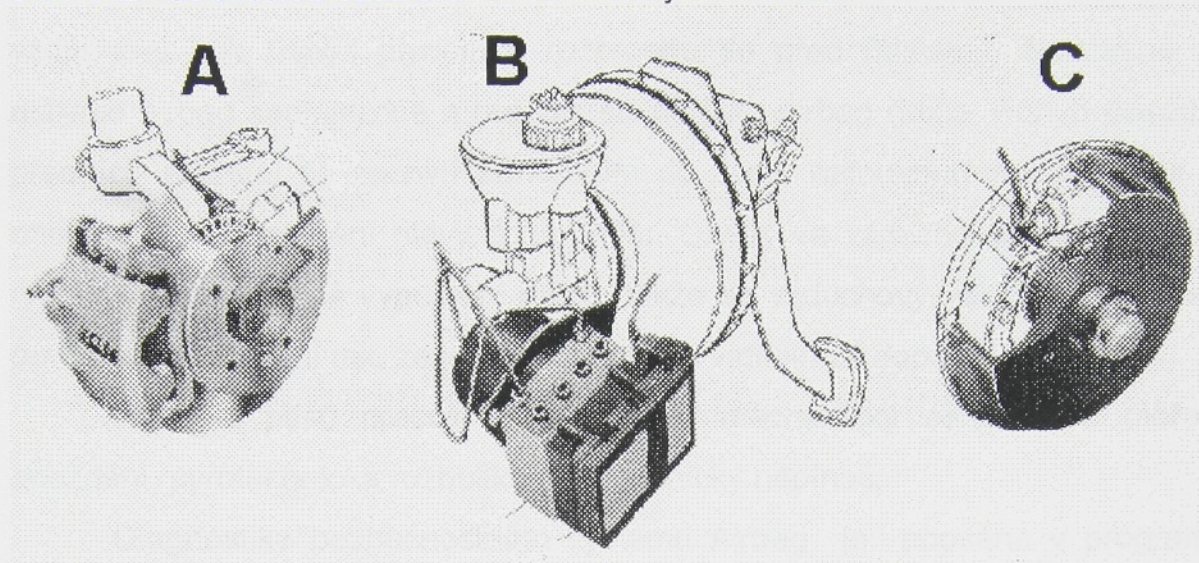
Co znamená systém diagnostiky ABS ?

Systém diagnostiky ABS je integrován do řídicí jednotky ABS. Je tvořen elektronickou kontrolou, která vyhodnocuje signály jednotlivých součástí systému (snímače a akční členy).

Znamená to, že se registrují poruchy pouze těch součástí, které vysílají nebo přijímají elektrické signály. Vyskytne-li se během jízdy porucha některé součásti systému, registruje elektronická kontrola v řídicí jednotce ABS každý elektrický signál, ležící mimo určené hraniční hodnoty. Tato skutečnost se uloží do paměti závad, kterou lze později ve smluvní opravně pomocí příslušného přístroje přečíst. To zvyšuje rychlost a spolehlivost oprav a snižuje jejich náklady.

Systém diagnostiky má vlastní testovací režim, který při zapnutí zapalování aktivuje celou řadu součástí, jako jsou například magnetické ventily, nebo při startování hydraulické čerpadlo. Elektronická kontrola se tedy aktivně provádí již při zapnutí zapalování. Zajišťuje to absolutní spolehlivost při registrování závad.

Obr. č. 2 - Jednotlivé části elektronického systému ABS



A - přední brzdový kotouč s nalisovaným impulsním kotoučem a snímačem

B - zadní bubnová brzda s impulsním kotoučem a snímačem

C - hlavní brzdový válec s řídicí jednotkou a hydraulickou jednotkou

Pro větší názornost je systém ABS popsán v programu **AutolInfo** , který je součástí této diplomové práce.

2.4 Bezpečnostní systém Airbag a napínač pásů

Systém se skládá především ze vzduchového vaku (airbagu), který je umístěn ve volantu, z vyvíječe plynu a z elektronické řídicí a kontrolní jednotky s kontrolní svítilnou. Airbag pro spolujezdce je umístěn v pravé části přístrojové desky a aktivuje se společně s airbagem řidiče.

Systém Airbag je vybaven elektronickým senzorem, který reaguje na kritickou hodnotu zpomalení vozu, další součástí jsou pyrotechnické nálože, které při aktivaci vyvolají chemickou reakci, při které vzniká plyn a ten naplní ochranné vaky u řidiče a spolujezdce. Případná závada systému se signalizuje kontrolkou na palubní desce.

Systém je navržen tak, že se aktivuje při čelním nárazu. Při aktivaci se vzduchový vak naplní plynem a rozprostře se před řidičem. Současně se aktivuje airbag spolujezdce a reaguje stejně jako airbag řidiče. Pohyb posádky předních sedadel se zachytí ponořením do zcela nafouknutých vaků. Tak je sníženo riziko poranění hlavy a hrudníku. Otvory ve vzduchovém vaku dovolí rychlé a kontrolované vypuštění plynu, takže se vzduchový vak bezprostředně po nárazu vyprázdní tak, že je opět obnovena viditelnost dopředu.

Napínač pásů pracuje v kombinaci: mechanický senzor pro měření zpoždění, pyrotechnická rozbuška a mechanický napínač.

Diagnostika bezpečnostního systému Airbag je popsána v programu **AutolInfo**, který je součástí této diplomové práce.

2.5 Systém stabilizace vozu - ASMS

Současné osobní automobily ukrývají ve svých útrobách často technicky velmi vyspělá zařízení. Zvláště oblast aktivní a pasivní bezpečnosti automobilů je pro konstruktéry kolbištěm, kde mohou předvést své projekty v praxi. Nadnárodní společnost ITT Automotive nyní přichází s unikátním systémem samočinné stabilizace vozu ASMS, který doplňuje už výše popsany, známý a rozšířený protiblokovací systém brzd (ABS), systém regulace prokluzu kol (ASR), elektronického rozdělení brzdné síly (EBV) a regulace točivého momentu motoru (MSR) o regulaci zatáčivého momentu vozu (GMR).

Nový systém ASMS rozpozná kritické jízdní situace, jako jsou například příliš rychlá jízda zatáčkou, panické vyhýbání se překážce nebo defekt pneumatiky, a okamžitě činí opatření ke stabilizaci pohybu vozu přibrzdováním jednotlivých kol a zásahem do řízení motoru, čímž se vyvolá žádoucí zatáčivý moment. Zatímco funkce ABS a ASR se týkají brzdění a rozjezdu vozidla - tedy dynamiky v podélném směru, regulace zatáčivého momentu vozu GMR má za úkol stabilizovat chování automobilu i v příčném směru.

K této stabilizaci jízdy dochází samočinnými zásahy do funkce brzd a motoru bez jakékoliv aktivity řidiče. Zjistí-li systém prostřednictvím přesných čidel (ta sledují polohu volantu, úhlovou rychlost vozu kolem svislé osy, příčné zrychlení vozidla a tlak v hlavním brzdovém válci) kritický stav jízdy, dochází k přibrzdění jednotlivých kol a ke snížení točivého momentu motoru. Takto vyvolané zpomalení a vyrovnávací moment vozu mají stabilizační účinek. Příklad : řidič pozdě zjistí, že do zatáčky vjel příliš rychle a zadní vozu se začíná ve smyku přetáčet - vychylovat ze zvoleného směru. Systém ASMS okamžitě rozpozná, že se jedná o kritickou jízdní situaci, zároveň ale sleduje, jak na ni reaguje řidič. Během několika milisekund mikroprocesor vypočítá, jak silně které kolo přibrzdit a kolik ubrat na točivém momentu motoru, aby se vůz opět stabilizoval.

Elektronická řídicí jednotka ASMS v podstatě odpovídá dnes obvyklým regulačním modulům protiblokovacích systémů ABS, je však vybavena vyšší inteligencí. Její kapacita je přizpůsobena vyšším nárokům na zpracování a vyhodnocení signálů z dalších čidel.

Vedle regulace stability, pracující od razantního zrychlení přes jízdu setrvačností až po oblast brzdění, se navíc vylepšuje i základní funkce ABS a ASR. V případě výpadku regulace zatáčivého momentu (GMR) zůstanou základní funkce nedotčeny. Celý stabilizační systém ASMS má mimořádné kompaktní rozměry, takže je vhodný i pro zabudování do vozů střední třídy.

2.6 Ostatní elektronika v automobilech

Mnoho elektronických systémů přispívá spíše komfortu řidičů a spolucestujících. Mezi nejpoužívanější patří např.: centrální zamykání s dálkovým ovládáním, elektrické stahování bočních oken, elektrické otevírání a zavírání střešního okna, nastavování zpětných zrcátek, vyhřívání zpětných

zrcátek, elektronické nastavení sedadla a vyhřívání, různé akustické a optické signalizace, elektronické zabezpečovací systémy a mnoho dalších.

2.7 Elektronika v automobilech blízké budoucnosti

Nejen podle mého názoru, bude hrát elektronika v osobních automobilech blízké budoucnosti mnohem větší úlohu než dosud. Důkazem toho je zkušební model XP 2000 který představila renomovaná automobilka Buick z koncernu General Motors.

Tento model představuje novou generaci elektronické automobilové výbavy. Jeho srdcem je koncepčně pokročilá síť počítačů, které pomohou vůz maximálně přispůsobit konkrétním požadavkům majitele. Předně jsou to funkce individuální volby uživatele. Místo klasického kovového klíče vlastní každý řidič svůj přívěsek s miniaturizovaným vysílačem pro dálkové ovládání, zámků dveří s individuálním kódem pro vnitřní seřízení vozu. Pokud do automobilu nastupuje již za tmy, aktivuje se v předstihu soustava vnitřního osvětlení kabiny. Model XP 2000 má pouze jeden zdroj vnitřního světla, které se rozděluje na příslušná místa v interiéru prostřednictvím optických vláken.

Současně s otevřením vozu se podle parametrů a zvyklostí řidiče nastaví do příslušné polohy sedadlo, volant i zpětná zrcátka a dokonce také klimatizace či audiosouprava. konkrétní údaje o řidiči, jeho proporcích a zvycích totiž trvale obsahuje paměť palubního počítače.

Software systému Customer's Choice (individuální volba) dokonce umožňuje naprogramovat také dynamické vlastnosti automobilu, jako jsou například účinnost posilovače řízení, charakter pérování či citlivost motoru na přidání plynu. Přívěsek s vysílačem individuálního kódu řidiče ovládá také imobilizér. Motor se pak spustí vložením přívěsku do snímače na přístrojové desce.

Další pozoruhodností je tzv. chytrá karta GM (Smart Card), podobná běžné kreditní kartě a opatřená paměťovým médiem. Také ona se vkládá do snímače na přístrojové desce. Na této kartě jsou zaznamenány také osobní a

zdravotní údaje řidiče a lze jí navíc hradit odebrané pohonné hmoty, jídlo či mýtné.

Bohatost elektronické výbavy automobilu XP 2000 je zřejmá také na pracovišti řidiče. Klasické elektromechanické přístroje zcela nahradila elektronická zobrazovací technika. Předně displej HUD (Head-up display) na holografickém principu promítá základní údaje o jízdě a funkcích automobilu na čelní sklo v úrovni očí řidiče, který se pak může lépe soustředit na sledování vozovky před sebou. Další dva displeje na bázi tekutých krystalů jsou v přístrojové desce. Vlevo se nachází obrazovka s podrobnými údaji o běhu motoru a práci palubních soustav, vpravo se podle potřeby objeví výstup palubního navigačního systému. I v tomto případě jde o barevný grafický displej, na kterém se šipkami znázorňují dopravní situace s vyznačením správné trasy. Nechybějí ani názvy ulic, náměstí či dokonce restaurací, popř. upozornění na turistické pamětihodnosti. Oba popsané displeje mají vícefunkční charakter, takže si řidič může podle svých zvyklostí určit, jaké informace budou zobrazovat. Navíc k nim lze připojit běžný osobní počítač.

Řadu funkcí vozu XP 2000 lze ovládat i pouhým hlasem řidiče. Týká se to také např. navigačního a klimatizačního systému, radiopřehrávače či telefonu. Přínos tohoto netradičního způsobu ovládání spočívá v tom, že řidič nemusí pustit volant z rukou.

Zejména v noci a za špatné viditelnosti dále zvyšuje bezpečnost jízdy systém zjišťování překážek NODS (Near Obstacle Detection System). Jeho základem je radar, který sleduje stojící i pohybující se objekty před vozidlem. Řidič je o nich informován graficky pomocí displeje HUD. Pokud automobil couvá, radar systému NODS sleduje prostor za záďí a upozorňuje akusticky řidiče, blížili se vůz k nějaké překážce. Navíc se samočinně přestavějí zpětná zrcátka tak, aby řidič co nejlépe a bez mrtvých zón viděl místo kam couvá.

Velkorysá elektronická výbava předurčuje Buick XP 2000 pro provoz na "inteligentních" dálnicích v rámci systému IVHS (Intelligent Vehicle Highway System). Vozidlo po nich pojede rychlostí až kolem 250 km/hod bez zásahu člověka, přičemž posádka může kabinu využít jako kancelář či zábavní

středisko. O její bezpečnost se kromě deseti airbagů, protiblokovací a protiprokluzové soustavy ABS / TCS postará též systém adaptivní regulace cestovní rychlosti, který lze využít i v provozu na běžných komunikacích.

Centrální jednotka elektronického zapalování (CEZ) je součástí elektronického zapalovacího systému (ECS - Central Ignition Unit). Jedná se o mikropočítač, který může vládnout v elektronických systémech zapalování a řízení motoru a motoru v elektronickém zapalování a řízení motoru. Jeho úkolem je řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů a řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů.

Centrální jednotka elektronického zapalování (CEZ) je součástí elektronického zapalovacího systému (ECS - Central Ignition Unit). Jedná se o mikropočítač, který může vládnout v elektronických systémech zapalování a řízení motoru a motoru v elektronickém zapalování a řízení motoru. Jeho úkolem je řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů a řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů.

Centrální jednotka elektronického zapalování (CEZ) je součástí elektronického zapalovacího systému (ECS - Central Ignition Unit). Jedná se o mikropočítač, který může vládnout v elektronických systémech zapalování a řízení motoru a motoru v elektronickém zapalování a řízení motoru. Jeho úkolem je řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů a řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů.

Centrální jednotka elektronického zapalování (CEZ) je součástí elektronického zapalovacího systému (ECS - Central Ignition Unit). Jedná se o mikropočítač, který může vládnout v elektronických systémech zapalování a řízení motoru a motoru v elektronickém zapalování a řízení motoru. Jeho úkolem je řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů a řídit zapalování motoru na základě údajů z různých senzorů.

3.2. Elektronické víceparametrové zapalování - Motoroli

Namísto tradičního rozdělovače zapalování a mechanického rozdělovače podtlakovou regulací přebírá funkci řízení elektronicky účinné charakteristické pole řízení předtlačení zážehů, které se nachází v řídicí jednotce. Úhel předtlačení zážehů může být dovozen z různých senzorů motoru, zapalování rozdělovače vzduchu a odpovídající polohou špičky svíčky.

3.2.1. Základní elektronické zapalování - Chytrý řídicí systém - mikropočítač, který propojuje mezi dvěma procesy řízení optimální řízení řízení

3. ELEKTRONICKÉ ŘÍZENÍ SPALOVACÍHO PROCESU

3.1 Mono-Motronic - úvod

Mono-Motronic zahrnuje jednotlivé systémy jako zapalování a vstřikování do jedné digitální řídicí jednotky (CPU = Central Program Unit). Jádrem systému Mono-Motronic je mikropočítač, který může ukládat v charakteristických polích specifická data každého motoru o množství vstřikovaného paliva a úhlu předstihu zážehu, která jsou zjištěna konstruktérem na zkušebním stavu (brzdě motorů) a tato může dále zpracovávat.

Senzory hlásí mikropočítači teplotu nasávaného vzduchu, teplotu chladicí kapaliny a otáčky motoru. Ten na základě těchto informací spočte nejvhodnější hodnotu úhlu předstihu zážehu a optimální množství vstřikovaného paliva. To vše až 400 krát za sekundu.

Digitální technika počítače umožňuje upravit množství vstřikovaného paliva a úhel předstihu zážehu přesně nejrozličnějším provozním stavům jako volnoběhu, částečnému zatížení, maximálnímu zatížení motoru, teplému běhu, brzdění motorem a náhlé změně zatížení.

Optimální výpočet úhlu předstihu zážehu a množství vstřikovaného paliva zvyšuje jízdní komfort a redukuje spotřebu a škodlivé emise ve výfukových plynech.

3.2 Elektronické víceparametrové zapalování - Motronic

Namísto tradičního rozdělovače zapalování s mechanickou odstředivou a podtlakovou regulací přebírá funkci řízení elektronicky uložené charakteristické pole úhlů předstihu zážehu, které se nachází v řídicí jednotce. Úhel předstihu zážehu může být dodatečně ovlivněn teplotou motoru, teplotou nasávaného vzduchu a odpovídající polohou škrtící klapky.

Jádrem elektronického zapalování s charakteristickým polem je mikropočítač, který propočte mezi dvěma procesy zápalu optimální hodnotu úhlu

zážehu z parametrů zjištěných senzory, jako zatížení a otáčky motoru, teplota a poloha škrtkové klapky.

Předností elektronického systému řízení zapalování s charakteristickým polem je v tom, že úhel zážehu může být upraven podle okamžitého provozního stavu. Podle požadavků se tak dosáhne optimálních výkonových vlastností, minimální spotřeby paliva, nebo nejnižších hodnot škodlivin ve výfukových plynech.

Úhly předstihu zážehu zjištěné na brzdě motorů jsou uloženy ve formě charakteristického pole úhlů předstihu zážehu a následovně jsou optimalizovány ve vozidle dle zadaných kritérií - spotřeba, výfukové plyny, sklon k detonacím a jízdní vlastnosti. Charakteristické pole je pak uloženo do počítače, tak aby během provozní doby motoru nemohlo dojít k žádným změnám charakteristiky zapalování.

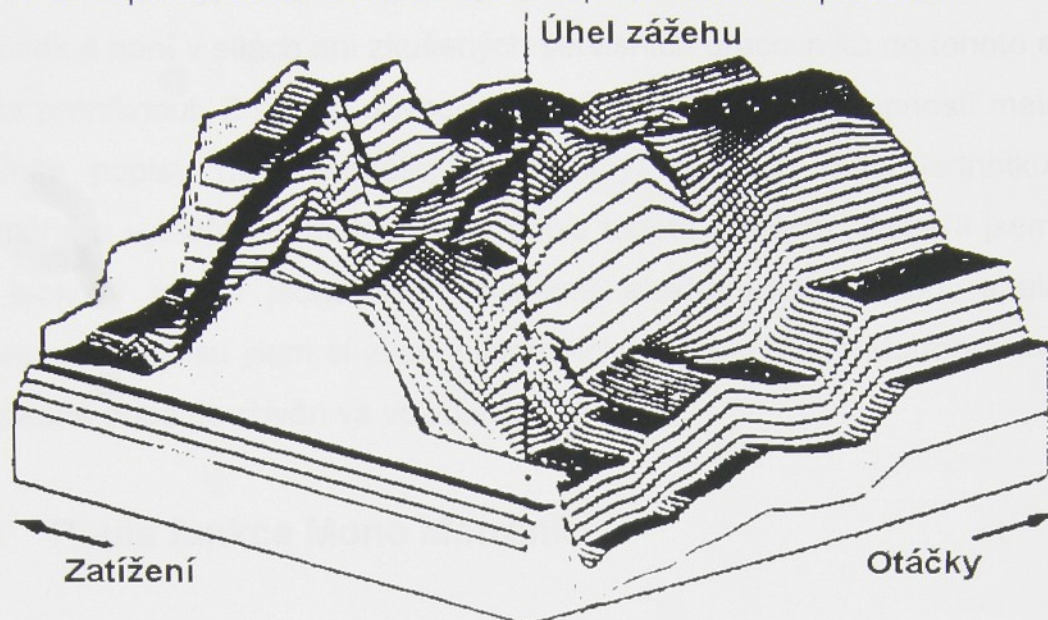
3.3 Model elektronického řízení spalovacího procesu

V řídicí jednotce dochází k numerickému zpracování vstupních dat ze snímačů, které korigují předem naprogramovanou charakteristiku délky vstřiku.

Pro názornost ukazují, jakým způsobem je dosaženo optimální hodnoty úhlu předstihu zážehu:

- 1.) Na základě informací o otáčkách a zatížení motoru je z charakteristického pole hodnot (viz. níže) uložených v řídicí jednotce vybrán úhel předstihu zážehu.
- 2.) Počítač koriguje hodnotu z charakteristického pole v závislosti na dalších provozních stavech např. oblast volnoběžných otáček a oblast maximálního zatížení (z polohy škrtkové klapky), rovněž jako teplota motoru a teplota nasávaného vzduchu.
- 3.) Korigovaný úhel předstihu zážehu odpovídá přesně specifickým požadavkům motoru (startování, volnoběh, brzdění motorem, maximální zatížení) týkající se spotřeby paliva a hodnot výfukových plynů.

Obr. č. 3 - Optimalizované elektronické víceparametrové zapalování



Charakteristické pole zapalování

6400	32	32	35	38	45	40	46	46	46	50	54	56	56	56	56
5800	32	32	35	38	45	40	46	46	46	50	54	56	56	56	56
5200	32	32	35	38	45	40	46	46	46	50	54	56	56	56	56
4500	32	32	35	38	45	40	46	46	46	50	54	56	56	56	56
4000	31	31	35	38	45	48	48	46	46	50	54	56	56	56	56
3400	30	30	35	38	45	48	48	48	50	50	50	55	50	56	46
2800	26	27	31	35	41	41	41	41	41	41	41	45	50	50	45
2600	24	25	27	33	37	34	34	34	34	34	34	40	45	45	40
2400	23	24	26	31	35	33	33	33	33	33	33	40	45	45	35
2200	22	23	25	30	35	32	32	32	32	32	32	35	45	40	30
2000	21	22	23	28	33	31	31	31	31	31	31	35	45	40	21
1800	19	20	21	26	31	30	30	30	30	30	30	35	35	35	19
1600	18	18	12	23	27	27	27	27	27	27	27	30	35	35	18
1400	16	16	17	20	23	24	24	24	24	24	24	30	30	30	16
1200	14	14	15	17	20	20	20	20	20	20	20	25	25	25	14
1000	12	12	13	14	16	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
800	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

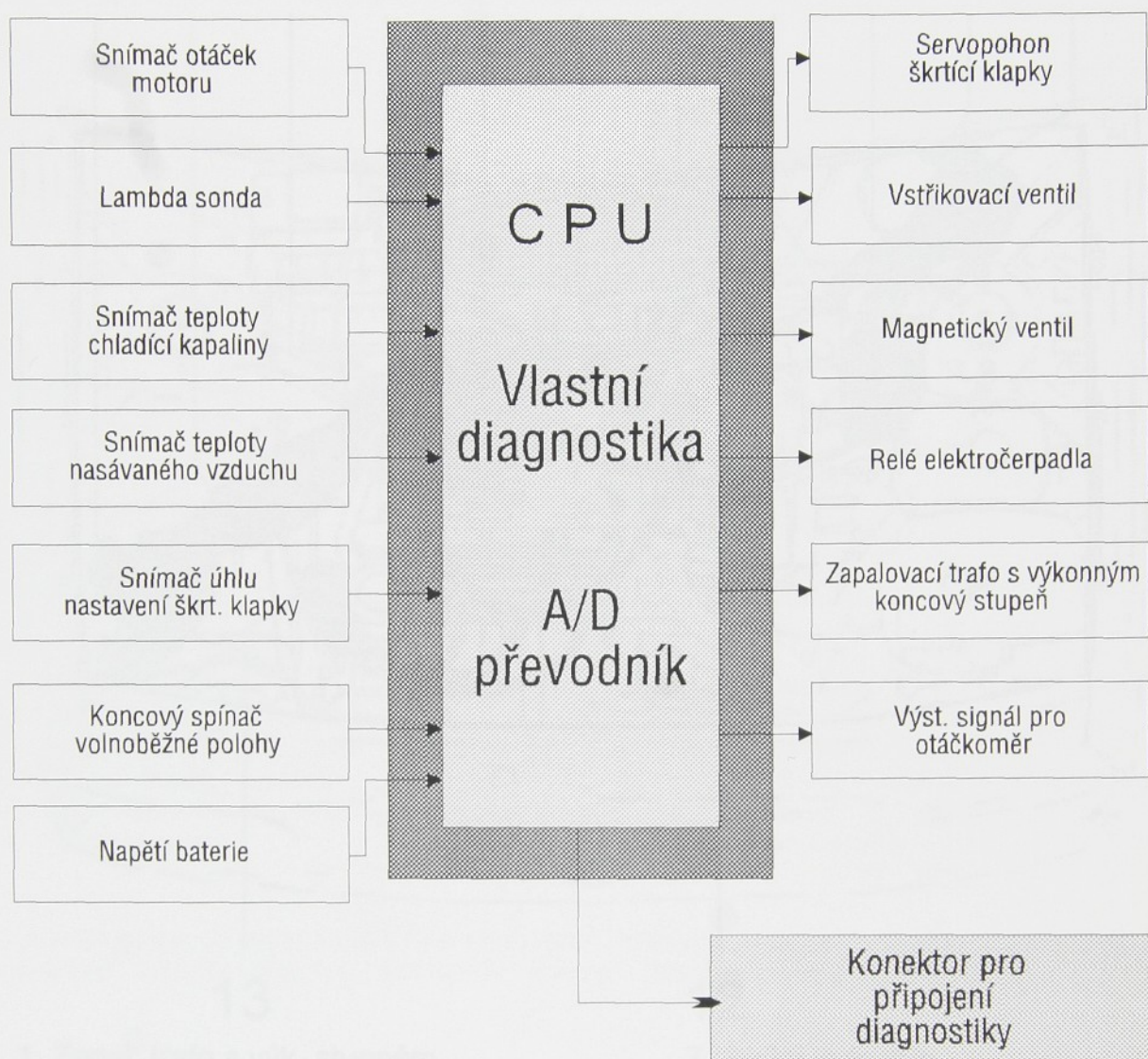
Složité výpočetní algoritmy jsou výsledkem rozsáhlých provozních zkoušek a není v silách ani zkušených servisních pracovníků do tohoto systému zcela proniknout. Z tohoto důvodu, a také z důvodu nedostupnosti materiálů o vnitřním popisu řídicí jednotky jsem nebyl schopen řídicí jednotku řádně proměřit, a vytvořit tak matematický popis tohoto systému. Zaměřil jsem se tak na blokový model jednotlivých systémů elektronického řízení spalovacího procesu. K popisu jsem si zvolil elektronický systém Mono-Motronic, který je v současné době používán ve vozidlech Škoda.

3.4 Popis funkce Mono Motronic

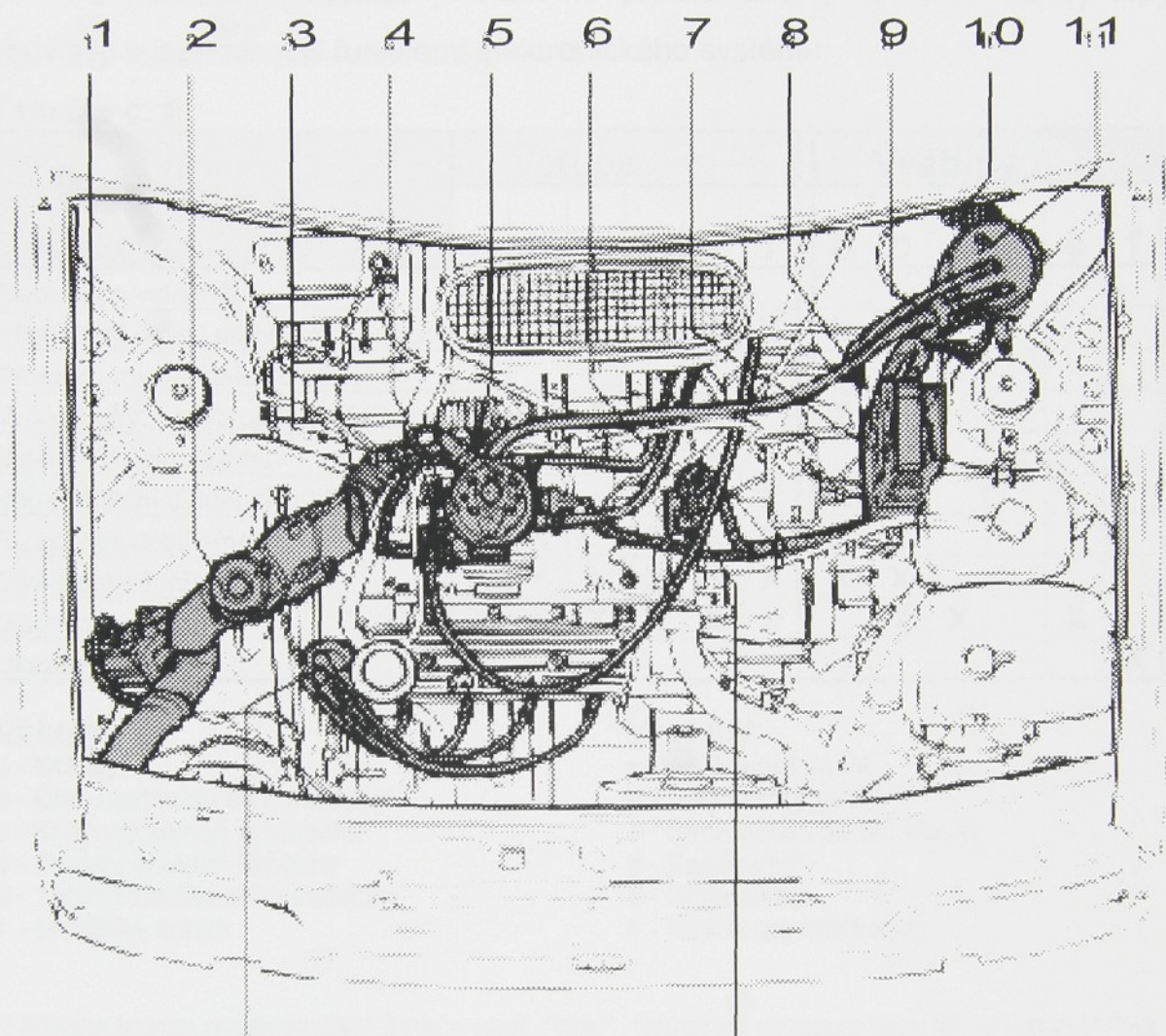
Řídicí jednotka zpracuje výstupní signály snímačů a vypočte dobu vstřiku a úhel zážehu. Základní informací pro řídicí jednotku je signál snímače úhlu otevření škrtící klapky a snímače otáček. Pro přispůsobení se na okamžitý provozní stav motoru jsou do řídicí jednotky přiváděny další korekční signály ze snímače teploty chladicí kapaliny a Lambda-sondy.

Při studeném startu a v době do ohřátí motoru na provozní teplotu je třeba palivovou směs obohatit prodloužením doby vstřiku. Při omezení maximálních otáček na 5 800 / min a při brzdění motorem dojde k úplnému zastavení přívodu paliva do spalovacího prostoru motoru. Obnovení dodávky paliva následuje po dosažení předem stanovených provozních podmínek. Volnoběžné otáčky se regulují úhlem nastavení škrtící klapky pomocí servopohonu a změnou úhlu zážehu. Pomocí Lambda-sondy se optimalizuje složení výfukových plynů.

Blokový model elektronického řízení splovacího procesu



Uspořádání vstříkovací soustavy ve vozidle Škoda Favorit



13

1. Zapal. trafo s výk. stupněm
2. Vzduchové sací hrdlo
3. Trubice pro měření CO
4. Centrální vstříkovací jednotka
5. Snímač teploty chladicí kapaliny
6. Konektorová přípojka Lambda-sondy

12

7. Řídící jednotka
8. Relé pal. čerpadla a pojistky
9. Magnetický ventil
10. Zásuvka pro diagnostiku
11. Nádobka s aktivním uhlím
12. Konektor snímače otáček
13. Rozdělovač

V následující tabulce je názorně předvedeno, jaké vstupy a výstupy souvisejí s jednotlivými funkcemi elektronického systému.

Tabulka č. 1

Funkce	Vstupy						Výstupy					
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
Stabilizace volnoběhu	X	X	X	X					X	X		
Obohacení směsi při plném výkonu	X	X		X	X	X	X	X				
Omezení maximálních otáček	X						X	X				
Vypnutí přív. paliva při brzdění motore	X		X	X	X		X	X				
Nastavení úhlu zážehu	X	X	X	X	X					X		
Regul.složení výfuk. plynů-LAMBDA	X	X		X	X	X	X					
Řízení bohatosti směsi	X	X		X		X	X	X				
Odvětrání nádrže	X	X	X	X		X	X	X				
Diagnostika	X	X	X	X	X	X		X	X		X	
Ukazatel otáček	X											X

Vstupy:

- a - Otáčky
- b - Úhel nastavení škrtící klapky
- c - Koncový spínač volnoběhu
- d - Teplota chladicí kapaliny
- e - Teplota nasávaného vzduchu
- f - LAMBDA sonda

Výstupy:

- a- Vstřikovací ventil
- b - Magnetický ventil
- c - Servopohon škrtící klapky
- d - Zapalování
- e - Diagnostika
- f - Signál pro otáčkoměr

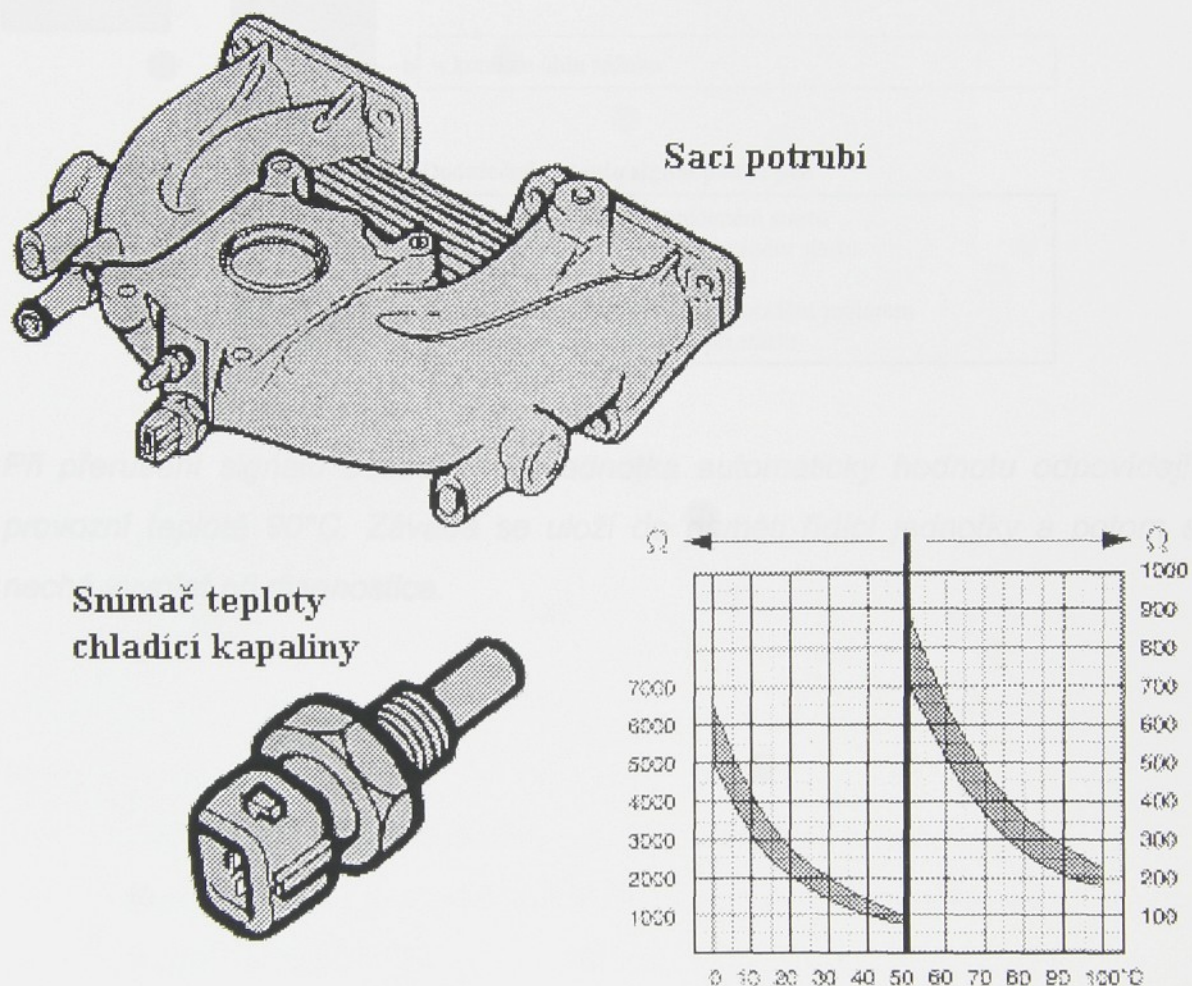
V tabulce nejsou uvedeny další funkce např. "start", "ohřev na provozní teplotu", "zrychlení", "brz motorem", "korekce na teplotu nasávaného vzduchu", "korekce na napětí akumulátoru".

3.5 Přenos dat pro řízení motoru

3.5.1 Snímač teploty chladící kapaliny

Pro měření teploty chladící kapaliny je použit odporový snímač. Podle teploty chladící kapaliny se mění velikost odporu.

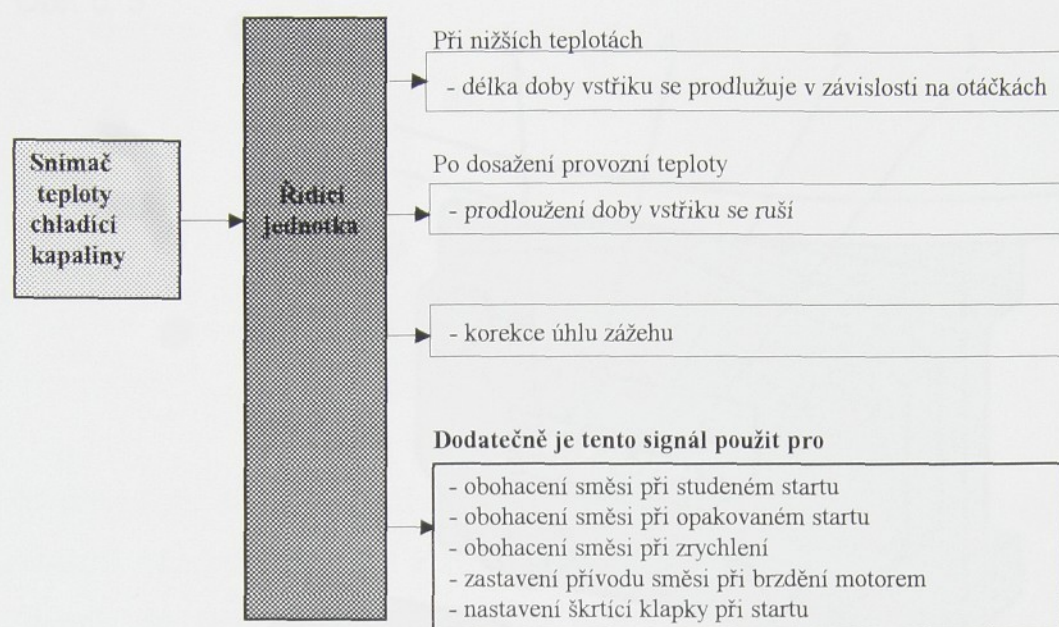
Obr. č. 4



Funkce je následující:

Řídící jednotka zpracuje vstupní údaj snímače teploty chladící kapaliny a určí délku doby vstřiku v závislosti na teplotě. Tato doba je 1-6 ms.

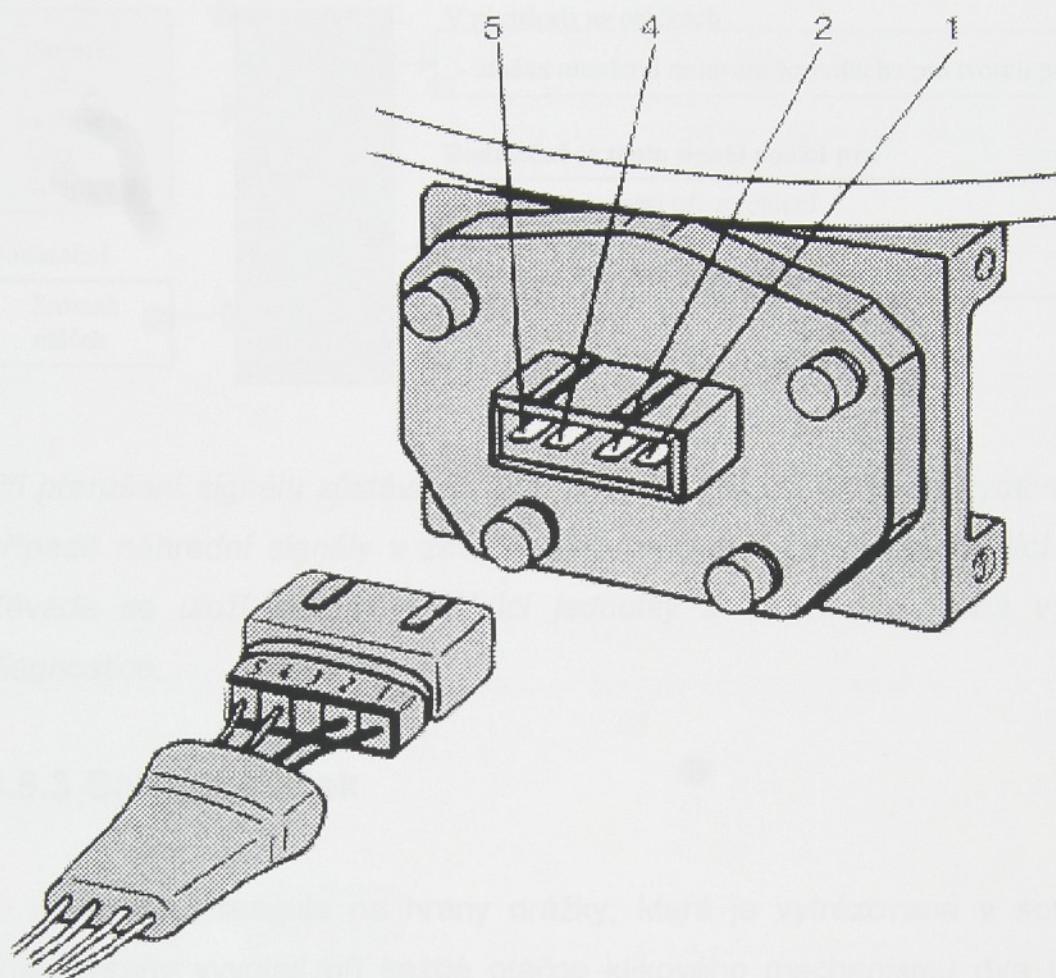
Modelové schéma



Při přerušení signálu dosadí řídicí jednotka automaticky hodnotu odpovídající provozní teplotě 90°C. Závada se uloží do paměti řídicí jednotky a potom se nechá vyvolat při diagnostice.

3.5.2 Snímač úhlu nastavení škrťací klapky

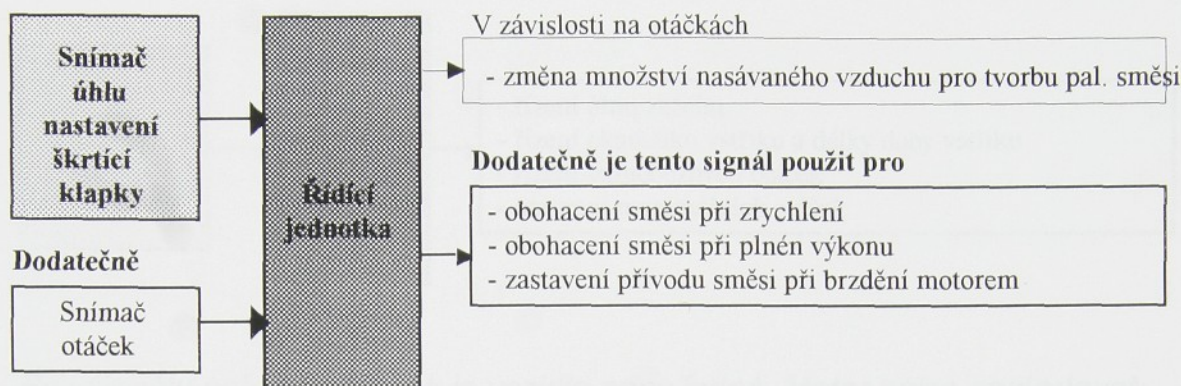
Obr. č. 5



Funkce je následující:

- Svorkami 1 a 5 je přiváděno napájecí napětí na potenciometr
- Svorkami 1 a 2 je přiváděno do řídicí jednotky referenční napětí pro úhel škrťací klapky 0° - 24°
- Svorkami 1 a 4 je přiváděno do řídicí jednotky referenční napětí pro úhel škrťací klapky 18° - 90°

Modelové schéma



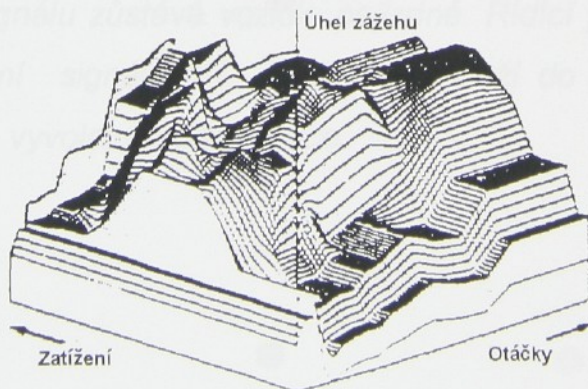
Při přerušení signálu zůstává vozidlo pojízdné. Řídicí jednotka vydává v tomto případě náhradní signály v závislosti na otáčkách a teplotě chladicí kapaliny. Závada se uloží do paměti řídicí jednotky a potom se nechá vyvolat při diagnostice.

3.5.3 Snímač otáček

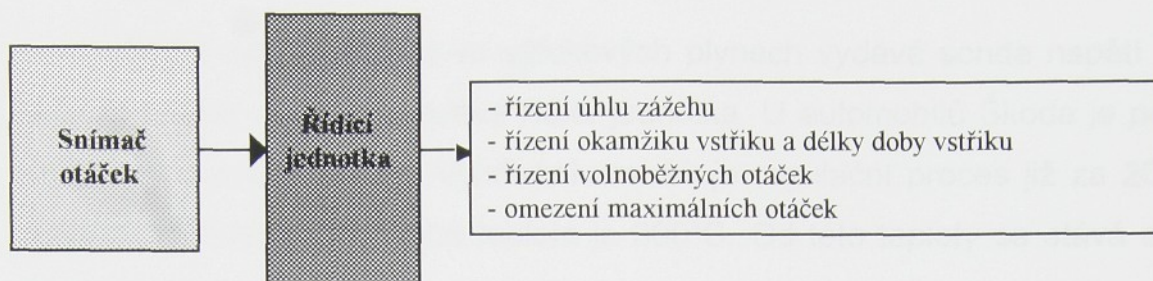
Snímač reaguje na hrany drážky, která je vyfrézovaná v setrvačnicku. Řídicí hrany vyvolají při každé otáčce klikového mechanismu dva impulsy v odstupu 54° . Snímač je postaven tak, že impulsy jsou vydávány 60° a 6° před horní úvratí HÚ a jsou vedeny do řídicí jednotky k dalšímu zpracování.

Řídicí jednotka hodnoty vyhodnotí a udělá zásah podle předem naprogramovaného charakteristického pole (viz. obrázek)

Obr. č. 6



Modelové schéma

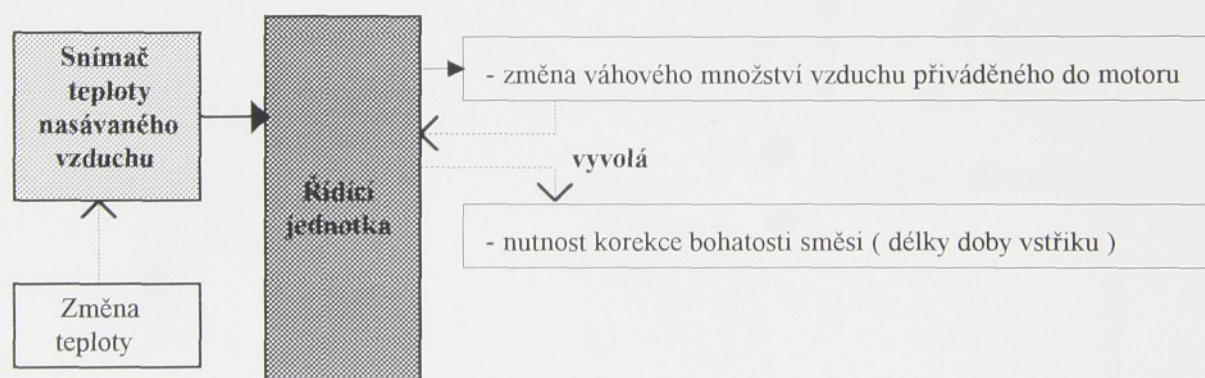


Bez signálu snímače otáček je vozidlo nepojízdné. Motor nelze nastartovat.

3.5.4 Snímač teploty nasávaného vzduchu

Snímač teploty nasávaného vzduchu pracuje na principu změny odporu v závislosti na teplotě stelně jako snímač teploty chladící kapaliny.

Modelové schéma



Při přerušení signálu zůstává vozidlo pojízdné. Řídicí jednotka vydává v tomto případě náhradní signál 20°C. Závada se uloží do paměti řídicí jednotky a potom se nechá vyvolat při diagnostice.

3.5.5 Lambda-sonda

Podle podílu kyslíku ve výfukových plynech vydává sonda napětí 100 - 900 mV, které dále zpracovává řídicí jednotka. U automobilů Škoda je použita vyhřívaná Lambda-sonda. Vyhřívání umožňuje regulační proces již za 20 - 30 sekund. Minimální dosažená teplota je 300°C. Od této teploty se stává aktivní keramika elektricky vodivá pro kyslíkové ionty.

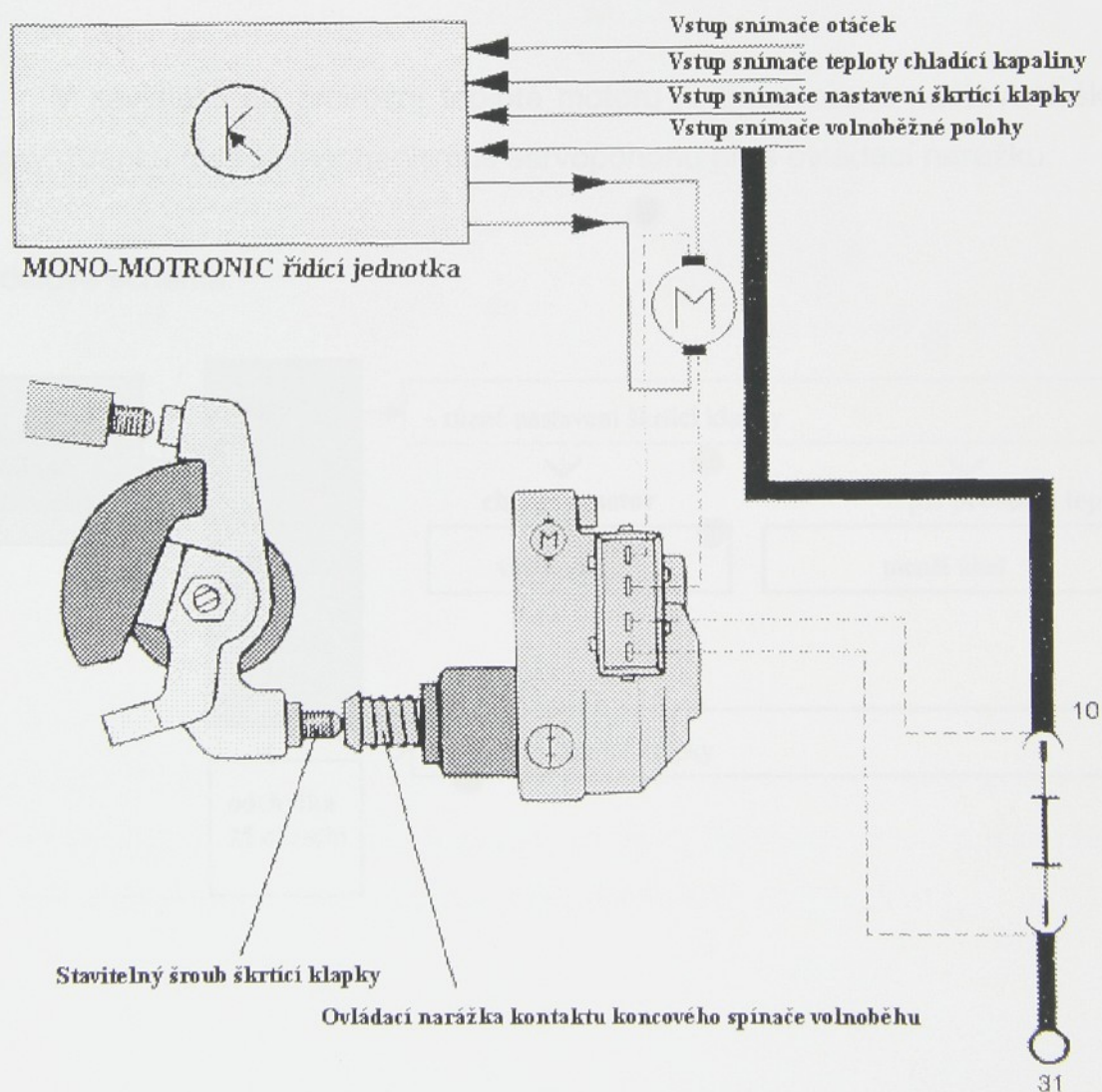
Při přerušení signálu nebo zkratu zůstává vozidlo pojízdné. Závada se uloží do paměti řídicí jednotky a potom se nechá vyvolat při diagnostice.

3.6 Řízení volnoběžných otáček

3.6.1 Řízení volnoběžných otáček

Úkolem řízení volnoběžných otáček je vyrovnávat kolísání otáček, které je způsobováno teplotou chladicí kapaliny, nasávaného vzduchu a různými režimy práce motoru. Řízení volnoběžných otáček řídicí jednotky se realizuje změnou polohy škrťací klapky servopohonu a změnou úhlu zážehu.

Modelové schéma



Funkce je následující:

Koncový spínač regulace volnoběžných otáček je součástí servopohonu ovládání škrtkové klapky. Řízení volnoběžných otáček začne pracovat jedině, když dojde k sepnutí spínače volnoběžných otáček najetím stavitelného šroubu na ovládací narážku kontaktu koncového spínače volnoběhu.

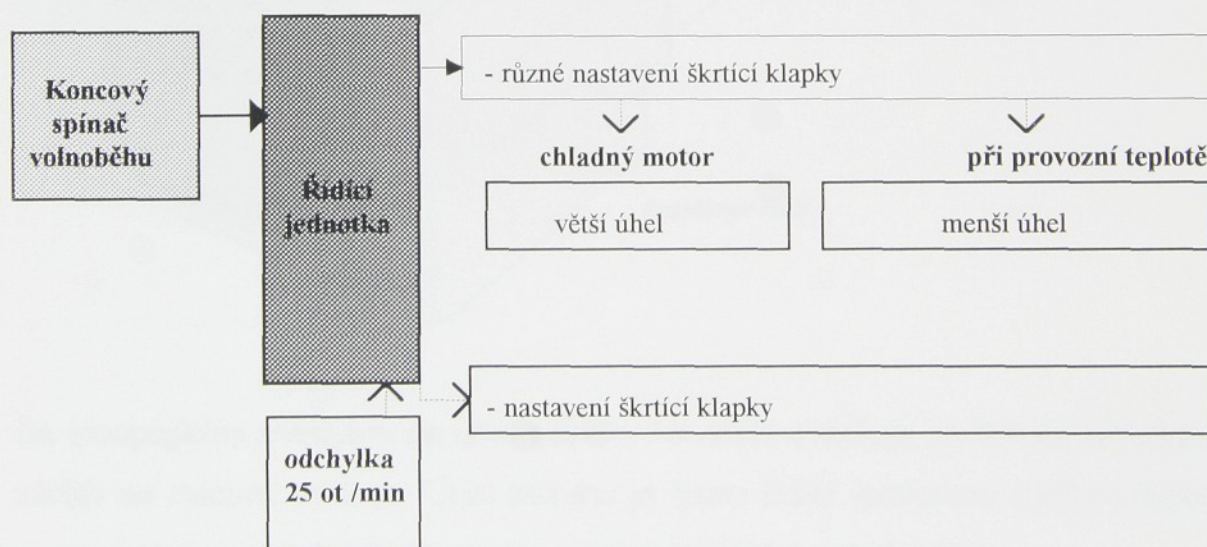
Vstupy do řídicí jednotky pro řízení volnoběžných otáček jsou:

- provozní teploty motoru
- úhel nastavení škrtkové klapky
- signál z kontaktu spínače volnoběžných otáček

3.6.2 Servopohon škrtkové klapky

V závislosti na provozní teplotě motoru je třeba různé nastavení škrtkové klapky. Klapku ovládá mechanismus servopohonu přes ovládací narážku.

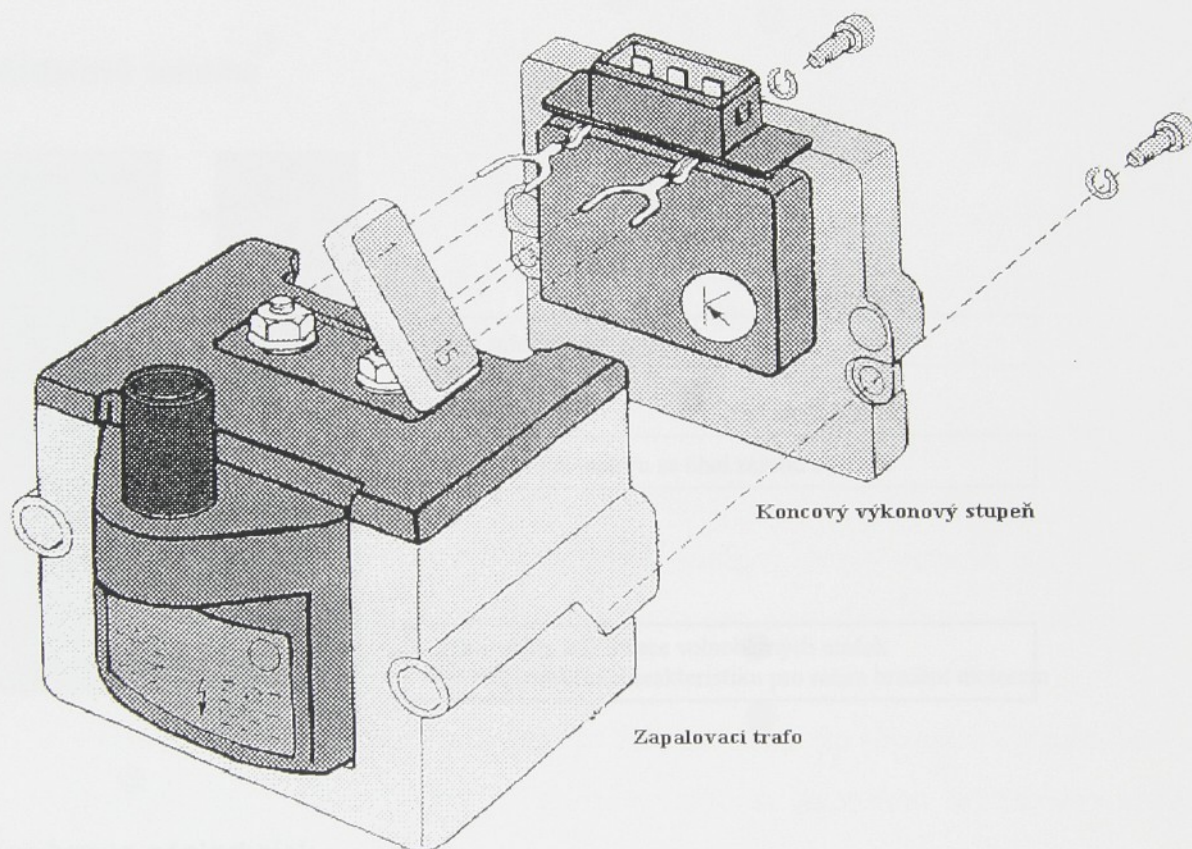
Modelové schéma:



3.7 Řízení zapalování

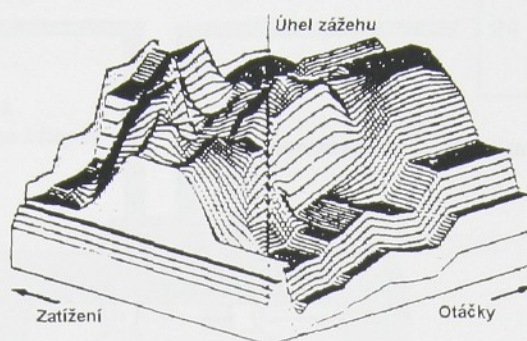
Elektronické řízení umožňuje optimální přispůsobení provozním podmínkám a splňuje současné nejprísnější zákonné předpisy o emisích výfukových plynů US-83. Zapalovací trafo a výkonový stupeň tvoří kompaktní celek který, se nechá v případě potřeby rozložit.

Obr. č. 7

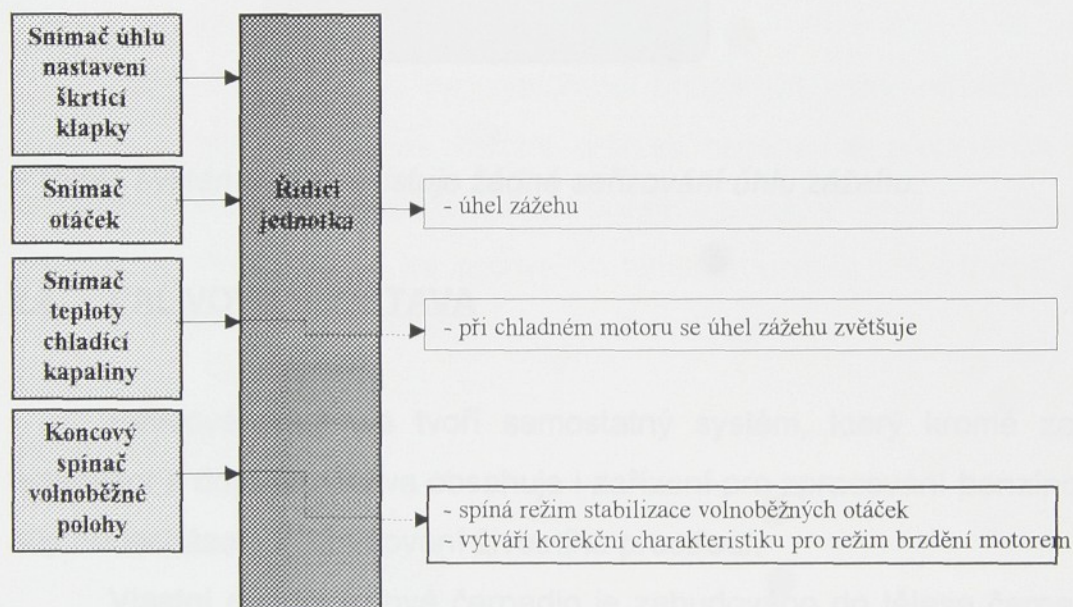


Se stoupajícími otáčkami se úhel zážehu neustále zvětšuje, avšak se stoupající zátěží se naopak snižuje. Úhel zážehu je řízen řídicí jednotkou podle předem naprogramovaných hodnot (viz obr. charakteristické pole hodnot).

Obr. č. 8



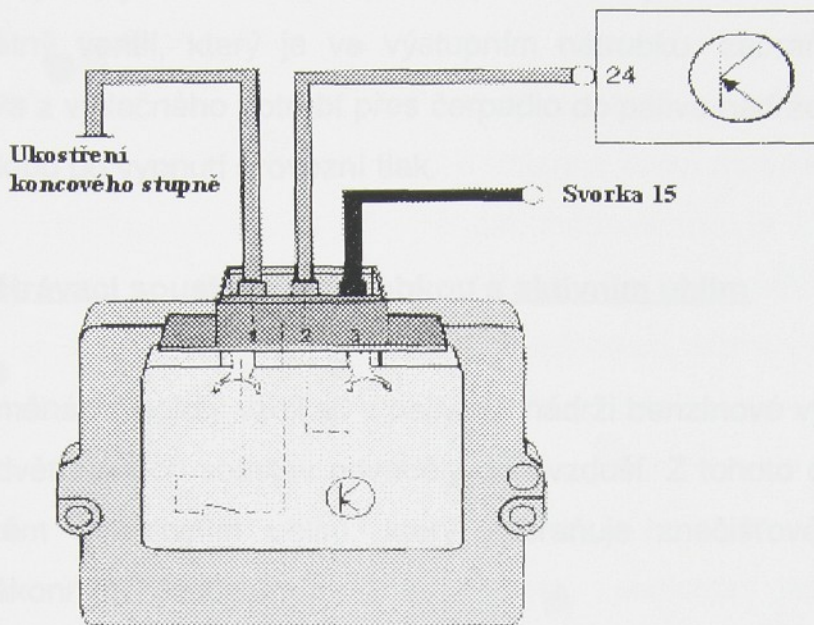
Modelové schema



Funkce je následující:

Napájení koncového stupně a zapalovacího trafo je přes svorku 15. Řízení úhlu sepnutí spíná svorku 2 koncového stupně tak, aby pro každé provozní podmínky byla k dispozici co největší energie na vyvolání zážehu. Ukostření zapalovacího trafo je přes svorku 1 koncového stupně.

Obr. č. 9



V tomto systému již neexistuje žádné seřizování úhlu zážehu.

3.8 PALIVOVÁ SOUSTAVA

Palivová soustava tvoří samostatný systém, který kromě zařízení na tankování a dopravu paliva obsahuje i zařízení pro zpracování benzínových par, aby nedocházelo k zatěžování životního prostředí.

Vlastní dvoustupňové čerpadlo je zabudováno do tělesa čerpadla, které je současně zásobníkem paliva. Elektročerpadlo je doplněno snímačem stavu paliva včetně jeho seřizovacího šroubu.

Funkce je následující:

V tělese čerpadla se nacházejí dvě nezávislá čerpadla, která jsou poháněna jedním motorem. Motor pohání současně první i druhý stupeň. První stupeň nasává palivo přes hrubý filtr a tlačí ho stupací trubkou do tělesa čerpadla, které je současně zásobníkem paliva. Přepadovou trubkou je vedeno přebytečné palivo a benzínové páry vratným potrubím zpět do nádrže.

Druhý stupeň tvoří zubové čerpadlo s vnitřním ozubením. Je trvale ponořeno do paliva zásobníku tělesa čerpadla. v provozu nasává palivo sacím

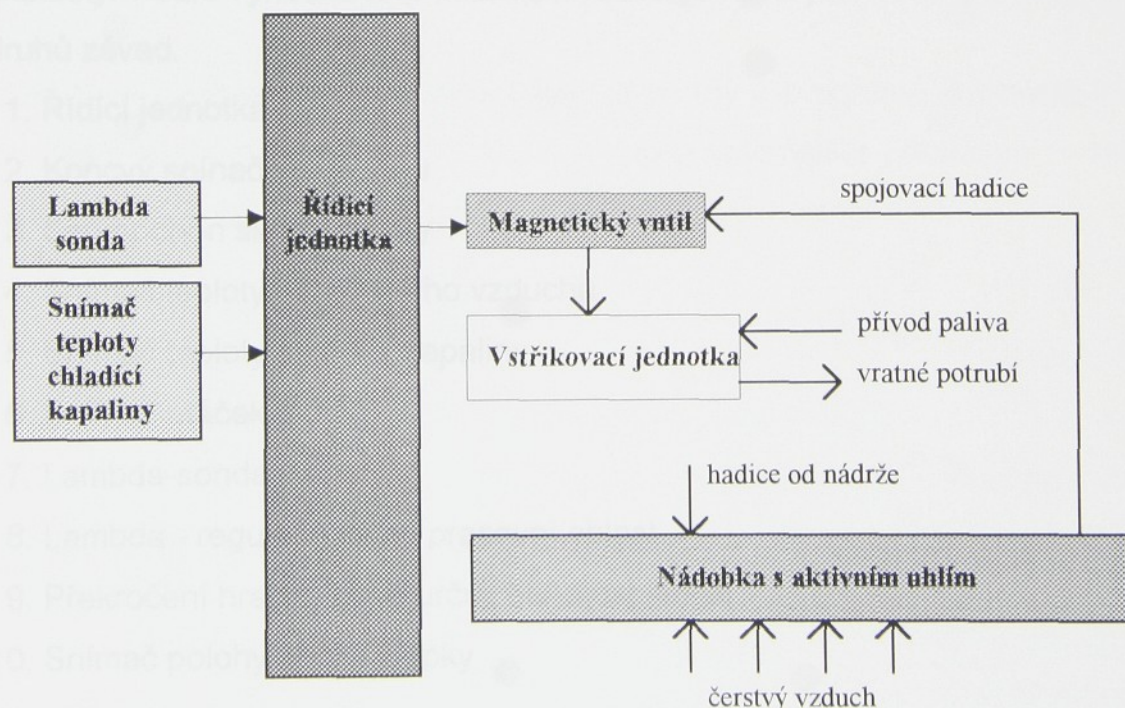
potrubím a vytlačuje ho do výstupu čerpadla, který vede ke vstřikovacímu ventilu. Zpětný ventil, který je ve výstupním nátrubku, zabraňuje zpětnému odtoku paliva z výtlačného potrubí přes čerpadlo do paliva nádrže a udržuje zde po určitou dobu po vypnutí provozní tlak.

3.9 Odvětrávací soustava s nádobkou s aktivním uhlím

Při změnách teploty vznikají v palivové nádrži benzínové výpary, které se u většiny odvětrávacích soustav odváděly do ovzduší. Z tohoto důvodu je zde použit systém s aktivním uhlím, který zabraňuje znečišťování ovzduší a odpovídá zákonným předpisům.

Při ohřátí benzínu se vytvořené benzinové páry přivádějí hadicí do nádobky s aktivním uhlím. Aktivní uhlí se regeneruje přisáváním čerstvého vzduchu podtlakem ze sacího potrubí přes magnetický ventil, spojovací hadici a aktivní uhlí. Palivo, které se zachytí na aktivním uhlí se přivádí zpět do sacího potrubí k následnému spálení.

Modelové schéma



Funkce je následující

Pokud není na svorkách ventilu napětí, je zpětný ventil v průchodném směru otevřen i při malém podtlaku. Napájení ventilu je přes svorku 30 a ukostření ovládání řídicí jednotkou. Pokud dostane cívka magnetického ventilu napětí, tak se průchod ventilu uzavře. Během chodu motoru je ventil 90 sekund otevřen a 60 sekund uzavřen. Ve fázi otevření je ventil dodatečně otevírán a zavírán. Délka doby otevření je řízena řídicí jednotkou, která vyhodnotí signál snímače úhlu nastavení škrtkové klapky a signál z Lambda-sondy.

Při provozní teplotě motoru pod 60°C je magnetický ventil trvale uzavřen, aby zabránil přehřívání motoru. Aby nedocházelo po vypnutí zapalování k samozápalům, je magnetický ventil po vypnutí zapalování ještě 4 sekundy uzavřen. Pokud není v sacím potrubí podtlak, zůstává magnetický ventil uzavřen i bez napětí na cívce.

3.10 Diagnostika

Mono-Motronic je vybaven pamětí pro ukládání závad. Vznikne-li nějaká porucha snímačů nebo jiných částí, jsou tyto závady uloženy do paměti řídicí jednotky. Podle vyhodnocení informací rozlišuje řídicí jednotka následujících 10 druhů závad.

1. Řídicí jednotka
2. Koncový spínač volnoběhu
3. Servopohon škrtkové klapky
4. Snímač teploty nasávaného vzduchu
5. Snímač teploty chladicí kapaliny
6. Snímač otáček motoru
7. Lambda-sonda
8. Lambda - regulace mimo pracovní oblast
9. Překročení hranic, které určují bohatost směsi
10. Snímač polohy škrtkové klapky

Dále je řídicí jednotka vybavena diagnostikou pro přeskoušení funkce akčních členů, tzn. magnetického ventilu a servopohonu škrtkové klapky.

Diagnóza je možná mimo jiné diagnostickým přístrojem V. A. G. 1551. Pro použití tohoto přístroje je nutný připojovací adapter T 003, který se skládá z:

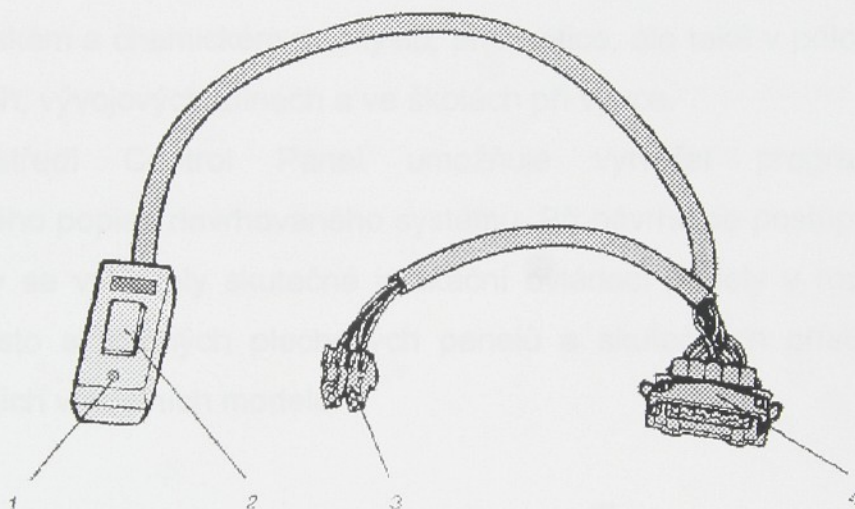
1 - svítící dioda

2 - spínač

3 - připojovací zástrčka, černá a bílá pro připojení V. A. G. 1551

4 - pětipólový konektor pro připojení adaptéru na zástrčku diagnostiky

Obr. č. 10



Podrobný a názorný model diagnostiky je patrný z programu **AutoInfo** který je součástí této diplomové práce. Dále je tato problematika přiblížena v kapitole Praktická měření a diagnostika řídicí jednotky.

4. NÁVRH BLOKOVÉHO DIAGRAMU PROGRAMU PRO DIAGNOSTIKU A POPIS PROGRAMU

4.1 Popis a možnosti využití programového produktu Control Panel

Co je Control Panel ?

Control Panel je objektově orientovaný systém pro generování programů pro monitorování a řízení technologických procesů. Je určen pro běžná PC/AT s procesory 286 a vyššími. Systém může být využit ve strojírenství, hutnictví, potravinářském a chemickém průmyslu, energetice, ale také v poloprovozech, v laboratořích, vývojových dílnách a ve školách při výuce.

Prostředí Control Panel umožňuje vytvářet programy pomocí symbolického popisu navrhovaného systému. Při návrhu se postupuje podobně, jako kdyby se vytvářely skutečné indikační ovládací panely v rozvaděči nebo velínu. Místo skutečných plechových panelů a skutečných přístrojů se však používá jejich virtuálních modelů.

Základní prvky systému

- ovladač vstupně/výstupního zařízení
- vstupní, výstupní nebo virtuální kanál
- obrazový panel
- virtuální přístroj

Postup návrhu aplikace

Při návrhu aplikačního programu je nejprve nutno prostřednictvím symbolů **ovladačů a kanálů** definovat vazbu programu na reálná vstupní a výstupní zařízení. Potom můžeme rozmístit a připojit **panely, přístroje**, ovládací a indikační prvky, regulátory, správce dat atd..

4.1.1 Ovladače a kanály pro přenos dat

Ovladač slouží k ovládání fyzického zařízení, které zprostředkovává styk s řízeným procesem. Jedná se většinou zásuvné desky do počítače, samostatné vstupně / výstupní jednotky propojené s počítačem seriovým popřípadě paralelním rozhraním nebo o průmyslové automaty. Každá taková deska nebo automat musí mít vlastní ovladač, který umí s daným zařízením komunikovat a řídit jeho činnost. Ovladače mají podobu " **DLL** " souboru, který je za běhu aplikace dynamicky přilinkován.

Každému ovladači je přiřazen popisový soubor jeho kanálů (tzv. Driver Map File), který má příponu " **DMF** " u ovladačů nemajících formát DLL a " **DMD** " u DLL ovladačů. Tento soubor se musí nacházet v adresáři , který je pro tuto příponu specifikován souborem " **CP.RED** ", a jsou v něm popsány typy a počet jednotlivých vstupních a výstupních kanálů zařízení. Tento počet je ve většině případů neměnný a je dán vlastní konstrukcí zásuvné desky či komunikační jednotky.

Příklad:

BEGIN

DRIVER

virtual = VSOURCE, INSTR.PAR; " virtuální ovladač"

END;

4.1.2 Kanály ovladačů

Každé zařízení má své vstupní a výstupní kanály očíslovány. Každý kanál (tzn. vstup nebo výstup) zařízení je určitého typu podle toho, jaký signál může přenášet. Nejčastěji se vyskytují kanály typu " **Boolean** " pro přenos binárních signálů, a kanály typu " **LongReal** " pro přenos analogových signálů.

Vstupně / výstupní zařízení

Karty pro připojení analogových a binárních signálů k počítači standardu IBM PC pracují s 12ti nebo 16ti bitovým převodem se vzorkovací frekvencí 30 až 330 kHz. Na kartách je k dispozici 8 symetrických popř. 16 nesymetrických analogových vstupů, až 32 analogových výstupů, a 16 digitálních vstupů a

výstupů v úrovních TTL. Vstupní a výstupní rozsahy jsou programovatelné s možnostmi nastavení zesílení.

Příklad:

CHANNEL

```
nap_pam_ŘJ      = BOOLEAN, virtual, 201, INIT_OUTPUT, FALSE;
em_vent_uhli    = BOOLEAN, virtual, 202, INIT_OUTPUT, FALSE;
nap_ýJ          = BOOLEAN, virtual, 203, INIT_OUTPUT, FALSE;
rele_pal_cerp   = BOOLEAN, virtual, 204, INIT_OUTPUT, FALSE;
vstrik_ventil   = BOOLEAN, virtual, 205, INIT_OUTPUT, FALSE;
LED_spinac      = BOOLEAN, virtual, 206, INIT_OUTPUT, FALSE;
kon_voln_polohy = BOOLEAN, virtual, 207, INIT_OUTPUT, FALSE;
zmena_nap1     = LONGREAL, virtual, 102, OUTPUT;
kan_199         = LONGREAL, virtual, 99, INIT_OUTPUT, 0.00000;
frekvence       = LONGREAL, virtual, 111, INIT_OUTPUT, 50.00000;
zvuk_zapnut     = BOOLEAN, virtual, 280, INIT_OUTPUT, FALSE;
klapka          = LONGREAL, virtual, 103, OUTPUT;
klapka_max      = LONGREAL, virtual, 104, INIT_OUTPUT, 1.45000;
klapka_ost      = LONGREAL, virtual, 105, INIT_OUTPUT, 0.00000;
nastavovac_sk   = LONGREAL, virtual, 106, OUTPUT;
```

4.1.3 Panely

Panely slouží k seskupování přístrojů do logických a funkčních celků. Do panelu můžeme jednotlivé přístroje umisťovat buď jako součást celého okna. Tím se liší od pozadí, na která můžeme umístit přístroje pouze v oknech.

V programu Control Panel využíváme čtyř druhů panelů:

- 1.) PANEL
- 2.) Active_panel
- 3.) Bitmap_panel
- 4.) Active_bitmap_panel

add 1) Normální panel, který má tyto parametry:

NAME - název

POSITION - pozice panelu (x,y) a jeho velikost (šířka, výška)

MINIMIZE - po spuštění aplikace se minimalizuje (není podmínkou)

FIXED - velikost a vzhled panelu nemůže být měněna.

add 2) Aktivní panel se od normálního liší tím, že je možno u něj zadat navíc časový krok " (TIME_STEP) " a booleovský výraz ("CONDITION"). Tento výraz je každý časový krok vyhodnocen a podle toho, zda je hodnota "true" nebo "false", se vykoná s panelem některá z činností definovaná klíčovým slovem " ACTIVITY " (první parametr definuje chování pro stav "true" a druhý pro stav "false"):

a) činnosti pro stav "true"

SHOW - panel se vynoří nahoru (je-li minimalizován, obnový se)

ACTIVE_ICON, ikona.ico - je-li panel minimalizován, změní se jeho ikona na uvedenou ikonu

ACTIVE_ICON_STANDART - ikona je změněna na standartní ikonu

b) činnosti pro stav "false"

NONE - stav panelu je nezměněn

LOWERIZE - panel se ponoří pod ostatní panely a přístroje

MINIMIZE - panel se minimalizuje do ikony

Příklad:

```
ACTIVE_PANEL
NAME = 'INFORMAČNÍ PANEL';
COLOR = LGray;
FIXED;
UNMOVEABLE;
UNMINIMIZEABLE;
MODE = B_LEG.ICO;
TIME_STEP = 1.00;
EXPRESSION = info_panel;
OUTPUT = None;
ACTIVITY = SHOW, MINIMIZE;
POSITION = 283, 2, 88, 85;
```

add 3) Tento panel je modifikací normálního panelu, v tom směru, že pomocí obrázku či schematu uloženého v souboru typu " PCX " můžeme změnit jeho pozadí. Název souboru s požadovaným obrázkem či schematem zadáme následovně:

FILE = název.pcx;

add 4) Tento panel je kombinací bitmapového a normálního aktivního panelu.

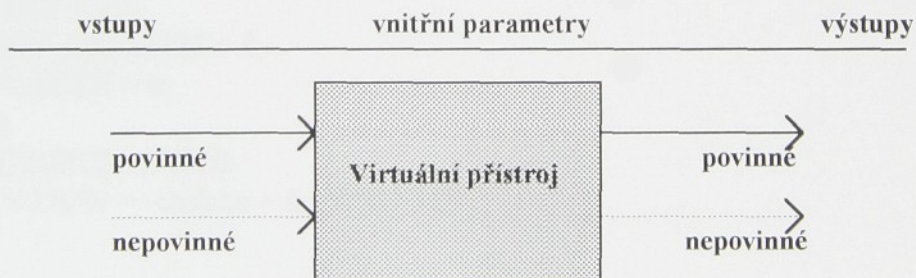
příklad:

```
ACTIVE_BITMAP_PANEL
NAME = 'EL 10';
FILE = NOVÝ-5.PCX;
FIXED;
TIME_STEP = 0.50;
EXPRESSION = snim_tepl_vzd;
OUTPUT = None;
ACTIVITY = SHOW, MINIMIZE;
POSITION = 280, 0, 328, 385;
MINIMIZE;
```

4.1.4 Virtuální přístroje

Přístroje jsou objekty, které zpracovávají data získaná z jednotlivých kanálů nebo na kanály určitá požadovaná data vysílají. Mohou tato data zobrazit, archivovat nebo generovat různé výstupní signály, dále mohou nastavovat kanály na požadované hodnoty, popř. regulovat a řídit technologické procesy.

Obecné schema přístrojů má následující podobu:



Příklady některých přístrojů:

Přepínač

```
SWITCH_PANE
MODE = RADIO_BUTTON;
POSITION = 251, 28;
FONT = SFB8;
ITEM
NAME = '11+ 4';
```

```

    OUTPUT = S6;
END;
ITEM
    NAME = '10+20';
    OUTPUT = S7;
END;
ITEM
    NAME = '26+ 2';
    OUTPUT = S8;
END;
ITEM
    NAME = '17+42';
    OUTPUT = S9;
END;
ITEM
    NAME = '17+43';
    OUTPUT = S10;
END;
END;

```

Multiplexor

```

MULTIPLEXER_PANE
    MODE = DIGITAL, MINIMAL;
    POSITION = 102, 205, 209, 77;
    COLORS = Black, LGray, Black, White, LGray, DGray, LGreen, LCyan, LRed;
    TIME_STEP = 0.50;
    RANGE = 100, 8000;
    LIMITS = 190, 210;
    SET_STEP = 10;
    HISTORY_LENGTH = 1;
    DEC_PLACES = 0;
    ITEM
        EXPRESSION = 7500;
        CONDITION = (teplota = 0 ) AND S10;
    END;
    ITEM
        EXPRESSION = 4100;
        CONDITION = (teplota = 10 ) AND S10;
    END;
    ITEM
        EXPRESSION = 2800;
        CONDITION = (teplota = 20 ) AND S10;
    END;
    ITEM
        EXPRESSION = 2000;
        CONDITION = (teplota = 30 ) AND S10;
    END;

```

ITEM

EXPRESSION = 1400;

CONDITION = (teplota = 40) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 1000;

CONDITION = (teplota = 50) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 650;

CONDITION = (teplota = 60) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 490;

CONDITION = (teplota = 70) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 360;

CONDITION = (teplota = 80) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 250;

CONDITION = (teplota = 90) AND S10;

END;

ITEM

EXPRESSION = 220;

CONDITION = (teplota = 100) AND S10;

END;

END;

Text

LABEL

MODE = OPAQUE_TEXT;

FONT = SFB8;

TEXT = 'ŠKODA - FELICIA / FAVORIT / FORMAN';

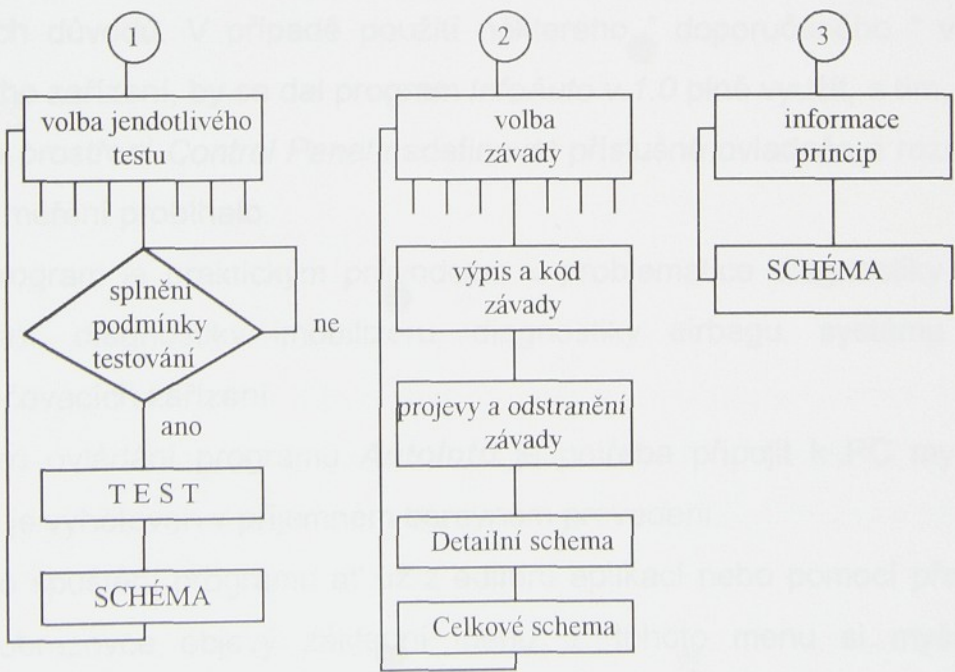
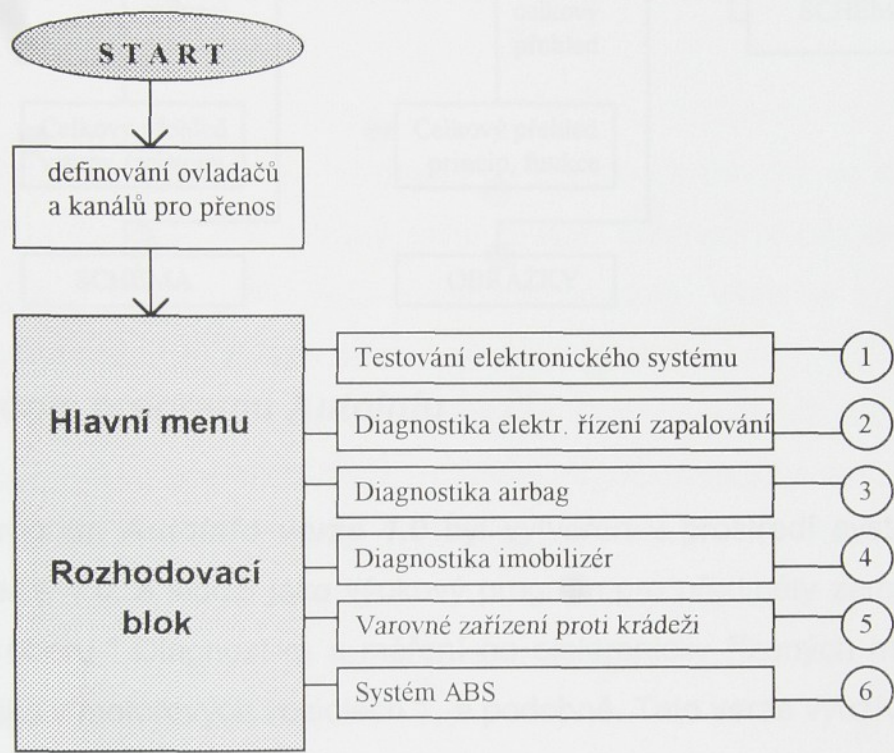
POSITION = 21, 9;

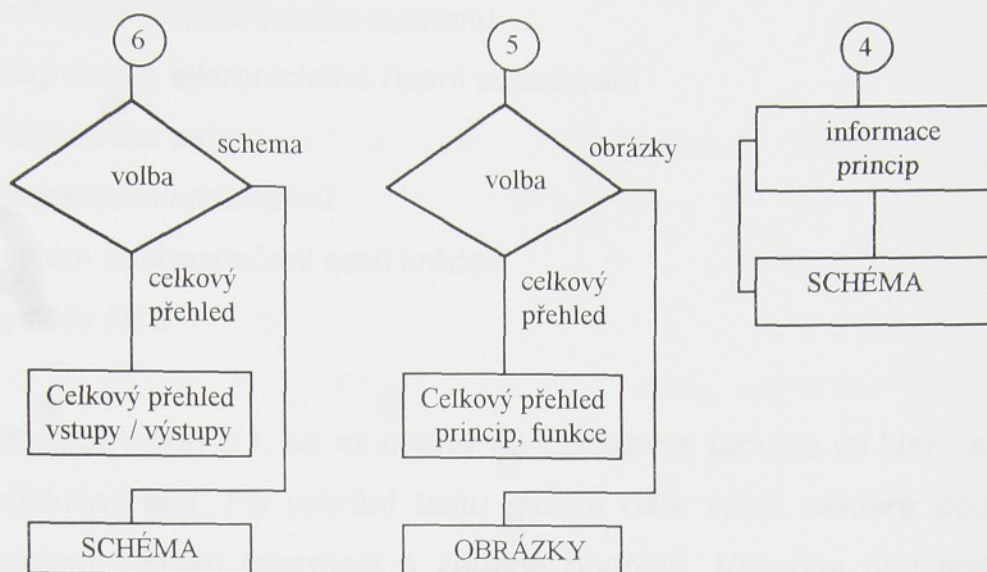
COLORS = Black, LGray, White, Black, LBlue, LGray, LGreen, LRed, LCyan;

END;

4.2 Návrh blokového diagramu programu pro diagnostiku a testování elektronického systému

Obr. č. 11





4.3 Popis programu *AutoInfo*

Program ***AutoInfo verze 1.0*** byl vytvořen v prostředí systému *Control Panel verze 1.0*, a slouží jako výukový program pro předměty zaměřující se na výuku v oboru " Diagnostika a měření na elektronicky řízených motorech " , " Elektronika v motorových vozidlech " , a podobně. Tato verze využívá virtuálních ovladačů tzn. že není využito vstupně / výstupních zařízení pro přímou komunikaci s reálným elektronicky řízeným motorem. Toto je zejména z finančních důvodů. V případě použití některého " doporučeného " vstupně / výstupního zařízení, by se dal program *InfoAuto v. 1.0* plně využít, s tím, že by se musely v prostředí *Control Panel* nadefinovat příslušné ovladače a rozsahy, pro které by měření probíhalo.

Program je praktickým průvodcem v problematice diagnostiky systému vstřikování, diagnostiky imobilizéru, diagnostiky airbagu, systému ABS a zabezpečovacích zařízení.

Pro ovládání programu ***AutoInfo*** je potřeba připojit k PC myš. Tento program je vyhotoven v příjemném barevném provedení.

Po spuštění programu ať už z editoru aplikací nebo pomocí překladače, se na obrazovce objeví základní menu. Z tohoto menu si myší vyberu příslušnou diagnostiku nebo popis nějakého systému. Můžu si volit mezi :

- 1.) Testování elektronického systému
- 2.) Diagnostika elektronického řízení zapalování
- 3.) Diagnostika airbag
- 4.) Diagnostika imobilizéru
- 5.) Systém zabezpečení proti krádeži
- 6.) Systém ABS

Při volbě bodu č.1, se mi objeví na obrazovce tabulka ve které si mohu vybrat příslušný test. Po vybrání testu musím dále splnit některé podmínky. Teprve potom získám informaci o žádané hodnotě. Všechny tyto testy jsou doprovázeny schématem zapojení.

Při volbě bodu č.2, se na obrazovce objeví opět tabulka, ve které si mohu opět vybrat, ale tentokrát druh závady v elektronickém systému. Po této volbě se mi zobrazí kód závady, možné příčiny, chování vozidla a návod na její odstranění. Všechny tyto testy jsou opět doprovázeny schématem zapojení.

Při volbě bodu č.3, se zobrazí základní informace o systému airbag. Je opět možné si vyvolat schema zapojení.

Body č. 4, 5, 6 jsou z hlediska ovládání obdobné jako v bodě 3.

Ukončení programu zajistím takto:

- 1.) dvojklik na ikonu " překladač " nebo editor aplikací , po otevření je třeba kliknout na tlačítko STOP.

Tvorba programu

Program je vytvořen v prostředí systému Control Panel s tím, že bitmapové panely byly nejdříve vytvořeny v prostředí Corel PHOTO-PAINT a uloženy ve formátu **PCX**. Tento formát však Control Panel verze 1.0 neumí přečíst a proto je nutné tento soubor otevřít v prostředí MS Windows Paintbrush. Zde se může soubor upravit, nebo jen znovu uložit opět ve formátu **PCX**.

Programy AutoInfo.CPR pro editor aplikací a AutoInfo CP pro překladač jsou uloženy na přiložené disketě.

4.4 Požadavky na hardware

Uvedený program **AutoInfo** pracuje pod systémem **Control Panel**, jejímž distributorem je firma Alcor, a.s. - Moravské přístroje.

Procesor

Tento systém lze provozovat na počítačích standartu IBM PC AT vybavených procesory **80286** a vyšších.

Paměť

Počítač musí být vybaven alespoň 640 KB základní paměti RAM, 1024 KB rozšířené ("extended") paměti a musí mít pevný disk, kde systém **Control Panel** zabírá asi 3 MB. Samotný program **AutoInfo** zabírá asi 1 MB.

Grafický adapter

Systém **Control Panel** podporuje většinu nejrozšířenějších grafických adaptérů **EGA**, **VGA**, (i **SVGA** v režimu 800x600) a adaptérů VGA vybavených grafickým koprocesorem **S3** - další adaptéry lze využít s příslušnými ovladači.

Typ myši

Lze použít většinu běžně dostupných myší, at' už **Microsoft Mouse**, **Logitech Serial Mouse** (dvoutlačítkové) nebo **PC Mouse**, **Genius** či **Mouse Systems** (třítláčkové) a kompatibilní.

4.5 Požadavky na software

System **Control Panel** pracuje pod operačním systémem **MS DOS 3.3** a vyšším, pod systémem **IBM PC DOS 3.3** a vyšším a pod systémem **DR DOS 5.0** a vyšším.

4.6 Vstupní a výstupní zařízení

Program **AutoInfo verze 1.0** pracuje pouze s virtuálními ovladači, to znamená, že jednotlivé vstupní hodnoty jsou simulovány přímo v počítači. To znamená, že žádná vstupně / výstupní zařízení nejsou potřeba.

V případě, že by měl být program **AutoInfo** používán prakticky, přímo ve spojení s elektronikou motorového vozidla nebo jen samotným motorem s řízeným vstřikováním, je zapotřebí počítač vybavit nějakým vstupním zařízením. Já osobně bych doporučil připojovací desku **PCLD - 782** s 16-ti vstupy (24V DC), nebo ještě lépe připojovací desku **PCLD - 782B** která má 24 vstupů (24V DC), jejich distributory jsou MORAVSKÉ PŘÍSTROJE a.s Zlín. Tyto desky ani jiné vstupní zařízení jsem v této diplomové práci nemohl použít zejména z toho důvodu, že byly pro mne z finančních důvodů nedostupné.

5. PRAKTICKÁ MĚŘENÍ A DIAGNOSTIKA ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

5.1 Testování elektronického systému řízení zapalování

Měření bylo prováděno v dílně (laboratoři) KATEDRY DOPRAVNÍCH STROJŮ, kde mi bylo umožněno měření na motoru Škoda. K měření bylo použito běžného multimetru, na kterán lze nastavit rozsah napětí do 20V a rozsah odporu do 2kOhmů.

Proměřován byl kabelový svazek na který je připojena soustava čidel a snímačů. Měření probíhalo podle Servisní tabulky kontrol.

Tabulka č. 2 - tabulka kontrol

* nastavený měřicí rozsah : měření napětí ve Voltech - V -				
číslo rok	zásuvky zkuš. boxu	bude testováno	požadovaná hodnota	naměřená hodnota
1	20 + 21	napájení paměti závad	cca nap. baterie	12,26
2	1 + 3	elektromagn. ventil nádobky a akt.uhlí	cca nap. baterie	12,26
3	20 + 23	napájení řídicí jednotky	cca nap. baterie	12,26
4	překlem.20+25	vedení k relé elektr. poliv. čerpadla	slyšitelný chod.	ANO
5	1 + 7	vstřikovací ventil s odporovým vedení	cca nap. baterie	11,72
6	překlem. 4+11	LED dioda a spínač zkuš. adapteru	LED svítí	nemám

*nastavený měřicí rozsah: měření odporů v ohmech - Ohm -				
číslo rok	zásuvky zkuš. boxu	bude testováno	požadovaná hodnota	naměřená hodnota
7	10 + 20	koncový spínač volnoběžné polohy	max 1,5 / nekon	0,32 / nekon
8	2 + 26	nastavovač škrtící klapky	4 - 200 Ohm	6,04
9	17 + 42	snímač teploty chladící kapaliny	graf	nelze
10	17 + 43	snímač teploty nasávaného vzduchu	graf	nelze

*nastavený měřicí rozsah: měření odporů v ohmech - Ohm -				
číslo rok	zásuvky zkuš. boxu	bude testováno	požadovaná hodnota	naměřená hodnota
11	11 + 29	vodiče dignostiky K a L	max. 1,5 Ohm	nemám
12	15 + 38	vedení k Lambda -sondě	max. 1,5 Ohm	0,18

*nastavený měřicí rozsah: měření odporů v ohmech - Ohm -				
číslo rok	zásuvky zkuš. boxu	bude testováno	požadovaná hodnota	naměřená hodnota
13	14 + 17	potnciometr škrtící klapky	520 - 1600	924
	17 + 41	-otevřít do cca 1/4 -dále otevírat	změna konstantní	1460 - 0 1800
	17 + 18	-otevřít do cca 1/4 -dále otevírat	konstantní změna	1800 1800 - 905

*nastavený měřicí rozsah: měření odporů v ohmech - Ohm -				
číslo rok	zásuvky zkuš. boxu	bude testováno	požadovaná hodnota	naměřená hodnota
14	13 + 20	vodiče ke snímači otáček překl 2 a 3	max. 1,5 Ohm	0,19
	8 + 13	překlemovat 1 a 2	max. 1,5 Ohm	0,57
15	20 + 24	bodiče k výkonovému konc. stupni zapalovacího trafa	max. 1,5 Ohm	0,25
	23 + 24		max. 1,5 Ohm	0,23

5.2 Diagnostika řídicí jednotky

Toto měření mě bylo umožněno ve firmě PALACE AUTO Hradec Králové. Diagnostika byla provedena na dvou typech řídicích jednotek, a to na vozidle VW GOLF GTD o obsahu 1,9 l TURBO DIESEL a na vozidle ŠKODA FELICIA o obsahu 1,3 l benzin 50kW.

Jako první se diagnostikoval automobil VW. Prováděl se kompletní test elektroniky vozidla. po zadání příslušného kódu diagnostický přístroj vypsál nalezené závady. V našem případě bylo vozidlo bez závad. Po zadání jiného kódu se systém dostal do "základního nastavení" a vypsala se tabulka hodnot. Potom po zadání dalšího kódu se systém dostal do stavu "Načtení bloku naměřených hodnot". Tyto hodnoty nás informují o velikosti volnoběžných

otáček, teplotě chladicí kapaliny, teplotě nasávaného vzduchu, délce doby vstřiku, a pod.

Tabulka č. 3 - výpis diagnostiky VW GOLF 1,9 GTD.

ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA --

-----28151
Palace auto Hradec Králové

026906021B 1.9l R4 EDC SG D44
Kodování 00000 WSC 00000

Nezjištěna žádná závada

SYSTÉM ABS -----

1H0907379D ABS TEVES 04

Nezjištěna žádná závada

SYSTÉM AIRBAG --

357959656 AIRBAG IS 55 V01

Nezjištěna žádná závada

Tabulka č. 4 - výpis dianostiky VW GOLF 1,9 GTD

Řídící jednotka

System v základním --
nastavení

Načtení bloku
naměřených hodnot -

Načtení jedné
naměřené hodnoty ---

-----26101									
Palace auto Hradec Kralove									

028906021B 1.9l R4 EDC SG D44									
Kodovani 00000 WSC 00000									
System v zakladnim nastaveni 0									
42	25	0	20	112	113	114	152	104	77
System v zakladnim nastaveni 1									
900/min	3.8	mg/H		1.380	V		56.7	°C	
System v zakladnim nastaveni 2									
900/min	0.0	%	0	1	0		57.6	°C	
System v zakladnim nastaveni 3									
880/min	349	mg/H	349	mg/H			43	%	
System v zakladnim nastaveni 4									
900/min	17.3°	v.OT	6.3°	v.OT			78	%	
System v zakladnim nastaveni 5									
900/min	22.8	mg/H	0.8°	v.OT			59.4	°C	
System v zakladnim nastaveni 6									
0	km/h	0	0	0	000	00	255		
Načtení bloku namerenych hodnot 0									
42	46	0	19	112	113	105	151	136	75
Načtení bloku namerenych hodnot 1									
900/min	3.6	mg/H		1.380	V		63.0	°C	
Načtení bloku namerenych hodnot 2									
880/min	0.0	%	0	1	0		65.7	°C	
Načtení jedné namerene hodnoty									
Kanal	0			Hodnota	103				
Kanal	1			Hodnota	21				

Druhá v pořadí se diagnostikovala elektronická soustava vozu Škoda Felicia. Obdobně jako u vozu VW se dělal kompletní test. Zde se zdiagnostikovala pouze řídící jednotka, protože vozidlo Škoda jiné elektronické systémy nemělo.

Jelikož jsem zkušenosti z tohoto měření čerpal pro návrh modelu a tvorbu programu, toto vozidlo bylo proměřeno důkladněji.

Měření probíhalo v těchto bodech:

- 1.) Zadání kódu pro aktivizaci diagnostiky řídící jednotky.
Výsledkem byl výpis " Nezjištěna žádná závada "
- 2.) Simulace závady - odpojení snímače chladící kapaliny.
Po zadání kódu diagnostický přístroj vypsala - 1 zjištěná závada (Snímač teploty chladící kapaliny -G62, Přerušení / zkrat na plus)
- 3.) Závada byla odstraněna - připojení snímače
Po zadání kódu diagnostický přístroj vypsala - 1 zjištěná závada (Snímač teploty chladící kapaliny -G62, Přerušení / zkrat na plus) **sporadicky vyskytující se porucha** - Toto se stalo z toho důvodu, že pokud se jednotka nenastaví do základního nastavení, pamatuje si závadu až 10 startů motoru.
- 4.) Pomocí kódu se jednotka dostala do základního nastavení a diagnostika vypsala - Nezjištěna žádná závada
- 5.) Zadáním dalšího kódu došlo k " Načtení bloku naměřených hodnot "
Pro vozy Škoda je zatím pro tento režim k dispozici 5 tabulek, ve kterých jsou informace o otáčkách, teplotě chladící kapaliny, úhlu vstřiku, doby vstřiku, napětí v síti vozu, teplotě nasávaného vzduchu, nastavení úhlu zážehu a podobně.

Všechny kódy a vyhodnocovací tabulky jsou k dispozici v různých dílenských příručkách.

Tabulka č. 5 - výpis diagnostiky vozu Škoda Felicia 1,3 I 50kW

add 1)

441.0.4046-008.6 1,3150kW MA123 D7B

Kodovani 03

add2)

Nezjistena zadna zavada

1 Zjistena chyba

00522

Snimac teploty chladici kapalin-G62

Preruseni/zkrat na plus

add3)

1 Zjistena chyba

00522

Snimac teploty chladici kapalin-G62

Preruseni/zkrat na plus

sporadicky vyskytuji se porucha

add4)

Nezjistena zadna zavada

System v zakladnim nastaveni 0

30 42 32 67 135 3 253 7 180 31

Nacteni bloku namerenych hodnot 0

add5)

28 43 32 67 136 3 253 8 181 31

Nacteni bloku namerenych hodnot 1

830/min 78.3 °C 1.06 01000010

800/min 78.3 °C 1.03 01000010

Nacteni bloku namerenych hodnot 2

800/min 1.2 ms 13.9 V 45.9 °C

Nacteni bloku namerenych hodnot 3

830/min 28 % 3 <° 4.0° v.OT

Nacteni bloku namerenych hodnot 4

800/min 28 % 00000010

Nacteni bloku namerenych hodnot 5

800/min 5 % 1.01 1.3 %

6. Závěr

Pro řešení úkolů byl zapůjčen digitální měřicí přístroj METEX , a diagnostické zařízení firmy Bosch. Na základě naměřených hodnot jsem sestavil program, který znázorňuje postup při diagnostice elektronického řízení spalovacího procesu, která součástí tohoto systému. Program je sestaven pod systémem Control Panel, kde jsem využil virtuálních ovladačů pro modelování vstupních dat a to z toho důvodu, jelikož jsem neměl k dispozici žádné vstupní zařízení, které bych připojil přímo k řídicí jednotce. Program je však postaven tak, že v případě možnosti využít nějakého vstupního zařízení které by bylo schopné komunikace se systémem Control Panel, stačí pouze přeprogramovat vstupní ovladače a kanály systému. Program by se tak stal využitelný nejen ve školství jako výukový, ale zároveň v opravárenství. Myslím si, že pro jeho jednoduchost obsluhy a získání množství informací o poruchách bez použití různých papírových tabulek pro vyhledávání závad by se stal velmi oblíbeným. Chtělo by však využít vyšších verzí systému Control Panel než je verze 1.0, vyhnuli bychom se některým nepříjemnostem který tato verze přináší.

Poděkování

Děkuji panu Ing. S.Němečkovi za odborné vedení a pomoc při řešení této diplomové práce. Dále děkuji vedení servisu firmy Palace Auto Hradec Králové za poskytnutí možnosti získat praktické zkušenosti v oblasti diagnostiky elektronických systémů v motorových vozidlech.

Obsah přiložených disket:

Disketa č 1. obsahuje aplikační program autoinfo.cp a autoinfo.cpr

Disketa č 2. obsahuje pomocné soubory formátu PCX a pomocné ikony formátu ICO. Tyto soubory je nutné před spuštěním souboru autoinfo.cp nebo autoinfo.cpr nahrát do příslušných adresářů systému Control Panel.