

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra vozidel a pozemní dopravy**



**Analýza systémů OBD v diagnostice motorových vozidel**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Autor práce: Roman Schuster

PRAHA 2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Roman Schuster

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Analýza systémů OBD v diagnostice motorových vozidel

Název anglicky

Analysis of OBD systems in the diagnosis of motor vehicles

---

Cíle práce

Analyzovat současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel. Práci zaměřit na oblast paralelní diagnostiky a využití osciloskopu při diagnostice motorových vozidel. Experimentálně ověřit možnosti odhalení závady, která byla zjištěna pomocí osciloskopu, pomocí sériové diagnostiky.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Rešeršní část
5. Výsledky a diskuze
6. Závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

50-60 stran textu včetně tabulek a obrázků

**Klíčová slova**

osciloskop, multimetr, OBD, porucha

---

**Doporučené zdroje informací**

GREGORA, S., MAŠEK, Z.: Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silnicích vozidel, Pardubice, 2008, ISBN 978-80-7395-082-8

Papoušek M., Šterba P.: Diagnostika spalovacích motorů, Computer Press, Brno, 2007, ISBN 978-80-251-1697-5

Remek B.: Provozní údržba a diagnostika vozidel, ČVUT Praha 2003, ISBN 80-01-02275-7

VLK, F.: Diagnostika motorových vozidel Vlk, Brno, 2006, 576s., ISBN 80-239-7064-0

---

**Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 26. 1. 2018

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 07. 12. 2019

---

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Analýza systémů OBD v diagnostice motorových vozidel vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom/a, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Zaječicích 10.02.2020

.....

Roman Schuster

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Martinu Kotkovi Ph.D. za vedení práce a podnětné rady a připomínky při jejím zpracování.

Děkuji Střední škole automobilní Holice, zejména panu Aleši Pištorovi mistrovi odborného výcviku za umožnění praktického měření na osciloskopu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé mé rodině za pomoc, podporu a pochopení.

**Abstrakt:** Hlavním cílem této práce je analyzovat současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel se zaměřením na oblast paralelní diagnostiky a využití osciloskopu při opravě motorových vozidel. V úvodních kapitolách se práce zabývá historií diagnostiky. V další kapitole je popsán vývoj normy OBD (On Board Diagnostic), systém OBD I a dále jeho nástupce OBD II s kompatibilitou na evropskou verzi EOBD (Europe On Board Diagnostic). Ve stádiu příprav je OBD III. Dále se práce zabývá sériovou diagnostikou představující kontrolní proces. V další kapitole je popsána paralelní diagnostika s příslušenstvím. Poslední kapitola je věnována vlastnímu měření.

**Klíčová slova:** osciloskop; multimetr; OBD; porucha

**Abstract:** The main objective of this work is to analyze the current state of methods, procedures and diagnostics equipment for motor vehicles diagnostics with a focus on parallel diagnostics and application of oscilloscop for repairation of motor vehicles. In the opening chapters the thesis deals with the history of diagnostics. The next chapter describes the development of OBD standards, system OBD I together with his successor OBD II is described. OBD II is compatible to the European version of OBD. OBD III is in draft stage. Furthermore, the work deals with serial diagnostics, a control process. In the next chapter is described paralel diagnostisc with attachement. The last chapter is devoted to a measurement.

**Key words:** osciloscop; multimetr; OBD; failure

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1 Úvod.....  | 1  |
| 2 Cíl práce .....  | 2  |
| 3 Metodika práce.....  | 3  |
| 4 Rešeršní část.....   | 4  |
| 4.1. Historie a vznik OBD .....  | 4  |
| 4.1.1 OBD I.....   | 4  |
| 4.1.2 OBD II.....  | 5  |
| 4.1.3 EOBD.....  | 6  |
| 4.1.4 OBD III.....   | 6  |
| 4.2 Emisní normy.....  | 7  |
| 4.2.1 Složení výfukových plynů .....   | 7  |
| 4.2.2 Emisní EURO normy .....  | 8  |
| 4.3 Základní funkce a okruhy sledované systémem OBD II/EOBD.....                     | 9  |
| 4.3.1 Základní funkce systému OBD/EOBD .....   | 9  |
| 4.4 Sledované okruhy systémem OBD .....  | 9  |
| 4.4.1 Kyslíková sonda – monitorování funkce.....                                     | 9  |
| 4.4.2 Systém recirkulace výfukových plynů (EGR – Exhaust Gas Recirculation) .....    | 12 |
| 4.4.3 Adaptace .....   | 12 |
| 4.4.4. Systém sekundárního vzduchu.....  | 13 |
| 4.4.5 Kontrola vynechávání zapalování.....   | 14 |
| 4.4.6 Odvětrání palivového systému (EVAP – Evaporative Emission Control System)..... | 15 |
| 4.4.7 Katalyzátor u zážehového motoru .....  | 16 |
| 4.4.8 Katalyzátor u vznětového motoru.....   | 17 |
| 4.4.9 Selektivní katalytická redukce (SCR).....                                      | 17 |
| 4.4.10 Filtr pevných částic.....   | 18 |
| 4.5 Způsoby diagnostikování závady.....  | 18 |
| 4.5.1 Technická diagnostika .....  | 18 |
| 4.5.2 Preventivní diagnostika .....  | 19 |
| 4.5.3 Diagnostika po poruše.....   | 19 |
| 4.6 Diagnostické postupy .....   | 19 |
| 4.6.1 Prostý diagnostický postup .....   | 19 |
| 4.6.2 Větvený diagnostický postup .....  | 20 |
| 4.7 Sériová diagnostika OBD I .....  | 20 |
| 4.8 Sériová diagnostika EOBD/OBD II.....   | 22 |

|  |    |
|--|----|
| 4.8.1 Chybový kód DTC.....                             | 23 |
| 4.8.2 Komunikace s diagnostickým přístrojem .....      | 24 |
| 4.8.3 Testovací módy OBD II .....                      | 25 |
| 4.9 Autorizované diagnostické testery.....             | 26 |
| 4.10 Multiznačkové diagnostické systémy.....           | 27 |
| 4.11 Paralelní diagnostika .....                       | 28 |
| 4.11.1 Multimetr .....                                 | 28 |
| 4.11.2 Analogový multimetr.....                        | 28 |
| 4.11.3 Digitální multimetr .....                       | 29 |
| 4.12 Osciloskop .....                                  | 30 |
| 4.12.1 Analogový osciloskop .....                      | 30 |
| 4.12.2 Digitální osciloskop.....                       | 31 |
| 4.13 Příslušenství pro digitální osciloscipy.....      | 32 |
| 4.13.1 Proudové kleště.....                            | 33 |
| 4.13.2 Tlaková sonda.....                              | 33 |
| 4.13.3 Kapacitní a induktivní snímače.....             | 34 |
| 4.13.4 Piezo - snímače.....                            | 35 |
| 4.13.5 Měřicí hroty.....                               | 35 |
| 4.13.6 Fotosenzor.....                                 | 36 |
| 4.14 Měření signálů snímačů .....                      | 36 |
| 4.14.1 Snímače otáček .....                            | 36 |
| 4.14.2 Induktivní snímač otáček.....                   | 37 |
| 4.14.3 Hallův snímač otáček.....                       | 39 |
| 4.15 Dvoukanálový osciloskop .....                     | 41 |
| 5 Výsledky a diskuze .....                             | 42 |
| 5.1 Tester AVL DiScope 990 .....                       | 42 |
| 5.2 Bosch FSA 740 .....                                | 43 |
| 5.3 Ukázka indukčního signálu a Hallova signálu .....  | 44 |
| 5.4 Měření vstřikování paliva Octavia III 1.6 TDI..... | 46 |
| 5.5 Měření vstřikování Common Rail .....               | 48 |
| 5.6 Měření lambda sondy .....                          | 49 |
| 5.7 Porucha regulace lambda sondy .....                | 51 |
| 5.8 Měření zapalování.....                             | 53 |
| 5.9 Ukázka vadného zapalování .....                    | 55 |
| 6 Závěr .....  | 57 |
| 7 Seznam použitých zdrojů .....                        | 58 |
| Seznam zkratk .....                                    | 61 |



|                      |    |
|----------------------|----|
| Seznam obrázků ..... | 62 |
| Seznam tabulek ..... | 64 |

# 1 Úvod

Automobily mají významný podíl na znečištění ovzduší a s jejich rostoucím počtem vznikla nutnost kontrolovat a omezovat jejich emise. Na tomto základě vznikl systém OBD. Tento systém kontroluje vznik emisí přímo u zdroje znečištění tj. ve vozidle. Sleduje všechny části a soustavy ve vozidle ovlivňující vznik exhalací a při jejich poruše informuje řidiče. Pro udržení funkčnosti systému je používána technická a palubní diagnostika. Dnešní automobily mají velký počet řídicích jednotek, které se netýkají pouze motoru, ale i jiných součástí, například klimatizačního okruhu, okruhu brzdové soustavy nebo palubních přístrojů.

OBD je také přínosem pro usnadnění hledání závad systémů pro autotroniky nebo automechaniky, kdy lze pomocí chybových kódů, uložených v paměti systému, sdělit, ve které části nastal problém. Tato komunikace je prováděna pomocí sériové diagnostiky, s jejíž pomocí je zjišťován systémový okruh nebo místo, kde se nachází chyba. Pro potvrzení závěrů sériové diagnostiky je používána paralelní diagnostika, jako je například multimetr nebo osciloskop. Tímto druhem diagnostiky je možné proměřit daný snímač a zjistit jeho funkčnost.

Tato práce je rozdělena do dvou částí, z nichž teoretická obsahuje podrobný popis kontrolovaných systémů řízení motoru, technické, sériové a paralelní diagnostiky používané pro zjišťování závad ve vozidle. Druhá část je zaměřená na praktickou ukázkou měření. V praktické části je měřeno osciloskopem na skutečných automobilech i měřicích panelech.

## **2 Cíl práce**

Cílem této práce je literární rešerše, která analyzuje současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel se zaměřením na paralelní diagnostiku. Dále je cílem práce praktické měření na osciloskopu a ukázka odhalení poruchy dle grafů z osciloskopu.

### **3 Metodika práce**

První část práce bude v podobě rešerše zaměřena na historii diagnostiky a vznik systému OBD. Následovat bude přehled diagnostických metod, přístrojů pro komunikaci s řídicími jednotkami a také představení paralelní diagnostiky, zejména osciloskopu.

Druhá část bude zaměřena na praktické měření osciloskopem na motorových vozidlech jako ukázka nezbytného druhu diagnostiky při opravě motorových vozidel.

## 4 Rešeršní část

### 4.1. Historie a vznik OBD

Palubní diagnostika vznikla v Kalifornii, v oblasti Los Angeles. Ovzduší zde bylo ovlivněno jak přírodními katastrofami, tak škodlivými emisemi díky velké koncentraci automobilové dopravy. V roce 1966 zde byly zavedeny povinné emisní kontroly.

V roce 1981 vznikl první systém řízení motoru s názvem CCC (Computer Command Control). V tomto systému se objevily algoritmy skutečného řízení motoru, které braly v potaz informace z několika snímačů (jedná se o snímač otáček, teploty motoru, snímač polohy škrticí klapky, barometrického tlaku a snímač koncentrace kyslíku ve spalinách – lambda sonda). [1]

#### 4.1.1 OBD I

Každý výrobce měl svůj vlastní systém a chyběl nedostatek kompatibility mezi systémy různých výrobců, a proto byl v roce 1985 státní institucí CARB (Californian Air Resource Board) schválen systém regulací známý jako OBD. Tyto předpisy vstoupily v platnost roku 1988 a platily pro všechny osobní a malá dodávková vozidla vyrobená od daného roku. Účelem předpisu bylo kontrolovat spaliny při provozu vozidla. Systém dokázal pouze kontrolovat, zda jsou komponenty pro vznik emisí v pořádku či nikoliv. V případě poruchy byl proveden záznam do paměti závad v řídicí jednotce a řidiči se tato informace dostala pomocí kontrolky MIL (Malfunction Indicator Light - **Obrázek 1**) na palubní desce. Zároveň to byla snadná indikace pro kontrolu policejními hlídkami.



Obrázek 1 - kontrolka MIL [3]

Čtení paměti závad probíhalo blikáním kontrolky MIL nebo připojení LED diody do diagnostické zásuvky v motorovém prostoru. Blikání bylo v určitých intervalech, ze kterých bylo možné sestavit kód závady. Diagnostická zásuvka u OBD I není stejná pro všechna vozidla a komunikace probíhá přes sběrnici K – Line. [1]

## Hlavní rysy OBD

Indikační kontrolka MIL

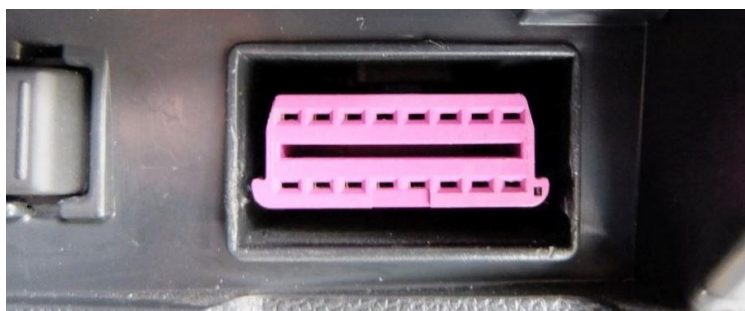
Chybové kódy DTC (Diagnostic Trouble Code)

Monitorování: Vstupy hlavních senzorů  
Dávkování paliva  
Systém recirkulace

Sledování přerušení obvodů a zkratů [1]

### 4.1.2 OBD II

System OBD II se začal v USA postupně implementovat od roku 1994 a následně je povinný od roku 1996 jak pro vozidla se vznětovým, tak i se zážehovým motorem. Požadavky na OBD II jsou mnohem přísnější, než byly na OBD I a systém musí navíc sledovat například výpadky ve spalování, účinnost katalyzátoru aj. Chybové kódy jsou v OBD II alfanumerické – písmenem určují funkční skupinu a číslem kód závady. Do paměti se neukládají jen jednotlivé chyby, ale zapisují se i podmínky, za kterých došlo k problému (Freeze frame). Značnou měrou se pro nové normy OBD II podílela instituce SAE (Society of Automotive Engineers), která vytvořila standardy pro diagnostické rozhraní – DLC (Data Link Connector - SAE J1962) a také navrhla komunikační protokol mezi řídicí jednotkou motoru a diagnostickým přístrojem (SAE – J1850). Diagnostická zásuvka (**Obrázek 2**) je jednotná pro všechna vozidla a komunikace probíhá přes sběrnici CAN (Control Area Network).



Obrázek 2 - EOBD / OBD II zásuvka [4]

Kontrolka MIL má jiný způsob signalizace. Vždy se rozsvítí při zapnutí klíčku před spuštěním motoru, a pokud je vše v pořádku, tak po nastartování zhasne. Pokud zůstane svítit, tak došlo k závadě, která ovlivňuje zvýšení emisí nad povolené hodnoty. V případě, že kontrolka bliká, znamená to, že porucha ohrožuje katalyzátor. Sporadické závady jsou ukládány do paměti závad bez signalizace kontrolkou MIL. [1]

## Hlavní rysy OBD II

Kontinuální sledování a funkční testy  
Rozšířená diagnostika kyslíkových sond  
Rozšířená diagnostika palivového systému  
Detekce vynechání zapalování  
Monitorování funkčnosti katalyzátoru  
Sledování systému recirkulace  
Monitorování funkce odvzdušnění nádrže  
Sledování přístupu sekundárního vzduchu  
Odvzdušnění klikové skříně  
Změna ovládání diagnostické kontroly MIL

Standardizace: Chybové kódy DTC  
Datový tok po komunikační lince  
Diagnostické rozhraní (připojení)  
Diagnostický přístroj [1]

### 4.1.3 EOBD

Existuje evropská obdoba OBD II, kde je technický rozdíl zcela minimální, ale liší se především v platnosti a uvedení do legislativy. Povinnost systému EOBD ve vozidlech je dán předpisem 98/69/ES, který byl schválen roku 1998 s platností od roku 2000 spolu s emisním předpisem „Euro 3“. Při zavádění EOBD se stanovily termíny platností legislativy dle druhu vozidla, celkové hmotnosti, ale i podle spalovaného druhu paliva. Funkčnost systému EOBD musí být zajištěna po celou životnost vozidla. [1]

V současnosti je platná od 1.9.2015 norma Euro 6.

### 4.1.4 OBD III

Ve stádiu vývoje je v současné době OBD III. Hlavní rozdíl oproti OBD II je v integraci bezdrátového vysílače, jehož úkolem je zprostředkovávat informace uložené v paměti závad. Chybové kódy se radiově přenáší a identifikují VIN kódem. Doposud není vyřešena bezpečnost systému, jelikož jsou moderní systémy ve vozidlech svázány s daty GPS, tak bylo by možné lokalizovat konkrétní vozidlo. [1]

## 4.2 Emisní normy

Při spalování paliva vznikají emise obsahující škodlivé látky, které se vypouštějí do ovzduší. Úlohou OBD je řídit spalování a minimalizovat vypouštění škodlivých plynů.

### 4.2.1 Složení výfukových plynů

#### ➤ Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)

Je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, který nemá prokázané nežádoucí účinky na lidské zdraví, ale velkou měrou se podílí na globálním oteplování. Vzniká spalováním uhlíku a jeho množství je přímo úměrné spotřebě paliva. [6]

#### ➤ Oxid uhelnatý (CO)

Oxid uhelnatý je bezbarvý jedovatý plyn bez vůně a zápachu, který vzniká nedokonalým spalováním tzv. chudé směsi, která obsahuje nedostatek kyslíku ( $\lambda < 1$ ). Pokud směs obsahuje přebytek kyslíku ( $\lambda > 1$ ), jedná se o tzv. bohatou směs. Při spalování této směsi je koncentrace CO menší.

Přítomnost CO je závislá na kvalitě připravované směsi. [6]

#### ➤ Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>)

Vznikají spalováním atmosférického dusíku za vysokých teplot. Jsou to především oxid dusný, oxid dusičitý a oxid dusnatý. Oxid dusný je skleníkový plyn reagující s ozonem, který porušuje ozonovou vrstvu. Oxid dusičitý způsobuje záněty dýchacích cest a přispívá ke tvorbě kyselých dešťů. Oxid dusnatý je za normální teploty bezbarvý jedovatý plyn, který v přítomnosti vlhkosti leptá. Největší koncentrace NO<sub>x</sub> je při  $\lambda = 1,1 - 1,05$  pro  $\lambda < 1$  a  $\lambda > 1$  koncentrace NO<sub>x</sub> klesá. K omezení NO<sub>x</sub> slouží třícestný katalyzátor. [6]

#### ➤ Uhlovodíky (CH<sub>x</sub>)

Vznikají neúplným spalováním paliva a spalováním oleje v motoru. Určité druhy uhlovodíků jsou karcinogenní a dráždí sliznice. Minimální hodnota uhlovodíků se pohybuje v okolí hodnoty  $\lambda = 1$ . [7]



### ➤ **Olovo (Pb)**

Olovo je velice toxická látka, která se uchycuje především na zeleni a ohrožuje zejména děti a těhotné ženy. V dnešní době jsou hodnoty olova ve spalínách na minimální úrovni díky používání bezolovnatých benzínů. [6]

### ➤ **Pevné částice (PM)**

Hlavním producentem pevných částí jsou vznětové motory. Jedná se o uhlík, sírany, nespálené palivo, olej aj. Při určování míry nebezpečnosti hraje velkou roli velikost částic. Velikost pod 10 $\mu$ m je nebezpečná tím, že se dostává do dýchacích cest, usazuje se v plicích a je karcinogenní. [6]

## 4.2.2 Emisní EURO normy

Euro norma stanovuje maximální hodnoty daných složek výfukových plynů a byla zavedena již v roce 1992 (**Obrázek 3**). Norma platí pro celou Evropskou unii a je rozdělena na různé kategorie: vznětové a zážehové motory, vozy osobní, nákladní nebo autobusy. V současné době je v platnosti norma EURO 6.2, která bude 1. 9. 2020 nahrazena normou EURO 6.3 [8]

| Euro standard | Introduction dates |                       | Petrol              |                          | Diesel              |                          | Petrol & Diesel                       |
|---------------|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|
|               | New approvals      | All new registrations | NOx (g/km)          | Mass of particles (g/km) | NOx (g/km)          | Mass of particles (g/km) | Number of ultra-fine particles per km |
| <b>Euro 1</b> | 1 July 1992        | 31 December 1992      | 0.97 <sup>(1)</sup> | -                        | 0.97 <sup>(1)</sup> | 0.14                     | -                                     |
| <b>Euro 2</b> | 1 January 1996     | 1 January 1997        | 0.5 <sup>(1)</sup>  | -                        | 0.9 <sup>(1)</sup>  | 0.1                      | -                                     |
| <b>Euro 3</b> | 1 January 2000     | 1 January 2001        | 0.15                | -                        | 0.5                 | 0.05                     | -                                     |
| <b>Euro 4</b> | 1 January 2005     | 1 January 2006        | 0.08                | -                        | 0.25                | 0.025                    | -                                     |
| <b>Euro 5</b> | 1 September 2009   | 1 January 2011        | 0.06                | 0.0045 <sup>(2)</sup>    | 0.18                | 0.0045                   | 6 × 10 <sup>11</sup> (3)              |
| <b>Euro 6</b> | 1 September 2014   | 1 September 2015      | 0.06                | 0.0045 <sup>(2)</sup>    | 0.08                | 0.0045                   | 6 × 10 <sup>11</sup> (4) (5)          |

<sup>(1)</sup> Expressed as HC+NOx.  
<sup>(2)</sup> Applicable to direct injection petrol engines.  
<sup>(3)</sup> Applicable to diesel engines only.  
<sup>(4)</sup> Limit of 6 × 10<sup>11</sup> in the case of direct injection petrol engines.  
<sup>(5)</sup> Common limit of 6 × 10<sup>11</sup> for direct injection petrol engines and diesel engines from September 2017/September 2018.

Obrázek 3 - porovnání limitních hodnot mezi vznětovým a zážehovým motorem [5]

## 4.3 Základní funkce a okruhy sledované systémem OBD II/EOBD

### 4.3.1 Základní funkce systému OBD/EOBD

Primární funkcí je řídit a kontrolovat všechny systémy, které mají něco společného se vznikem výfukových plynů. Snaží se je udržet svým řízením na požadovaných hodnotách euro norem a v případě poruchy upozornit řidiče rozsvícením nebo rozblikáním kontrolky MIL. Pokud je závada vážného charakteru, tak omezí výkon vozidla nebo úplně znemožní jeho provoz až do doby, do které bude závada odstraněna.

Velký přínos OBD je také pro mechaniky. Při opravách vozů bez OBD se mechanik musel spolehnout na popis závady od řidiče a na své zkušenosti. Díky normované zásuvce OBD je možné systém připojit i na universální diagnostiku, kterou jsou dnes vybavené všechny servisy, a pomocí chybových kódů vyčíst okruh a příčinu vzniku závad. [1]

## 4.4 Sledované okruhy systémem OBD

### 4.4.1 Kyslíková sonda – monitorování funkce

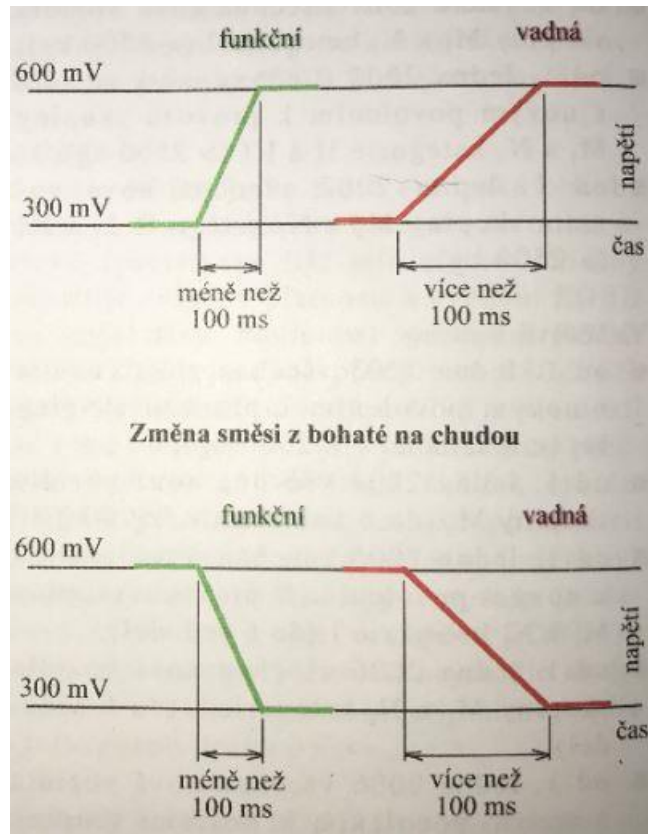
Kyslíková sonda neboli lambda sonda (**Obrázek 4**) kontroluje množství kyslíku ve spalínách před i za katalyzátorem. Z jeho množství lze určit bohatost směsi před spálením. Tento signál patří u OBD II mezi hlavní a sleduje se ve čtyřech parametrech. [1]



Obrázek 4 - lambda sonda [9]

#### ➤ Čas odezvy

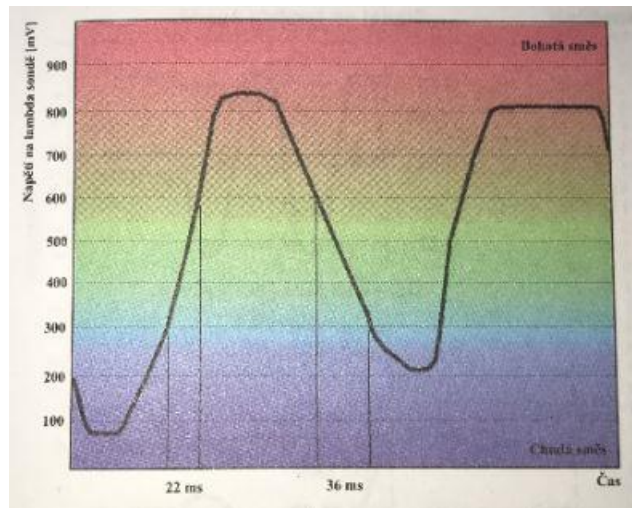
*„Řídicí jednotka sleduje dobu odezvy (**Obrázek 5**) při přechodu z bohaté směsi na chudou a naopak na sondě před katalyzátorem. Tento proces je prováděn kontinuálně, resp. řídicí jednotka tímto způsobem testuje dle naprogramovaného algoritmu funkci snímače.“ [1]*



Obrázek 5 - graf času odezvy kyslíkové sondy [1]

➤ **Čas odezvy v průběhu**

„Rozšíření času odezvy o sledování signálu během regulačního zásahu a současné sledování maximální a minimální hodnoty výstupního napětí (Obrázek 6).” [1]



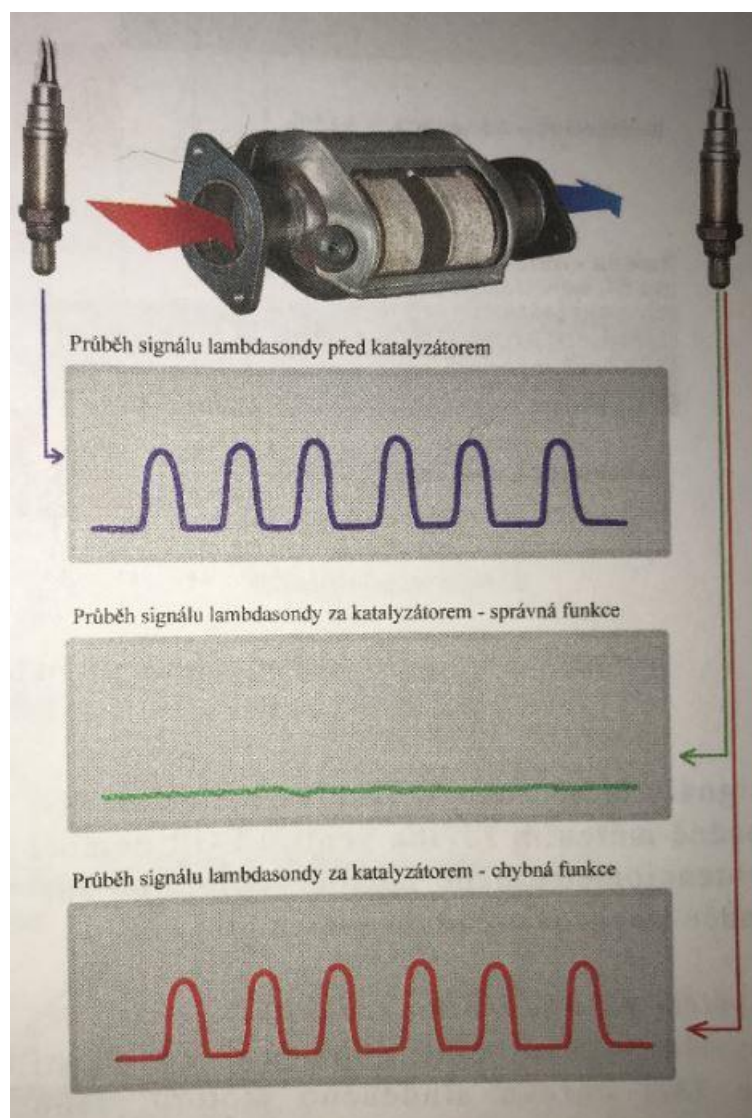
Obrázek 6 - čas odezvy kyslíkové sondy v průběhu regulace [1]

➤ **Čas aktivace**

Řídicí jednotka vyhodnocuje čas potřebný k vyhřátí studené lambda sondy do její pracovní teploty. [1]

➤ **Rozdíl průběhů signálů před a za katalyzátorem**

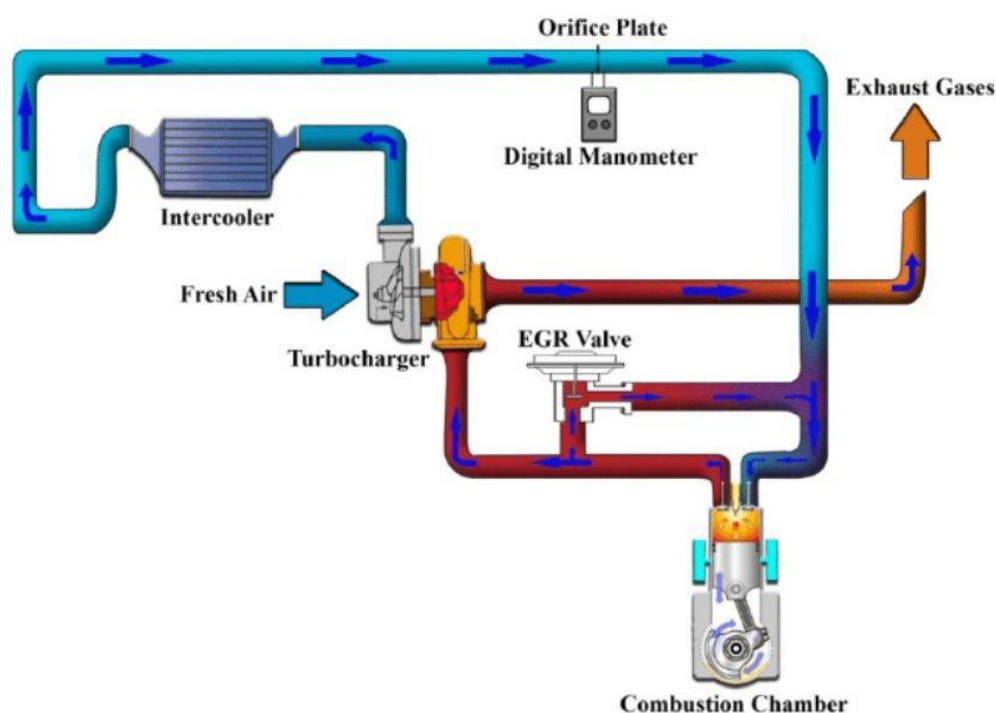
V tomto případě řídicí jednotka srovnává signály (**Obrázek 7**) lambda sond před a za katalyzátorem a vyhodnocuje tak stav katalyzátoru. Pro stanovení stavu se většinou vychází z redukce nespálených uhlovodíků  $\text{CH}_x$ , přičemž účinnost plně funkčního katalyzátoru je při stechiometrii cca 95% a při účinnosti 65% je vyhodnocen jako závada. [1]



Obrázek 7 - monitorování signálu lambda sondy před a za katalyzátorem [1]

#### 4.4.2 Systém recirkulace výfukových plynů (EGR – Exhaust Gas Recirculation)

Funkce recirkulace výfukových plynů má značný význam v některých režimech motoru, kdy zpětným přivedením spalín zpět do sání dojde ke snížení teploty spalování a poklesu oxidů dusíku  $\text{NO}_x$ . Regulační veličinou ventilu je podtlak v sání (MAP – Manifold Absolute Pressure sensor) nebo množství nasátého vzduchu (MAF – Mass Air Flow sensor) spolu s otáčkami motoru. Kontrola systému EGR (**Obrázek 8**) se provádí buď vyhodnocením signálu MAP nebo MAF při deceleraci, případně měřením zdvihu ventilu EGR pomocí potenciometru nebo pomocí teplotního snímače integrovaného do vlastního ventilu. [1]

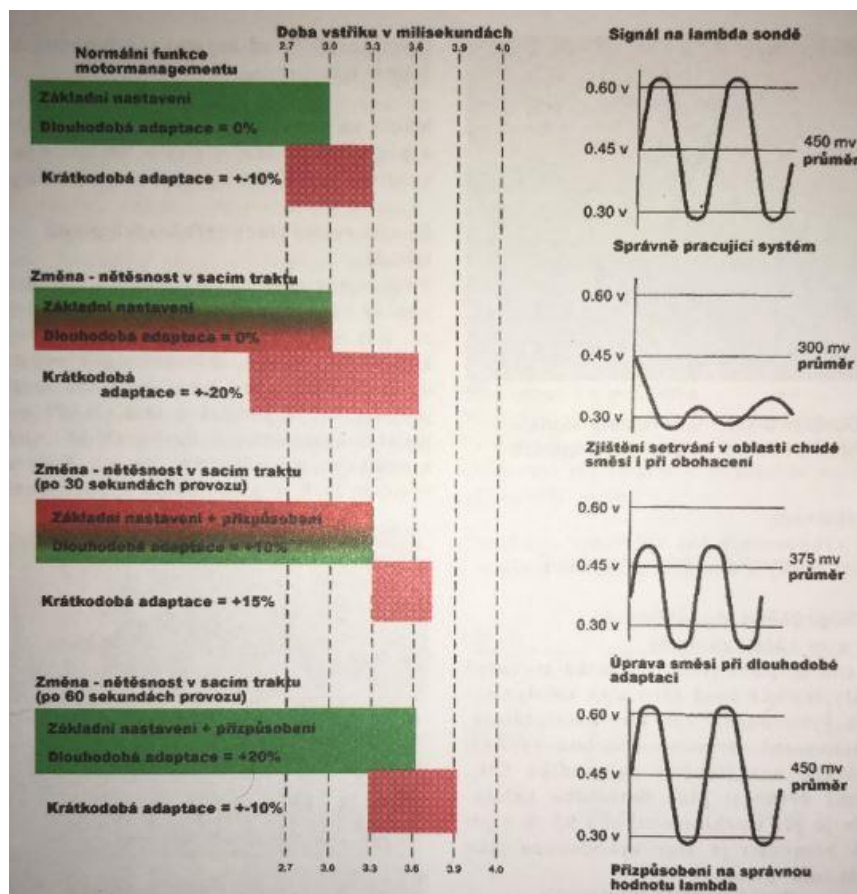


Obrázek 8 - znázornění funkce EGR ventilu [10]

#### 4.4.3 Adaptace

Jedná se o sledování regulační smyčky a následný dopočet poměru vzduchu a paliva napříč celým systémem. Sledování zahrnuje především vliv opotřebení částí systému, např. vstřikovače nebo různé netěsnosti (**Obrázek 9**). Adaptace jsou krátkodobé, kdy se korekční faktor vynuluje s vypnutím zapalování, a dlouhodobé, kdy se zaznamenaný součinitel uloží do paměti. Řídicí jednotka hlásí chybu při překročení tolerance  $\pm 20\%$  od nastavené hodnoty v řídicí jednotce. Dále se sledují zkraty a přerušení toku signálu z lambda sond, vyhřívací proud a vnitřní odpor. [1]

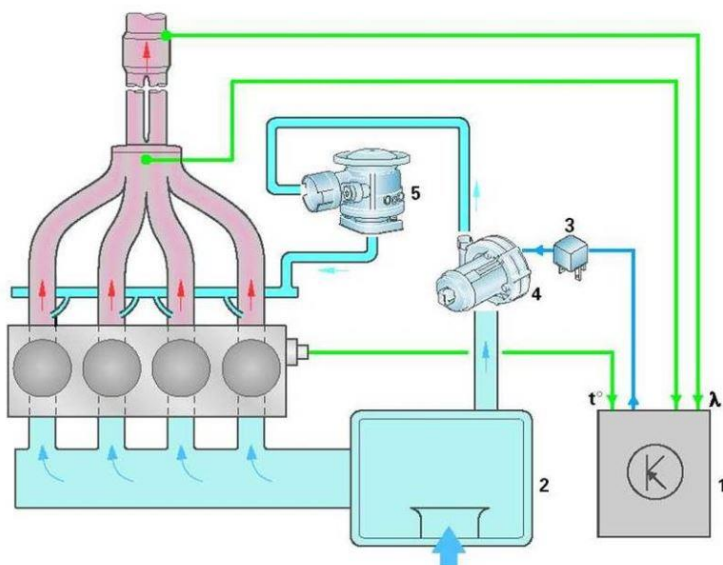




Obrázek 9 - příklad adaptace při netěsnosti sání (mezí stav z pohledu OBD II) [1]

#### 4.4.4. Systém sekundárního vzduchu

Tento systém je aktivní při studeném motoru a jeho úkolem je přivádět vzduch do výfukového potrubí pro dodatečnou oxidaci CO a CH<sub>x</sub>. Přičemž takto získané teplo nám urychlí ohřátí katalyzátoru na provozní teplotu. Systém OBD II získává informace od lambda sondy a očekává nízké hodnoty lambda. V čase, kdy není motor dostatečně ohřátý, je vyřazena lambda regulace. V systému EOBD jsou navíc monitorovány parametry dmychadla a ovládacího ventilu. **(Obrázek 10)**. [1]

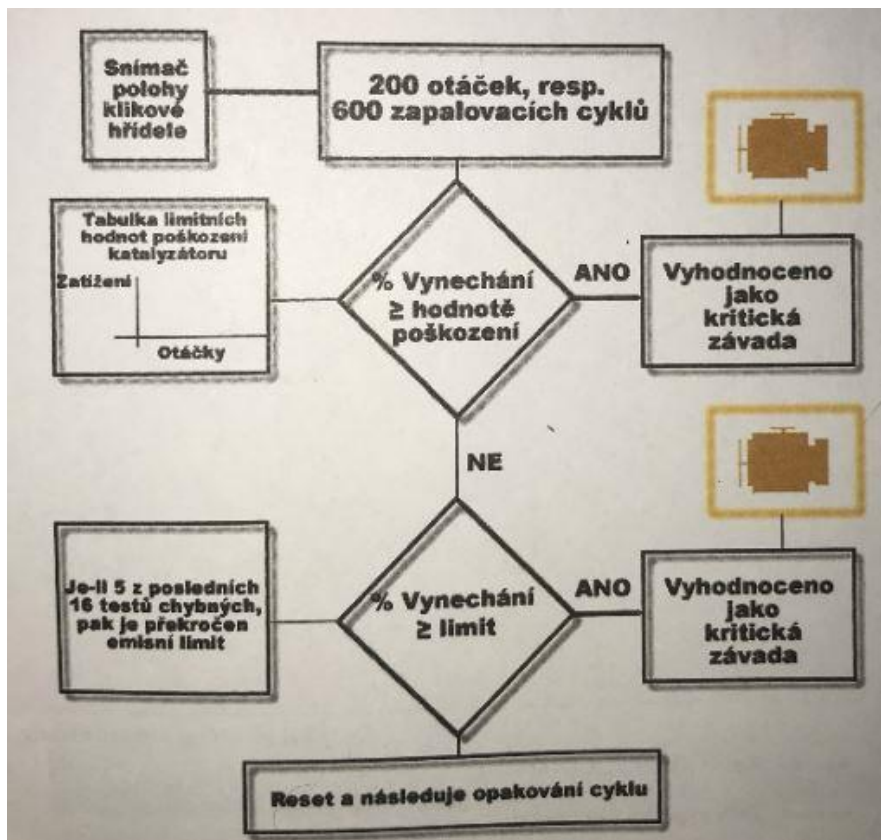


1 - řídicí jednotka motoru ; 2 - vzduchový filtr ; 3 - ovládací relé ; 4 - ventilátor ; 5 - ventil sekundárního vzduchu (samočinný)

Obrázek 10 - schéma systému sekundárního vzduchu [11]

#### 4.4.5 Kontrola vynechávání zapalování

Při výpadku zapalování dojde k velkému nárůstu škodlivin ve výfukových plynech, ale také je ohrožena životnost a funkce katalyzátoru. „Nespálené palivo při výpadku zapalování dohořívá ve výfuku, což má za následek zvýšení teploty katalyzátoru nad kritickou hranici. Při teplotě 800 – 1000°C dochází k mechanickým změnám, které vedou k úplné dysfunkci katalytického systému.” Vynechávání zapalování se zjišťuje pomocí signálu ze snímače polohy klikového hřídele, kde se sleduje zrychlení otáčení klikové hřídele. Na obrázku níže je blokový diagram (**Obrázek 11**) kontinuálního sledování vynechávání zapalování řídicí jednotkou. Dle tohoto diagramu musí systém OBD II zjistit, zda se jedná o výpadek na jednom válci nebo zda se jedná o výpadek na více válcích. [1]



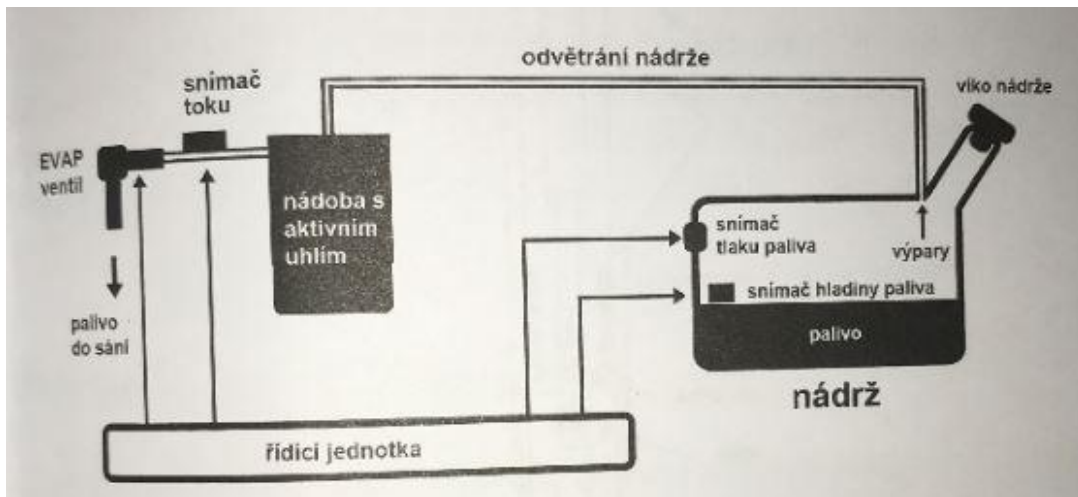
Obrázek 11 - diagram pro zjištění výpadku zapalování [1]

Předchozí algoritmus je založen na rovnoměrnosti chodu motoru, ale v provozu dochází k rozptylu měřených hodnot vlivem torzních kmitů například od nerovnosti povrchu vozovky. „V současnosti se využívá také signálu z akcelerometru, který popisuje zrychlení působící na karoserii, takto lze s velkou jistotou potlačit chyby detekce způsobené torzními kmity od nekvalitní vozovky.“ [1]

#### 4.4.6 Odvětrání palivového systému (EVAP – Evaporative Emission Control System)

Díky EVAP (Obrázek 12) systému se může odvětrávat palivová soustava, aniž by se dostávalo vypařující se palivo do ovzduší. Důležitou součástí systému je nádoba s aktivním uhlím a EVAP ventil nebo případně více ventilů. V nádrži se odpařuje palivo, výpary se přes prepouštěcí ventily dostanou do nádoby s aktivním uhlím, kde se dočasně absorbují uvolněné uhlovodíky. Pokud běží motor a EVAP ventil je otevřený, tak se zkapalněné palivo přivádí sáním zpět do motoru. [12]

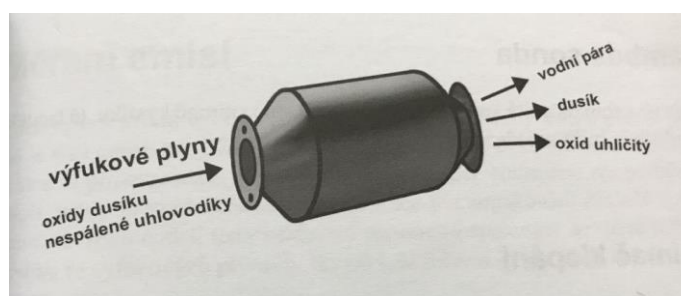




Obrázek 12 - systém odvětrání nádrže (EVAP) [12]

#### 4.4.7 Katalyzátor u zážehového motoru

Katalyzátor (**Obrázek 13**) je jedna z nejdůležitějších součástí ovlivňující škodliviny ve výfukových plynech. Úkolem katalyzátoru je odstranit co největší počet škodlivých plynů jdoucích z motoru. Škodlivé plyny přeměňuje na relativně bezpečné látky, které potom přecházejí do atmosféry. Katalyzátor je kovová nádoba z nerezového plechu, uvnitř kterého je keramická nebo kovová vložka, na niž je nanesena tenká vrstva vhodných prvků, například paladium, platina, rhodium aj. Vložka má tvar voštiny (velká aktivní plocha), skrze kterou procházejí výfukové plyny. Nejpoužívanější jsou třicestné katalyzátory, které mají jenom jednu cestu, ale tři pracovní fáze. Oxidace CO (1), oxidace nespálených uhlovodíků (2) a redukce NO<sub>x</sub> (3).



Obrázek 13 - znázornění katalyzátoru [12]

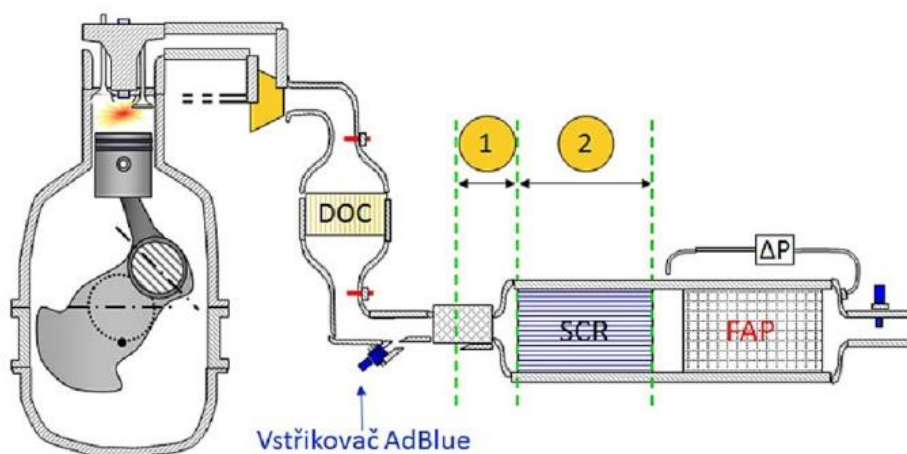
Katalyzátor přeměňuje výfukové plyny na H<sub>2</sub>O (vodní páru), dále přeměňuje CO a nespálené uhlovodíky na CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O a v neposlední řadě NO<sub>x</sub> na N<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>. Pro tyto reakce je nutná správná teplota katalyzátoru, tj. 400 – 800 °C. Při překročení teploty 1400 °C hrozí jeho nenávratné zničení. Životnost je okolo 130 000km. [12]

#### 4.4.8 Katalyzátor u vznětového motoru

U vznětových motorů se používají oxidační katalyzátory DOC (Diesel Oxidation Catalist) společně s filtrem pevných částic a systémem EGR. U nákladních vozidel od EURO 5 a u osobních vozidel od EURO 6 je součástí také systém SCR (Selective Catalyc Reduction). [12]

#### 4.4.9 Selektivní katalytická redukce (SCR)

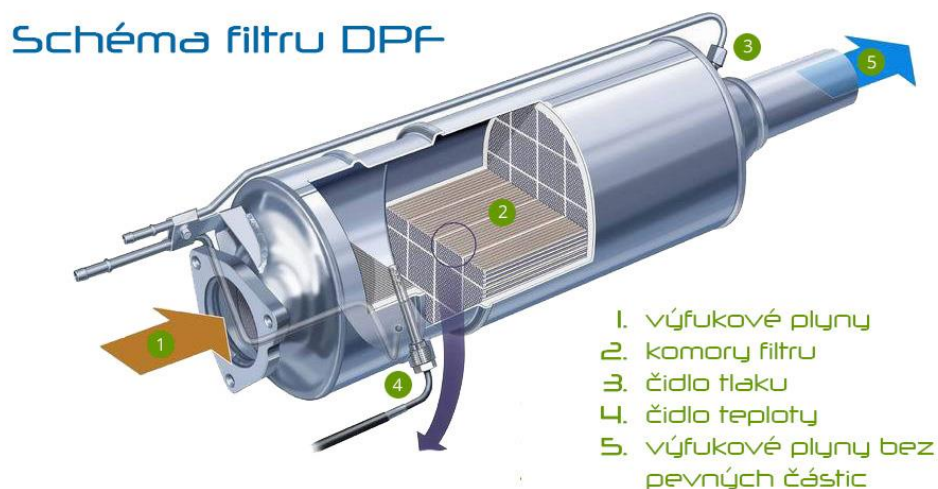
„Selektivní katalytická redukce (**Obrázek 14**) probíhá za řízených podmínek ve speciálním katalyzátoru (SCR) umístěném mezi oxidačním katalyzátorem (OC) a částicovým filtrem (DPF). Teplotní čidla sledují teplotu před a za oxidačním katalyzátorem. Po dosažení pracovní teploty SCR (cca 180 °C) začne vstřikovač do výfukových plynů rozprašovat redukční činidlo AdBlue (neboli 32,5% roztok demineralizované vody a močoviny) přes vířidlo. Z močoviny se ještě před redukčním katalyzátorem (1) vydělí čpavek  $NH_3$  a přímo v kanálcích SCR (2) se začnou jedovaté oxidy dusíku ( $NO_x$ ) redukovat na neškodný dusík  $N_2$  a vodu  $H_2O$ . Při jízdě ustálenou nízkou rychlostí se vstřikování vůbec nemusí aktivovat, proto spotřeba AdBlue závisí mj. i na jízdním stylu řidiče” [2]



Obrázek 14 - schéma systému SCR [2]

#### 4.4.10 Filtr pevných částic

Od roku 2010 musí být každý automobil se vznětovým motorem vybaven filtrem pevných částic (**Obrázek 15**). Filtr zachytává pevné částice (saze) ve voštinových komorách. Po naplnění nastává automatická nebo ručně řízená regenerace při teplotě 620 – 650 °C. Po spálení usazených sazí je filtr připravený pro další cyklus.



Obrázek 15 - řez filtrem pevných částic (DPF) [13]

#### 4.5 Způsoby diagnostikování závady

Pro zjištění závad na vozidle existuje řada metod.

##### 4.5.1 Technická diagnostika

Tato diagnostika je zaměřena na sledování technického stavu zařízení a zároveň se věnuje metodickým principům, které umožní zkoumat objekty podrobněji v rámci diagnostického procesu. Pro označení technická diagnostika je zapotřebí dvou základních předpokladů – bezdemontážní a nedestruktivní diagnostický proces. Výsledkem je vyřčení diagnózy a prognózy diagnostikovaného objektu.

Je rozlišováno několik úloh podle času diagnostického procesu:

- **Diagnóza** – stav současný => detekce a lokalizace poruchy
- **Prognóza** – předvídání => určení budoucího vývoje diagnostikovaného objektu
- **Geneze** – určení příčiny => zjištění proč se předčasně zhoršil technický stav objektu [14]

#### 4.5.2 Preventivní diagnostika

Provádí se v předem daných intervalech, při kterých se zjišťuje technický stav daného objektu. Při zjištění vadného dílu se provede opatření, aby se předešlo poruše – výměna, oprava, údržba, aj. [14]

#### 4.5.3 Diagnostika po poruše

Provádí se v okamžiku, kdy už porucha nastala. Cílem je nalézt příčinu vzniku závady a určit nutný postup pro její odstranění. [14]

Vždy je nutné zvážit ekonomickou stránku preventivní diagnostiky před diagnostikou již vzniklé poruchy. Včasnou diagnózou potenciálního problému lze ušetřit velké množství finančních prostředků. Vždy je lepší věnovat se více prevenci než vzniklé závadě.

### 4.6 Diagnostické postupy

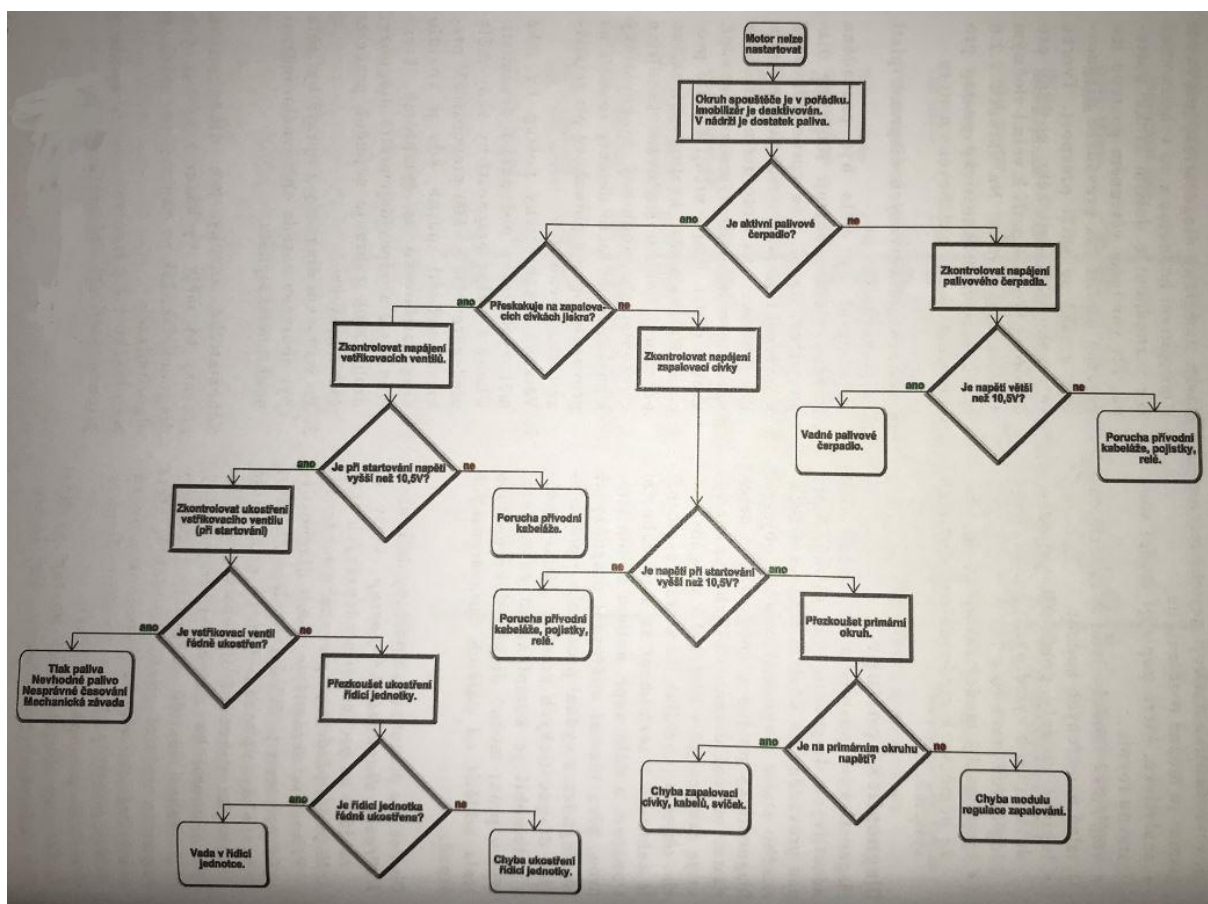
Diagnostický postup je předem přesně daný sled úkonů, které jsou potřeba provést pro zjištění stavu zkoumaného objektu. V praxi to znamená seznámení se s provozem vozidla, nutnou administrativu, vlastní diagnózu, stanovení prognózy a následná vydání protokolu o provedení diagnostické operaci. Tímto způsobem závadu pouze odhalíme, nikoli opravíme. Obecně diagnostické postupy se dělí na prostý a větvený. [14]

#### 4.6.1 Prostý diagnostický postup

Zakládá se na přesném dodržování sledů úkonů bez ohledu na to, zda jsou či nejsou naměřené hodnoty v toleranci. Tento postup je ekonomicky náročný, proto se používá pouze u objektů, které mají hlavní vliv na bezpečnost provozu.

## 4.6.2 Větvený diagnostický postup

Konceptem je jednoduchý postup, při kterém se porovnávají naměřené parametry s normativními hodnotami, a po vyhodnocení se rozhodne o dalším kroku. Vhodně větvený postup ušetří čas a práci při provádění diagnostiky (**Obrázek 16**).



Obrázek 16 - příklad větveného diagnostického postupu [14]

## 4.7 Sériová diagnostika OBD I

Jak už bylo uvedeno v kapitole 1.1 ohledně čtení paměti závad a nejednotnosti diagnostických zásuvek, tak pro vozidla vyrobené například pod značkou Volkswagen Group byl používán diagnostický přístroj V.A.G 1551 (**Obrázek 17**), který se mohl uplatnit pouze pro vozidla spadající pod koncern Volkswagen, nikoli pro jiné výrobce vozidel. Tento přístroj byl určen pro vozidla vyrobená před rokem 1995 a na tehdejší dobu byl poměrně moderní. Ovládal se pomocí tlačítek na čelním panelu. Na displeji se zobrazoval chybový kód s krátkým popisem, a poté se v seznamu chybových kódů vyhledala konkrétní závada. Tento

způsob vyčítání závad byl výrazně jednodušší než vyblikávání kódu kontrolkou MIL nebo připojenou diodou. [17]



Obrázek 17 - diagnostika V.A.G 1551 [15]

Univerzální diagnostika pro evropské vozy bez OBD II do roku 2000 je například UNISCAN VISTA 1.83 (**Obrázek 18**). Systém umožňuje komunikovat s řídicí jednotkou motoru, ABS, klimatizací apod. Diagnostikou je možné provádět tyto operace: [17]

- čtení paměti závad s textovou podobou chyby;
- mazání paměti závad;
- test akčních členů;
- monitoring provozních veličin v reálném čase;
- informace o umístění diagnostické zásuvky.



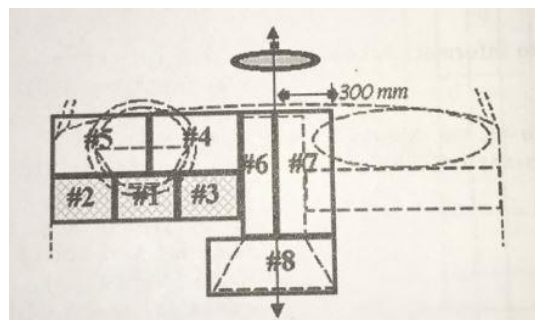
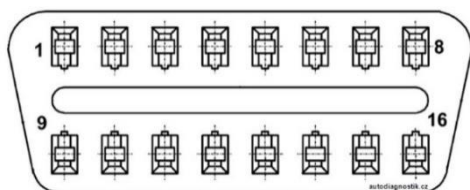


Obrázek 18 - diagnostická sada UNISCAN VISA 1.83 [16]

#### 4.8 Sériová diagnostika EOBD/OBD II

Pro diagnostikování systému OBD II je nutné být vybaven testerem, který může být univerzální nebo zaměřený na konkrétní značku vozidla. Diagnostická zásuvka (**Obrázek 19**) je jednotná pro všechny výrobce vozidel, má přesně definované zapojení pinů (**Tabulka 1**), musí být umístěna dle norem (**Obrázek 20**) v dosahu z místa řidiče a přístupná bez použití speciálního náradí. Například Volkswagen Passat b5.5 má konektor umístěný v prostoru řidiče pod palubní deskou přístupný z pedálového prostoru. Škoda Fabia 1. generace ho má umístěný v levé spodní části palubní desky v prostoru řidiče za odkládací přihrádkou.

Při diagnostikování poruchy vyčte mechanik paměť závad, kterou diagnostický přístroj zobrazí jak kódem závady, tak i v textové podobě a poté lze poruchu odstranit. Při opravě různých snímačů či akčních členů je vhodné použít pro ověření konkrétnosti paralelních přístrojů nebo osciloskopu. [12]



Obrázek 19 - normovaný konektor EOBD/OBD II [19]

Obrázek 20 - schéma umístění diagnostické zásuvky ve vozidle [1]

| Zapojení OBD II/EOBD konektoru |  |
|--------------------------------|--|
| 1                              | nespecifikováno normou                                     |
| 2                              | PWM Bus, VPW Bus (SAE J1850)                               |
| 3                              | data   |
| 4                              | kostra vozidla (karoserie)                                 |
| 5                              | kostra signálu (signálová zem)                             |
| 6                              | CAB - Bus High (J2284, ISO 15031-3)                        |
| 7                              | Komunikační linka K - line (ISO 9141-2)                    |
| 8                              | nespecifikováno normou                                     |
| 9                              | nespecifikováno normou                                     |
| 10                             | PWM Bus (SAE J1850)  |
| 11                             | data   |
| 12                             | data   |
| 13                             | nespecifikováno normou                                     |
| 14                             | CAB - Bus Low (J2284, ISO15031-3)                          |
| 15                             | inicializační linka L - line nebo 2. K - line (ISO 9142-2) |
| 16                             | napětí   |

*Tabulka 1 - zapojení konektoru OBD II/EOBD [12]*

#### 4.8.1 Chybový kód DTC

Pro pomoc při hledání a odstranění závad jsou zavedené standardizované kódy, které zapisují všichni výrobci dle normy ISO/SAE. A jsou členěny do několika kategorií (**Tabulka 2**) dle funkčních skupin s následujícím tvarem: [12]



## $X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$

|               |          |  |
|---------------|----------|--|
| $X_1$         | <b>B</b> | Karoserie ( <b>B</b> ody)                            |
|               | <b>C</b> | Podvozek ( <b>C</b> hassis)                          |
|               | <b>P</b> | Hnací ústrojí ( <b>P</b> owertrain)                  |
|               | <b>U</b> | Kominikace ( <b>U</b> ndefined)                      |
| $X_2$         | <b>0</b> | generický DTC - definovaný normou                    |
|               | <b>1</b> | DTC výrobce  |
|               | <b>2</b> | chybový kód výrobce => různý význam                  |
|               | <b>3</b> | rezerva pro DTC                                      |
| $X_3$         | <b>0</b> | systém jako celek                                    |
|               | <b>1</b> | příprava směsy / systém sekundárního vzduchu         |
|               | <b>2</b> | vstřikování  |
|               | <b>3</b> | zapalování   |
|               | <b>4</b> | regulace emisí                                       |
|               | <b>5</b> | regulace rychlosti a volnoběhu                       |
|               | <b>6</b> | obvody ŘJ  |
|               | <b>7</b> | převodovka   |
|               | <b>8</b> | převodovka   |
|               | <b>9</b> | převodovka   |
|               | <b>A</b> | hybridní pohon                                       |
|               | <b>B</b> | hybridní pohon                                       |
|               | <b>C</b> | hybridní pohon                                       |
| $X_4$ a $X_5$ | 01 - 99  | identifikace podřízeného systému konstrukčního celku |

*Tabulka 2 - význam znaků v chybovém kódu DTC [12]*

### 4.8.2 Komunikace s diagnostickým přístrojem

Komunikace mezi řídicími jednotkami a diagnostickým testerem je definována obecnou strukturou OSI, která stanovuje logické úkoly komunikace mezi počítačovými systémy. Základním účelem je definovat a seskupit logické funkce informačního toku. Tyto funkce byly seskupeny do sedmi vrstev, kde každá vrstva má definovanou funkci a vztah k další vrstvě. Tento model je rozdělen do vrstev reprezentující logické funkce informačního toku. Komunikace mezi jednotlivými systémy je zajišťována komunikačním protokolem. Rozdělení komunikačních vrstev:

- **Vrstva 1 – Fyzická** – přenáší bitový proud sítí na elektrické a mechanické úrovni
- **Vrstva 2 – Datová** – poskytuje synchronizaci pro fyzickou vrstvu a zajišťuje znalost a správu protokolu pro přenos. Je rozdělena na dvě podvrstvy. První je **MAC (Media Access Control)** – funkce jedinečného adresování. Druhá je **LLC (Logical Link Control)** – definuje způsob použití linky, synchronizaci rámců, řízení toku a kontrolu chyb.
- **Vrstva 3 – Síťová** – stará se o správné směřování paketů v síti. Je zodpovědná za výběr tras paketů mezi zdrojovým a cílovým síťovým zařízením.
- **Vrstva 4 – Transportní** – tato vrstva zajišťuje kompletní přenos dat a také chyb.
- **Vrstva 5 – Relační** – zahajuje, řídí a ukončuje konverzace a výměny dat mezi aplikacemi na obou stranách.
- **Vrstva 6 – Prezentační** – definuje formáty dat, konvertuje protokoly pro jednotlivé systémy, šifruje a dešifruje.
- **Vrstva 7 – Aplikační** - zde běží aplikační, datové, souborové, tiskové služby a zasilání dat, má nejbližší ke koncovému uživateli.

Zjednodušeně lze komunikaci popsat následovně:

- Obsluha testeru vyvolá stisknutím tlačítka událost, která dostane svoji podobu podle komunikačního protokolu a stane se z ní zpráva.
- Transportní vrstva rozhodne o způsobu a míře segmentace zprávy a předá data síťové vrstvě.
- Síťová vrstva rozdělí segmenty do paketů pro přechod na datovou vrstvu.
- Datová vrstva rozdělí pakety do rámců, které jsou zaslány na fyzické médium. [1]

### 4.8.3 Testovací módy OBD II

Norma SAE J1979 DTS udává 9 zkušebních módů (**Tabulka 3**), které jsou zcela nezávislé na použitém komunikačním protokolu. Prvních 5 módů je uzpůsobeno ke kontrole emisí, ostatní s ní víceméně souvisí. [1]

| <b>MOD</b> | <b>Popis</b>  |
|------------|---|
| 1          | Aktuální hodnoty  |
| 2          | Freeze Frames ( provozní podmínky při vzniku závady)              |
| 3          | Zapsané DTC   |
| 4          | Výmaz DTC   |
| 5          | Výsledky testů lambda sond, zobrazení průběhu signálu             |
| 6          | Výsledky nekontinuálních testů - převodovka, atp.                 |
| 7          | Načtení kódů chyb, které zatím nevedly k aktivaci kontrolky MIL   |
| 8          | Kontrolní modus (využívá výrobce zejména pro testy akčních členů) |
| 9          | Informace o vozidle (VIN, CVN atd.)                               |

Tabulka 3 - označení testovacích módů dle SAE J1979 [1]

## 4.9 Autorizované diagnostické testery

Každý významný výrobce vozidel má vyvinuté vlastní diagnostické systémy (Tabulka 4), které jsou specifické právě pro jeho značku. Těmito přístroji jsou vybavené převážně autorizované servisy dané automobilky. Při připojení k testeru je vozidlo automaticky identifikováno včetně VIN. Výhodou těchto testerů je neustálý kontakt s centrální databází, kde se shlukují informace o závadách a diagnostikovi nabízí dle pravděpodobnosti možné řešení závady. Díky centrální databázi jsou pravidelně zajišťovány nezbytné aktualizace softwaru. [18]

| <b>Značka</b>                 | <b>Diagnostický systém</b>         |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Alfa Romeo                    | EXAMINER, wiTECH                   |
| BMW                           | ICOM, EDIABAS                      |
| Ford, Lincoln, Mercury        | IDS/VCM                            |
| Hyundai                       | GDS VCI                            |
| Iveco                         | Iveco® Eltrac                      |
| Jaguar                        | WIZARD, IDS-VCM, iVIEW             |
| Land Rover                    | T4 Mobile+, WIZARD, IDS-VCM, iVIEW |
| MAN                           | CATS III                           |
| Opel                          | GM Tech 2                          |
| Porsche                       | PIWIS                              |
| Renault                       | CLiP, Consult                      |
| Rolls Royce                   | Rolls Royce RRCOM                  |
| Toyota                        | IT-II, WIZARD, Techstream (GTS)    |
| Volkswagen, Seat, Audi, Škoda | V.A.G., VAS, ODIS                  |
| Volvo                         | DiCE, VIDA                         |

Tabulka 4 - značkové diagnostické systémy některých automobilek [19]

## 4.10 Multiznačkové diagnostické systémy

Multiznačkové diagnostiky dokáží navazovat komunikaci s vozidly bez ohledu na značku. Není však možné jednou diagnostikou obsáhnout všechny výrobce vozidel, protože diagnostika je vždy zaměřená na určitý okruh značek a nelze s nimi plně programovat a kódovat řídicí jednotky. Jsou především vhodné pro servisy, které se nespécializují na konkrétní značku. Při připojení diagnostiky do vozidla je třeba zadat VIN (Vehicle Identification Number), rok výroby, typ motoru atd. Oproti OEM (Original Equipment Manufacturer) diagnostice, která tyto kroky provádí sama. Mezi přední výrobce diagnostických systémů patří Hella, Delphi, AutoCom (**Obrázek 21**), Würth, Texa, Bosch. [19]



Obrázek 21 - diagnostika AutoCom CDP+ [19]

## 4.11 Paralelní diagnostika

Paralelní diagnostikou jsou měřeny fyzikální veličiny a akční členy automobilu. Nejpoužívanější přístroje jsou osciloskop a multimetr. Tyto přístroje jsou nezbytnou součástí pro provádění diagnostických úkonů na vozidle. Tuto metodu je vhodné použít v místech, kam směřují příznaky závady. Tímto způsobem lze přímo proměřit daný snímač nebo kabelové vedení, kde zjistíme, jak reálně pracuje měřený člen a lze vyhodnotit přímo jeho stav. Je možné diagnostikovat fyzikální veličiny statické i dynamické. Pomocí statického měření se kontroluje například ohmický odpor vinutí, neporušenost kabelů atp. Pokud jsou měřené hodnoty v pořádku, pokračuje se v dynamickém režimu měření elektrických parametrů jednotlivých členů při změnách vstupních nebo výstupních veličin. Při vyhodnocování, zda daný člen vyhovuje či nikoli, je vycházeno z parametrů výrobce dílu nebo vozidla. Mezi hlavní výhody paralelní diagnostiky patří přesnost měření nebo jednoduchost metody. Nevýhodou je náročnější obsluha. Vliv na kvalitu měření má v neposlední řadě také zkušenost diagnostika provádějícího měření. [22]

### 4.11.1 Multimetr

Multimetr má dvě principiální provedení, a to analogové (**Obrázek 22**) nebo digitální. Jedná se o víceúčelové měřicí zařízení, které umožňuje měřit napětí, střídavý a stejnosměrný proud, odpor, kapacitu kondenzátoru, parametry diod a tranzistorů, a také mohou sloužit jako zkratové zkoušečky nebo logické sondy aj. Měření proudu je možné přibližně do 10A dle použitého typu přístroje. Pro měření většího proudu, například na startéru, je potřeba užít měřicí kleště. Měření napětí se provádí paralelně ke zdroji a proud je měřen v sériovém zapojení do obvodu. V automobilech je využíváno k měření stejnosměrného napětí, například na baterii nebo proudu na cívkách. Střídavý proud se v automobilech kromě alternátoru, který je usměrňován diodovým můstkem, nevyskytuje. Při měření střídavého proudu jsou multimetry kalibrovány na střední efektivní hodnotu napětí. [22]

### 4.11.2 Analogový multimetr

Přístroj je vybaven řadou stupnic pro měření jednotlivých veličin. Hodnoty se odečítají z výchylky ručičky a zobrazování probíhá plynule, nikoli skokově. Multimetr nemusí být napájen baterií, pokud není potřeba měřit odpor. Je vhodný pro měření lambda – regulace,

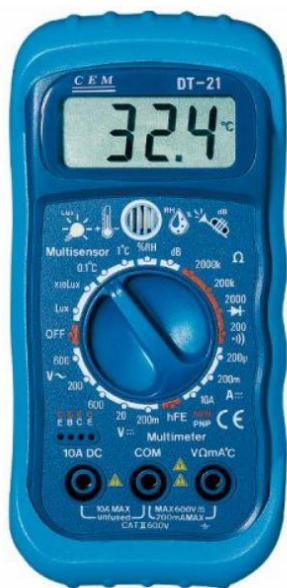
protože se lépe pozná kolísání napětí. Při měření je velmi důležité dodržovat polaritu, jinak hrozí ohnutí ručičky a znehodnocení přístroje. [22]



Obrázek 22 - analogový multimetr [20]

### 4.11.3 Digitální multimetr

U tohoto typu multimetru se naměřené hodnoty ukazují přímo na displeji a jsou jednodušší pro odečítání. Zobrazení je nespojité a skokové, to znamená, že číslo na posledním místě se může v průběhu měření měnit. Pro přesnější měření lze přístroj přepnout do jiného rozsahu hodnot. Nejrozšířenější typ multimetru pro měření (proudu, napětí, odporu,... - **Obrázek 23**). Proudové kleště pro měření protékajícího proudu vodičem (**Obrázek 24**). Pro svoji funkci je nutno přístroj napájet baterií. [22]



Obrázek 23- digitální multimetr [21]



Obrázek 24 - proudové kleště [21]

## 4.12 Osciloskop

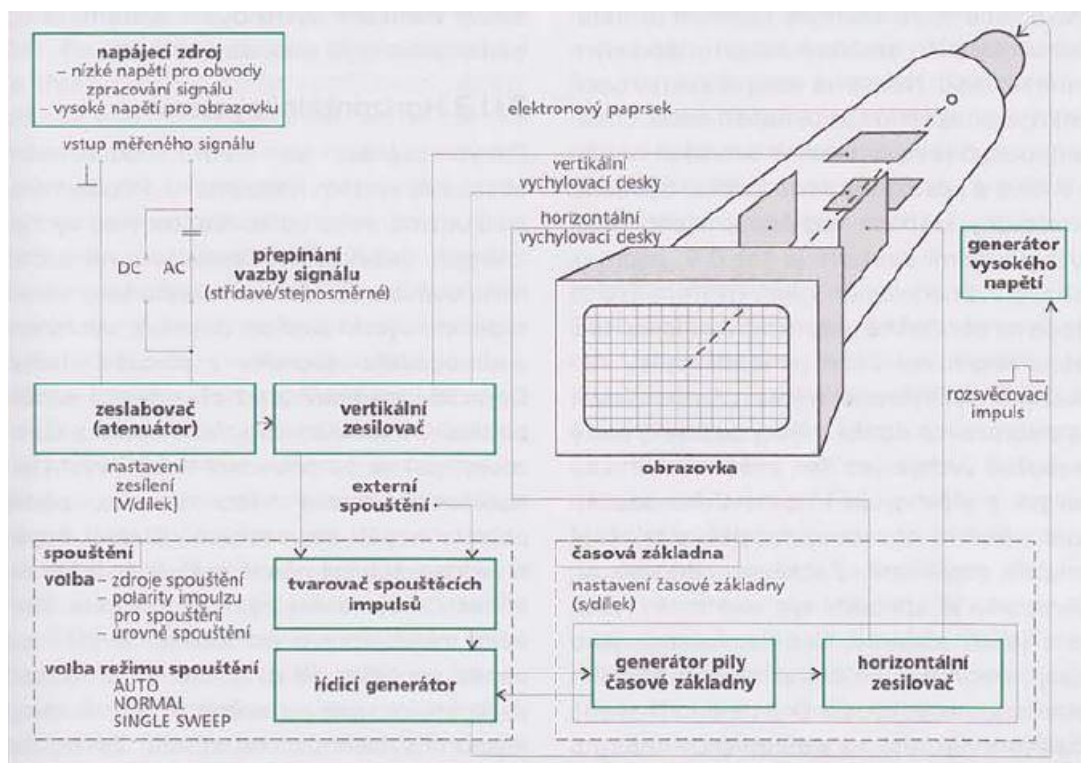
Osciloskop zobrazuje elektrické kmitavé děje a zobrazuje je do grafů. Jakožto elektronický přístroj, umožňuje zpracovávat pouze elektrické napětí přivedené na svorky. Pro měření jiných fyzikálních veličin je potřeba použít různé převodníky. Pomocí osciloskopu jsou nejčastěji sledovány průběhy jevů v závislosti na čase nebo je možné sledovat průběhy v závislosti na jiné fyzikální veličině. Osciloskop, který je určen pro diagnostikování vozidel, umožňuje zobrazení téměř všech signálů na obrazovce. Je to jediná možnost, jak vyhodnotit průběhy signálů, které mají velmi rychlý časový průběh nebo jsou závislé na změně fyzikální veličiny. Podle způsobu zpracování a zobrazení signálu se dělí osciloskopy na analogové a digitální.

### 4.12.1 Analogový osciloskop

Analogový osciloskop je už historickým typem a na trhu profesionální měřicí techniky se už téměř nevyskytuje. Byl postupně vytlačen digitálním osciloskopem, který bude popsán v kapitole 6.2 Digitální osciloskop.

Na vstupní svorky osciloskopu přichází měřený signál a z nich pokračuje na přepínač vazby signálu. Přepínač určuje, zda přicházející signál je stejnosměrného nebo střídavého charakteru. Pokud je vazba stejnosměrná, zobrazí se na obrazovce obraz signálu odpovídající skutečnosti. Při vazbě střídavé se zobrazí pouze střídavá složka signálu, je odebrána složka stejnosměrná, a proto obraz na stínítku pak nepředstavuje kompletní signál. Po přepínači signál dále putuje k zeslabovači (atenuátor), který snižuje vstupní napětí na hodnotu vhodnou pro zpracování v zesilovači. Vertikální zesilovač následovně zesiluje napětí na potřebnou hodnotu pro vychýlení elektronového paprsku v obrazovce.

Osciloskop musí umět zpracovat napětí v rozsahu několika řádů od milivoltů až po stovky voltů. Přesnost měření musí být zajištěna v celém rozsahu. Toho se dosáhne jen díky přesně kalibrovanému děliči vstupního napětí, který ho dělí v přesně definovaném poměru a následně je napětí zesíleno zesilovačem s pevně stanoveným zesílením. Vzniká tak napětí řádově několik desítek voltů, jímž je vychylován paprsek na obrazovce ve svislém směru. V praxi je často potřeba porovnávat dva signály. To nám umožní dvoukanálový osciloskop, který má dva vstupy a dva oddělené zesilovače pro vertikální vychylování paprsku.



Obrázek 25 - zjednodušené schéma analogového osciloskopu [23]

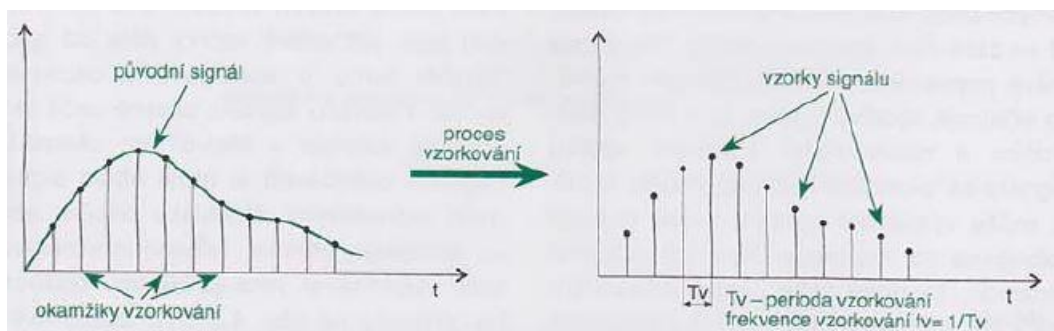
Pro správnou funkci osciloskopu musí být všechny obvody správně napájeny. Nízké napětí pro horizontální a vertikální vychylování paprsku, a vysoké pro obrazovku, které zajišťuje napájecí zdroj. Pro lepší představu o funkčnosti analogového osciloskopu je znázorněno zjednodušené schéma (Obrázek 25).[23]

#### 4.12.2 Digitální osciloskop

Digitální osciloskop je nástupce analogového a na trhu jich je nepřeberné množství. Má velké využití při diagnostikování elektrických nebo elektronických závad ve vozidlech.

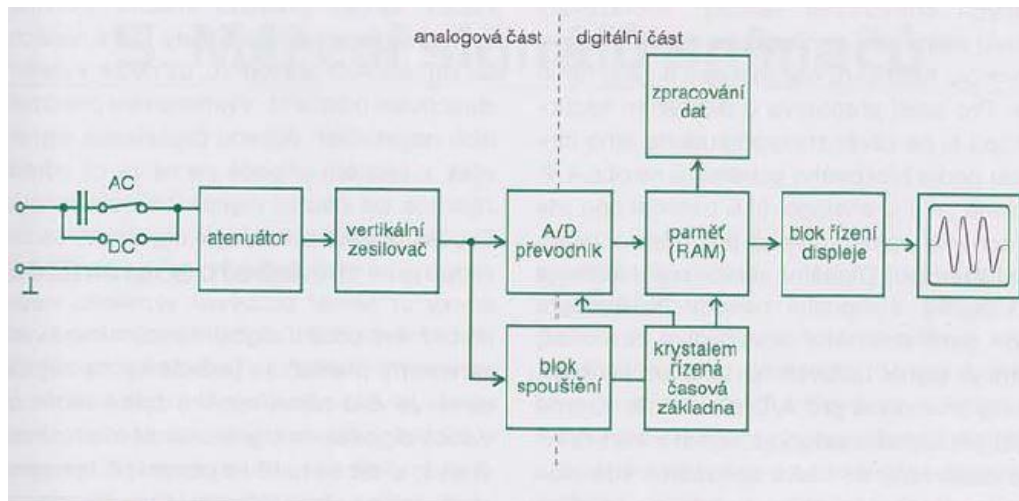
Digitální osciloskop je rozdělen na dvě části: analogovou a digitální. Analogový spojitý signál je převáděn na sled čísel, která nesou informaci o čase a velikosti původního signálu. Úskalí digitalizace spočívá v převádění spojitého signálu, kdy při odečítání mezi jedním a druhým časovým úsekem vznikne časová mezera (Obrázek 26), a signál v danou dobu mohl mít jakýkoliv průběh. Digitální osciloskop musí tyto mezery vyplňovat pravděpodobností tvaru signálu z předchozích odběrů, tím je zatížen chybou, která je tím větší, čím je větší vzorkovací frekvence. Převod signálu z analogového na digitální probíhá pomocí převodníku, kdy každá hodnota napětí je převedena na soustavu jedniček a nul.





Obrázek 26 - vzorkování signálu [23]

Digitalizovaný signál se zobrazuje na LCD displeji přímo na osciloskopu nebo na monitoru počítače připojeného k osciloskopu. Digitalizace má spoustu výhod při měření. Měřený signál se může ukládat a zpětně zkoumat popřípadě porovnávat se vzorovými signály. Dále se dokáží také odfiltrovat různé šумы, které nám signál zkreslují a činí ho špatně přehledným. V případě porovnávání signálů je důležité znát přesný tvar signálu k měřenému akčnímu členu. Například při měření zapalování je nutné znát čas hoření jiskry, dobu přeskočení jiskry a počet výkmitů zbytkové energie ve vinutí po dohoření oblouku. Pro lepší představu principu digitálního osciloskopu je znázorněné schéma velice zjednodušené (Obrázek 27). [23]



Obrázek 27 - názorné schéma digitálního osciloskopu [23]

#### 4.13 Příslušenství pro digitální osciloskopy

Pro správné měření jednotlivých signálů a veličin je potřeba různého příslušenství.

### 4.13.1 Proudové kleště

Proudové kleště (**Obrázek 28**) jsou nezanedbatelnou součástí každého osciloskopu. Jejich aplikace v rámci měření je závislá na jejich měřicím rozsahu. Kleště o rozsahu do 60A se používají například pro měření proudu u vstřikovacích trysek vznětového motoru. Pro měření zdrojových proudů, například startovací proud, se používají kleště s rozsahem 600A – 1000A. [24]



Obrázek 28 - proudové kleště CC 60A [24]

### 4.13.2 Tlaková sonda

Tlakové sondy (**Obrázek 29**) jsou používány pro převod hodnot tlaků na elektrické veličiny, které je možné zobrazit a následně porovnávat pomocí osciloskopu. Tlakové sondy se používají zejména pro měření kompresních tlaků nebo tlaku paliva. [24]



Obrázek 29 - tlaková sonda APS - 14 rozsah měření -0,8 - 6 bar [24]

### 4.13.3 Kapacitní a induktivní snímače

Kapacitní a induktivní snímače jsou určeny pro diagnostiku zapalovacích soustav zážehových motorů. Kapacitními kleštěmi (**Obrázek 30**) lze například identifikovat první válec, analyzovat a vypočítat otáčky zážehového motoru nebo zjistit stav zapalovací cívky. [24]



Obrázek 30 - kapacitní kleště pro měření sekundárního napětí [24]

#### 4.13.4 Piezo - snímače

Piezo – snímače (**Obrázek 31**) jsou určeny pro diagnostiku vstřikovacích systémů vznětových a zážehových motorů. Piezo – snímač je montován přímo na vysokotlakém palivovém vedení, kde je snímána úroveň vibrací. [24]



Obrázek 31 - piezo - snímač vibrací [24]

#### 4.13.5 Měřicí hroty

Nezbytnou součástí osciloskopu jsou měřicí hroty (**Obrázek 32**), které jsou prvním kontaktem mezi měřeným bodem a osciloskopem. Proto je velice důležitá jejich kvalita a použitelnost. Optimální tloušťka jehly je 0,9 mm, která zaručí nepoškození vodiče při vpichování hrotu do konektorové svorky. [24]



Obrázek 32 - měřicí hroty 0,9mm [24]

### 4.13.6 Fotosenzor

Fotosenzor (**Obrázek 33**) je používán v případech, kdy je špatný přístup ke snímači polohy klikové hřídele. Je montován v blízkosti řemenice, na kterou je vyznačeno 8, optimálně 18 značek nebo je na čelo řemenice nalepen signální štítek. Pro snadnou montáž fotosenzoru na kovové povrchy je vybaven magnetem. Tento snímač vyžaduje externí napájení 8 – 20V. [24]



Obrázek 33 - fotosenzor [24]

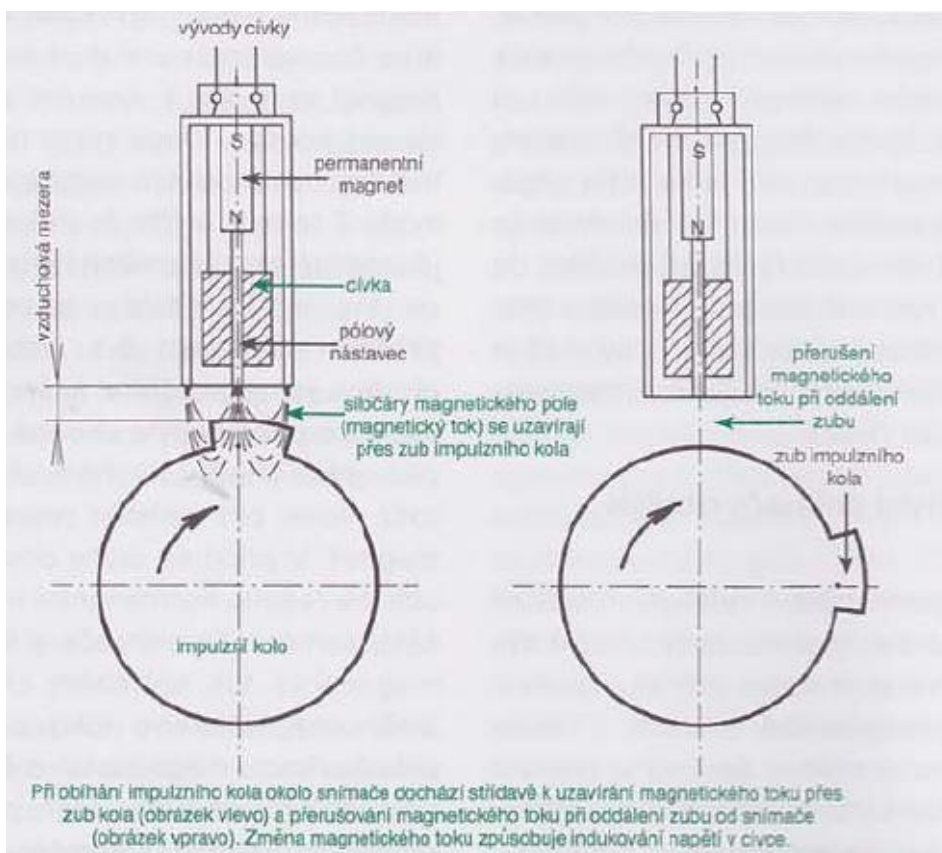
## 4.14 Měření signálů snímačů

### 4.14.1 Snímače otáček

Snímače otáček patří k základním snímačům, bez nichž by elektronické systémy nemohly fungovat. Prakticky lze snímat otáčky jakéhokoliv rotačního dílu na vozidle, nejen těch, které patří přímo motoru. Například snímače otáček kol u systému ABS. Z hlediska měřené veličiny je měřen úhel, který uběhne mechanický díl za jednotku času. Ve vozidlech jsou většinou měřeny relativní veličiny, respektive úhly, které mezi sebou mají dva mechanické díly, z nichž je jeden většinou pevný a druhý pohyblivý. Například u systému ABS jsou měřeny otáčky jednotlivých kol vůči jednomu společnému bodu a tím je podvozek vozidla. [23]

#### 4.14.2 Induktivní snímač otáček

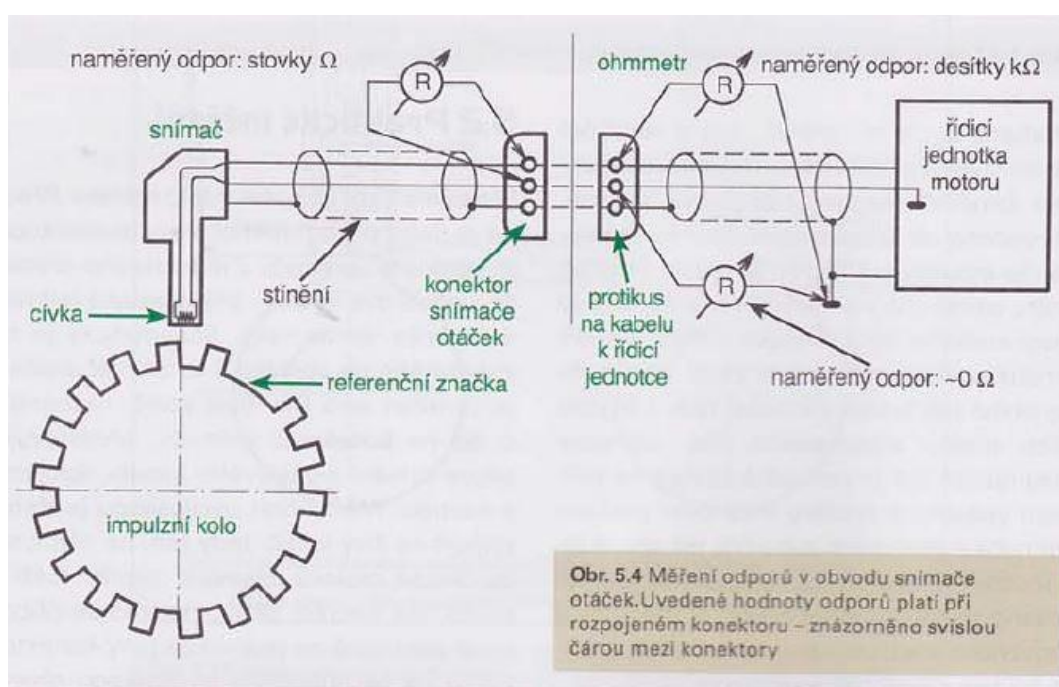
Induktivní snímače otáček pracují na principu magnetické indukce (**Obrázek 34**). V cívce tvořené několika závity drátu vzniká střídavé elektrické napětí, je-li cívka vystavena proměnnému magnetickému poli. Průřezem cívky musí procházet proměnný magnetický tok tvořený vnějším magnetickým polem. V praxi je používáno jiné řešení. Součástí snímače otáček je permanentní magnet, který tvoří potřebný magnetický tok průřezem cívky. Změn magnetického toku je dosahováno například pomocí výstupku nebo kolíku z magneticky měkkého materiálu obíhajícího okolo snímače. Při přiblížení zubu ke snímači prochází cívkou velký magnetický tok. Naopak při oddálení vzniká před snímačem velká vzduchová mezera, tím pádem se siločáry magnetického toku téměř neuzavírají, výsledný magnetický tok je tedy velmi malý. Při otáčení zubu okolo snímače a střídání velkého a malého magnetického toku, vzniká odpovídající indukované napětí. Indukované napětí je přímo úměrné počtu závitů cívky a velikosti časové změny magnetického toku. Čím rychleji obíhá zub okolo snímače, tím je větší indukované napětí. [23]



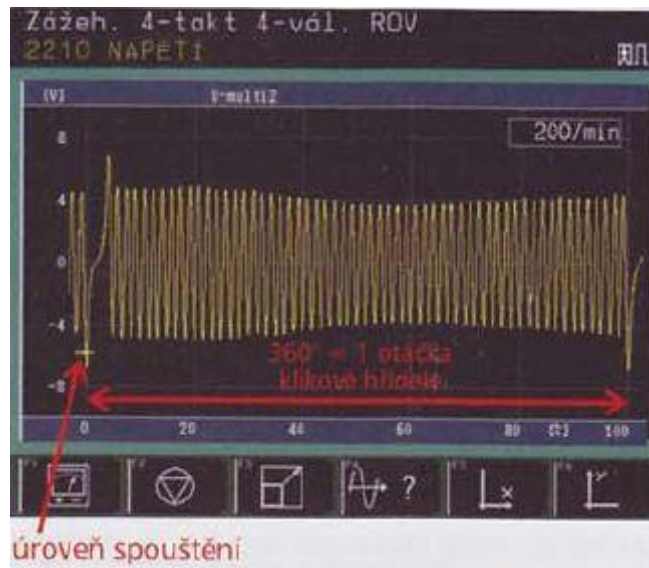
Obrázek 34 - princip indukčního snímače otáček [23]



Pro vlastní měření je potřeba připojit měřicí hroty na snímač (**Obrázek 35**). Ze snímače vedou tři vodiče, z toho jeden je stínění signálního kabelu spojeného s kostrou, zbylé dva představují jednotlivé konce cívky. Při vypnutém motoru se rozpojí konektor snímače otáček a najdou se piny, mezi nimi je vzájemný odpor v řádu stovek ohmů (pokud bychom na žádném pinu neměřili uvedený odpor, znamenalo by to přerušenu cívku a tím pádem vadný snímač). Nalezené piny se promítnou na protikus konektoru směřující k řídicí jednotce, kde je měřeno proti kostře motoru. Pin, který má odpor vůči kostře blízký nule, je ukostřen v řídicí jednotce. Zbývající pin je tedy hledaný nosič signálu, do kterého je zaveden měřicí hrot. Kostra osciloskopu je připojena na minusový pól akumulátoru. V případě, že je splněn správný postup zapojení a při nastartovaném motoru se signál (**Obrázek 36**) nezobrazí, znamená to, že zcela určitě snímač nevytváří signál. Příčina může být například poškozený permanentní magnet, povytažený snímač (velká vzduchová mezera) nebo je poškozeno impulzní kolo. [23]



Obrázek 35 - měření odporů v obvodu snímače otáček [23]

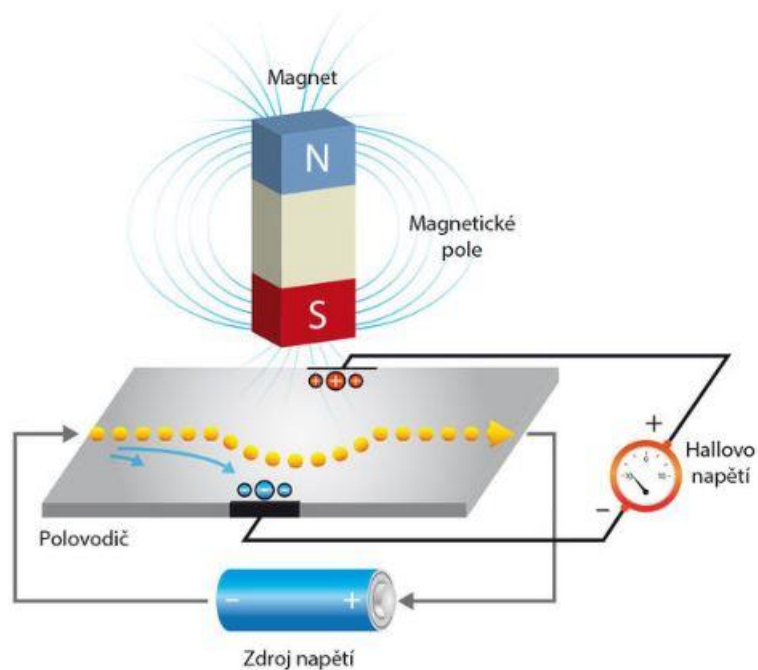


Obrázek 36 - příklad signálu indukčního snímače [23]

#### 4.14.3 Hallův snímač otáček

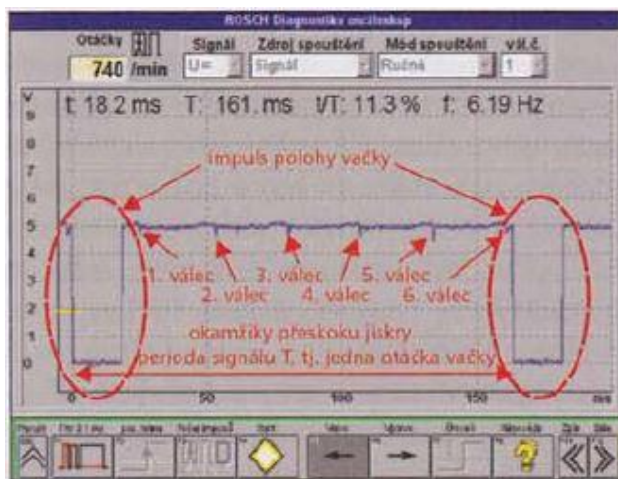
Hallův snímač pracuje na principu tzv. Hallova jevu (**Obrázek 37**), zjednodušeně se jedná o vznik napětí v polovodičovém materiálu, jímž protéká proud za přítomnosti magnetického pole. V obdélníkové destičce z polovodičového materiálu podélně protéká elektrický proud, který je vychylován magnetickým polem na příčné straně destičky (kolmo na protékající proud), kde je možno měřit Hallovo napětí. Tento jev nastane pouze v případě, že destičkou protéká elektrický proud a působí vnější magnetické pole. Tento typ snímače vyžaduje vnější napájení. Napětí na destičce snímače je v řádech milivoltů, které musí být zesíleno v elektronickém obvodu uvnitř snímače a následně vytvarováno na obdélníkové impulzy konstantní amplitudy. Jedná se o aktivní typ snímače – pracuje s vnějším napájecím napětím a prvotně zpracovává signál. Výhodou snímače je snadné zpracování konstantní amplitudy řídicí jednotkou. Konstantní amplitudou je myšleno, že výška impulzu (napěťová velikost) se nemění s otáčkami měřeného rotačního dílu, ale pouze se mění frekvence a šířka impulzu. Lze také využívat pro měření otáček s rychlostí blízké nule, kde by indukční snímač vykazoval napětí blížící se nule a pro řídicí jednotku by byl nerozpoznatelný. Nejčastěji se využívá pro měření otáček vačkového hřídele. [23]





Obrázek 37 - schéma Hallova jevu [25]

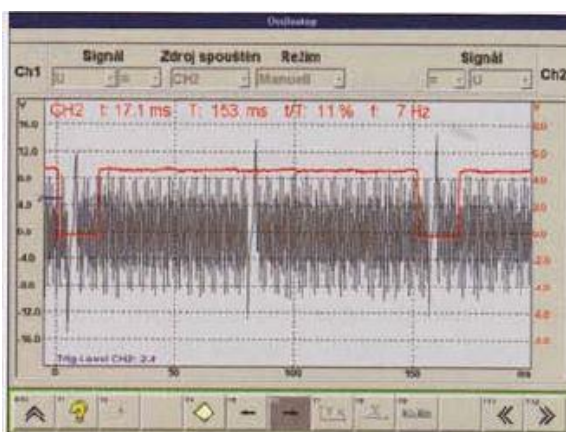
Na vzorovém signálu (**Obrázek 38**) jsou patrné dva obdélníkové impulzy, které jsou ohraničeny skokovou změnou napětí signálu z 5V na 0V a opětovným návratem na 5V. Doba mezi těmito dvěma impulzy odpovídá času otočení vačkové hřídele. Otáčky motoru byly zaznamenány pomocí kapacitních kleští na prvním válci. [23]



Obrázek 38 - příklad Hallova signálu [23]

## 4.15 Dvoukanálový osciloskop

Pro zjištění pouze časového průběhu napětí stačí jednobanálový osciloskop. Pro souvislosti časových průběhů dvou nebo více signálů je potřeba užít dvou nebo vícekanálový osciloskop. Zobrazování více souvisejících signálů (**Obrázek 39**) je mnohem přehlednější a jednodušší. Vlastní měření na dvoukanálovém osciloskopu probíhá na dvou kanálech současně, které mají stejné osciloskopické vlastnosti. Oba kanály mají společnou časovou základnu a také funkci spouštění, která zaručuje vykreslování obou signálů v jasně daný okamžik, který je volitelný dle jednoho nebo druhého signálu. Tím je zaručeno časové propojení více signálů. [23]



Obrázek 39 - porovnání signálů vačkové a klikové hřídele [23]

## 5 Výsledky a diskuze

V této kapitole bude popsána ukázka praktického měření na dvou osciloskopech. Měření bylo prováděno na měřicích panelech a také přímo na automobilech v měřicích laboratořích Střední školy automobilní Holice. K měření byl využit tester Bosch FSA 740 a AVL Discope 990.

### 5.1 Tester AVL DiScope 990

AVL DiScope 990 (**Obrázek 40**) je kompletní motortester s digitálním univerzálním osciloskopem. Osciloskop je 12-ti kanálový, kde se obraz promítá na připojeném počítači. Měřený signál je možné ukládat do paměti a porovnávat naměřené signály se vzorovými, které jsou uloženy v databázi. Součástí je EOBD diagnostika. Pomocí tohoto testeru lze testovat veškeré spalovací motory. Tento typ motortesteru je již zastaralý a používá se ve výjimečných případech, kdy je potřeba měřit více než dva signály současně.



Obrázek 40 - motortester AVL DiScope 990 [4]

## 5.2 Bosch FSA 740

Diagnostický tester Bosch FSA 740 (**Obrázek 41**) je univerzální tester pro kompletní řešení diagnostiky. Součástí je 2kanalový paměťový osciloskop s vysokou frekvencí vzorkování (až 50 milionů vzorků za sekundu). Umožňuje rychlé ukládání a vyvolání naměřených hodnot a signálů. Součástí je sériová diagnostika KTS 570. Součástí testeru jsou různé sondy pro měření signálů, například kapacitní kleště, proudové kleště, stroboskopická lampa pro nastavení předstihu a další. Tester lze rozšířit o modul analyzátoru výfukových plynů, opacimetr. Pro zobrazování hodnot slouží monitor, který je součástí testeru.

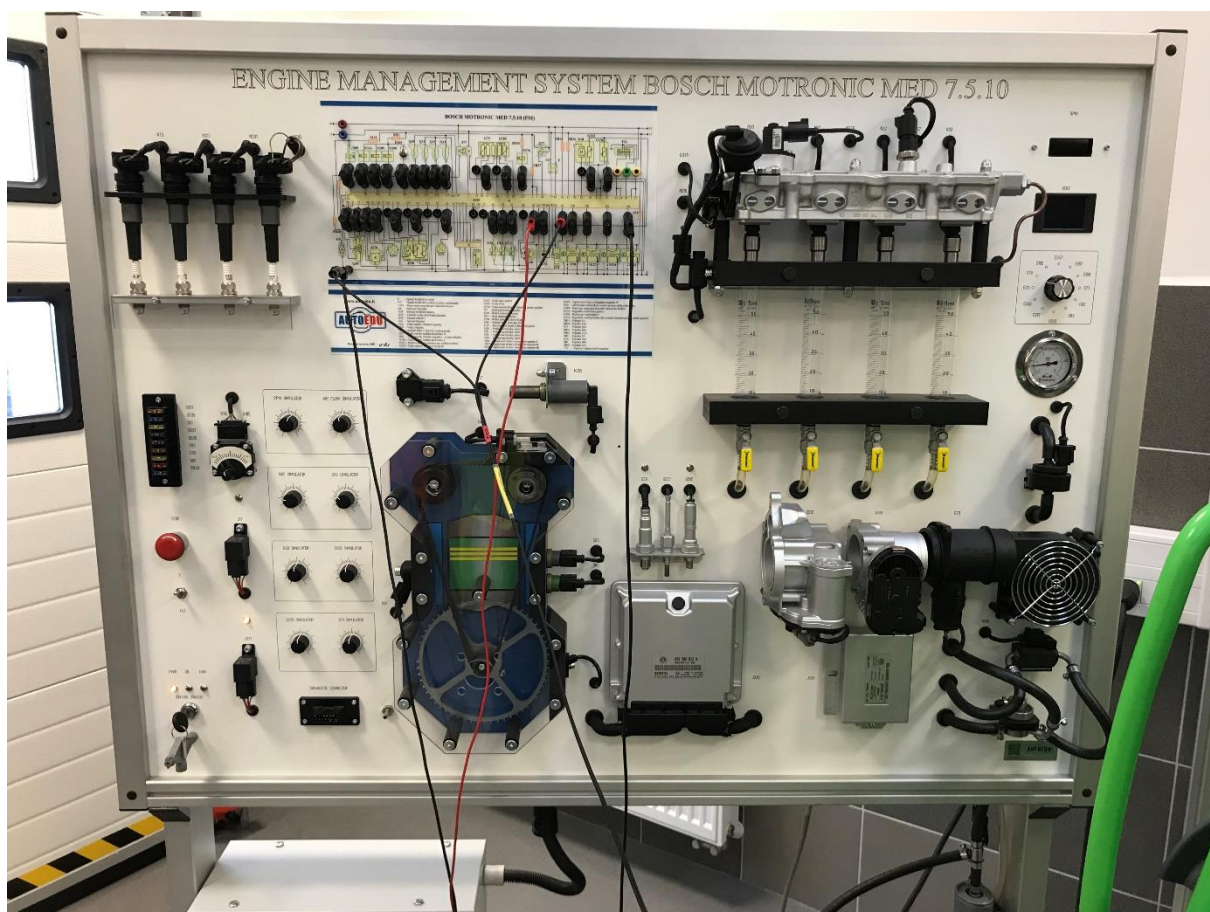


Obrázek 41 - Bosch FSA 740 [4]



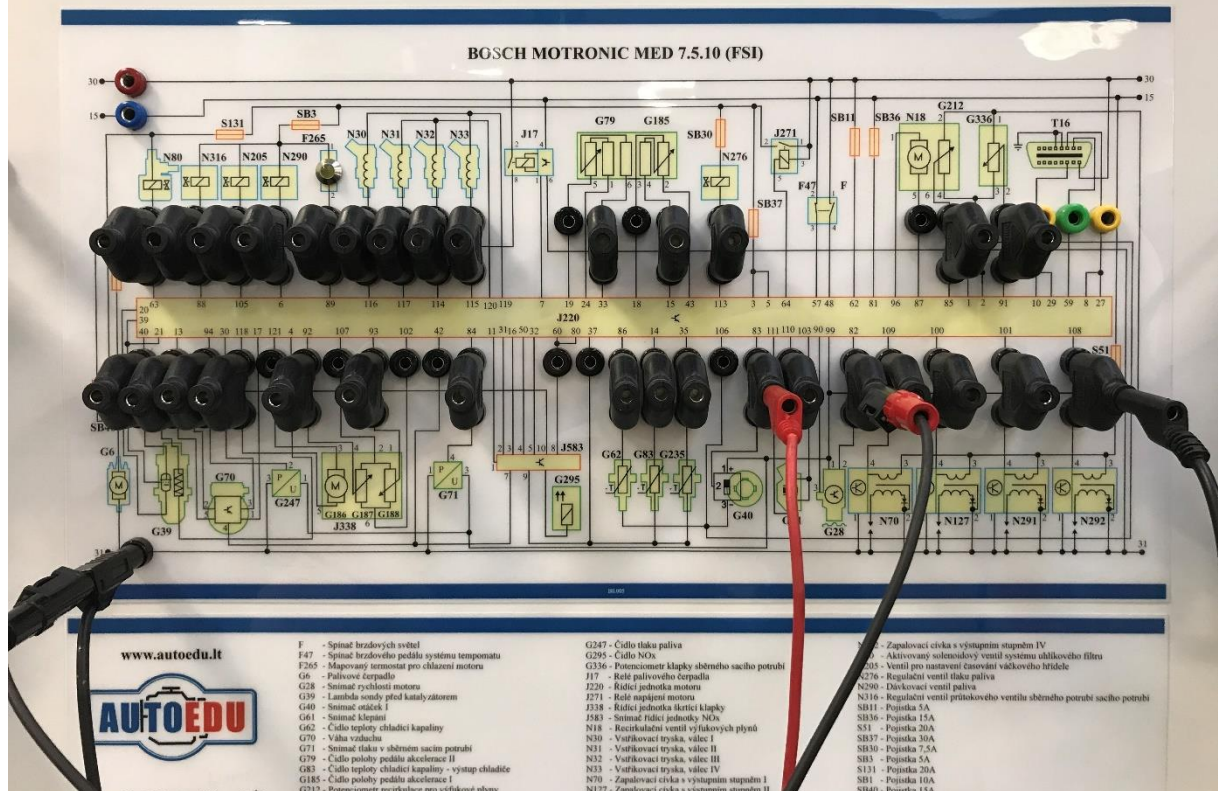
### 5.3 Ukázka indukčního signálu a Hallova signálu

Pro ukázkou rozdílů mezi Hallovy a indukčním signálem byl použit měřicí panel (Obrázek 42). Měřeno bylo testerem Bosch FSA 740 za pomoci dvoukanalového osciloskopu. Kostra každého kanálu byla připojena na minusový pól baterie. Kanál číslo jedna byl připojen na pin číslo 83 řídicí jednotky, který odpovídá signálu Hallova snímače na vačkové hřídeli. Kanál číslo dva byl připojen na pin 82 řídicí jednotky (Obrázek 43), který odpovídá signálu indukčního snímače klikové hřídele (Obrázek 44). Na osciloskopu byl nastaven rozsah na ose Y 20V pro oba kanály a časová frekvence na ose X byla nastavena na 100ms. Hallův signál má obdélníkový průběh a je označen modrou barvou. Červeně zobrazený signál vede od indukčního snímače. Referenční bod horní úvratě prvního válce je označen mezerou v amplitudě (Obrázek 44).

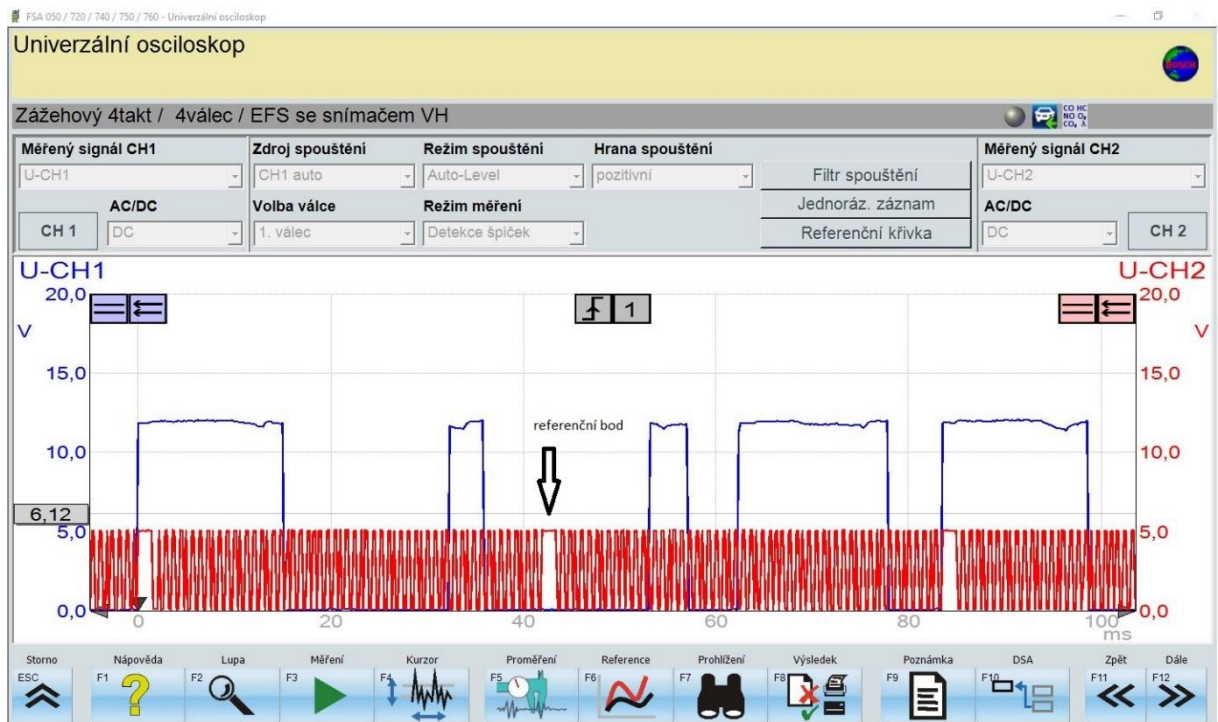


Obrázek 42 - připojení Hallova a indukčního snímače na osciloskop [4]

# VE MANAGEMENT SYSTEM BO



Obrázek 43 – detail připojení [4]



Obrázek 44 - porovnání indukčního a Hallova signálu [4]

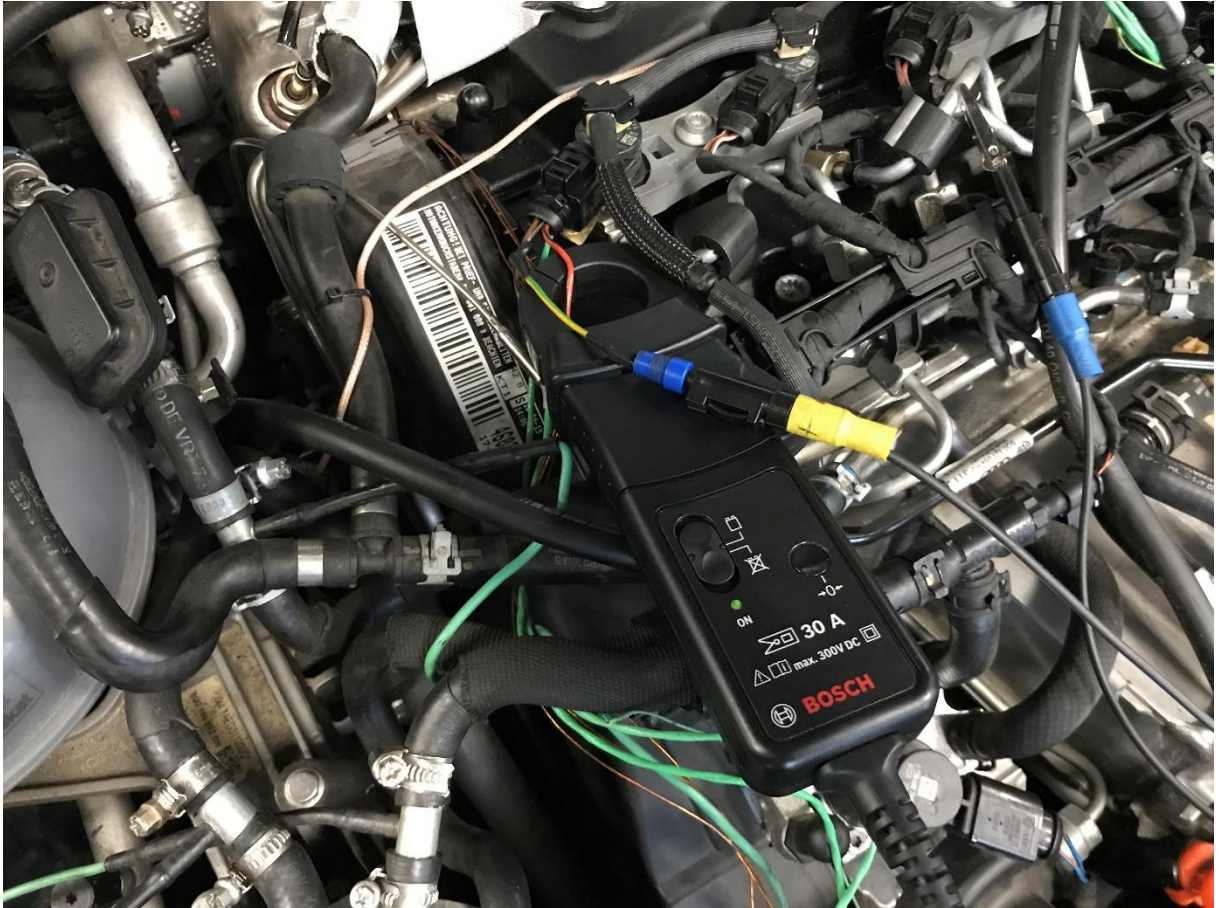


## 5.4 Měření vstřikování paliva Octavia III 1.6 TDI

Měřicí test byl prováděn na vozidle Škoda Octavia III 1.6 TDI rok výroby 2015. Předmětem měření byl proud a napětí na cívce vstřikovače paliva (**Obrázek 45**). Měření bylo prováděno na prvním válci, kde na signální vodič byla pomocí jehly připojena signální sonda prvního kanálu, a na druhý kanál byly připojeny proudové kleště okolo vodiče z cívky. Kostra byla připojena pomocí svorky k motoru (**Obrázek 46**). Proudové kleště jsou jednosměrné, proto musely být připojeny po směru toku proudu. První kanál je nastaven na rozsah 50V (modrý signál), druhý kanál je nastaven na rozsah 20A (červený signál) a časová osa je rozvržena na 10ms.



Obrázek 45 - celkový pohled na připojení osciloskopu [4]



Obrázek 46 – detail připojení sond osciloskopu [4]



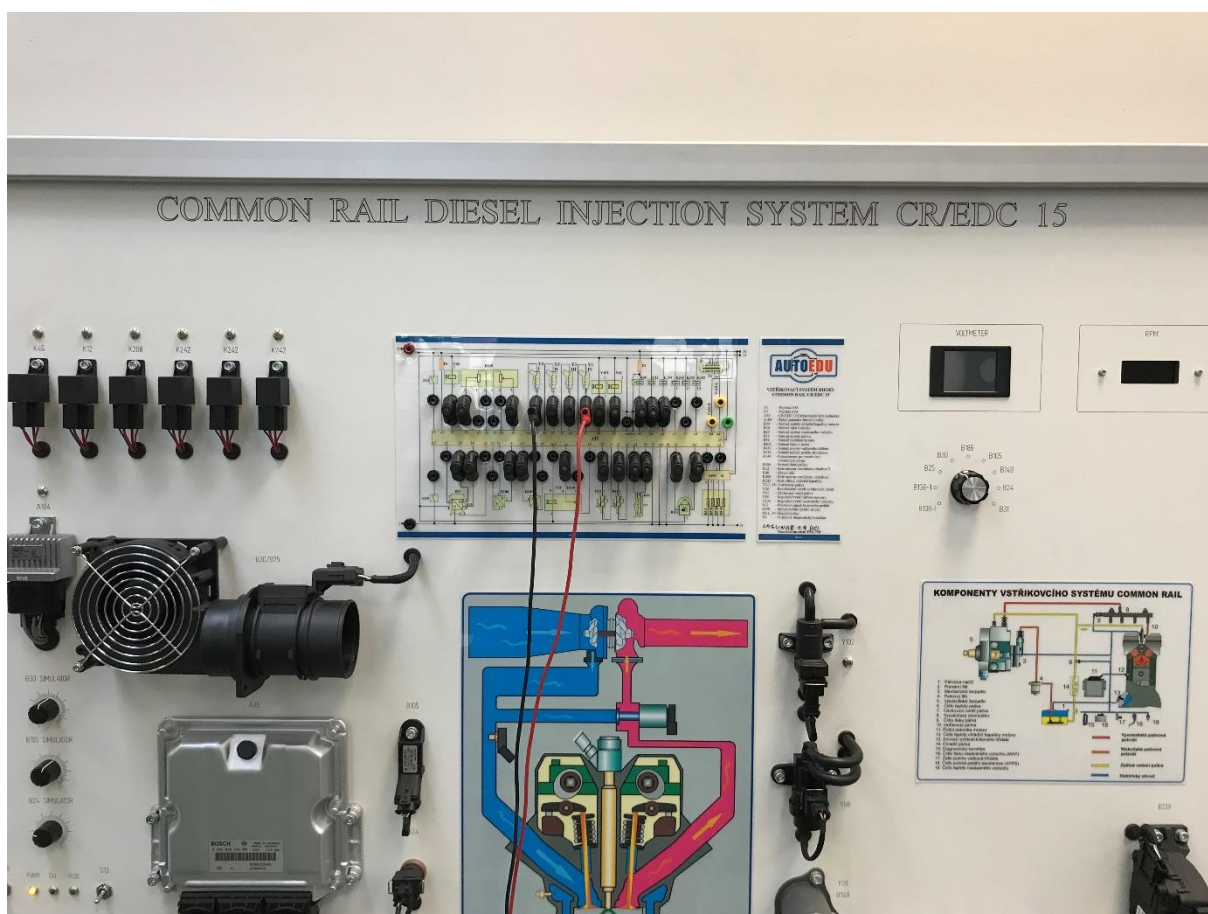
Obrázek 47 - signál napětí a proudu na cívkce vstřikovače [4]



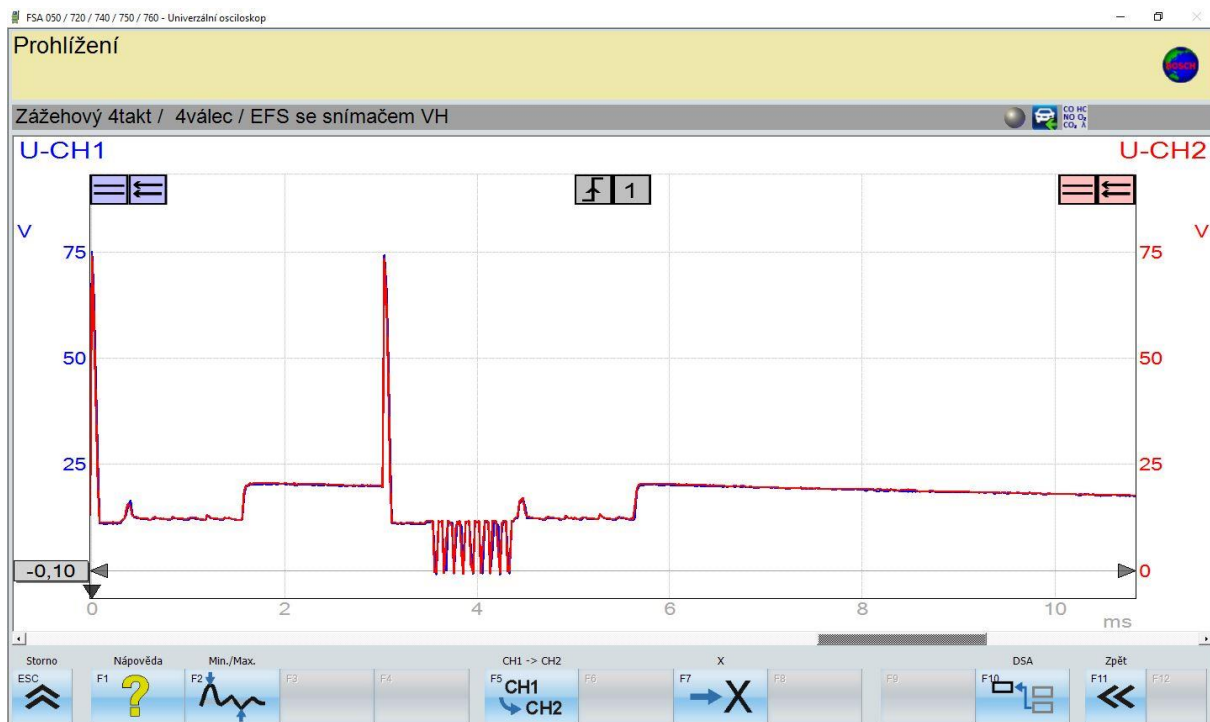
Naměřena byla skupina tří tvarů signálů (**Obrázek 47**), kde každý z nich představuje jeden vstřík. Ve volnoběžných otáčkách probíhá vstříkávání ve třech fázích. První dva vstříky jsou takzvané předvstříky pro lepší homogenitu směsi při hoření a poslední je hlavní vstřík, při kterém dojde k zažehnutí směsi. Při zátěži může být vstřík rozdělen do čtyř předvstříků a jednoho hlavního vstříku. Šipkou označené výkmity proudu značí dobu otevření vstříku.

## 5.5 Měření vstříkávání Common Rail

Měření bylo prováděno na měřicím panelu (**Obrázek 48**) se vstříkovacím systémem motoru 1.9 DCI Reanault Laguna II. Cílem měření bylo porovnat napětí (**Obrázek 49**) na elektromagnetech vstříkovačů prvního a čtvrtého válce. Měřicí sonda prvního kanálu byla zapojena na čtvrtý válec (červený signál), sonda druhého kanálu (modrý signál) byla připojena na první válec. Kostra kanálů byla připojena na mínus pól baterie.



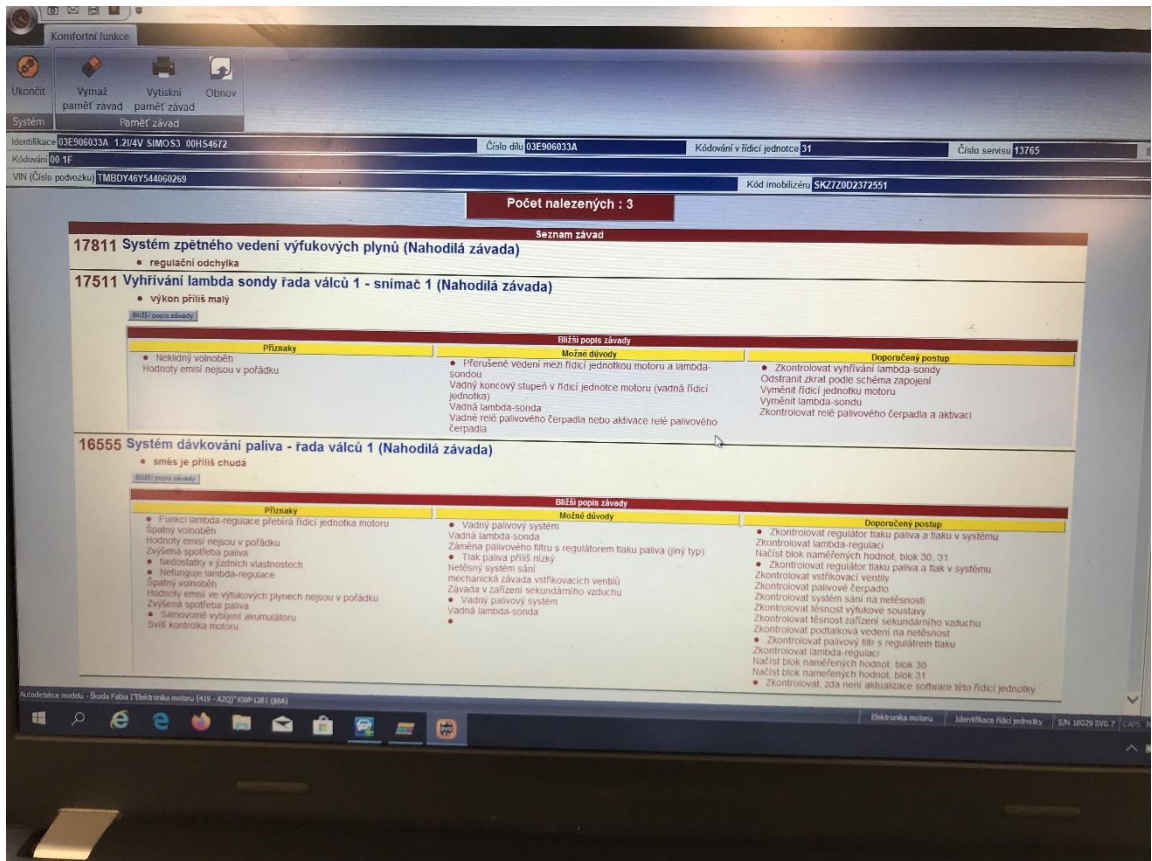
Obrázek 48 - připojení měřicích sond na panelu [4]



Obrázek 49 - signál napětí na vstřikovacích cívkách [4]

## 5.6 Měření lambda sondy

Odhalení závady na lambda sondě bylo provedeno na vozidle Škoda Fabia 1.2 HTP 47 kW rok výroby 2006. Dle výpovědi řidiče vozidlo občas „škubalo“, mělo vysokou spotřebu a na palubní desce blikala kontrolka MIL. Sériovou diagnostikou Bosch KTS 570 byla vyčtena paměť závad, která vykazovala několik chyb (**Obrázek 50**). Následný postup měření byl prováděn pomocí osciloskopu. Sledovala se lambda regulace. Připojení sondy bylo na svorkovnici lambda sondy pomocí sondážní jehly (**Obrázek 51**) a kostra byla připojena na kovovou část motoru. Po změření bylo zjištěno, že lambda sonda reguluje bohatost směsi, ale v jiných hodnotách než je obvyklé pro lambda sondu (**Obrázek 52**). Požadované regulační hodnoty lambda sondy musejí být mezi 0V a 1V. Následovalo proměření vyhřívání pomocí multimetru, kde byl měřen odpor na vinutí cívky vyhřívání. Naměřen byl nekonečně velký odpor, z čehož bylo potvrzeno porouchané vyhřívání lambda sondy.

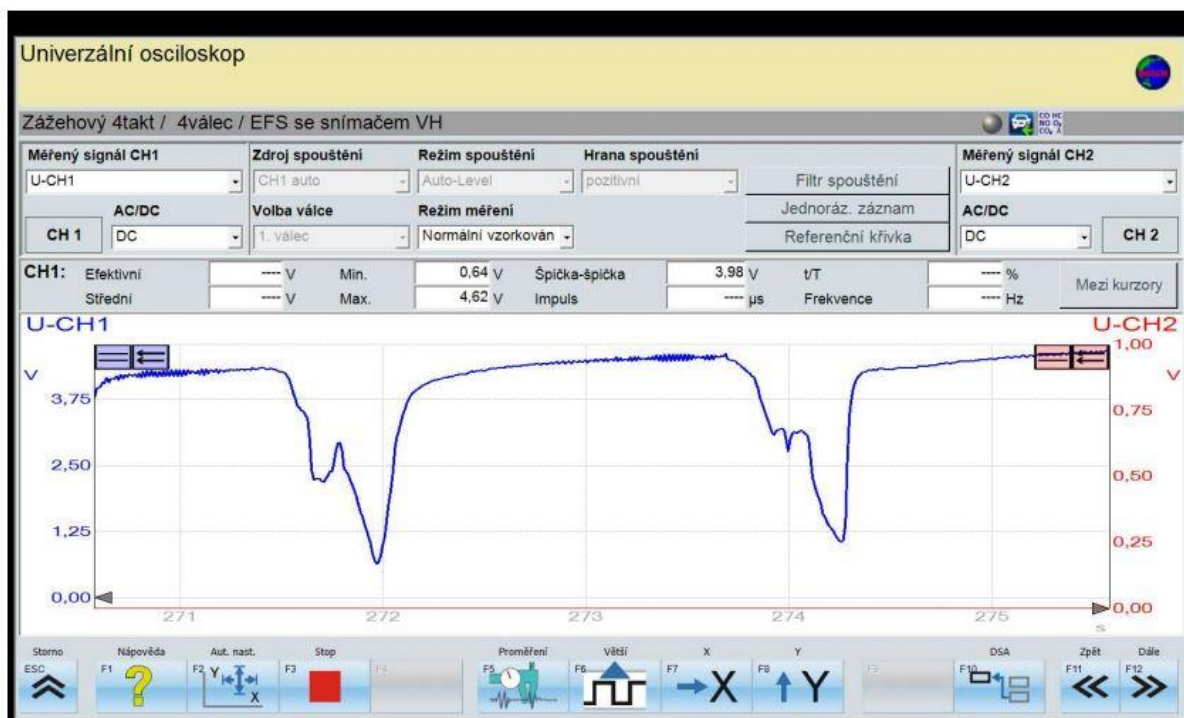


Obrázek 50 – vyčtená paměť závad [4]



Obrázek 51 – detail připojení měřící sondy [4]





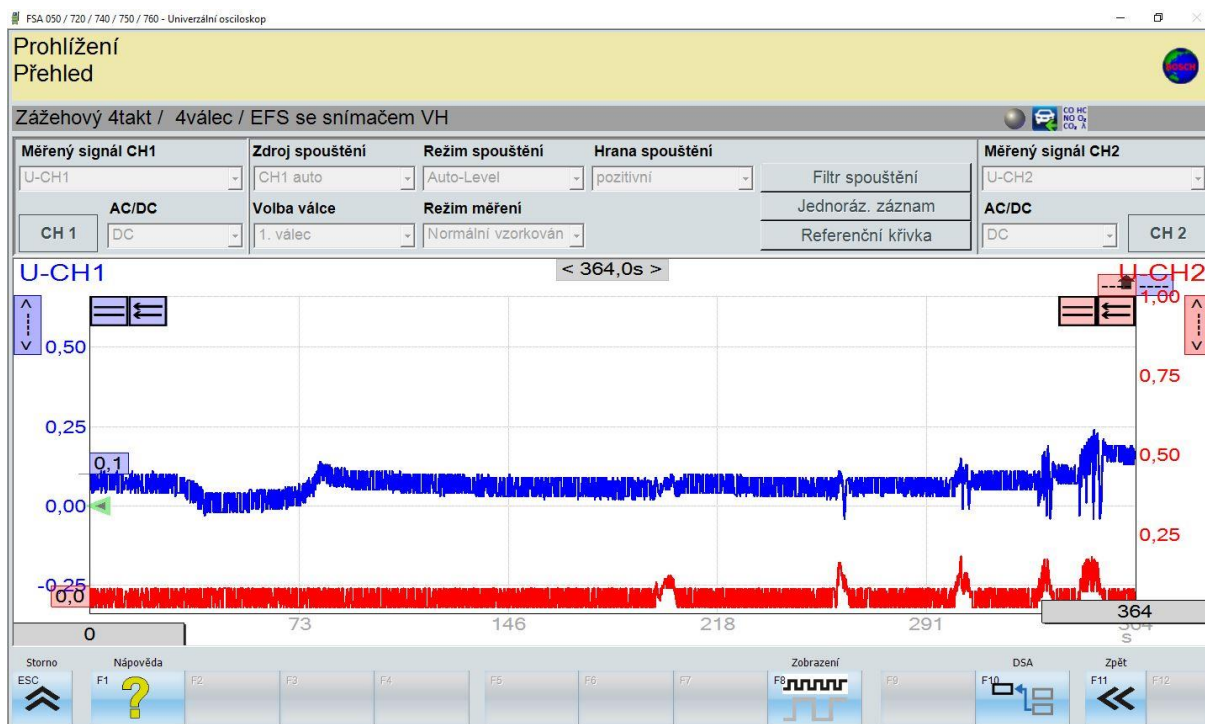
Obrázek 52 - signál regulace - lambda sonda [4]

## 5.7 Porucha regulace lambda sondy

Měření bylo prováděno na vozidle Ford Focus 1.6i 16V 74 kW rok výroby 2004. Automobil nevykazoval známky poruchy, ale při kontrole emisí byly zjištěny nevyhovující hodnoty výfukových plynů. Prvotně byla vyčtena paměť závad, kde byla zobrazena chyba lambda sondy. Následně byla lambda sonda měřena osciloskopem. Pro připojení měřicích sond byly použity opět sondážní jehly (**Obrázek 53**). Měřena byla lambda sonda před i za katalyzátorem. Naměřené hodnoty byly v záporných číslech a regulace bohatosti směsi nefungovala. Z tohoto grafu (**Obrázek 54**) lze usoudit, že jsou obě dvě lambda sondy porouchané a je třeba je vyměnit za nové.



Obrázek 53 – signál vadné lambda sondy [4]



Obrázek 54 - detail připojení měřící sondy na svorku lambda sondy [4]

## 5.8 Měření zapalování

Měření bylo provedeno na stejném typu vozidla jako v předchozí kapitole 8.7. V návaznosti na předchozí závadu lambda sondy bylo překontrolováno, zda správně funguje zapalování na daném vozidle. Měřeno bylo pomocí osciloskopu AVL DiScope 990. Na zapalovací kabel prvního válce byly umístěny pick up kleště, kterými se měří otáčky motoru. Dále byly na zapalovací kabely připevněny kapacitní kleště, které byly propojeny do dvou párů. První pár byl připojen na první a třetí válec a následně druhý pár na druhý a čtvrtý válec. Ke každému páru byla připojena jedna sonda osciloskopu (**Obrázek 55 a 56**). Na osciloskopu byl nastaven rozsah napětí na ose Y 8 kV a na časové ose X 100% (vyjadřuje zobrazení jednoho cyklu motoru 720° otočení klikového hřídele). Z grafu (**Obrázek 57**) lze vyčíst, že zapalovací soustava je v pořádku. Na prvním válci probíhá kompresní zapalování a následné hoření kladné jiskry (modrý graf). Na stejné ose dole probíhá po jednom otočení klikové hřídele zapálení výfukové jiskry pro zapálení neshořelého paliva. Následně jsou na třetím válci cykly otočené, kde ve spodní části grafu je zobrazena záporná kompresní jiskra a nad ní výfuková jiskra.

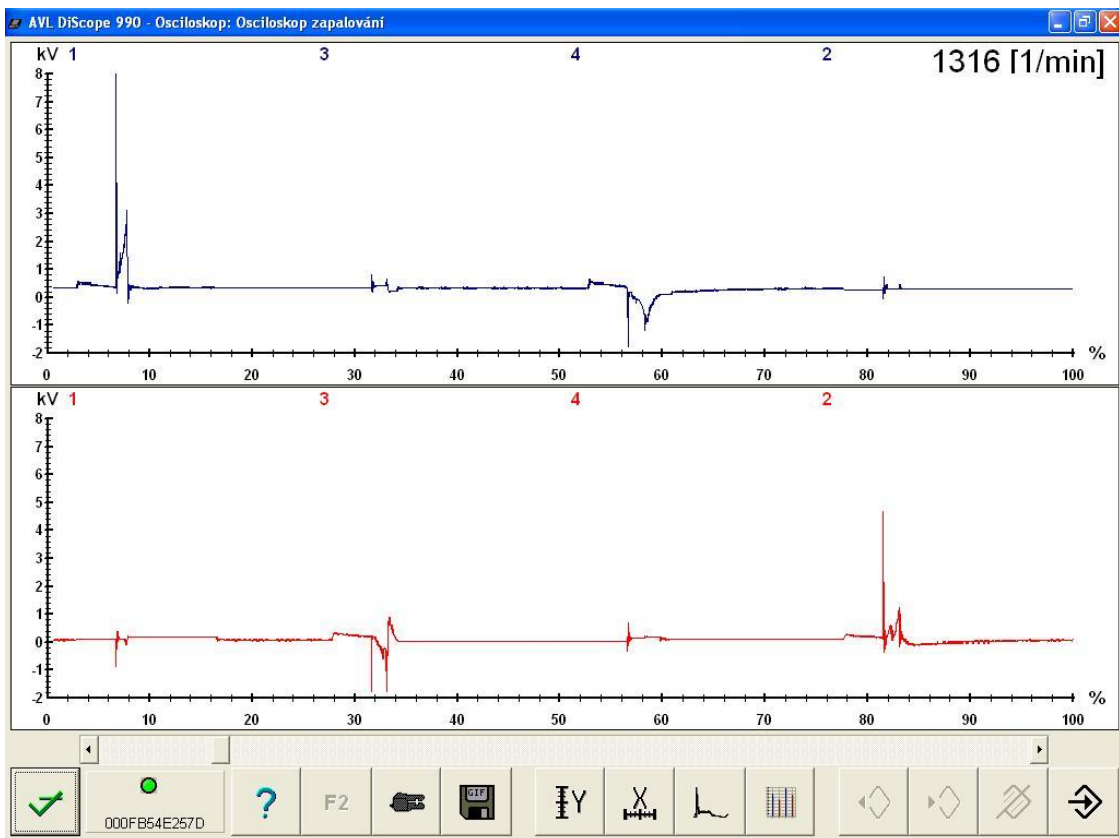


Obrázek 55 - celkový pohled na připojení měřicích kleští [4]





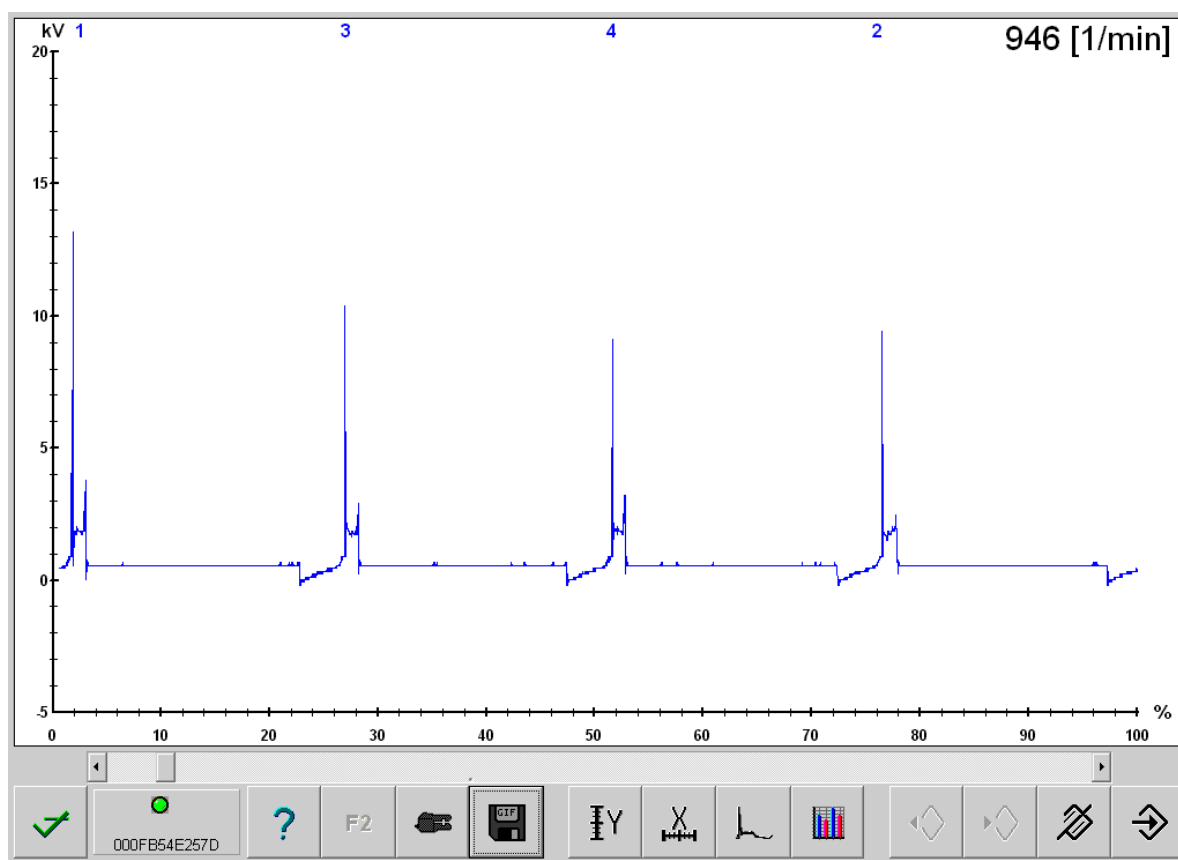
Obrázek 56 - připojení osciloskopu pomocí napěťových pick up kleští (oranžové) [4]



Obrázek 57 - graf dvoujiskrového zapalování [4]

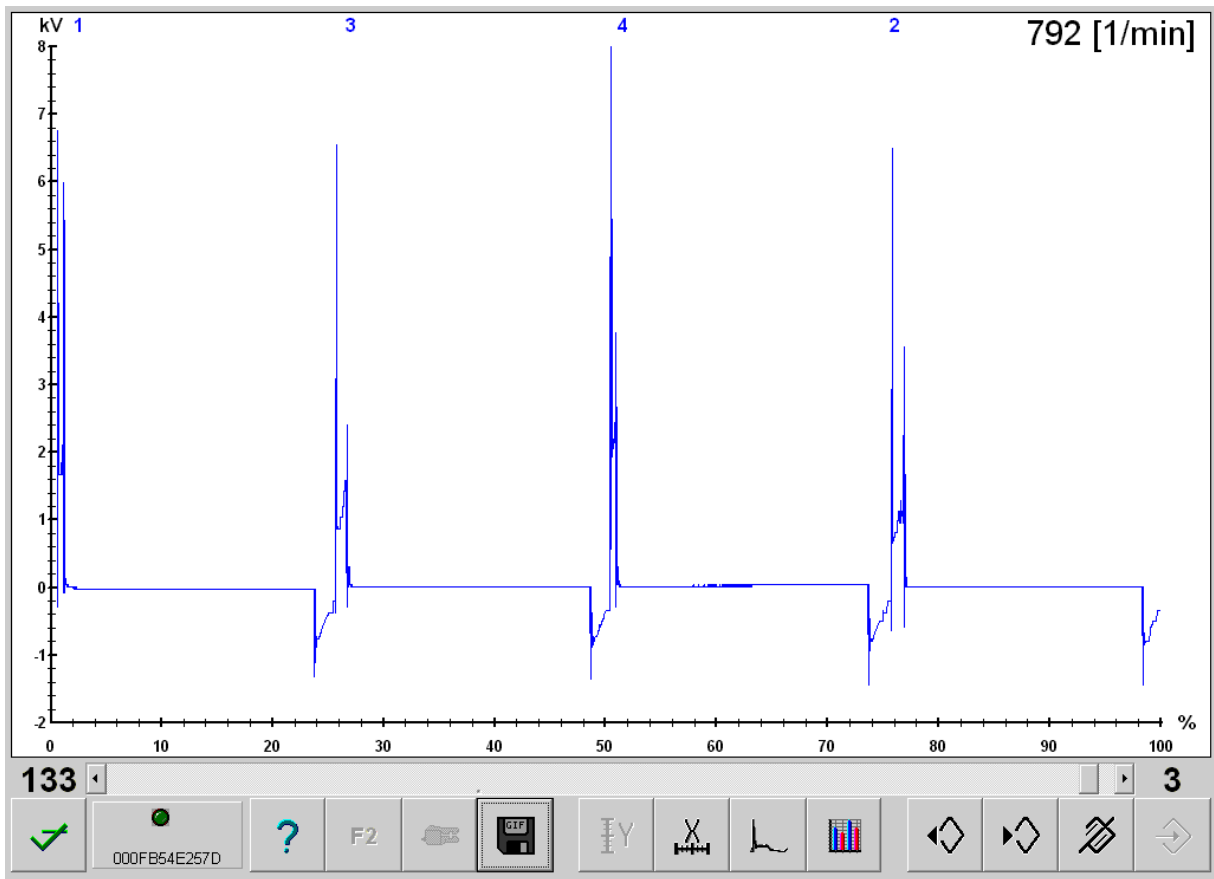
## 5.9 Ukázka vadného zapalování

Měřeno bylo na měřicím panelu se řídicím systémem Bosch Motronic. Nejprve bylo měřeno zapalování bez poruchy osciloskopem AVL DiScope 990 pro ukázkou správných signálů zapalování jednotlivých válců. Časová základna X byla nastavena na 100% a rozsah napětí Y na 8 kV. Jsou porovnávány hodnoty (**Obrázek 58**) přeskokového napětí, napětí hoření a doby hoření při mírně zvýšených otáčkách. Na (**Obrázku 59**) je vidět na 1. a 4. válci závada v příliš krátké době hoření zapalovací jiskry. V konkrétním případě byla závada na zapalovací svíčke.



Obrázek 58 - graf zapalování bez závady [4]





Obrázek 59 - vadné zapalování na 1. a 4. válci [4]

## 6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit ucelený přehled o problematice systému OBD, uvést současný stav sériové a paralelní diagnostiky, a zhodnotit metodiku měření zaměřenou na oblast paralelní diagnostiky.

V úvodu teoretické části byl shrnut historický vývoj diagnostických postupů při zjišťování závad motorových vozidel. V další části byly uvedeny dopady jednotlivých škodlivých emisí na lidský organismus a ovzduší. OBD vzniklo za účelem zmírnění znečišťování ovzduší. Druhá polovina teoretické části je věnována diagnostickým postupům se zaměřením na technickou, sériovou a především na paralelní diagnostiku. Byl popsán detailní princip a postup paralelního diagnostikování včetně příslušenství osciloskopu. Sériovou diagnostikou lze určit oblast výskytu poruchy, která je dále potřeba doplnit o ověření konkrétnosti paralelní diagnostikou.

Závěrečné kapitoly byly věnovány praktickému měření, kde je demonstrováno, že paralelní diagnostika je nezbytnou součástí sériové diagnostiky. Při opravách motorových vozidel se bez sériové a paralelní diagnostiky neobejde žádný automechanik nebo autotronik.

V praktické části byl porovnáván signál Hallova a indukčního snímače otáček pro představu o rozdílech jejich průběhů. Testováno bylo na ukázkovém měřicím panelu. Následně bylo diagnostikováno vstřikování paliva na vozidle Škoda Octavia III 1.6 TDI 85 kW, kde bylo vyhodnocováno vstřikovací napětí a vstřikovací proud ve vzájemné závislosti. Třetí měření se opět provádělo na měřicím panelu, kde byla simulace motoru 1.9 dCi 88 kW se systémem vstřikování Common Rail. Další test byl proveden na lambda sondě ve vozidle Škoda Fabia 1.2 HTP 47 kW. Sonda měla v pořádku regulaci, ale po následném vyhodnocení multimetrem bylo zjištěno vadné vyhřívání sondy. Diagnostikování lambda sondy pokračovalo na vozidle Ford Focus 1.6i 74 kW, kde byla zjištěna kompletní porucha lambda sondy. Nefungovala zde regulace ani vyhřívání sondy. Bylo nutné sondu pro správnou funkci motoru vyměnit za novou. Na stejném vozidle bylo dále pro ověření funkčnosti zapalování kontrolováno dvoujiskrové zapalování, aby se vyloučila další závada. V posledním případě bylo opět měřeno na modelovém panelu se systémem Bosch motronic s jednojiskrovým zapalování. V prvním případě bylo ukázáno bezporuchové zapalování, ve druhém případě se projevila závada na zapalovací svíče.

V posledních letech výrobci vozidel vybavují vozidla čím dál větším množstvím elektroniky a v blízké budoucnosti již nebude možné bez použití diagnostických přístrojů opravit ani ty nejobyčejnější poruchy.

## 7 Seznam použitých zdrojů

- [1] ŠTĚRBA, Pavel, Jiří ČUPERA a Adam POLCAR. Automobily. Brno: Avid, 2011. ISBN 978-80-87143-19-3
- [2] Selektivní katalytická redukce SCR – Jak funguje a k čemu slouží – AdBlue. Autobible.cz - Předjedeme vaše představy! [online]. Copyright ©x [cit. 30.12.2019] Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/selektivni-katalyticka-redukce-scr-kterak-se-zly-nox-stal-hodnym-dusikem/>
- [3] Kontrolky v autě: Co znamenají a na co si dát pozor | Auto.cz. Auto.cz - nejlepší jízda na webu: recenze, videa, testy [online]. Copyright © 2001 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/znate-kontrolky-v-aute-nebudte-ignoranti-ani-panikari-77094>
- [4] autor foto Roman Schuster
- [5] Euro Standards | ACEA - European Automobile Manufacturers' Association. ACEA - European Automobile Manufacturers' Association [online]. Copyright © 2019 ACEA [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.acea.be/industry-topics/tag/category/euro-standards>
- [6] Hlavní stránka - Arnika. Hlavní stránka - Arnika [online]. Copyright © 2014 Arnika [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://arnika.org/>
- [7] Uhlovodíky - základ organické chemie - Chemie - Maturitní otázky. Soukromé a státní vysoké školy - přijímací zkoušky, studium na VŠ a vzdělávání - Vysoké školy [online]. Copyright © 1996 [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.vysokeskoly.cz/maturitniotazky/chemie/uhlovodiky-zaklad-organicke-chemie>
- [8] Emisní norma EURO – ekologie – zkratky a pojmy. Copyright © 2020 autolexicon.net [cit. 30.12.2019] <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/>
- [9] Lambda sonda DELPHI ES20289-12B1 . Autodiely E-Shop. Lacné náhradne diely a autosúčiastky online [online]. Copyright © 2019 [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.autodielyonline24.sk/delphi-1756019.html>
- [10] A schematic diagram of EGR system | Download Scientific Diagram. ResearchGate | Find and share research [online]. Copyright © ResearchGate 2019. All rights reserved. [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/A-schematic-diagram-of-EGR-system\\_fig1\\_49619470](https://www.researchgate.net/figure/A-schematic-diagram-of-EGR-system_fig1_49619470)

- [11] Powerpointová prezentace BOSCH a ŠKODA pro pedagogické pracovníky, ELUC. ELUC [online]. Copyright © [cit. 30.12.2019] Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1464>
- [12] LEKTOR, S. A. Autodiagnostika OBD II/EODB. Brno: Neptun, [2016]. ISBN 978-80-86850-13-9.
- [13] Jak funguje filtr pevných částic? | DPF FTG. Čištění DPF filtrů pevných částic a katalyzátorů | DPF FTG [online]. Copyright © [cit. 30.12.2019]. Dostupné z: <https://www.dpf-ftg.cz/funkce-dpf>
- [14] ČUPERA, Jiří a Pavel ŠTĚRBA. Automobily. 3. vydání. Brno: Avid, 2013. ISBN 978-80-87143-28-5.
- [15] NEW TECHLAND CO.,LTD [online]. Dostupné z: <http://www.newtechland.com.tw/index2-2-e.asp?pno=470&p1id=14&p2id=45>
- [16] Uniscan Visa 1.83 : OBD Diagnostika. OBD Diagnostika [online]. Copyright © 2008 [cit. 01.01.2020]. Dostupné z: <http://obddiagnostika.cz/zbozi/produkt-4/uniscan-visa-183.html>
- [17] VLK, František. Diagnostika motorových vozidel: [diagnostické testery, motortestery, brzdové soustavy, geometrie řízení, tlumiče, kontrola podvozku, diagnostické linky]. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-7064-X
- [18] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Vlk, 2001. ISBN 80-238-6573-0.
- [19] Diagnostika EOBD | Články | Blog.autodiagnostik.cz. Blog - Autodiagnostik.cz | Blog věnovaný automobilové diagnostice [online]. Copyright © 2018 AUTODIAGNOSTIKA KLOC, s.r.o. Všechna práva vyhrazena. [cit. 02.01.2020]. Dostupné z: <https://www.blog.autodiagnostik.cz/autodiagnostika-eobd/>
- [20] METRAHIT 2A Analogový multimetr 500 V 15 A Gossen Metrawatt. Pardon Our Interruption [online]. Copyright © Distrelec Gesellschaft m. b. H. [cit. 03.01.2020]. Dostupné z: <https://www.distrelec.cz/cs/analogovy-multimetr-500-15-gossen-metrawatt-metrahit-2a/p/17602501>

- [21] Multimetry | GM electronic, spol. s.r.o.. GM electronic | elektronické součástky, komponenty. |GM electronic, spol. s.r.o. [online]. Copyright © [cit. 03.01.2020] Dostupné z: <https://www.gme.cz/multimetry>
- [22] JAN, Zdeněk, Bronislav ŽDÁNSKÝ, Jindřich KUBÁT a Jiří ČUPERA. Automobily. Přepracované 4. vydání. Brno: Avid, spol. s r.o., 2018. ISBN 978-80-871-4338-4.
- [23] JIČÍNSKÝ, Štěpán. Osciloskop a jeho využití v autoopravářské praxi. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1417-5.
- [24] Autodiagnostika | internetový obchod. Autodiagnostika | internetový obchod [online]. Copyright © [cit. 03.01.2020] Dostupné z: <https://www.autodiagnostik.cz/>
- [25] Hallův jev – WikiSkripta. [online]. Copyright © [cit. 03.01.2020] Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Hall%C5%AFv\\_jev](https://www.wikiskripta.eu/w/Hall%C5%AFv_jev)

## Seznam zkratek

- ABS – Anti - lock Braking System (protiblokovací brzdový systém)
- CAN – Control Area Network (Přenosová sběrnice využívaná pro komunikaci v automobilech)
- CARB - Californian Air Resource Board (organizace na ochranu ovzduší)
- CCC - Computer Command Control (první řízený systém počítačem)
- CVN – Calibration Verification Number (kalibrační ověřovací číslo)
- DLC - Data Link Conector (konektor datového připojení)
- DOC - Diesel Oxidation Catalyst (katalyzátor pro vznětový motor)
- DTC – Diagnostic Trouble Code (standardizované pojmenování chybových kódů)
- DTS – Diagnostic Test Modes (diagnostické testovací módy)
- EOBD - Europe On Board Diagnostic (standard OBD pro evropský průmysl)
- EVAP – Evaporative Emission Control System (odvětrání palivového systému)
- LCD – Liquid Crystal Display (displej s tekutými krystaly)
- LLC – Logical Link Control (logické řízení)
- MAC – Media Access Control (řízení přístupu)
- MAF – Mass Air Flow sensor (sensor průtoku vzduchu)
- MAP – Manifold Absolute Pressure sensor (sensor absolutního tlaku)
- MIL - Malfunction Indicator Light (kontrolka motoru)
- OBD - On Board Diagnostic (palubní diagnostika)
- OEM - Original Equipment Manufacturer (originální výrobce zařízení)
- OSI – Open Systems Interconnection (propojení otevřených systémů)
- SAE - Society of Automotive Engineers (profesní sdružení odborníků z leteckého, automobilového a dopravního průmyslu)
- VIN – Vehicle Identification Number (výrobní číslo vozu)

## Seznam obrázků

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 1 - kontrolka MIL [3] .....   | 4  |
| Obrázek 2 - EOBD / OBD II zásuvka [4].....  | 5  |
| Obrázek 3 - porovnání limitních hodnot mezi vznětovým a zážehovým motorem [5].....      | 8  |
| Obrázek 4 - lambda sonda [9].....   | 9  |
| Obrázek 5 - graf času odezvy kyslíkové sondy [1] .....                                  | 10 |
| Obrázek 6 - čas odezvy kyslíkové sondy v průběhu regulace [1] .....                     | 10 |
| Obrázek 7 - monitorování signálu lambda sondy před a za katalyzátorem [1] .....         | 11 |
| Obrázek 8 - znázornění funkce EGR ventilu [10] .....                                    | 12 |
| Obrázek 9 - příklad adaptace při netěsnosti sání (mezni stav z pohledu OBD II) [1]..... | 13 |
| Obrázek 10 - schéma systému sekundárního vzduchu [11] .....                             | 14 |
| Obrázek 11 - diagram pro zjištění výpadku zapalování [1].....                           | 15 |
| Obrázek 12 - systém odvětrání nádrže (EVAP) [12].....                                   | 16 |
| Obrázek 13 - znázornění katalyzátoru [12] .....   | 16 |
| Obrázek 14 - schéma systému SCR [2] .....   | 17 |
| Obrázek 15 - řez filtrem pevných částic (DPF) [13] .....                                | 18 |
| Obrázek 16 - příklad větveného diagnostického postupu [14].....                         | 20 |
| Obrázek 17 - diagnostika V.A.G 1551 [15].....   | 21 |
| Obrázek 18 - diagnostická sada UNISCAN VISA 1.83 [16] .....                             | 22 |
| Obrázek 19 - normovaný konektor EOBD/OBD II [19] .....                                  | 22 |
| Obrázek 20 - schéma umístění diagnostické zásuvky ve vozidle [1] .....                  | 22 |
| Obrázek 21 - diagnostika AutoCom CDP+ [19] .....  | 27 |
| Obrázek 22 - analogový multimetr [20] .....   | 29 |
| Obrázek 23- digitální multimetr [21].....   | 29 |
| Obrázek 24 - proudové kleště [21] .....   | 29 |
| Obrázek 25 - zjednodušené schéma analogového osciloskopu [23] .....                     | 31 |
| Obrázek 26 - vzorkování signálu [23] .....  | 32 |
| Obrázek 27 - názorné schéma digitálního osciloskopu [23] .....                          | 32 |
| Obrázek 28 - proudové kleště CC 60A [24].....   | 33 |
| Obrázek 29 - tlaková sonda APS - 14 rozsah měření -0,8 - 6 bar [24].....                | 34 |
| Obrázek 30 - kapacitní kleště pro měření sekundárního napětí [24].....                  | 34 |
| Obrázek 31 - piezo - snímač vibrací [24] .....  | 35 |
| Obrázek 32 - měřicí hroty 0,9mm [24].....   | 35 |
| Obrázek 33 - fotosensor [24] .....  | 36 |
| Obrázek 34 - princip indukčního snímače otáček [23].....                                | 37 |
| Obrázek 35 - měření odporů v obvodu snímače otáček [23].....                            | 38 |
| Obrázek 36 - příklad signálu indukčního snímače [23] .....                              | 39 |
| Obrázek 37 - schéma Hallova jevu [25] .....   | 40 |
| Obrázek 38 - příklad Hallova signálu [23] .....   | 40 |
| Obrázek 39 - porovnání signálů vačkové a klikové hřídele [23].....                      | 41 |
| Obrázek 40 - motortester AVL DiScope 990 [4] .....                                      | 42 |
| Obrázek 41 - Bosch FSA 740 [4] .....  | 43 |
| Obrázek 42 - připojení Hallova a indukčního snímače na osciloskop [4].....              | 44 |
| Obrázek 43 – detail připojení [4].....  | 45 |
| Obrázek 44 - porovnání indukčního a Hallova signálu [4] .....                           | 45 |
| Obrázek 45 - celkový pohled na připojení osciloskopu [4].....                           | 46 |

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 46 – detail připojení sond osciloskopu [4] .....                                   | 47 |
| Obrázek 47 - signál napětí a proudu na cívce vstřikovače [4].....                          | 47 |
| Obrázek 48 - připojení měřicích sond na panelu [4] .....                                   | 48 |
| Obrázek 49 - signál napětí na vstřikovacích cívkách [4].....                               | 49 |
| Obrázek 50 – vyčtená paměť závad [4].....  | 50 |
| Obrázek 51 – detail připojení měřicí sondy [4].....  | 50 |
| Obrázek 52 - signál regulace - lambda sonda [4] .....                                      | 51 |
| Obrázek 53 – signál vadné lambda sondy [4].....  | 52 |
| Obrázek 54 - detail připojení měřicí sondy na svorku lambda sondy [4].....                 | 52 |
| Obrázek 55 - celkový pohled na připojení měřicích kleští [4] .....                         | 53 |
| Obrázek 56 - připojení osciloskopu pomocí napěťových a pick up kleští (oranžové) [4] ..... | 54 |
| Obrázek 57 - graf dvoujiskrového zapalování [4] .....                                      | 54 |
| Obrázek 58 - graf zapalování bez závady [4] .....  | 55 |
| Obrázek 59 - vadné zapalování na 1. a 4. válci [4] .....                                   | 56 |



## **Seznam tabulek**

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1 - zapojení konektoru OBD II/EOBD [12] .....                     | 23 |
| Tabulka 2- význam znaků v chybovém kódu DTC [12] .....                    | 24 |
| Tabulka 3 - označení testovacích módů dle SAE J1979 [1].....              | 26 |
| Tabulka 4 - značkové diagnostické systémy některých automobilek [19]..... | 26 |