

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ENERGETICKÝ ÚSTAV**

**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
ENERGY INSTITUTE**

**DIAGNOSTIKA MODERNÝCH VOZIDIEL**  
DIAGNOSTICS OF MODERN VEHICLES

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR  
**VEDOUĆÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**CYRIL HOLEŠ**  
**doc. Ing. JOSEF ŠTĚTINA, Ph.D.**

BRNO 2014



Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2013/14

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Cyril Holeš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Diagnostika moderních vozidel**

v anglickém jazyce:

### **Diagnostics of modern vehicles**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Seznámit se s problematikou diagnostiky vozidel se zaměřením zejména na spalovací motory. Seznámit se standardy OBD a OBD II a s komunikačním standardem CAN. Začlenění CANu do OBD II. Norma SAE-J1939. Přehled informací získávaných před OBD II, možnosti připojení diagnostických jednotek. Komunikace přes komunikační modul CAN.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání tj. vývoj diagnostiky vozidel
3. Výhody a nevýhody jednotlivých typů diagnostiky
4. Přehled informací získávaných před diagnostiku OBD II
5. CAN a norma SAE-J1939
6. Komunikace přes komunikační modul CAN
7. Závěr, zahrnující směry, kterým se bude rozvoj automobilové diagnostiky
8. Seznam použitých zdrojů
9. Seznam zkratk a použitých veličin

Forma práce:

Text práce v rozsahu 20 až 30 stran, obrázky, tabulky

Seznam odborné literatury:

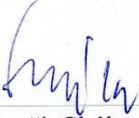
- [1] Atkins R.D. , An Introduction to Engine Testing and Development SAE Permissions 2009  
[2] VLK F., Zkoušení a diagnostika motorových vozidel, Vlk nakladatelství, 1. vydání, Brno 2001.  
[3] Vlk František, Elektronické systémy motorových vozidel 1. Řízení motoru, Snímání dat, Vstříkovací systémy, Řízení převodovek, EOBD. Prof.Ing. František Vlk, DrSc. Nakladatelství a vydavatelství, Brno 2002.  
[4] Vlk František, Elektronické systémy motorových vozidel 2.regulace a řízení podvozku, Systémy ABS/ASR, EPS, Komfortní systémy, Zadržné systémy

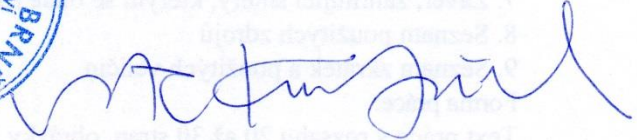
Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 21.11.2013



  
doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.  
Ředitel ústavu

  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

## **ABSTRAKT**

Diagnostika vozidiel sa stala neoddeliteľnou súčasťou kontroly, ovládania a vývinu vozidiel. Cieľom tejto bakalárskej práce je zhrnúť a porovnať možnosti diagnostiky moderných vozidiel. Práca sa v prvej časti zameriava na vývin diagnostiky, výhody a nevýhody jednotlivých typov diagnostík, prehľad informácií získavaných pred OBD II diagnostikou a na prehľad noriem a komunikačných protokolov. V ďalšej časti porovnáva možnosti niektorých druhov diagnostík v praxi.

## **ABSTRACT**

Diagnostics of vehicles has become an important part of testing, control and development of vehicles. The aim of this bachelor's thesis is to summarize and compare the possibilities of diagnostics of modern vehicles. The first part of thesis focuses on the development of diagnostics, advantages and disadvantages of each type of diagnostics, review of the information obtained before the OBD II diagnostics and the list of standards and communication protocols. In the next part it compares the possibility of certain diagnostics in practice.

## **KLÚČOVÉ SLOVÁ**

Diagnostika vozidiel, meranie, normy, protokoly, CAN, OBD

## **KEY WORDS**

Diagnostics of vehicles, testing, standards, protocols, CAN, OBD

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA**

HOLEŠ, Cyril. *Názov: Diagnostika moderných vozidiel.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 49 s., Vedoucí práce doc. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

## **PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému Diagnostika moderných vozidiel vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených na zozname, ktorý tvorí prílohu tejto práce.

.....  
V Brne dňa

.....  
Cyril Holeš





## **POĎAKOVANIE**

Týmto ďakujem doc. Ing. Josefovi Štětinovi, Ph.D. za ochotu, čas a odborné vedenie pri vypracovaní bakalárskej práce.



## Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>13</b>
<b>1 PREHLÁD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA TJ. VÝVOJ DIAGNOSTIKY VOZIDIEL . 14</b>	<b>14</b>
1.1 HISTÓRIA A PRÍČINY ZAVEDENIA DIAGNOSTIKY VOZIDIEL.....	14
1.2 OBD DIAGNOSTIKA.....	15
1.2.1 OBD I.....	15
1.2.2 OBD II.....	15
1.2.3 Chybové kódy .....	19
<b>2 VÝHODY A NEVÝHODY JEDNOTLIVÝCH TYPOV DIAGNOSTIKY .....</b>	<b>20</b>
2.1 ŠPECIALIZOVANÉ ZARIADENIA .....	20
2.2 UNIVERZÁLNE ZARIADENIA.....	21
2.3 ZARIADENIA PRE AUTORIZOVANÉ SERVISY (OEM) .....	21
2.4 ZARIADENIA NA KOMERČNÉ ÚČELY (VOĽNE PREDAJNÉ) .....	21
2.5 KÚPA DIAGNOSTIKY .....	23
<b>3 PREHLÁD INFORMÁCIÍ ZÍSKANÝCH PRED DIAGNOSTIKOU OBD II.....</b>	<b>25</b>
3.1 OSCILOSKOP .....	25
3.2 MULTIMETER.....	26
3.3 OSTATNÉ ZARIADENIA.....	27
3.4 ZÁKLADNÉ MERANIA.....	28
3.5 PARALELNÁ DIAGNOSTIKA V PRAXI .....	29
<b>4 CAN A NORMA SAE J1939.....</b>	<b>33</b>
4.1 CAN.....	33
4.2 SAE J1939.....	34
<b>5 KOMUNIKÁCIA CEZ KOMUNIKAČNÝ MODUL CAN .....</b>	<b>37</b>
<b>6 DIAGNOSTIKA VOZIDLA ELM 327 ZARIADENÍM .....</b>	<b>41</b>
6.1 DIAGNOSTIKA POMOCOU PROGRAMU TORQUE PRO A MOBILNÉHO TELEFÓNU .....	41
6.2 DIAGNOSTIKA POMOCOU PRENOSNÉHO POČÍTAČA A PROGRAMU SCAN MASTER ....	43
<b>ZÁVER.....</b>	<b>45</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....</b>	<b>47</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH VELIČÍN.....</b>	<b>49</b>
<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV .....</b>	<b>49</b>



## ÚVOD

Diagnostika vozidiel sa stala s pokračujúcim rozvojom elektroniky a počítačov veľmi dôležitou a v niektorých prípadoch až nevyhnutnou súčasťou nielen kontroly stavu vozidla a emisií, ale aj pri vývoji nových komponentov a modelov vozidiel.

Tak ako sa vyvíjali autá sa postupne vyvíjala aj diagnostika. Od jednoduchších zariadení ako sú osciloskop, voltmeter, ampérmeter a ďalších zariadení, ktorými kontrolovali vozidlá aj v minulosti, cez prvé emisné diagnostiky v 90-tych rokoch, po najmodernejšie zariadenia schopné nielen získavať informácie z riadiacej jednotky vozidla, ale aj ich posilať a meniť fungovanie súčiastok vozidla.

Komunikácia medzi zariadením, riadiacou jednotkou a jednotlivými komponentmi vozidla je daná normami a komunikačnými protokolmi. To že v niektorých prípadoch diagnostické zariadenie nie je schopné komunikovať s vozidlom, je spôsobené práve tým, že diagnostické zariadenie nepozná daný komunikačný protokol. Preto je dôležité pri výbere diagnostiky vybrať takú, ktorá bude s meraným vozidlom komunikovať čo najpresnejšie a získavať čo najviac informácií.

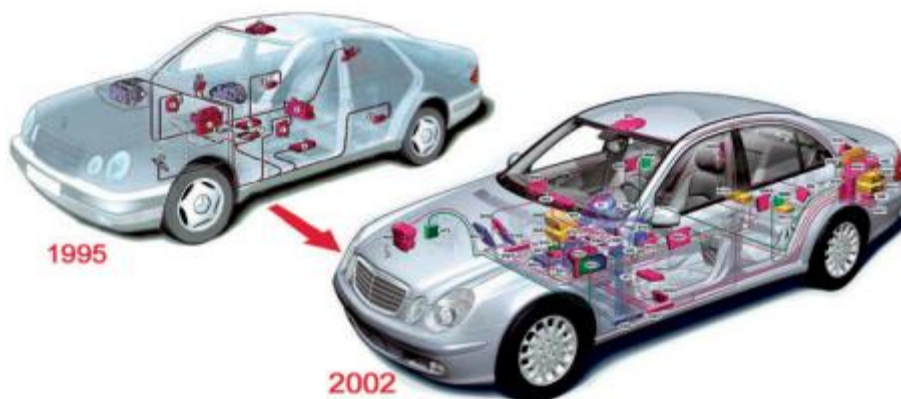
Trh s diagnostickými zariadeniami je v dnešnej dobe veľmi široký a kúpa vhodnej a kvalitnej diagnostiky nezvykne byť ľahkou záležitosťou. Cieľom tejto práce je získať prehľad o jednotlivých druhoch diagnostík, pochopiť princíp fungovania a čo najviac uľahčiť jej prípadný výber.

# 1 PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA TJ. VÝVOJ DIAGNOSTIKY VOZIDIEL

## 1.1 História a príčiny zavedenia diagnostiky vozidiel

Vývoj prvej diagnostiky začal v Spojených štátoch amerických a to konkrétne v Kalifornii, kde už v 30-tych rokoch minulého storočia jazdilo 2 milióny áut. Vtedajšie autá mali obrovské emisie výfukových plynov. Nad veľkými mestami ako Los Angeles sa vznášal pozorovateľný smog, čo malo veľmi negatívny dopad na ľudské zdravie. Počet áut neustále rástol a spolu s ním aj znečistenie ovzdušia. [1]

V 60-tych rokoch štát Kalifornia začal robiť prvé opatrenia. Založil agentúru pre ochranu životného prostredia EPA. Organizácia v roku 1961 prišla so súčiastkou s názvom PCV, montovanú na kľukovú skriňu, ktorá recirkulovala časť výfukových plynov späť do ďalšieho cyklu. Koncom 60-tych rokov, kedy počet áut v Kalifornii dosiahol číslo 12 miliónov, začali s vývinom legislatívy na kontrolu emisií. V 70-tych rokoch nasledoval vznik prvých katalyzátorov, ktorého úlohou bolo čo najviac redukovať škodlivé zložky na jeho výstupe. Katalyzátory sa stali povinnými pre vozidlá predávajúce sa v Kalifornii. Bol to prvý krok k výraznému zníženiu emisií. [1]



Obr. 1.1 Príklad vývoja elektroniky 1 vo vozidle mercedes triedy E [14]

Koniec 80-tych rokov je poznačený vývojom mikroelektroniky. Autá prechádzali na elektronicky ovládané vstrekovanie paliva, montujú sa senzory na rôzne merania (lambda sondy atď.). Senzorov v aute pribúdalo a bolo potrebné ich monitorovanie. V roku 1988 preto vznikajú prvé diagnostiky. Diagnostiky mali mať rovnakú úlohu ako je tomu aj dnes a to kontrolovať množstvo škodlivých plynov a upozorniť v prípade zlej funkčnosti systému alebo niektorého z jeho súčiastok. V roku 1991 zavádza CARB (The California Air Resources Board) v spolupráci so SAE (Society of Automotive Engineers) tzv. OBD I normu (on-board diagnostics), ktorá ešte nemá jednotne definovaný vstup pre všetky autá. V roku 1994 už ale definuje pozíciu a vstup diagnostiky pre všetky autá jazdiace v Kalifornii a vzniká jednotná OBD II norma a diagnostika. Tá sa v roku 1996 stáva povinnou pre všetky autá predávané v USA.

Podobné kroky nastávajú aj v Európe, kde sa v roku 2001 stáva povinnou pre všetky benzínové vozidlá vyrobené po tomto roku norma EOBD (European On Board Diagnostics), ktorá je ekvivalentom OBD II. Pre dieselové motory je povinnou od roku 2004. S napredovaním vývoja elektroniky (obr. 1.1) sa ukázalo zavedenie diagnostiky ako nevyhnutný prostriedok monitorovania stavu vozidla. [2][3][4]

## **1.2 OBD diagnostika**

OBD – on board diagnostic, je termín, voľne preložený ako palubná diagnostika. V podstate môžeme hovoriť o množine prostriedkov (komunikačné normy, typ konektora, signály, zariadenie čítajúce informácie, softvér atď.), vďaka ktorým získavame informácie o vozidle v prevádzke. Táto komunikácia s riadiacou jednotkou vozidla je zabezpečená štandardizovanou normou OBD. [6]

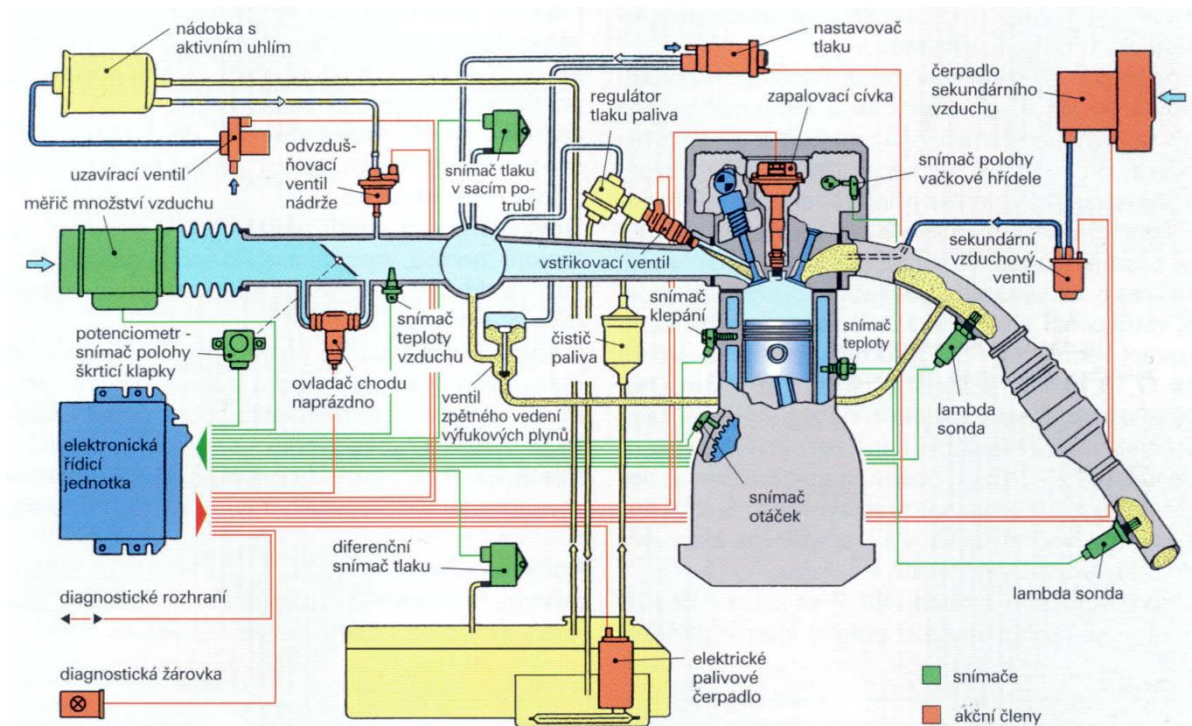
### **1.2.1 OBD I**

Prvou generáciou tejto normy bola OBD I. Bola krátka a definovala iba to, že monitor palubného počítača upozorní na chybu komponenty vozidla. Získavané informácie neboli štandardizované a diagnostika bola u výrobcov vozidiel rôzna. OBD I bola z tohto dôvodu veľmi neefektívna v získavaní informácií pri kontrole emisií. Preto krátko nato vzniká norma OBD II, ktorá zjednocuje systém emisnej diagnostiky všetkých výrobcov. [5]

### **1.2.2 OBD II**

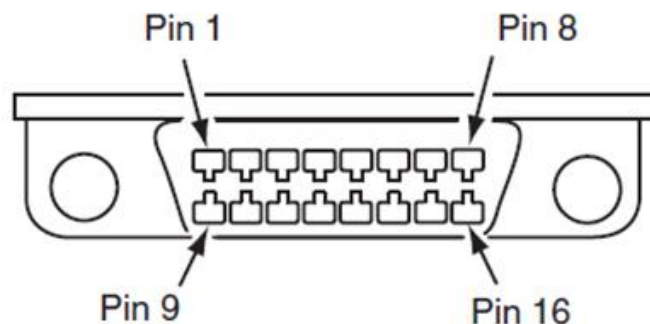
Normu OBD II teda môžeme označiť za vylepšenie OBD I. Norma je omnoho širšia a definuje typ diagnostického konektora a jeho kolíky konektora (piny), elektrické signály, kódovanie a čítanie informácií. Je to emisná diagnostika, ktorá je schopná komunikovať s riadiacou jednotkou všetkých značiek automobilov, ktoré sa predávajú v krajinách, kde platí táto norma. Zmyslom vytvorenia takejto diagnostiky je hlavne zjednodušenie práce pre technikov a mechanikov, ktorí pracujú so širokou škálou značiek. Tí môžu oveľa efektívnejšie kontrolovať výkon motora, využívanie vstrekovaného paliva a emisné hodnoty bez nutnosti meniť diagnostické zariadenie v závislosti na značke automobilu.

S výfukovými plynmi súvisí tiež množstvo komponentov v automobile, preto auto obsahuje množstvo na nich viazaných senzorov, ktoré vytvárajú sieť spojenú s riadiacou jednotkou vozidla (obr. 1.2). [6][7]



Obr. 1.2 diagram Bosch Motronic 1[10]

Na obrázku 1.3 je konektor definovaný normou OBD II. Treba však upozorniť, že niektoré vozidlá mali rovnaký konektor ako definuje norma OBD II, no norma nepodporovalo a tým pádom nebolo možné komunikovať s riadiacou jednotkou. Napríklad Škoda Felicia má rovnaký typ konektora ako je definovaný normou OBD II, ale normu nepodporuje. [1][6]



Obr. 1.3 OBD II konektor (samica) [6]



Tabuľka 1.1 Popis jednotlivých pinov konektora

PIN 1	Ponechané na výrobcovi	PIN 9	Ponechané na výrobcovi
PIN 2	J8150 bus pozitívny	PIN 10	J8150 bus negatívny
PIN 3	Ponechané na výrobcovi	PIN 11	Ponechané na výrobcovi
PIN 4	Uzemnenie na kostre	PIN 12	Ponechané na výrobcovi
PIN 5	Komunikačná kostra	PIN 13	Ponechané na výrobcovi
PIN 6	Can Bus H	PIN 14	Can Bus L
PIN 7	ISO 9141-2 "K" linka	PIN 15	ISO 9141-2 "L" linka
PIN 8	Ponechané na výrobcovi	PIN 16	Batéria 12V

Ako môžeme vidieť v tabuľke 1.1, OBD II nedefinuje všetkých 16 pinov konektora, ale niektoré necháva voľné pre automobilových výrobcov, ktorí cez ne môžu odosielať dáta do diagnostických zariadení podľa ich uváženia a vyrábať svoje diagnostické zariadenia a komunikačné protokoly na čítanie týchto pinov.

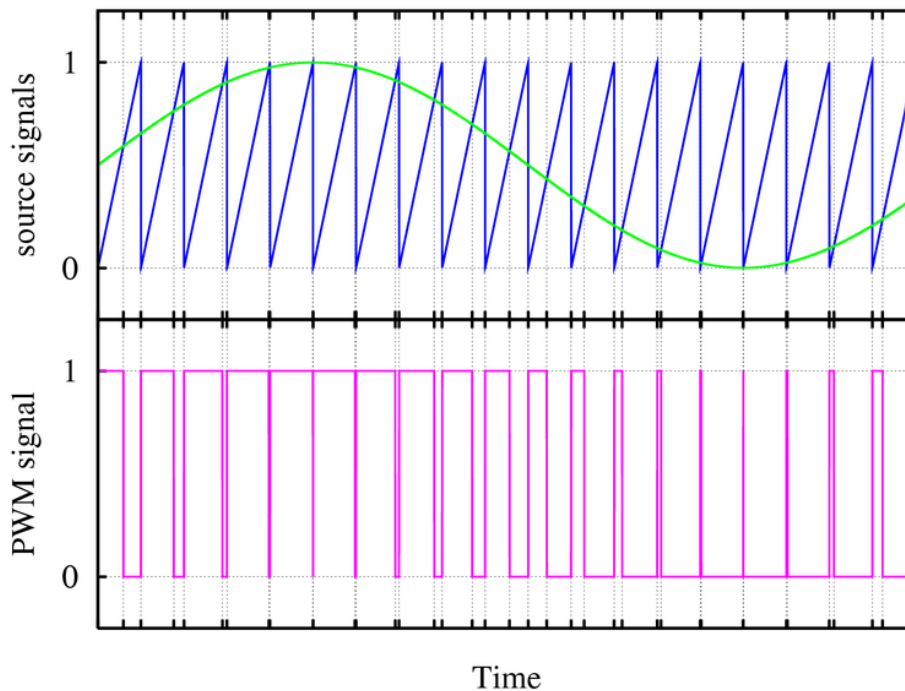
Norma OBD II nehovorí len o štandardizovanom vstupe, ale aj o špecifickom kódovaní popísanom v normách. Organizácia SAE a ISO vytvorila komunikačné protokoly aby jednoznačne určila komunikáciu riadiacej jednotky s automobilom. Medzi tie najznámejšie patria ISO 9141-2, ISO 14230-4 (KWP2000), SAE J1850 PWM, SAE J1850, ISO 15765-4 CAN, SAE J2248 CAN. Tieto protokoly majú špecifickú formu komunikácie. Napríklad rôzne napätie, rýchlosť a iné. [6]

- ISO 9141-2

Je to najrozšírenejší protokol pre európske autá. Sieť je tvorená 2 linkami (signálmi) a to K-linkou a L-linkou a rýchlosť prenosu informácií je 9600b/s. K-linka je dôležitejšia komunikuje obojsmerne (získava údaje z meračov a dokáže posílať signály aj späť do meračov). L-linka je len jednosmerná a preto ju niektoré vozidlá nevyužívajú. Pin 7 a Pin 15 (obr. 1.3) sú určené pre tento protokol.

- SAE J1850 PWM

Tento protokol využívajú hlavne vozidlá FORD. PWM je spôsob komunikácie. Znamená to Impulzová šírková modulácia (obr. 1.4). Šírka impulzu sa mení v závislosti na vstupe, za cieľom prenosu informácie. Linka je symetrická a komunikuje so signálmi BUS pozitívny a BUS negatívny (obr. 1.2 PIN 2 a PIN 10)



Obr. 1.4 impulzová šírková modulácia [8]

- SAE J1850 VPW

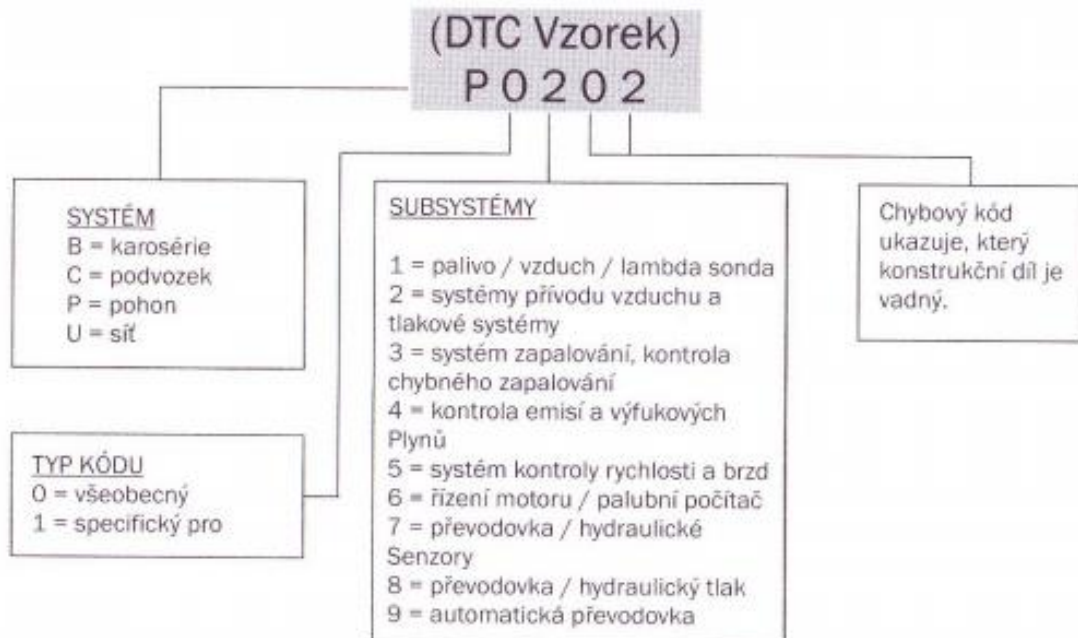
Protokol používaný vo vozidlách firmy General Motors. Podobný ako SAE J1850 PWM, ale využíva len jeden komunikačný signál BUS pozitívny.

- ISO 15765-4 CAN a SAE J2248 CAN

Najnovšie protokoly komunikujúce na princípe CAN (CAN – Controller Area Network). Majú vysokú rýchlosť a sú odolné proti rušeniu. Keďže káblov vo vozidlách pribúdalo, bol vyvinutý práve tento nový spôsob komunikácie po jednom páre káblov. Komunikujú cez Can High a Can low (PIN 6 a 14, obr. 1.2). Tento spôsob komunikácie dokáže ušetriť značnú dĺžku káblov a celkovej hmotnosti vozidla. Can-Bus technológia sa stala povinnou pre vozidlá vyrobené po roku 2008 v Amerike aj v Európe. [6]

### 1.2.4 Chybové kódy

Merače odosielajú do diagnostického zariadenia kódované správy (DTC), tie majú normou definovaný 5-miestny alfanumerický tvar popísaný na obrázku 1.5.



Obr. 1.5 schéma DTC [9]

## 2 VÝHODY A NEVÝHODY JEDNOTLIVÝCH TYPOV DIAGNOSTIKY

Ako sme sa už zmienili, diagnostické komunikačné zariadenia prevádzajú informácie z auta do užívateľskej formy a príkazy užívateľa do dátovej formy, ktorú vie prečítať riadiaca jednotka. Existuje množstvo diagnostických zariadení, ktoré sa líšia funkciami, veľkosťou a cenou. Preto je veľmi dôležité pred kúpou diagnostického zariadenia vedieť, načo ju budeme potrebovať (čítanie základných informácií alebo aj programovanie).

Medzi základné delenie diagnostík patrí delenia na:

- Špecializované zariadenia
- Univerzálne zariadenia

Ďalej môžeme zariadenia rozdeliť na :

- Zariadenia pre autorizované servisy (OEM)
- Zariadenia na komerčné účely (voľne predajné)

### 2.1 Špecializované zariadenia

Špecializované zariadenia sú vyrobené spolu s konkrétnym softvérom a nespolupracujú so žiadnymi inými softvérmi. Väčšinou sú určené pre jeden koncern automobilov. Napríklad Volkswagen/Audi/škoda/Seat, JEEP/Dodge/Chrysler, Fiat/Alfa Romeo/Lancia, BMW/Mini a ďalšie. Čítajú viac protokolov ako OBD II (aj komunikačné protokoly koncernov) a preto vedia z riadiacej jednotky vyčítať aj viac informácií. [6]

Pre slovenský a český trh je najzaujímavejší koncern Volkswagen group a k nemu najviac predávaná diagnostika VCDS (program) resp. v minulosti označovaná VAG-COM s kabeľážou HEX-CAN. Jej cena sa pohybuje okolo 300€. Okrem bežných protokolov OBD II normy je schopná komunikovať aj s protokolmi koncernu VW. Spolu s redukciami vie komunikovať aj so staršími modelmi ako sú napríklad Škoda Favorit. V porovnaní so všeobecnou OBD II normou, vie získavať informácie aj napríklad od ABS senzorov, konfigurovať systém pre väčší komfort (nastaviť denné svietenie, automatické uzamykanie dverí a ďalšie). VCDS softvér má množstvo ďalších funkcií ako osciloskopické zobrazenie, automatický test vozidla, kedy postupne skontroluje všetky elektronické zariadenia vozidla a vie čítať aj normu OBD u ostatných značiek automobilov. [15]

Tab. 2.1 Výhody a nevýhody špecializovaných zariadení

Výhody	Nevýhody
Rýchla a rozsiahla komunikácia s riadiacou jednotkou	Komunikácia s malým množstvom značiek
Široká škála funkcií a nastavení	Vyššia cena
Kvalitný softvér	
Spoľahlivosť	

## 2.2 Univerzálne zariadenia

Univerzálne diagnostiky sú schopné spolupracovať s viacerými softvérmi a sú určené pre širokú škálu vozidiel. Ich ceny sú veľmi rozličné. Dostupné sú zariadenia za ceny okolo 30 € ÷ 50 €, ktoré komunikujú len s OBD II protokolmi až po veľmi drahé, ktoré sú v podstate spojením špecializovaných diagnostík, a sú schopné čítať protokoly viacerých koncernov automobilov.

Univerzálne diagnostiky ešte môžeme ďalej rozdeliť podľa čipu na prevodníky KKL a ELM. KKL je prevodník normy ISO 9141-2 a 14230 s komunikačnými linkami K a L. Je to staršia technológia a dnes už nie je príliš využívaná. ELM prevodník so súčasnou verziou mikroprocesora ELM 327, sú súčasťou emisných diagnostík OBD II. Využívajú jednoduché tzv. AT príkazy a preto pre ne existuje množstvo softvérov. Mnoho z nich sú dostupné zadarmo. [15][6]

Tab. 2.2 Výhody a nevýhody univerzálnych zariadení

Výhody	Nevýhody
Komunikácia s veľkým množstvom značiek	Častý problém vybrať si z ponuky tú najvhodnejšiu
Rozličné softvéry, možnosť vybrať si najviac vyhovujúci	Menšia škála funkcií (nie je pravidlom)

## 2.3 Zariadenia pre autorizované servisy (OEM)

Sú to zariadenia určené len pre autorizované servisy výrobcov automobilov. Je prakticky nemožné ich kúpiť. OEM (original equipment manufacturers) zariadenia majú jedinečnú funkčnosť a sú vyrábané s cieľom znemožniť servis ich áut v neautorizovanom servise. Preto sú väčšinou dostupné na trhu aj ich repliky, ktoré nie vždy fungujú správne. [17][6]

Tab. 2.3 Výhody a nevýhody OEM zariadení

Výhody	Nevýhody
Presnosť merania	Nedostupnosť na trhu
Dostupných množstvo dát a informácií	

## 2.4 Zariadenia na komerčné účely (voľne predajné)

Komerčné zariadenia sú bežne dostupné na trhu. V tom je ich hlavný rozdiel oproti zariadeniam pre autorizované servisy. Niektoré z nich môžu byť menej kvalitné, ale na trhu sú už aj veľmi známe a spoľahlivé diagnostiky značky BOSCH so svojou radou KTS, Delphi (skupina Wurth) alebo francúzsky výrobca ACTIA.

Tab. 2.4 výhody a nevýhody komerčných zariadení

Výhody	Nevýhody
Dostupnosť na trhu	Nemusia prečítať všetky informácie z riadiacej jednotky
Široká ponuka zariadení	

Značka Bosch, s obratom 47 miliárd €, je najväčším dodávateľom automobilových dielov na svete. Keďže pripravuje riadiace jednotky pre veľké množstvo automobilov, je logické, že vyrába veľmi kvalitné diagnostické zariadenia rady KTS (obr. 2.1).



Obr. 2.1 Bosch KTS 340 [18]

Diagnostiky rady KTS sú najpredávanejšou diagnostikou pre servisy na svete. Sú veľmi kvalitné a výkonne. Ich cena je však vysoká (približne 4000 € a viac), preto sú nevhodné pre bežného nadšenca diagnostiky. Ich použitie je najmä v autoservisoch.

Firma Bosch ponúka v rámci auto diagnostiky radu prístrojov. Okrem diagnostík elektronických systémov KTS, sú to ďalšie diagnostické prístroje na:

- Test motoru a jeho príslušenstva FSA na meranie jednotlivých komponentov vozidla (podobné ako osciloskop)
- Meranie emisií BEA, určené na emisné kontroly vozidiel

- Skúšanie systémov vznetových motorov EPS pre opravu a testovanie vstrekovacích trysiek
- Testery akumulátorov
- Meranie geometrie náprav
- Analýzu systému bŕzd

Z rady KTS momentálne firma BOSCH ponúka modely: KTS 200 – rýchly servis a údržba, KTS 340 – rýchly servis a kompletne opravy, KTS 515 – jednoduchá a rýchla diagnostika podľa normy OBD, KTS rada 5 – modely pre spojenie s PC väčšinou aj s dvojkanálovým osciloskopom, KTS 840 – Jednoduchá a spoľahlivá diagnostika ECU, KTS 870 – Diagnostika ECU s prvotriednou technológiou merania, KTS 890 – Rýchla a flexibilná analýza vozidla. Čím väčšie číslo modelu KTS tým vyššia cena a rozmerovo väčšia diagnostika. Diagnostiky KTS pracujúce s PC a sú dodávané taktiež so softvérom ESItronic. [18]

Wurth je taktiež nemecká firma s veľmi širokým zameraním. Nemá síce takú širokú ponuku ako Bosch, ale taktiež sa radí medzi veľmi dobre predávaných výrobcov diagnostiky značky WOW!. V ponuke má momentálne modely iQ330, iQ150 a iQ4bike pre motocykle spolu s príslušným softvérom WSD.

Výrobca ACTIA zasa vyrába nielen originálne OEM zariadenia pre značky Renault, Dacia, Peugeot Citroen, ale aj komerčnú diagnostiku Multidiag vhodnú pre všetky druhy vozidiel (nákladné vozidlá, autobusy a ďalšie). [19][6]

## 2.5 Kúpa diagnostiky

Dnešný trh ponúka obrovské množstvo diagnostických zariadení, preto vybrať si tú správnu nie je jednoduché a treba sa rozhodnúť vo viacerých smeroch.

### 1. Použitie

Treba si uvedomiť kam siahajú naše znalosti s použitím diagnostiky a s vyhodnocovaním dát. Či sme schopný rozumieť drahším a sofistikovanejším zariadeniam alebo nám stačí dostávať základné informácie z jednoduchšieho zariadenia. Ďalej je dôležité vedieť o aké konkrétne informácie sa zaujímame a či chceme riadiacu jednotku programovať, vymazávať servisné intervaly atď.

### 2. Sledovaný objekt

Výber diagnostiky záleží aj na druhu a značke vozidla. Ak sa zaujímame iba o naše vozidlo je lepšie zakúpiť si špecializované zariadenie. Servisy samozrejme potrebujú drahšie a výkonnejšie diagnostiky a často kupujú univerzálne, voľne dostupné zariadenia.

### 3. Rozpočet

Samozrejme na cene záleží kvalita aj príslušenstvo. Drahšie sú zariadenia s vlastným počítačom, displejom, rôznymi redukciami a príslušenstvom. V prípade, že vlastnime prenosný počítač môžeme uvažovať iba nad kúpou softvéru a príslušnej kabeláže.



Obr. 2.2 Diagnostika Autoboss V30 Elite a diagnostika ELM327 [20]

Na obrázku 2.2 vidíme dve cenovo veľmi odlišné diagnostiky. Autoboss V30 Elite (vľavo) predávanú za približne 1000 € a diagnostiku ELM327 wifi za približne 20 €. Ceny sú veľmi odlišné a preto aj výkon je podstatne rozdielny.

Prvá menovaná je rozhraním podobná tabletu. Má univerzálny konektor pre väčšinu vozidiel vrátane najnovších vozidiel s CAN. Okrem základného čítania a vymazávania chýb komunikuje vo väčšine značiek s kompletnou elektronikou áut, graficky zobrazuje reálne dáta v čase, resetuje servisné intervaly, číta skutočné kilometre s riadiacej jednotky, programuje – mení kódy riadiacej jednotky, softvér je pravidelne aktualizovaný, má vstavanú mini tlačiareň a ďalšie.

Omnoho lacnejšie zariadenie je ELM327 emisná diagnostika a všeobecne emisné diagnostiky. Číta základné protokoly patriace pod OBD II a EOBD normu, kontroluje chyby hlásené riadiacou jednotkou a tieto chyby vie aj vymazať. Ďalej spracováva základné informácie od senzorov súvisiacich hlavne s emisiami. Je treba mať prenosný počítač a príslušný softvér, ktorý poskytuje základné informácie ako sú teplota motora, spotreba, signály lambda sônd, poloha škrtiacej klapky a ďalšie. [17]

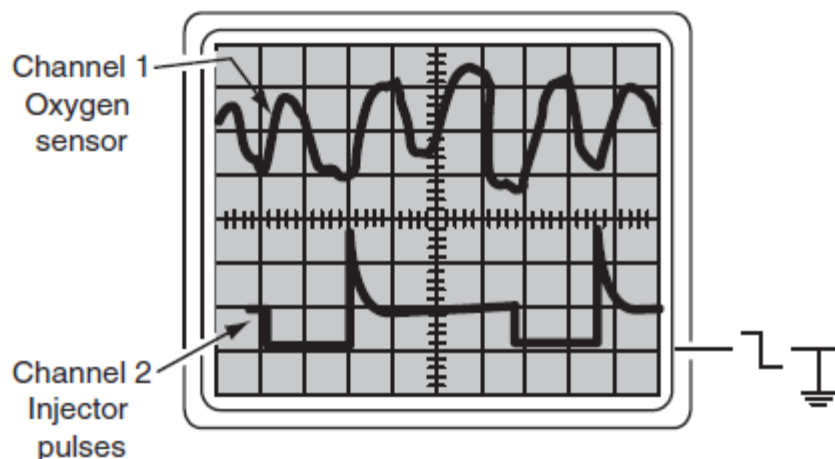


### 3 PREHLAD INFORMÁCIÍ ZÍSKANÝCH PRED DIAGNOSTIKOU OBD II

So všeobecným technologickým vývojom a hlavne vývojom počítačovej technológie a elektroniky prešli autá od ich vzniku obrovskou zmenou. Prvé auto s výbušným motorom bolo vyrobené v roku 1836. Prvý vznietový motor bol patentovaný v roku 1892. Vozidiel pribúdalo a napriek tomu, že boli omnoho jednoduchšie ako dnešné vozidlá, bol potrebný ich servis a opravy. S tým priamo súviseli rôzne merania, ktoré boli v niektorých prípadoch prácnejšie, keďže diagnostické zariadenia ako máme dnes, vôbec neexistovali. V prípade, že auto vykazovalo neobvyklé správanie, bolo nutné zistiť kde je chyba. Na kontrolu využívali rôzne merače ako napríklad multimeter, tlakomer, otáčkomerom, osciloskop a ďalšie.

#### 3.1 Osciloskop

Osciloskop je elektronické zariadenie, ktoré meria a zobrazuje na displeji časový priebeh napätového signálu a z neho prevedených veličín (prúd a ďalšie). Jeho najväčšou prednosťou je univerzálnosť. Prakticky s ním môžeme kontrolovať všetky elektronické súčiastky automobilu. Niektoré osciloskopy majú viac kanálov, čo umožňuje zobrazenie viacerých signálov naraz.

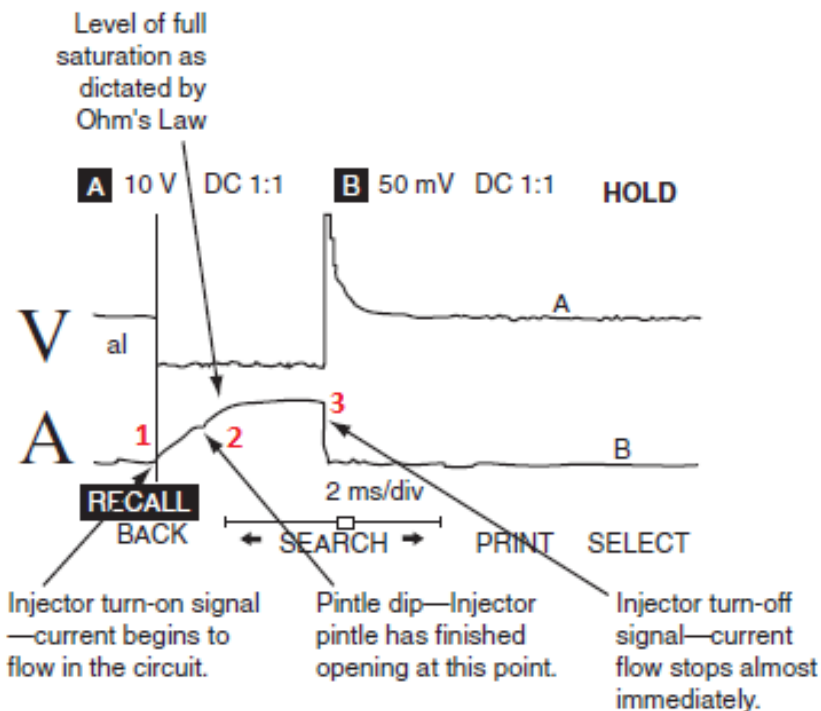


Obr. 3.1 2-kanálový osciloskop zobrazujúci priebeh napätia na kyslíkovom senzore a vstrekovacie impulzy [5]

Zapojenie osciloskopu je pomerne jednoduché. Osciloskop má dva vodiče na 1 kanál. Negatívny kábel uzemníme a pozitívny umiestnime na meranú súčiastku. Ďalej nastavíme osciloskop. Niektoré osciloskopy majú funkciu automatické nastavenie, iné treba nastaviť jednotlivito a to nastavením typu napätia (AC/DC), pozíciu vlny a škálu. Tá je u áut obvykle 500 mV/div a 200 ms/div.

Na oscilogramoch ďalej pozorujeme amplitúdu, čas a tvar vlny. Spôsob posielania informácií medzi riadiacou jednotkou a súčiastkou funguje na princípe zmeny napätia, preto z pozorovania môžeme posúdiť správnu funkčnosť súčiastky. V niektorých prípadoch pozorujeme na osciloskope aj prúd (hlavne u elektromagneticky zaťažených

komponentov) za pomoci prúdovej sondy. Sonda nemeria priamo prúd ale magnetické pole okolo vodiča, ktoré je priamo úmerné prúdu. Škála sa nastavuje na mV/A, najčastejšie 100 mV/A.



Obr. 3.2 Zobrazenie napätového a prúdového priebehu na vstrekovači paliva [5]

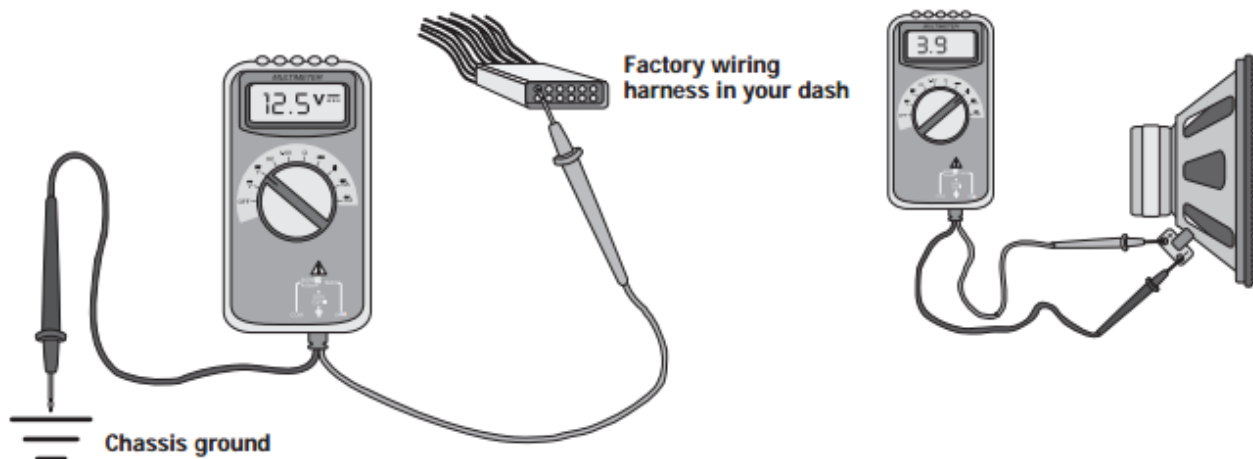
Na obrázku 3.2 vidíme priebeh prúdu a napätia na vstrekovači paliva. V bode 1 je daný signál na zapnutie vstrekovania kedy napätie klesne na minimum a prúd začne tiecť v obvode. Prúd reaguje pomalšie a tak ako postupne rastie prúd, pokračuje otváranie vstrekovača až do bodu 2. V bode 3 prudkým zvýšením napätia je daný signál na vypnutie vstrekovania paliva. Vidíme, že prúd klesne okamžite na rozdiel od zapnutia, kedy narastal postupne.

Osciloskop je teda veľmi efektívny nástroj na kontrolu funkčnosti súčiastok. V časoch pred zavedením OBD normy bol najpoužívanejším diagnostickým zariadením. Pre jeho univerzálnosť a presnosť je využívaný dodnes. [5]

### 3.2 Multimeter

Multimeter je multifunkčný prístroj medzi ktorého základné funkcie patrí meranie prúdu, napätia, odporu ale aj kapacity, frekvencie, vodivosti a teploty. Multimeter môže byť malé prenosné zariadenie vhodné do terénu, ale aj stolné zariadenie s veľkou presnosťou. V minulosti sa viac používali analógové multimetre, dnes už sú to skôr digitálne.

Multimeter bol a aj stále je výborným zariadením na testovanie elektronických súčiastok auta. V minulosti sa hlavne zvykol využívať na kontrolu napätia batérie a meranie uhlu zopnutia kontaktov (uhol pootočenia vačky prerušovača, počas ktorého sú kontakty prerušovača zopnuté).



Obr. 3.3 Meranie napätia a odporu vo vozidle [23]

Pri teste napätia negatívnu linku uzemníme a pozitívnu priložíme ku káblu testovaného zariadenia. Napätie môžeme merať napríklad pri hľadaní kábla štartéra, ktorý chceme spojiť s bezpečnostným systémom.

Ďalej sa často testuje prúd. Meranie prúdu môžeme využiť napríklad pri spájaní, resp. predlžovaní káblov za cieľom overiť správnosť spojenia.

Meranie odporu vykonávame pri vypnutom prúde v obvode. Jedným z prípadov kedy meriame odpor je, ak reproduktor nefunguje správne (obr. 3.3 vpravo). A to ak odpor nedosahuje požadované hodnoty (väčšinou okolo 100  $\Omega$ ). [23]

### 3.3 Ostatné zariadenia

- **Skúšačka**

Skúšačka je jednoduchý merač, s ktorým zisťujeme prítomnosť elektrických signálov. Jej výhodou je rýchlosť a jednoduchosť. Lacnejšie skúšačky signalizujú prítomnosť elektrických signálov rozsvietením svetielka, drahšie majú displej a ukazujú konkrétnu hodnotu napätia a môžu mať aj ďalšie funkcie ako napríklad meranie odporu a ďalšie.

- **Otáčkomer**

Nie všetky autá mali v minulosti otáčkomery, preto pri nepravidelnom chode motora bolo treba skontrolovať otáčky. Zväčša mal analógový displej a signál na meranie získaval z indukčnej cievky.

- **Prístroj na skúšanie žeraviacich sviečok naftových motorov**

Skúšobné káble tohto prístroja (obr. 3.4) sa napoja na žeraviacu sviečku bez jej demontáže. Ak je funkčná rozsvieti sa zelené svetlo, ak nie červené. Prístroj funguje na základe merania odporu. [5][22]



Obr. 3.4 Prístroj na skúšanie žeraviacich sviečok naftových motorov [22]

### 3.4 Základné merania

Auto ako celok je tvorené mnohými súčiastkami. Okrem bežných kontrol pohľadom ako sú kontrola množstva oleja, rôznych kvapalín, kontrola bŕzd, podvozku a ďalších, ľudia vykonávali rôzne iné merania, kde potrebovali práve rôzne pomocné merače. Pred zavedením OBD diagnostiky ľudia nemali možnosť pozorovať správanie sa súčiastok na počítači, ale vykonávali merania na jednotlivých častiach samostatne. Medzi základné kontroly vozidla, ktoré nám už dnes ukazuje počítač patrili napríklad merania:

- Výkon a točivý moment

Ako meracie zariadenie slúži dynamometer – meriame na valcovej brzde. Vozidlo je umiestnené na valcoch a výkon je odoberaný cez hnacie kolesá. Pre výpočet výkonu je využitý jednoduchý vzťah:  $P = M * \omega$ .

- Spotreba paliva

Meriame množstvo spotrebovaného paliva na výstupe z nádrže, pričom musíme vziať v úvahu aj množstvo vráteného paliva späť do nádrže. Meriame prietokomerom. Ešte presnejšie je hmotnostné meranie, ale je aj komplikovanejšie a používa sa iba ak sú požiadavky na presnosť vysoké. Spotrebu potom prepočítavame na mernú spotrebu v  $\text{g.kW}^{-1}.\text{h}^{-1}$ , ktorá berie do úvahy aj výkon.

- Meranie otáčok

Otáčky meriame pre určenie podmienok pri iných meraniach ale aj pre určenie technického stavu vozidla (maximálne otáčky, otáčky voľnobehu). Otáčky meriame mechanickými, stroboskopickými alebo rezonančnými otáčkomermi.

- Meranie teploty

S pracovnou teplotou súvisí vývin tepla. Technický stav a zaťaženie častíc majú vplyv na teplotu. Teplota súvisí aj s mazaním. Meraním teploty môžeme zistiť stav klzných alebo valivých ložísk, termostatu, chladiaceho obehu a ďalšie.

- Meranie prevádzkových tlakov

Dosiahnutie predpísaných tlakov je signálom, že jednotlivé súčiastky sú v dobrom technickom stave. Ak nie je nameraná predpísaná hodnota, je to signál, že môže byť napríklad zlé tesnenie alebo ak nie je nameraný vhodný kompresný pomer je to signál, že nie je v poriadku skupina piestov alebo ventilov. Kompresný tlak je najčastejšie meraný tlak v spaľovacom motore. Na meranie používame kompresometer s vhodným nastavcom podľa typu motora a s tlakomerom, ktorý ukazuje hodnoty tlaku. Kompresometer je vtláčený na miesto sviečky (zážihový motor) alebo na miesto trysky (vznetový motor). [3]

- Meranie napätí

Osciloskop, najlepšie automobilovým osciloskop (jednoduchší) zobrazuje napätie na súčiastke v danom čase. Komunikácia s riadiacou jednotkou je definovaná rôznymi napätiami na komponente. Viackanálovým osciloskopom je možné merať aj viacero súčastí naraz. Nepravidelné alebo nízke, resp. vysoké hodnoty napätia môžu signalizovať chybnú komponentu.

### 3.5 Paralelná diagnostika v praxi

V nasledujúcom príklade si uvedieme praktický príklad, ktorý ukáže, že zariadenia využívané na diagnostiku pred OBD, majú stále praktické využitie aj v dnešnej dobe a to najmä ako paralelná diagnostika v kombinácii so sériovou (moderné diagnostické skenery).

Paralelná diagnostika je spôsob diagnostikovania chýb, kedy do elektrického obvodu zapojíme paralelne merací prístroj. Ideálnym prístrojom pre paralelnú diagnostiku je osciloskop, keďže zobrazuje časový priebeh meraných veličín. Veľkou výhodou osciloskopu a celkovo paralelnej diagnostiky je univerzálnosť. Jednotlivé komponenty pracujú vo všetkých vozidlách rovnako a ak poznáme ako má vyzeráť správny chod, môžeme paralelnou diagnostikou zistiť chybu prakticky v ktoromkoľvek vozidle.

Sériová diagnostika je naopak komunikácia s riadiacou jednotkou po sériovej linke pomocou diagnostického rozhrania. Diagnostický prístroj napojíme cez diagnostickú zásuvku na riadiacu jednotku a môžeme čítať, vymazávať a meniť dáta pomocou príslušného softvéru k diagnostickému hardvéru.

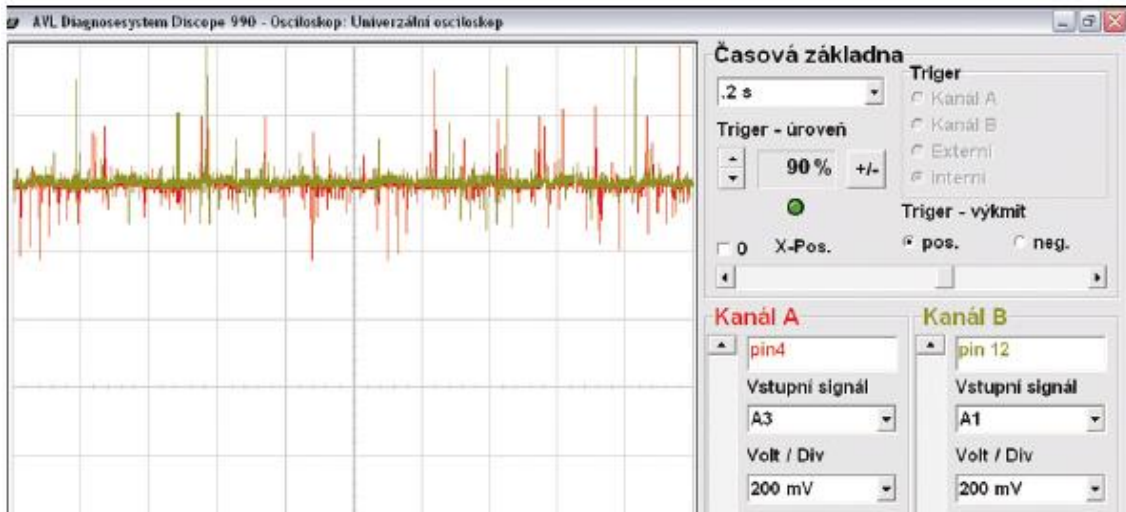
Názory na používanie sériovej alebo paralelnej diagnostiky sa rôznia. Každá z nich má svoje výhody aj nevýhody (tab. 3.1). Najlepšou cestou je poznať a vedieť používať obe, keďže v niektorých prípadoch nie sme schopný definovať problémovú komponentu iba použitím jednej z nich. [12][13]

Tab. 3.1 Porovnanie sériovej a paralelnej diagnostiky [12]

	Sériová diagnostika	Paralelná diagnostika
Efektivita napojenia	Rýchle a jednoduché napojenie cez zásuvku	Rýchlosť závisí od prístupu k miestam je potrebné merať
Efektivita zisťovania základných informácií o závade	Rýchle zistenie základných informácií	Zložitejšie samotné používanie osciloskopu
Finančné náklady na vybavenie	Ak sa kontroluje viacero značiek, je často nutné kupovať nové príslušenstvo a prípadne aj príručky k daným automobily	Osciloskop je univerzálny pre všetky autá a na čítanie oscilogramu stačí jednoduché školenie
Riziko chyby prístroja	Čím univerzálnejší prístroj, tým väčšie riziko chyby pri komunikácii s riadiacou jednotkou	Osciloskop pokiaľ nie je zle nastavený pracuje s veľkou presnosťou

V nasledujúcom prípade si ukážeme postup diagnostických expertov pri riešení problému s automobilom Citroën Xsara Picasso 1.8 16V, ktorý má priemernú spotrebu až o 5 l/100 km vyššiu ako je normálne.

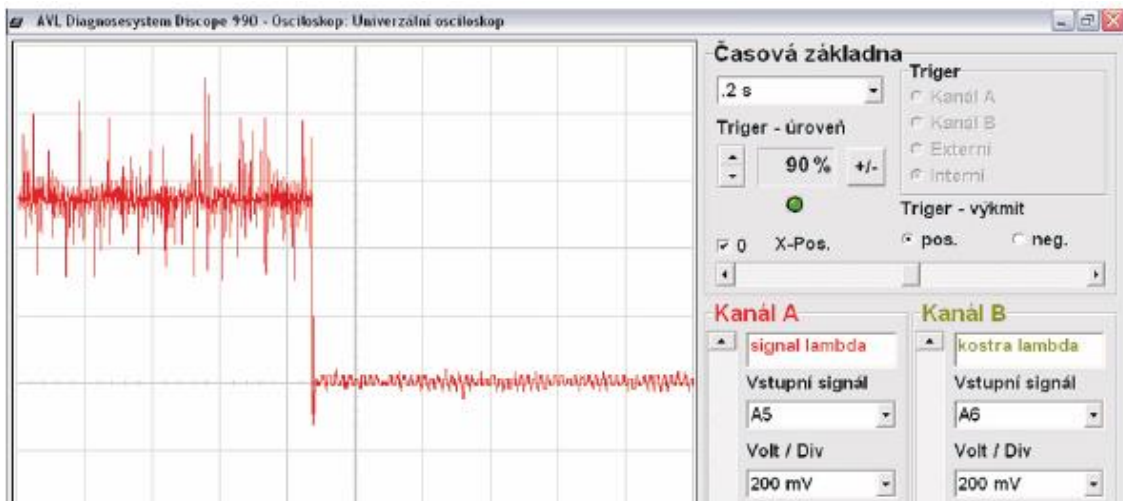
Ako prvé sa skontrolovali všetky napájania a kostry riadiacej jednotky. Potom nasledoval klasický postup – vyčítanie pamäti závad pomocou sériovej diagnostiky. Tá vypísala chybu na lambda sonda 2, tj. za katalyzátorom. Lambda sonda je zariadenie, ktoré sa používa pri zážihových motoroch. Lambda sonda porovnáva okolitý vzduch s výfukovými plynmi. Údaje posiela do riadiacej jednotky, ktorá ich vyhodnotí a určuje správny pomer zmesi vzduchu a paliva.



Obr. 3.5 Meranie Lambda sondy 1 a 2 osciloskopom [11]

Po sériovej diagnostike a vyčítaní chyby lambda sondy 2, bola použitá paralelná diagnostika a to dvojkanálovým osciloskopom. Na osciloskop boli napojené obe lambda sondy (pred aj za katalyzátorom).

Na obrázku 3.5 vidíme výsledky merania lambda sondy 1 (červený signál) a lambda sondy 2 (zelený signál). I keď sériová diagnostika hlásila iba chybu lambda sondy 2, z oscilogramu je zrejmé, že nepracujú správne obe lambda sondy, keďže ich napätie je iba 600 mV a nedochádza k uzatváraniu ich obvodu. Experti sa preto ďalej zamerali na lambda sondu pred katalyzátorom.



Obr. 3.6 Oscilogram Lambda sondy 1 [11]

Lambda sondu 1 odpojili od riadiacej jednotky a opäť merali napätie počas odpojenia (obr. 3.6). Vidíme, že po odpojení konektora kleslo napätie na 0. Ďalej bola sonda meraná počas jemnej akcelerácie a napätie dokonca kleslo do záporných hodnôt, čo znamená, že lambda sonda 1 je chybná a bola vymenená.

Opäť prišlo na kontrolu oboch lambda sônd, keďže riadiaca jednotka hlásila chybu na lambda sonde 2 za katalyzátorom. Táto sonda zároveň ovplyvňuje činnosť lambda sondy pred katalyzátorom. Meranie ukázalo na lambda sonde 1 napätie v rozmedzí 0 V až 1 V (bohatá zmes má signál 0,7 V ÷ 1 V, chudobná zmes 0 V ÷ 3 V), čo je v poriadku, ale signál na lambda sonde 2 bol neštandardný, preto bola vymenená aj táto sonda za katalyzátorom. Po výmene aj lambda sonda 2 na oscilograme vykazovala napätie 0,6 V ÷ 0,8 V, ktoré je pre ňu normálne. Spotreba na automobile sa po oprave vrátila do normálnych hodnôt. [11]

V tomto prípade bola znalosť a použitie paralelnej aj sériovej diagnostiky nevyhnutná. Sériová diagnostika pomohla nájsť oblasť chyby. Následné použitie paralelnej diagnostiky pomohlo nájsť konkrétne chybné komponenty, ktoré boli v tomto prípade obe lambda sondy, i keď sériová diagnostika hlásila iba chybu lambda sondy za katalyzátorom.



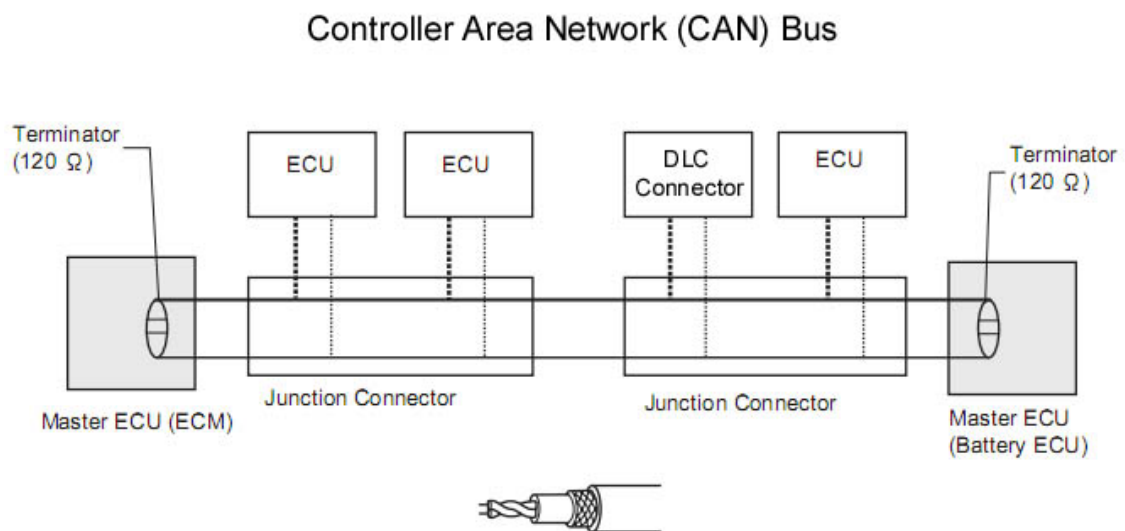
## 4 CAN A NORMA SAE J1939

SAE J1939 je komunikačný protokol na báze CAN. Začiatkom 90-tych rokov ho začala vyvíjať organizácia SAE (Society of Automotive Engineers) s cieľom zjednotiť dátovú komunikáciu s riadiacou jednotkou u nákladných vozidiel. Tento protokol je nástupcom J1708 a J1578 protokolov a plne využíva všetky možnosti dátového systému CAN (Control Area Network).

### 4.1 CAN

CAN je zbernica dát pre vnútornú komunikáciu senzorov a funkčných jednotiek v automobile, z čoho plynie využitie v diagnostike. Bola vyvinutá firmou Bosch a je komunikačne veľmi spoľahlivá. Maximálna teoretická rýchlosť na zbernici je 1 Mb/s. SAE J1939 používa rýchlosť 250 kBit/s.

Komunikáciu CAN definuje norma ISO 11898 a identifikátor informácie, ktorý má 29-bitov. CAN zbernicu tvoria dva vodiče CAN H a CAN L, ktoré sú na oboch koncoch prepojené odpormi o veľkosti 120  $\Omega$  (obr. 4.1). Pre odolnosť voči elektromagnetickému žiareniu je dvojlinka krútená. Sensory sú na linke zapojené za sebou pričom linka končí v hlavnej riadiacej jednotke, resp. v batérii. Správy zo všetkých senzorov sú odosielané po tejto linke periodicky, ale aj na žiadosť od inej jednotky. Ak jednotky vysielajú správu v rovnaký moment o poradí rozhodne identifikátor v ktorom je informácia o prioritě správy. Za identifikátorom nasleduje dátová časť u ktorej musí sedieť kontrolný aj rámcový súčet. Správa tým pádom nemôže byť poškodená, čo zaručuje jej vysokú presnosť.



Obr. 4.1 Schéma CAN ( [25].

Výhody zavedenia zaradení komunikujúcich po zbernici CAN:

- vyššia spoľahlivosť vďaka redukcii počtu vodičov a spojov, odstránenie množstva poistiek, relé, vybočení a ďalšie

- nižšia pravdepodobnosť mechanického poškodenia
- možnosť prepracovanejšej koordinácie viacerých zariadení
- rýchle robenie úprav a pridávanie nových funkcií s minimálnymi mechanickými úpravami
- rýchle monitorovanie funkčnosti a ľahké hľadanie poškodení
- rýchlosť montáže
- nižšia celková hmotnosť káblov vo vozidle

## 4.2 SAE J1939

Norma ISO 11898 teda definuje ako má sieť CAN fungovať (ako majú byť prepojené jednotky, ako rozlíšiť prioritu správ, ako skontrolovať bezchybnosť prijatej správy a ďalšie), no výrobcovia osobných vozidiel vytvárajú svoje vlastné systémy kódovania správ, prípadne určia toto kódovanie jednotlivým dodávateľom komponentov, ktorým sa pri veľkosériovej výrobe oplatí prispôbiť danej značke.

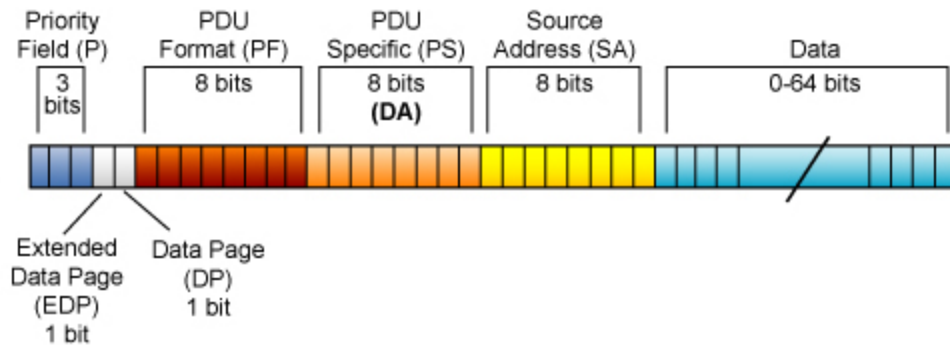
U nákladných vozidiel (autobusy, kamióny, poľnohospodárske stroje, vojenské vozidlá a ďalšie), ktoré sa vyrábajú v podstatne nižších počtoch ako osobné vozidlá je tomu inak. Jednotliví výrobcovia komponentov potrebovali hlavne z ekonomických dôvodov ponúkať svoje výrobky viacerým značkám nákladných vozidiel, keďže výroba len pre jednu značku by bola nízka a nevýhodná. Z tohto dôvodu sa presadilo zavedenie jednotného komunikačného protokolu pre nákladné vozidlá SAE J1939.



Obr. 4.2 9-pinový konektor diagnostiky [26]

V dokumente J1939 sa nachádza napríklad časť J1939/21 „*Data Link Layer*“, ktorá popisuje vlastnosti zbernice CAN a jej komunikáciu so senzormi. Najväčšia je časť J1939/71 „*Vehicle Application Layer*“, v ktorej sú definované jednotlivé správy a ich

vlastnosti. Táto časť definuje okrem iného identifikátor správy, frekvenciu a podmienky posielania správy, usporiadanie a kódovanie dátovej časti, stanovuje prenosovú rýchlosť na 250000 bitov/s, stanovuje celkovú veľkosť identifikátora, ktorý uvádza správu na 29 bitov a zvyšných 0 až 64 bitov dátová časť.



Obr. 4.3 Formát SAE J1939 správy [27]

Identifikátor (obr. 4.3 okrem časti „Data“) je tvorený:

- 3 bity: „Priority Field“ (priorita - 000 - najvyššia priorita, 111 - najnižšia priorita). Pri kolízii vo vysielaní jednotky sa vzájomne porovná priorita správy a vo vysielaní pokračuje iba jednotka s vyššou prioritou.
- 18 bitov: skupina parametrov – identifikujú účel a obsah dátovej časti (napríklad veľkosť dátovej časti)
- 8 bitov: zdroj dát (adresa odkiaľ informácia prichádza)

Identifikátor správy slúži riadiacemu programu na rozhodnutie, či je alebo nie je správa v danom momente potrebná.

U nákladných vozidiel sa časový interval správ pohybuje od 10 ms (dôležité správy) po 1 s. Napríklad Elektronika motoru vysiela správy v intervale od 10 ms po 250 ms, správa o rýchlosti vozidla je vysielaná každých 100 ms, teplota motora 1 s, podmienky okolia 1000 ms, podmienky satia výfuku 500 ms, ekonomika paliva 500 ms, elektronika bŕzd 100 ms atď.. Niektoré správy sa posielajú len na vyžiadanie a nie pravidelne. SAE zadefinovala celkom 145 správ medzi ktorými sú napríklad aj blokovanie imobilizéra, teplota povrchu pneumatík alebo laserové navádzanie ťahača na prives.

V jednej sieti na bázy zbernice CAN je možné pripojiť rôzny počet zariadení v závislosti na používanej prenosovej rýchlosti. Pri maximálnej rýchlosti je to 40 zariadení. Dôležité pri počte zariadení je aj zaťaženie zbernice. Moderný dieselový motor vysiela približne 160 správ za sekundu, ktoré tvoria celkovú rýchlosť zapisovania približne 16000 bitov/s. Z prenosovej rýchlosti 250000 bitov/s je to približne 6,5% zaťaženia zbernice. Ak pridáme k tomu automatickú prevodovku a ABS je to už 15%. Zariadení pripojiteľných na CAN pribúda a zaťaženie zbernice stúpa. Preto moderné vozidlá majú 2 až 3 siete na báze CAN. Zariadenia v sieti sú väčšinou rozdelené nasledovne:

- Sieť hnacieho reťazca: motor, prevodovka, tachograf, palubná doska, imobilizér, ABS/ASR, stabilizačný systém...
- sieť (siete) doplnkových zariadení: ovládanie svetiel, klimatizácia, centrálné zamykanie, ovládanie dverí a okien, informačné panely (autobusy), automatické stierače, GPS...

Jednotlivé siete sú obvykle prepojené tzv. mostom (bridge). Ten prepúšťa do druhej siete niektoré informácie, ktoré v danej sieti ovplyvňujú chod zariadenia.

Zavedenie komunikačného protokolu SAE J1939 môžeme teda vnímať ako zjednotenie komunikácie výrobcov nákladných vozidiel a ich komponentov za cieľom jednoduchšej diagnostiky týchto vozidiel. Tento krok by mohol byť v budúcnosti príkladom aj pre výrobcov automobilov, ktorí sa v dnešnej dobe riadia viacerými druhmi protokolov. Jednotná komunikácia by veľmi uľahčila prácu expertom na diagnostiku a vyrobené komponenty by mohli byť použiteľné vo vozidlách po celom svete. Avšak z ekonomických dôvodov a komplikovanosti zjednotenia širokej škály značiek vozidiel a príslušenstva je zrejme toto zjednotenie v blízkej dobe nereálne. [21][24]

## 5 KOMUNIKÁCIA CEZ KOMUNIKAČNÝ MODUL CAN

Komunikačné moduly CAN sú určené na získavanie údajov z digitálnej CAN BUS zbernice o stave vozidla a ich interpretáciu. Niektoré taktiež umožňujú zasielanie informácií na CAN BUS zbernicu. Takéto zariadenia by sme pravdepodobne nenašli v bežných autoservisoch, ale ich využitie spočíva hlavne vo vývojárskej oblasti. Ich cena je podstatne vyššia ako cena bežných diagnostík, no možnosti sú omnoho väčšie. Celé zariadenie je v podstate ako skladačka. Do skrine zapájame rôzne moduly, podľa potreby merania. Okrem modulu CAN, pre komunikáciu po tejto sieti, sú v predaji rôzne ďalšie ako napríklad modul na meranie teplôt v rôznych častiach vozidla, modul na meranie hluku na rôznych miestach interiéru s príslušnými meracími senzormi, modul na kontrolu funkcie posilňovača riadenia a mnoho ďalších. Ďalej je potreba mať potrebnú kabeľáž, softvér, prípadne ďalšie príslušenstvo.



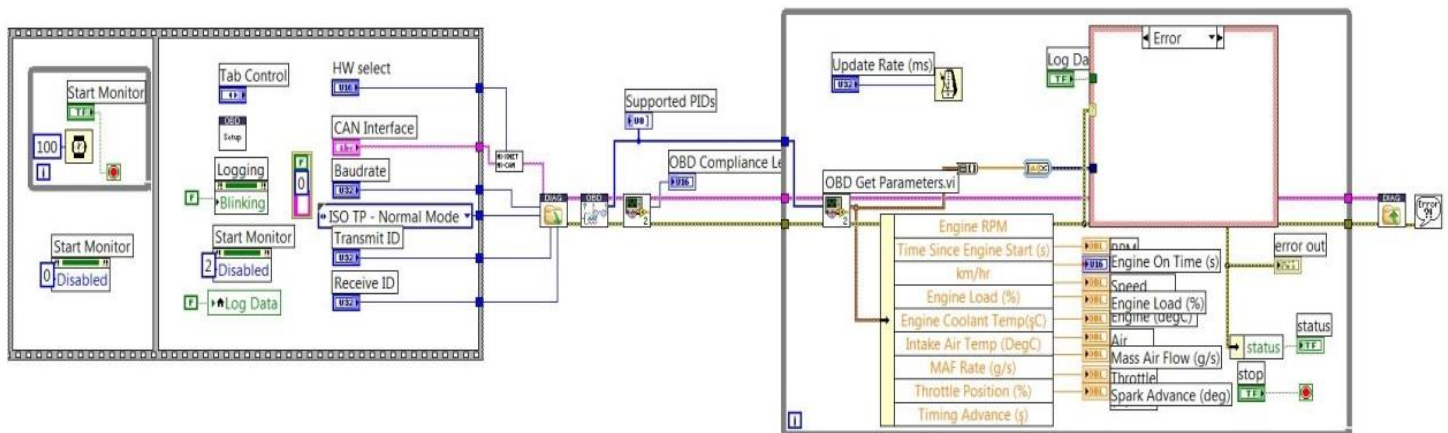
Obr. 5.1 Potrebné príslušenstvo na meranie

V praktickom použití sme sa zamerali na zapojenie, spustenie a jednoduchý test vozidla Volkswagen Tiguan 2.0 TSI. V teste sme využili malú časť možností merania, ktoré ponúka NI-CAN softvér a hardvér. Na obr. 5.1 vidíme časť použitého príslušenstva. Pri meraní sme použili prenosný počítač, kabeľáž, skriňu pre zapojenie modulov a káblov (obr. 5.1 vľavo dole), modul CAN NI 9862 (obr. 5.1 dole v strede), konektorovú a zakončovaciu skrinku tzv. *Can breakout box* (vľavo hore), diagnostický ovládač (komunikujúci s normami OBD II a KWP 2000 – VW group) a softvér pre komunikáciu.

Hardvér aj softvér (okrem počítača) bol vyrobený firmou National Instruments (ďalej NI), ktorá má na svojich stránkach širokú ponuku rôznych zariadení. Ceny skriň sa pohybujú od základných za 800 €, po najvýkonnejšie za 7000 € so zabudovaným počítačom a veľkým počtom vstupov pre moduly. Samotné moduly sa podľa druhu

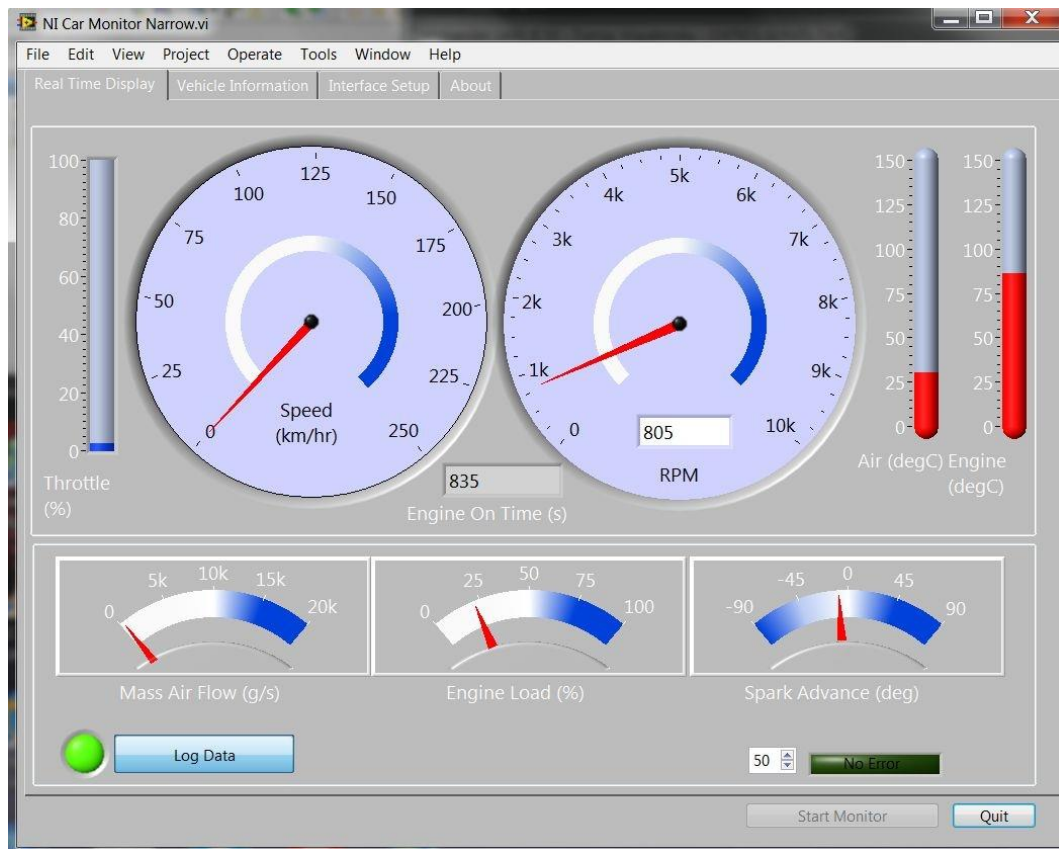
pohybujú v cenách od 100 € do 1500 €. *Breakout box*, poskytujúci taktiež externé ukončenie CAN siete 120 Ω, využívame v prípade zapojenia viacerých CAN modulov súčasne. Napríklad ak chceme v jeden moment prijímať aj odosielať informácie cez CAN sieť.

Pred samotným meraním bolo potrebné naprogramovať grafickým programovaním LabVIEW (programovanie je možné nie len v LabVIEW, ale napríklad aj v C/C++) potrebný algoritmus merania (obr. 5.2).



Obr. 5.2 Algoritmus merania

Programovaním sme nastavili, aby modul meral otáčky motora „*Engine RPM*“, zaťaženie motora „*Engine Load*“, rýchlosť „*Speed*“, teplotu motora „*Engine Temp*“, množstvo a teplotu nasávaného vzduchu „*Mass Airflow*“, polohu škrtiacej klapky „*Throttle*“ a zážih „*Spark Advance*“. Po spustení sme merané veličiny zobrazili v nami naprogramovanom okne (obr. 5.3).



Obr. 5.3 Merané dáta

Pre zaznamenávanie sme vybrali program do ktorého budú dáta zapisované (Excell, Text alebo Binary) a stlačili tlačidlo „Log Data“. Zo zapísaných dát (tab. 5.1) je možné vytvoriť napríklad grafy a následne zhodnotiť výsledky.

Tab. 5.1 Časť výsledkov zapísaných do programu Excell

Čas merania[s]	Otáčky [min <sup>-1</sup> ]	Čas Od Naštartovania[s]	Rychlost [km/h]	Zaťaženie [%]	Teplota voda[°C]	Teplota vzduch[°C]	Klapka [%]
28,9787	1940	1098	16	43,1373	90	30	15,686
29,0687	1940	1098	17	44,3137	90	30	15,686
29,1587	1638	1098	17	44,7059	90	30	14,118
29,2497	1638	1099	17	45,098	90	30	14,118
29,3397	1535	1099	18	43,9216	90	30	11,765
29,4297	1535	1099	18	41,1765	90	30	11,765
29,5207	1523	1099	19	38,4314	90	30	10,588
29,6087	1523	1099	19	36,0784	90	30	10,588
29,6987	1523	1099	20	35,2941	90	30	10,196

Spôsob komunikácie pomocou komunikačného modulu CAN je pre neodborníka zložitejší ako cez klasické diagnostické zariadenia, no v prípade skúseností a znalostí s jeho používaním (zahrňujúcim programovanie) poskytuje množstvo výhod, ktoré

využívajú najmä vývojári v automobilovom priemysle. Vďaka zariadeniam od firmy NI môžu programovať samotné riadiace jednotky v sieti CAN a nastavovať napríklad chod automatickej prevodovky, výkon a ďalšie. [28][29]



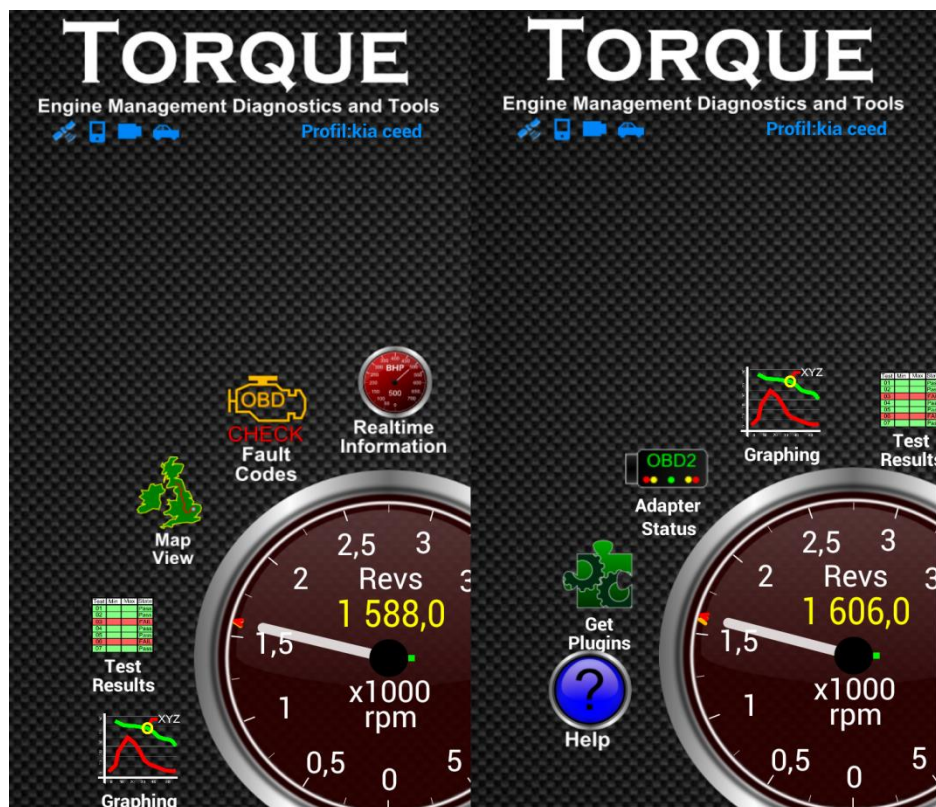
## 6 DIAGNOSTIKA VOZIDLA ELM 327 ZARIADENÍM

Pre diagnostiku vozidla v praxi som zvolil automobil značky Kia Ceed SW 1.6CRDi rok výroby 2010. Ako diagnostické zariadenie som zvolil univerzálnu, voľne dostupnú emisnú diagnostiku Bluetooth ELM327, ktorá sa predáva za nízku cenu pohybujúcu sa na úrovni 20 €. K tomuto zariadeniu potrebujeme taktiež softvér a prístroj zaznamenávajúci údaje. Pri meraní som najprv použil mobilný telefón (tzv. smartphone) spolu so softvérom Torque PRO vyvinutom pre operačný systém Android. V druhom meraní som použil prenosný počítač v kombinácii so softvérom Scan Master. V oboch meraniach sa zameriame na možnosti, ktoré nám táto diagnostika spoločne so softvérom poskytuje.

### 6.1 Diagnostika pomocou programu Torque pro a mobilného telefónu

Torque Pro je aplikácia slúžiaca k diagnostike chybových kódov v riadiacej jednotke a k zobrazeniu reálnych informácií na telefóne. V Android obchode sú dostupné jej dve verzie. Verzia Pro v cene približne 4 € a skúšobná verzia zdarma.

Veľkou výhodou tejto formy diagnostiky je predovšetkým jednoduchosť spolu s pomerne veľkým množstvom informácií, ktoré je tento softvér schopný poskytovať. Zapojenie je rýchlou záležitosťou. Adaptér ELM 327 sa zapojí do zásuvky, ktorá je umiestnená na dosah šoféra (u testovaného vozidla pod volantom), ďalej ho spárujeme cez bluetooth s telefónom. Ďalej už nasleduje práca so softvérom, kde si vyberieme z ponuky informácie, ktoré nás zaujímajú (obr. 6.1).

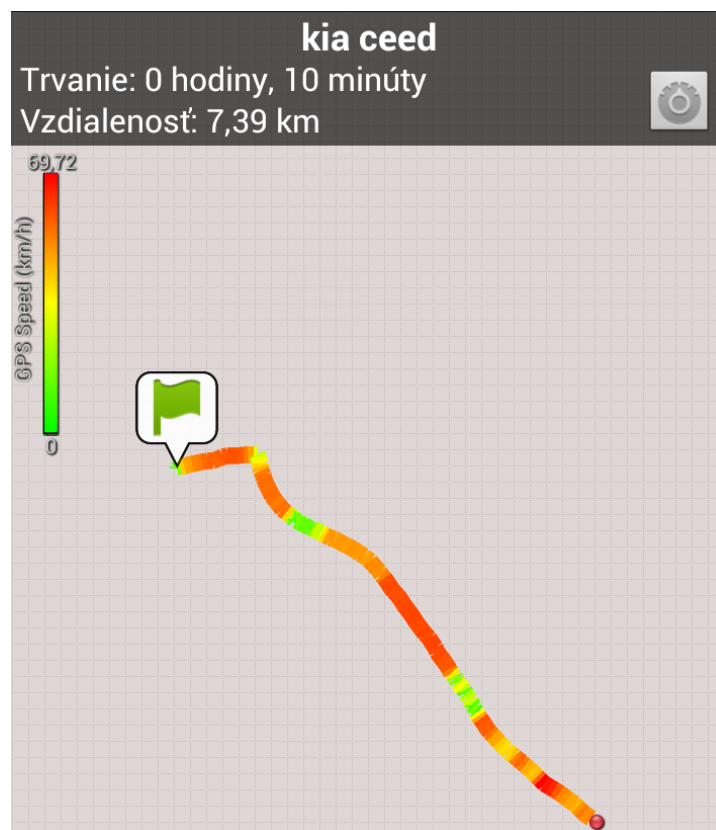


Obr. 6.1 Hlavné menu Torque Pro aplikácie

Z hlavného menu sú v ponuke ako prvé „*Realtime information*“, informácie v reálnom čase, kde môžeme s presnosťou na jedno desatinné miesto pozorovať aktuálnu akceleráciu, rýchlosť, otáčky, teplotu motora, výkon, tlak turbo dúchadla, točivý moment a ďalšie z rôznych ukazovateľov vozidla (závisí čo všetko poskytuje riadiaca jednotka vozidla).

Ďalšou ponukou je „*Check fault Codes*“, čítanie chybových kódov. Jednoducho iba klikneme na túto položku a softvér nám za krátku chvíľu (u meraného vozidla približne 20 sekúnd) prehľadá chybové hlásenia riadiacej jednotky, ktoré v prípade ak nejaké nájde vypíše. Navyše hlásenia je možné vymazať z pamäte v prípade ak napríklad nechceme, aby nám svietila vo vozidla kontrolka hlásenia chyby.

Ďalšou veľmi praktickou funkciou je „*Map View*“. Torque Pro využil skutočnosť, že väčšina telefónov obsahuje GPS anténu. Program zapisuje počas merania prejdenú trasu, jej dĺžku a čas, čo môže byť pri niektorých testovaniach a porovnávaníach veľmi užitočné.



Obr. 6.2 Funkcia „*Map View*“ zobrazenie trasy

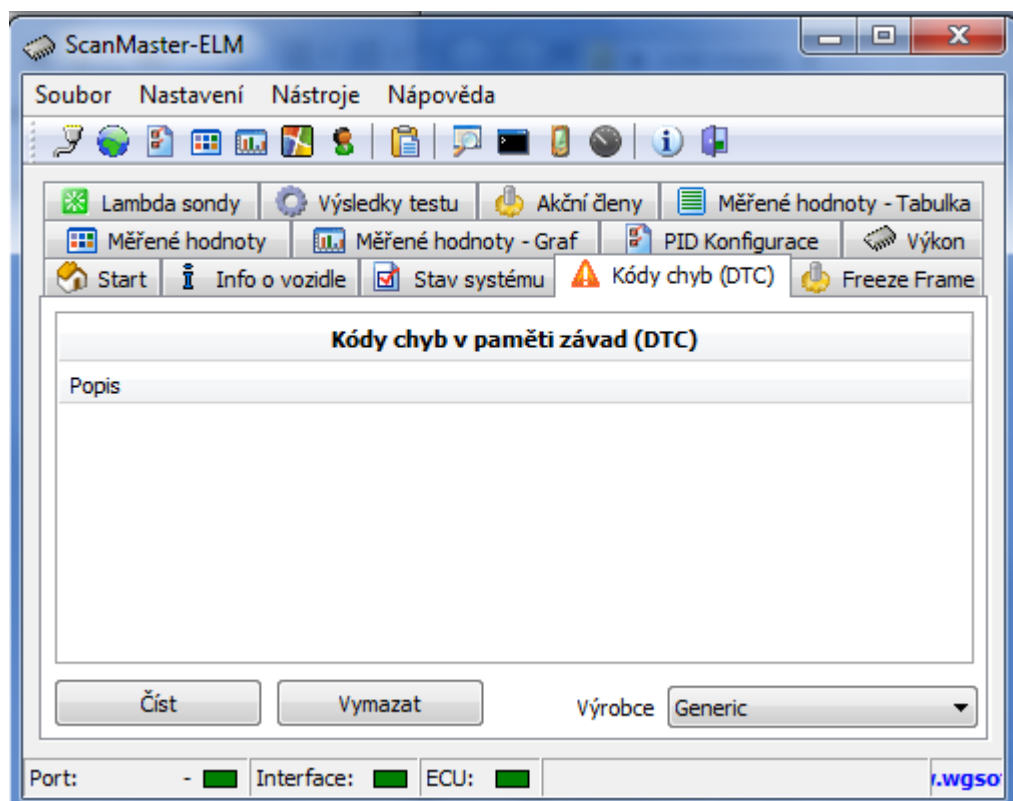
Najvyužívanejšou možnosťou testovania pomocou programu Torque Pro je grafické zobrazenie pod ikonou „*Graphing*“. Základný výber je medzi čiarovým a bodovým grafom. U čiarového pozorujeme rôzne parametre v závislosti na čase, kým u bodového volíme pozorované senzory pre obe osy x aj y. Testované vozidlo Kia malo množstvo snímačov, preto je možné voliť z ponuky pre zaznamenávanie napríklad: akcelerácia, poloha plynového pedála, zaťaženie motora, priemerná rýchlosť, pomer

vzduchu a paliva, množstvo produkovaného CO<sub>2</sub> (okamžite aj priemerne), spotreba, prietok vzduchu a iné. Tie je možné rôzne kombinovať a z nich dedukovať, či daná súčiastka funguje správne, ako najlepšie jazdiť na spotrebu, kedy merané auto najviac zaťažuje ovzdušie a ďalšie.

Zostávajúce položky sú „Adapter status, Get Plugins a Help“, čiže nápoveda, aktualizácia systému a informácie o adaptéry s ktorým softvér komunikuje.

## 6.2 Diagnostika pomocou prenosného počítača a programu Scan Master

V druhej časti testu som sa zameril na spoluprácu zariadenia ELM327 spolu so softvérom určeným pre prenosné počítače. Zapojenie je v podstate rovnaké ako pri programe Torque Pro. Počítač komunikuje s adaptérom cez bluetooth.

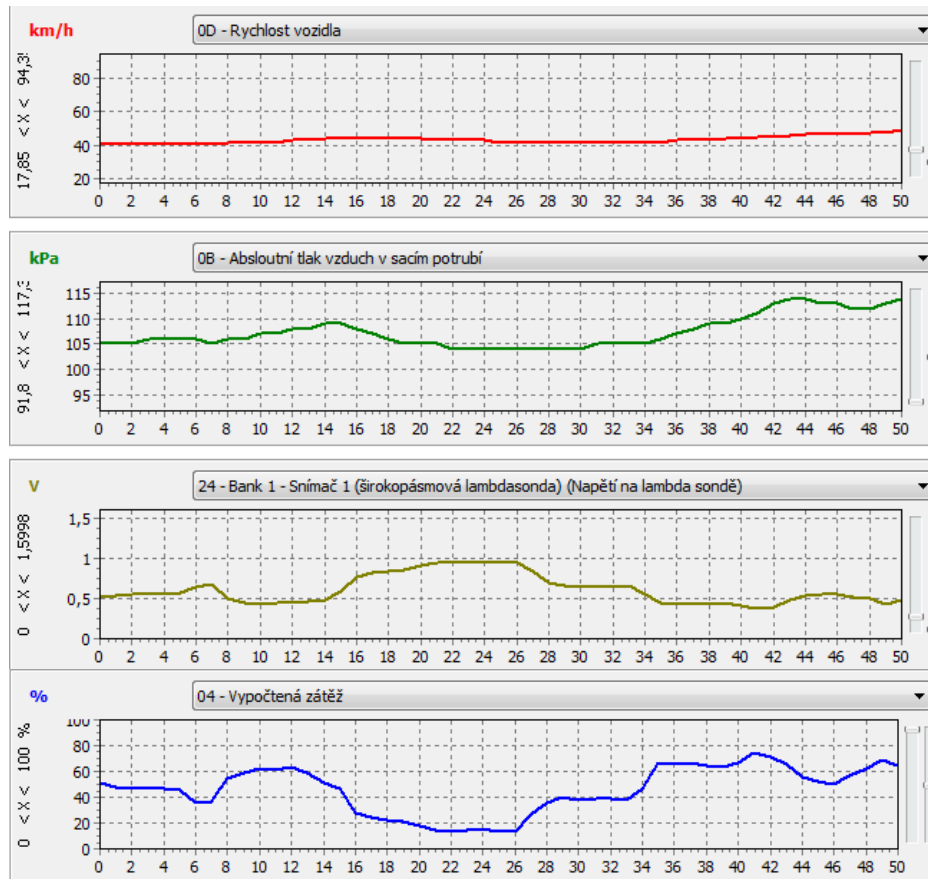


Obr. 6.3 Dizajn programu Scan Master

Samotný softvér je jednoduchý na ovládanie a veľkou výhodou je, že je dostupný aj v češtine. Samotnými možnosťami je veľmi podobný softvéru Torque Pro. Zobrazované informácie sú v podstate rovnaké, no na väčšej obrazovke počítača sú prehľadnejšie a je možné zobraziť viac meračov v jeden čas. Ďalšou výhodou je lepšie zaznamenávanie dát. Ukladanie grafov a export dát do programu Microsoft Excell sú praktické pri vyhodnocovaní nameraných údajov.

V teste vozidla som sa zameril na grafické spracovanie informácií niektorých snímačov a to konkrétne rýchlosti vozidla, absolútneho tlaku v sacom potrubí, napätí

na lambda sonde a záťaži motora v závislosti na čase (obr. 6.4). Dáta som exportoval do programu excell, kde počas 3-minútového testu vozidla zaznamenalo až 270 riadkov údajov. Test preukázal správnu funkčnosť meraných komponentov (lambda sonda mala správne napätia a tlak v sacom potrubí sa pohyboval v normálnych hodnotách). Podobným spôsobom by bolo možné testovať rôzne ďalšie súčiastky týkajúcich sa najmä emisií, keďže ELM327 je primárne emisná diagnostika.



Obr. 6.4 Grafické merania v programe Scan Master

## ZÁVER

V prvej časti bakalárskej práce *Diagnostika moderných vozidiel* sú uvedené dôvody vzniku prvých diagnostík, ktorých vznik bol nevyhnutný pri narastajúcich emisiách majúcich negatívny vplyv na životné prostredie. Na začiatku bol najväčší problém pri zjednotení komunikácie u výrobcov automobilov a úžitkových vozidiel, ktorých je mnoho. Za cieľom zjednotenia boli zavádzané rôzne normy a protokoly, čo zjednodušilo ďalší rozvoj diagnostických zariadení.

Druhy zariadení, ich popis a ich výhody a nevýhody sa nachádzajú v druhej časti práce. Poznať základné rozdelenie a možnosti je veľkou výhodou pri orientovaní sa na trhu diagnostík. Ak sa zaujímame o pravidelnú diagnostiku jedného vozidla alebo výrobcu je najvhodnejšie špecializované zariadenie. V prípade častej a odbornej diagnostiky viacerých vozidiel je doporučené používať univerzálne zariadenia dostupné na trhu. Ak disponujeme dostatočným rozpočtom je výborným variantom diagnostika značky Bosch, rady KTS.

V tretej kapitole je ukázané, že aj s jednoduchšími zariadeniami ako sú osciloskop a multimeter je možné presne a často krát aj jednoduchšie otestovať stav elektronických častí vozidla. Na príklade paralelnej a sériovej diagnostiky práca preukázala, že dodnes je ich používanie nezastupiteľné, napríklad pri hľadaní chýb kabeláže alebo pre presnejšie diagnostikovanie problému priamo na súčiastke.

V ďalšej kapitole je popísaná sieť CAN a fungovanie jednotnej komunikácie radiacich jednotiek a diagnostických zariadení u nákladných vozidiel. V tejto časti je ukázané, že spolupráca rôznych výrobcov jednotiek pre tieto druhy vozidiel, ktoré sú zložené z komponentov od rôznych výrobcov je možná a je príkladom efektívnosti diagnostiky vozidiel.

Posledná časť sa zaoberá možnosťami jednoduchej OBD II diagnostiky a vývojového zariadenia od firmy National Instruments v praktickom použití. Test ukázal, že OBD II zariadenie je jednoduché na použitie aj pre neskúsených ľudí v oblasti diagnostiky a dokáže zobrazovať dostatočné množstvo informácií. Vývojové zariadenie bolo na zapojenie a použitie zložitejšie, no v prípade dostatočných znalostí má omnoho širšiu škálu možností ako bežné diagnostické zariadenia.

Je veľmi dôležité, aby samotný užívateľ poznal cieľ svojich meraní a zároveň vedel odhadnúť svoje schopnosti pri zhodnocovaní výsledkov. Drahšie a komplikovanejšie diagnostické zariadenia nemusia byť vždy tým najlepším výberom ak užívateľ nie je schopný, resp. nepotrebuje využívať všetky ich možnosti. Táto práca je vhodnou pre získanie všeobecného prehľadu o diagnostikách vozidiel a tým pádom uľahčuje jej výber.

V súčasnej dobe existuje množstvo variant počítačov. Okrem prenosných počítačov a telefónov je možné využiť pri diagnostike aj veľmi sa rozširujúce tablety, resp. diagnostické zariadenie existujúce v podobe tabletu s nainštalovaným softvérom, určené výhradne na diagnostiku. Možností je veľa. K diagnostickým zariadeniam existujú softvéry pre všetky rozšírené operačné systémy. Okrem spomínaného Windowsu a Androidu je možné k niektorým zariadeniam nainštalovať softvér aj na operačné systémy iOS, Linux, Mac OS, Ubuntu atď. Využitý môže byť aj systém Cloud,

kde môžeme pristupovať ku programom (uloženým na serveri) z rôznych počítačových zariadení prakticky od všade.

Budúcnosť diagnostiky moderných vozidiel by mohla spočívať v zjednotení komunikácie rôznych výrobcov automobilov tak ako je tomu u komunikačného protokolu SAE J1939 (kap.4) pre nákladné vozidlá, čo by uľahčilo prácu expertom na diagnostiku pri testovaní automobilov a taktiež aj výrobcom komponentov, ktorí by mohli svoje výrobky vyrábať a predávať pre viaceré značky automobilov a nie výlučne iba pre jedného výrobcu. Pri opravách a výmenách súčiastok by sme mohli voliť z omnoho väčšieho množstva produktov od najrôznejších výrobcov a nemuseli by sme sa obávať kompatibility s ostatnými riadiacimi jednotkami.

V najbližšej dobe by sa príkladom pre autá mohlo stať zavedenie čiernej skrinky tak ako je tomu u lietadiel. Čierna skrinka by bola napojená na riadiacu jednotku vozidla a zaznamenávala by všetky informácie prichádzajúce a odchádzajúce z riadiacej jednotky. Tieto údaje by mohli slúžiť nie len ako diagnostika, ale hlavne u dopravných nehôd, kde by bolo možné z tejto skrinky vyčítať napríklad či šofér bol pripútaný, akou rýchlosťou išiel tesne pred haváriou a či haváriu nespôsobila niektorá zo súčiastok vozidla. Ešte lepšie by bolo využitie GSM modulov, kde by bolo možné získavať informácie o aute (poloha, technický stav atď.) na diaľku cez internet. To by pomohlo napríklad polícii pri dokazovaní priestupkov, čo by mohlo mať za následok menej nehôd a celkovo väčšiu bezpečnosť na cestách.

Jedným z ďalších smerov akým by sa mohla diagnostika vozidiel uberať by bolo dodávanie diagnostického zariadenia pri kúpe vozidla. Užívateľ by mohol vykonávať, podobne ako je tomu u počítača, jednoduché kontroly a nastavovať si komfortné parametre vozidla (uzamykanie dverí, denné svietenie, výkon a ďalšie). Navyiac by mal záruku, že zariadenie pracuje s vozidlom presne a vyhol by sa tak problému kompatibility kupovaného zariadenia.

Smerovanie diagnostiky je úzko späté s vývojom elektroniky, elektronických systémov vo vozidlách a počítačov a preto v najbližších rokoch jej technický pokrok a možnosti bude udávať práve tento vývoj.

## ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] DENTON, Tom. *Advanced automotive fault diagnosis*. 2nd ed. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006, xvi, 271 s. ISBN 978-0-75-066991-7.
- [2] OBD II: On-Board Diagnostic System. [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: [online]. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z: <http://www.obdii.com/>
- [3] POŠTA, Josef. *Oprávenství a diagnostika II: pro 2. Ročník UO Automechanik*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2002, 183 s. ISBN 80-860-7388-2.
- [4] EU. DIRECTIVE 98/69/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 October 1998: relating to measures to be taken against air pollution by emissions from motor vehicles and amending Council Directive 70/220/EEC. In: Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0069:19981228:EN:PDF>
- [5] HATCH, Steve V. *Computerized engine controls*. 8th ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, c2009, xi, 660 p. ISBN 978-142-8399-969.
- [6] JANTOLÁK, Ondrej. Článok 5: Úvod do diagnostiky- OBD / OBD2 / EOBD / zariadenia. 2011. Dostupné z: <http://www.autodiagnostika.jantolak.sk/?%E8!%E1nok-5-%FAvod-do-diagnostiky-obd-obd2-eobd-zariadenia,259>
- [7] ZACK, Steve. Driveability Diagnostics, OBD I & II. [online]. [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: <http://www.genisysotc.com/pdfs/DriveabilityDiagnostics.pdf>
- [8] Principle of the intersepective pulse width modulation (PWM). In: [online]. [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: <http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:Pwm.png>
- [9] Cartrend obd II 80234: návod. S. 35.
- [10] GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika. 2.*, upr. vyd. Praha: Sobotáles, 2002, 637 s. ISBN 80-859-2083-2.
- [11] ŠNEBERGER, JAN a MICHAL KLUG. Liga mistrů diagnostiky. *AutoEXPERT*. Roč. 2007, č. 9.
- [12] HAMPL, Jiří. Měřit podle hlášení paměti závad se vyplácí. *AutoEXPERT*. Roč. 2007, č. 3.
- [13] HAMPL, Jiří. Nenahraditelná funkce sériové a paralelní diagnostiky. *AutoEXPERT*. Roč. 2007, č. 9.
- [14] *Vehicle Diagnostics – The whole Story* [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: [https://www.vector.com/portal/medien/cmc/press/PDG/Diagnostics\\_Congress\\_ElektronikAutomotive\\_200703\\_PressArticle\\_EN.pdf](https://www.vector.com/portal/medien/cmc/press/PDG/Diagnostics_Congress_ElektronikAutomotive_200703_PressArticle_EN.pdf)
- [15] VAG-COM. [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www.vag-com.cz>
- [16] [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www.autodiagnostika.jantolak.sk/>
- [17] MITCHAM, Arvon. On-Board Diagnostic Hand-Held Scan Tool Technology: Adherence to the Society of Automotive Engineers Requirements for Scan Tools

- and an Evaluation of Overall Scan Tool Capability. [online]. 2000, s. 27 [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/otaq/regs/im/obd/r00017.pdf>
- [18] [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://aa.bosch.sk/>
- [19] [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.wow-portal.com/>
- [20] [online]. [cit. 2014-03-11]. Dostupné z: <http://www.obd2tool.com/>
- [21] [online]. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: [http://www.laddinc.com/images/stories/catalog/Deutsch\\_Catalog.pdf#page=48](http://www.laddinc.com/images/stories/catalog/Deutsch_Catalog.pdf#page=48)
- [22] [online]. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.universlovakia.sk/>
- [23] [online]. [cit. 2014-03-16]. Dostupné z: <http://www.gomog.com/allmorgan/HowToUseAMultimeter.pdf>
- [24] VOSS, Wilfred. SAE J1939: <http://www.esd-electronics.us>. Dostupné z: <http://www.canseminar.com/Tutorials.html/>
- [25] [online]. [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://priuschat.com/threads/can-bus-questions.86039/>
- [26] [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://de.academic.ru/>
- [27] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.intrepidcs.com/technologies/j1939.html>
- [28] CAN-LAB. [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.rs.canlab.cz/>
- [29] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.ni.com>



**ZOZNAM POUŽITÝCH VELIČÍN**

Symbol	Jednotka	Veličina
I	A	Prúd
M	Nm	Točivý moment
R	$\Omega$	Odpor
t	s	Čas
U	V	Napätie
P	W	Výkon
$\omega$	$\text{Rad.s}^{-1}$	Uhlová rýchlosť
	bit/s	Prenosová rýchlosť

**ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV**

CAN	Controller Area Network
CARB	California Air Resources Board
DTC	Diagnostic Trouble Code
EOBD	European On Board Diagnostics
EPA	Environmental Protection Agency
ISO	International Organization for Standardization
OBD	On Board Diagnostics
OEM	Original Equipment Manufacturer
PWM	Pulse Width Modulation
SAE	Society of Automotive Engineers