Úkoly pro Sudý týden, kalendářní týden č. 20.

MK3 **ICT** - Zadání domácí přípravy:

Forma přípravy do předmětu ICT podléhá v tomto týdnu vaší účastí na Konzultacích ve škole RB SOU.

MK3, skupina M **ELE** - Zadání domácí přípravy:

Forma přípravy do předmětu ELE podléhá v tomto týdnu vaší účastí na Konzultacích ve škole RB SOU.

Prostudujte si téma **Elektronika - Řídící jednotky** motorových vozidel z článku připojeného k tomuto zadání: Výukový text pro MK3 – část 4.

Termín a hodnocení úkolů:
Případné dotazy k úkolům minulých témat je možno konzultovat v konzultačních hodinách, nebo přes e-mail alcer@souauto.cz denně, pondělí až pátek, od 8:00 hodin do 15:00 hodin.

ŠESTÁ KAPITOLA – DALŠÍ UŽITÍ ELEKTRONIKY VE VOZIDLE

Zatím jsme se zabývali použitím elektrotechniky a elektroniky v těch oblastech vozidla, kde se používá tradičně (zapalování, spouštěče, osvětlení atd.).V této kapitole se budeme zabývat těmi oblastmi, kde se používá elektrotechnika a zejména elektronika až v poslední době (což může samozřejmě být také dvacet i více let).

Kapitola je rozdělena do dvou základních částí:

V první části budou stručně popsány základní elektronické obvody, tj. řídící jednotka a spojení jednotlivých částí elektronického systému pomocí sběrnice.

Ve druhé části bude následovat přehled oblastí použití elektroniky s uvedením některých systémů. Přirozeně není možno jednotlivé systémy podrobně popisovat, proto jsou uvedeny odkazy na učebnice Automobily 1 až Automobily 4, které vydalo rovněž nakladatelství Avid.

1 ZÁKLADNÍ ELEKTRONICKÉ OBVODY

1.1 Řídicí jednotka

Řídicí jednotka pro tyto systémy představuje vlastně mikropočítač. Mikropočítač je definován jako sekvenční automat, který obsahuje:

- ***Vstupně-výstupní systém I/O*** (Input/Output System), umožňuje přesun dat z vnější paměti nebo z periferní jednotky do základní jednotky počítače a přesun dat ze základní jednotky počítače do vnější paměti nebo do periferní jednotky počítač.
- ***Mikroprocesor CPU*** (Central Procesor Unit) je programovatelný sekvenční automat vyrobený technologií velké integrace, který je obvykle řízen mikroprogramem uloženým v řídicí paměti. Nejčastěji je jako mikroprocesor označován monolitický integrovaný obvod velké integrace v jednom dvouřadém pouzdru, obsahující aritmetickou jednotku, univerzální a jednoúčelové registry a další logické obvody, které ho umožňují připojit k jiným mikroprocesorovým obvodům.
- ***Zdroj hodinových signálů,*** které chod celého systému řídí. Frekvence hodinových signálů se pohybuje v rozmezí 4 MHz až 150 MHz (případně i více).
- ***Paměť*** – zařízení pro dlouhodobé uchování dvojkově kódovaných dat v počítači, které obvykle umožňuje data nejen zaznamenat, ale i číst. Druhy pamětí:

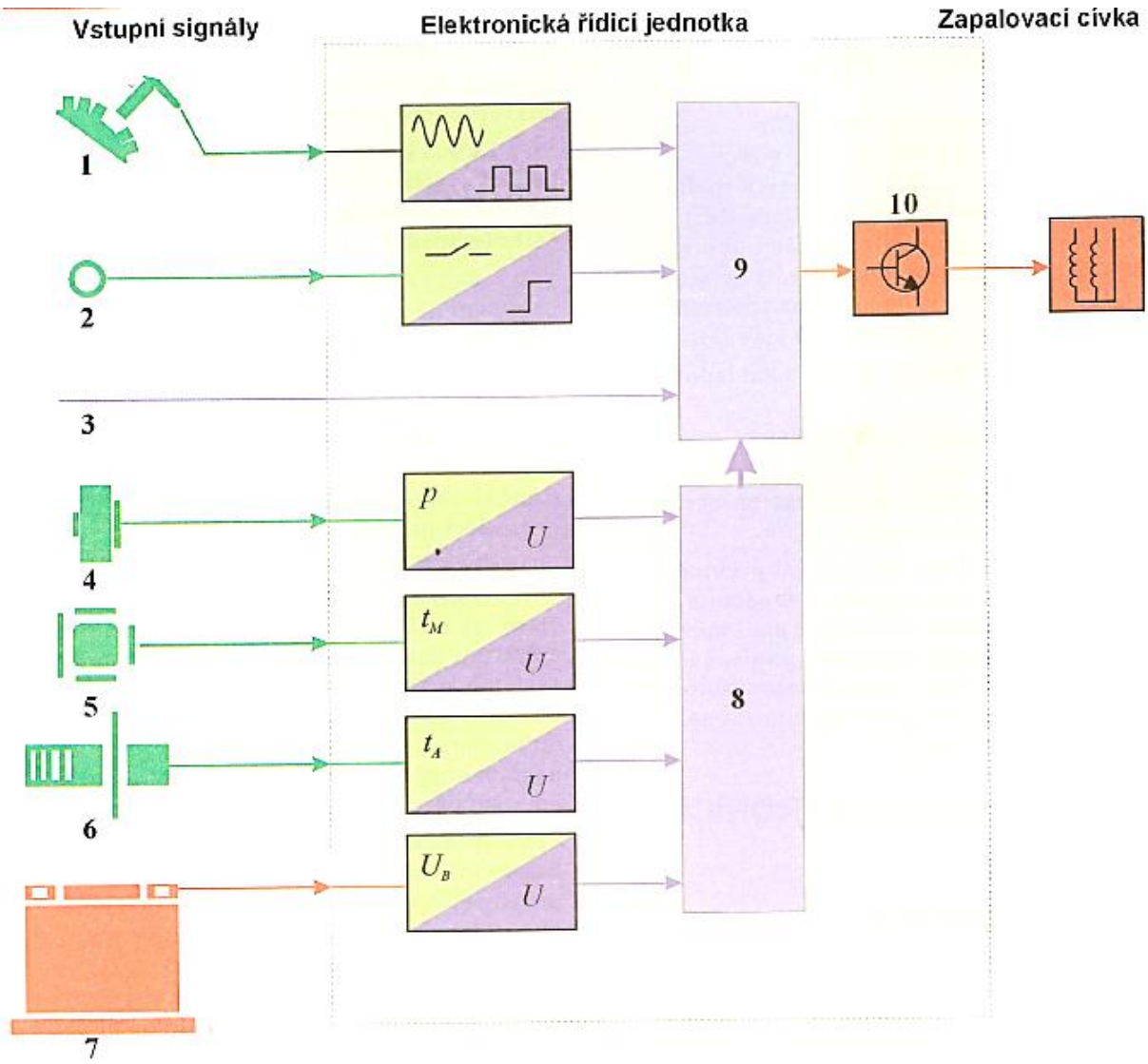
- *paměť ROM* (Read Only Memory), která umožňuje pouze přečtení údajů. Jsou v ní uložena všechna data, která se během provozu nemění, jako paměťová pole, vlastní prováděcí programy apod.,

- *paměť RAM* (Rendom Access Memory - paměť s libovolným přístupem), která umožňuje jak čtení tak i zápis dat. Tato paměť slouží pro uchování dat, u nichž dochází při činnosti systému ke změnám např. záznam závad apod. Pokud mají být data uchována v paměti delší dobu, musí být paměť trvale připojena na napájecí napětí, poněvadž po jeho odpojení jsou data ztracena,

- *paměť EPROM* (Electronically Programable Read Only Memory - elektronicky programovatelná paměť ROM) umožňuje uložit data paměťových polí, která jsou změněna těsně předtím, než je zařízení uvedeno do sériové výroby. Data zůstávají v paměti i po odpojení napájecího napětí. Data mohou být z paměti odstraněna, ale pouze všechna najednou,

- *paměť EEPROM* (Electronically Erasable Programable Read Only Memory - elektronicky programovatelná mazatelná paměť ROM) umožňuje občas obsah vynulovat a změnit, přičemž změna se provádí elektricky nebo jiným způsobem. Změna obsahu je značně složitá, doba potřebná k záznamu nových dat je obvykle značně delší než doba vybavovací. Používá se např. pro záznam „plovoucího kódu“ u imobilizérů.

- ***Sběrnice*** (bus) – skupina vodičů spojující moduly a jednotky počítače a



1 - otáčky motoru
2 - přepínací impulsy
3 - CAN (sériová sběrnice)
4 - tlak v sacím potrubí
5 - teplota motoru
6 - teplota nasávaného vzduchu
7 - napětí akumulátorové baterie
8 - analogově-digitální převodník
9 - mikroprocesor
10 - koncový stupeň

Obr. 6.1 Blokové schéma zpracování signálů elektronickou řídicí jednotkou

sloužící k výměně dat mezi nimi. Podle druhu umožňuje sběrnice spojení dvou modulů, několika modulů nebo všech připojených modulů.

Na *obr. 6.1* je blokové schéma řídicí jednotky. Mikropočítač obsahuje všechna data včetně paměťových polí a programy pro zpracování vstupních veličin a výpočet veličin výstupních. Poněvadž snímače jsou většinou elektromechanické, přizpůsobené drsnějším podmínkám provozu motoru, je nutno jejich signály pro zpracování v řídicí jednotce upravit.

Pokud je ***vstupní signál digitální*** (otáčky, poloha klikového hřídele, poloha škrticí klapky) mohou být ***zpracovány přímo.*** Signály ze snímačů tlaku, teploty a napětí akumulátoru jsou ***analogové*** a musí být v ***analogově-digitálním převodníku*** změněny na digitální, které mohou být teprve potom řídicí jednotkou zpracovány.

1.2 Sběrnice v motorovém vozidle

1.2.1 Základní údaje

Účel této sběrnice je naprosto stejný jako u sběrnice např. uvnitř řídicí jednotky, tj. výměna dat mezi jednotlivými částmi celého systému. Základní rozdíl je však v provedení. Sběrnice uvnitř řídicí jednotky, případně jiného číslicového zařízení, je tvořena řadou paralelních vodičů, provedených metodou plošných spojů a umožňuje tedy přenos dat paralelně. Toto řešení je přirozeně pro vozidlo jako celek nevhodné a při dnešním počtu propojovaných zařízení v řadě případů prakticky nemožné. Je proto nutno použít sběrnici, po které se přenáší data ne vedle sebe (paralelně), ale zasebou (sériově). Taková sběrnice je pak tvořena většinou pouze dvěma vodiči a nazývá se sériová.

Navíc je u této sběrnice nutno také zohlednit požadavky na přenos signálů na velké vzdálenosti a na odlišné podmínky provozu (povětrnostní vlivy, mechanické otřesy apod.).

Klasické řešení vyžaduje pro spojení všech částí systému stovky a dnes spíše tisíce metrů vodičů a obrovské množství konektorů. Právě konektory, i když mají případně pozlacené kontakty, jsou hlavním zdrojem poruch (až dvě třetiny), k čemuž ještě přistupují problémy s případnými zkraty mezi vodiči, které se špatně hledají a ještě hůře odstraňují.

Provedení dvouvodičové sériové sběrnice poskytuje tyto základní výhody:

- je možno přenášet velká množství dat, což umožňuje např. použití snímače určité veličiny pro více řídicích jednotek současně a v konečném důsledku snížení celkového počtu použitých snímačů,
- rychlost přenosu dat je poměrně značná, podle druhu sběrnice až desetinásobek rychlosti přenosu signálů v digitální telefonní síti,
- poněvadž je podstatně omezen nutný počet konektorů, je přenos dat velmi spolehlivý,
- také náklady na elektrickou a elektronickou soustavu vozidla jsou nižší,
- systém lze rozšiřovat, aniž je třeba měnit hardware a software i o další řídicí jednotky, pokud ovšem nevnáší do systému nová data a celá soustava je tak velmi flexibilní.

1.2.2 Sběrnice CAN -Bus

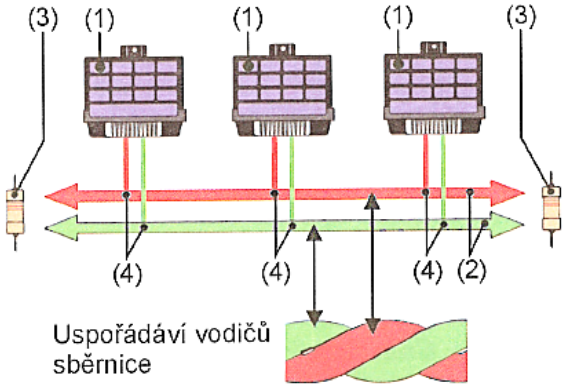
I když sériovou sběrnici lze řešit různým způsobem (I – Bus, ABUS apod.), v poslední době se ale čím dál víc prosazuje sběrnice CAN – Bus (z angl. Controller Area Network – datová sběrnice místní sítě), kterou používají např. firmy Bosch, Mercedes, Volswagen a další.

1.2.2.1 Základní součásti sběrnice CAN - Bus

CAN – Bus vedení

Jak plyne z předchozího, jsou jednotlivé řídicí jednotky spojeny pouze dvěma vodiči (2) (*obr. 6.2*).

Pokud jsou na sběrnici připojeny více než dvě



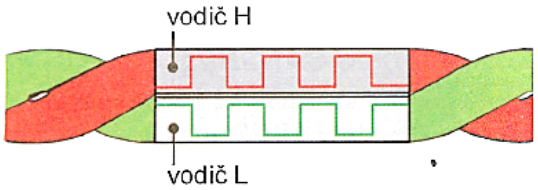
(1) - řídicí jednotka
(2) - vedení sběrnice
(3) - rezistor
(4) - uzlové body

Obr. 6.2 Vedení sběrnice CAN - Bus

řídicí jednotky (1), jsou nezbytné tzv. uzlové body (4). Tyto body mohou být buď

v kabelovém svazku nebo přímo v řídicích jednotkách. V druhém případě nejsou sice v kabeláži žádná spojovací místa, ale roste počet konektorů na řídicích jednotkách.

Aby se snížilo rušení vnějšími elektromagnetickými poli (magnetická pole alternátorů, elektromotorů, jiskření spínačů), jsou oba vodiče zkrouceny (*obr. 6.2*). Na obou koncích sběrnice jsou vodiče spojeny rezistory (3) o odporu např. 120 Ω, aby se zabránilo nežádoucím odrazům, které by vedly ke zkreslení přenášených dat.



Obr. 6.3 Signály na vodičích sběrnice CAN - Bus

Po obou vodičích je přenášen stejný signál (*obr. 6.3*), ale tak, aby v případě, že je na jednom vodiči napětí 5 V, bylo na druhém vodiči 0 V a obráceně (ve skutečnosti jsou hodnoty napětí na vodičích pouze přibližně 0 V a 5 V). Okamžitý součet napětí na obou vodičích je tedy konstantní a případná rušení jsou vzájemně eliminována, což vede k dalšímu zvýšení odolnosti proti rušení.

Běžně se pro sběrnice používají měděné vodiče, v poslední době se však objevily konstrukce, u nichž jsou měděné vodiče nahrazeny kabely se skleněnými vlákny nebo optickými vlákny z plastů (optické světlovody). Jedná se např. o databusový systém Domestic Digital Bus Systém (D2B) použitý u poslední modelové řady automobilů Mercedes – Benz třídy S.

Vedení je jedinou vnější částí sběrnice, všechny ostatní jsou umístěny v řídicích jednotkách.

CAN – Controller

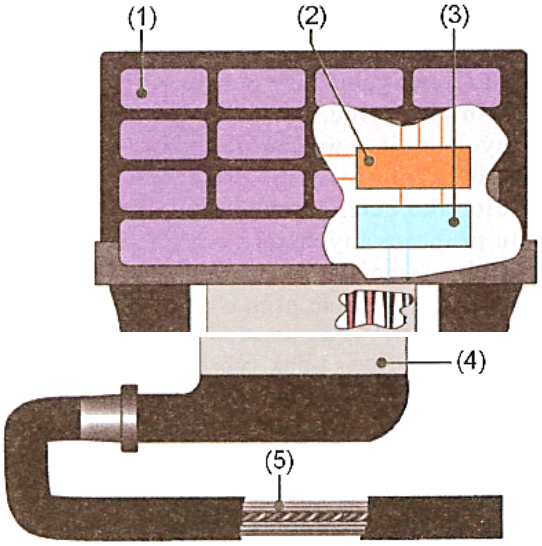
Data jsou po sběrnici posílána ve formě vysokofrekvenčního signálu (asi 200 kHz). CAN – Controller má z úkol:

- měnit signály řídicí jednotky na vysokofrekvenční pravoúhlé kmity a superponovat je na stejnosměrné napětí, např. 5 V a odeslat do CAN – Transceiveru (viz dále),
- vysokofrekvenční signály, které přicházejí od CAN – Transceiveru upravovat do podoby použitelné řídicí jednotkou.

CAN – Transceiver

Jedná se o kombinaci vysílače (Transmitter) a přijímače (Receiver).

Jak již bylo uvedeno, transceiver přijímá data od CAN – Cotrolleru a mění je na elektrické signály a naopak přicházející data upravuje pro CAN – Controller.



(1) - řídicí jednotka
(2) - controller
(3) - transceiver
(4) - konektor
(5) - vedení sběrnice

Obr. 6.4 Průběh přenosu dat v systému CAN - Bus

Na *obr. 6.4* je znázorněn průběh přenosu dat v systému CAN – Bus:

- řídicí jednotka (1) připraví data pro CAN – Controller,
- CAN – Controller (2) data zpracuje a předá je CAN – Transeiveru
- CAN – Transceiver (3) přijatá data převede na elektrické signály a odešle je po vedení do systému CAN – Bus,
- všechny řídicí jednotky napojené na CAN – Bus data obdrží,

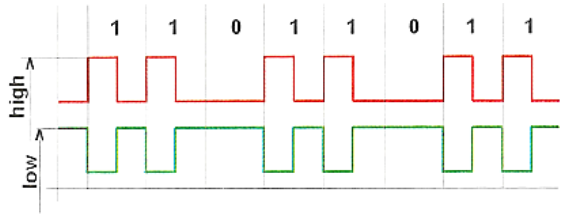
- každá řídící jednotka zkontroluje o jaká data se jedná. Pokud tato data potřebuje, pak je příjme, pokud je nepotřebuje, potom je odmítne.

Datový protokol

Přenos dat v systému CAN – Bus je realizován prostřednictvím standardizovaného datového protokolu.

Pro přenos dat se používá standardní dvojkový kód (viz Elektrotechnika motorových vozidel 1, První kapitola, 9. Základy číslicové techniky). Kód je tvořen za sebou seřazenými bity, přičemž, jak známo, každý bit může mít pouze dva stavy – log.0 (low), označení např. **0** a log.1 (high), označení např. **1** (*obr. 6.5*).

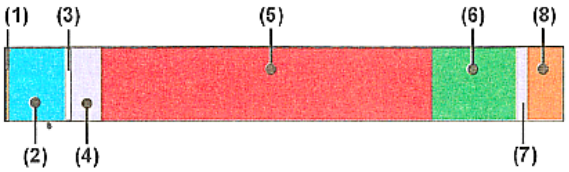
Při převodu na elektrické signály se pro vyjádření stavu **low (tj. 0)** používá napětí v rozmezí 0 V až 0,8 V a pro vyjádření stavu **high (tj. 1)** napětí v rozmezí 2 V až 5 V. Pásmo 0,8 V až 2 V se nepoužívá, protože je třeba počítat s určitými tolerancemi v elektrických zapojeních.



Obr. 6.5 Průběh signálu na sběrnici CAN-Bus

Na *obr. 6.6* je struktura datového protokolu, který se dělí na sedm polí (úseků):

- ***počáteční pole*** (1 bit) – označuje začátek datového protokolu,
- ***statutové pole*** (11 bitů) – určuje prioritu (přednost) datového protokolu. Posílají-li např. současně datové protokoly řídicí jednotka automatické převodovky a řídicí jednotka ABS, má protokol řídicí jednotky ABS přednost,
- ***kontrolní pole*** (6 bitů) – udává počet zaslaných bitů v datovém poli. To umožňuje provést na straně příjemce kontrolu úplnosti datového přenosu,
- ***datové pole*** (max. 64 bitů, tj. 8 bytů) – obsahuje vlastní informaci určenou řídicím jednotkám,
- ***bezpečnostní pole*** (16 bitů) – umožňuje rozpoznání chyb, které vznikají při přenosu,
- ***potvrzovací pole*** (2 bity) – signalizuje ze strany příjmu na stranu vysílání správnost převzetí datového protokolu. Pokud je zaznamenána chyba, je přenos dat okamžitě zopakován,
- ***koncové pole*** (7 bitů) – ukončuje datový protokol. Je to zároveň poslední možnost ohlásit chybu přenosu a zajistit jeho opakování.



(1) - počáteční pole (1 bit)
(2) - statutové pole (11 bitů
(3) - nevyužitý 1 bit
(4) - kontrolní pole (6 bitů)
(5) - datové pole (maximálně 64 bitů)
(6) - bezpečnostní pole (16 bitů)
(7) - potvrzovací pole (2 bity)
(8) - koncové pole (7 bitů)

Obr. 6.6 Struktura datového pole

Poznámka. Mezi statutárním a kontrolním polem je jeden bit nevyužitý.

1.2.2.2 Rozdělení sběrnic podle rychlosti přenosu dat

U většiny automobilů jsou použity dva na sobě nezávislé systémy sběrnic CAN – Bus. Řešení se mohou do určité míry lišit, v zásadě bývá dodrženo následující rozdělení (platí pro vozy VW/Audi/Seat).

Vysokorychlostní sběrnice

Tento systém zahrnuje oblast pohonu a pracuje s rychlostí 500 kbit.s^{-1}. Samozřejmě u jiných systémů může být použita i jiná rychlost přenosu, např. 250 kbit.s^{-1} apod. Poslání jednoho datového protokolu trvá asi 0,25 ms, řídicí jednotky provádí přenos dat každých 7 ms až 20 ms.

Patří sem řídicí jednotky pro (seřazeno podle priority):

- ABS/EDS,
- řízení motoru (Motronic),
- automatickou převodovku, je-li použita.
- Přednost mají agregáty s větším významem pro bezpečnost jízdy.

Nízkorychlostní sběrnice

V tomto případě je rychlost přenosu jen 62,5 kbit.s^{-1}, přenos datového protokolu trvá asi 1 ms.

Tato sběrnice spojuje oblast komfortu, a to:

- centrální zamykání,
- elektrické ovládání oken,
- elektricky nastavitelná a vyhřívaná vnější zrcátka,
- elektronickou paměť pro nastavení polohy sedadel,
- vnější a vnitřní diagnostiku apod.

Optická sběrnice

Tento druh sběrnice byl poprvé použit u automobilů Mercedes třídy S pod názvem „Domestic Digital Bus" (D2B) a to v oblasti audiotechniky a komunikační a navigační techniky.

Vedení sběrnice je tvořeno kabely ze skleněnými nebo optickými vlákny z plastů. V konkrétním uvedeném případě mají optické kabely průměr vlákna 1 mm a oranžové opláštění 2,2 mm. Pro přenos se využívá světlo o vlnové délce 650 nm. Převod elektrických signálů na světelné a obráceně se provádí pomocí optických Controller – Chips, které jsou součástí každé části systému. Rychlost přenosu se udává až 5,6 Mbit.s^{-1}, což je šedesátkrát více než u standardní sběrnice CAN – Bus s měděnými vodiči.

Optická sběrnice má tyto základní výhody:

- vysokou rychlost přenosu,
- necitlivost k rušení vnějšími magnetickými poli,
- odolnost proti zkratu,
- minimální opotřebení – neexistuje oxidace kovových vodičů,
- malou hmotnost,
- malý průměr vodičů.

2 POUŽITÍ ELEKTRONIKY V JEDNOTLIVÝCH SKUPINÁCH MOTOROVÉHO VOZIDLA

Jak již bylo uvedeno, bude tato část obsahovat přehled těch částí vozidla, ve kterých je použita elektronika, přičemž bude vždy uvedena stručná charakteristika příslušného systému. Současně bude na začátku každé části odkaz na literaturu firmy Avid, jejíž pomocí je možno se s daným zařízením seznámit podrobněji.

2.1 Podvozek (AUTOMOBILY 1, Podvozky)

ABD – elektronicky řízený systém prokluzu hnacích kol jejich přibrzděním,

ABS – protiblokovací systém, zabraňující blokování kol při jejich brzdění,

ALB – samočinná regulace brzdné síly v závislosti na zatížení u vzduchotlakých brzdových soustav,

ASMS – systém samočinné stabilizace jízdy firmy ITT Automotive,

ASR – protiprokluzová regulace hnacích kol zajišťující stabilitu a řiditelnost vozidla při rozjezdu a akceleraci,

BAS – tzv. „brzdný asistent" zvyšující účinnost podtlakového posilovače brzd při intenzivním brzdění,

DKZ – elektronické řízení výkonu motoru (EMS) s nastavením škrticí klapky (DK) a zásahem do řízení zapalování (Z) (v tomto případě jako součást systému ASR),

EBV – elektronicky řízený systém rozdělující optimálně brzdnou sílu na kola přední a zadní nápravy a to i při běžném, málo intenzivním brzdění,

EDS – tzv. „elektronický závěr diferenciálu", který u vozidel s předním pohonem zabraňuje prokluzu hnacích kol jejich přibrzděním (VW),

EPAS – elektrický posilovač řízení firmy Lucas, použitý u automobilů Opel Corsa

EPC – elektrický posilovač řízení japonské firmy NSK,

ESP – systém elektronicky řízené stabilizace jízdy vyvinutý firmou Bosch ve spolupráci s automobilkou Mercedes-Benz,

GMA 1, 2 – systém regulace nárůstu stáčivého momentu kolem svislé osy, součást některých systémů ABS firmy Bosch,

IR – individuální regulace brzdných sil u systému ABS používaná u kol zadní nápravy,

IRM – modifikovaná individuální regulace u systému ABS, zmenšuje otáčení vozidla kolem svislé osy při brzdění na nestejném povrchu,

MSR – elektronická regulace brzdného momentu motoru, doplněk systému ASR,

SLR – určitý druh regulace brzdných sil u svstému ABS.

2.2 Převody (AUTOMOBILY 2, Převody)

ASD – samočinně pracující elektronicky řízený samosvorný diferenciál s lamelovou spojkou (Mercedes-Benz),

ATTS – aktivní systém přenosu točivého momentu u automobilů s pohonem jedné nebo obou náprav (Honda),

EDS – elektronický závěr diferenciálu (Volkswagen),

EKM – elektronicky řízený spojkový systém firmy LUK,

EKS – elektronicky řízený spojkový systém firmy Fichtel & Sachs.

2.3 Motory (AUTOMOBILY 3, Motory)

EVA – elektronicky řízený rozvodový systém s elektromagneticky ovládanými ventily (Aura Systems Inc.),

VANOS – variabilní (proměnné) časování sacích ventilů plynulým natáčením vačkového hřídele (BMW),

VTEC – ventilový rozvod s elektronicky řízenou změnou časování a zdvihu sacích i výfukových ventilů (Honda),

VTEC-E - ventilový rozvod s elektronicky řízenou změnou časování a zdvihu sacích ventilů (Honda),

VVA – elektronicky řízený mechanicko-hydraulické řízení činnosti sacích ventilů (Fiat),

VVC – ventilový rozvod s plynulou změnou časování sacích ventilů (Rover),

VVT – ventilový rozvod s dvoustupňovou změnou časování sacích ventilů natáčením vačkového hřídele.

2.4 Příslušenství spalovacích motorů (AUTOMOBILY 4, Příslušenství)

ADA – zařízení pro korekci tlaku paliva v závislosti na atmosférickém tlaku (příslušenství vstřikovacích čerpadel vznětových motorů),

AGR – zpětné vedení (recirkulace) výfukových plynů,

ALDA – zařízení pro korekci dodávky paliva v závislosti na atmosférickém tlaku a na plnicím tlaku turbodmychadla (příslušenství vstřikovacích čerpadel vznětových motorů),

EDC – elektronická regulace výkonu vznětového motoru,

ELAB – elektrický způsob přerušení dodávky paliva vstřikovacím čerpadlem za účelem zastavení vznětového motoru,

EMS – elektronická regulace výkonu motoru,

LDA – zařízení pro korekci dodávky paliva v závislosti na plnicím tlaku turbodmychadla (příslušenství vstřikovacích čerpadel vznětových motorů),

MPI – nepřímé vícebodové vstřikování benzinu do sacího potrubí,

SPI – nepřímé jednobodové vstřikování benzinu do sacího potrubí ještě před škrticí klapku.

Výukový text pro MK3 – část 2
Použitá literatura:
Z. Jan, J. Kubát, B. Ždánský. Elektrotechnika motorových vozidel 2. 3. vydání.Brno, 2006, 155 s.
ISBN 80 – 903671 – 2 – 7