

Vnější autodiagnostika

Ing. Vlček

Doplňkový text k publikaci Jednoduchá elektronika pro obor Autoelektrikář, Autotronik, Automechanik

Moderní automobily jsou vybaveny diagnostikou zásuvkou, která zajišťuje propojení diagnostického počítače s řídicí jednotkou automobilu. Zjišťování závad tímto způsobem se nazývá **vnitřní diagnostika**

Řídicí jednotka ukládá do své paměti všechny zjištěné závady a mimořádné provozní stavy. Zjistí-li nějakou závadu, která neznemožní provoz automobilu, např. některý z méně důležitých snímačů přestane fungovat, přepne automobil do **nouzového režimu**. Ten umožní dojet do servisu. Na tuto skutečnost upozorní řidiče blikající kontrolka. Řídicí jednotka rovněž upozorňuje na nutnost vyměnit po určitém počtu najetých kilometrů palivový filtr, filtr vzduchu nebo olej. V servisu je možné připojit **diagnostický počítač** a závady na něm z paměti řídicí jednotky přečíst.

Do diagnostických přístrojů se nahrává software pro příslušné značky vozidel a k němu se dodávají potřebné propojovací kabely dle příslušných značek a druhů diagnostických zásuvek (BC, ISO, SAE a OBD).

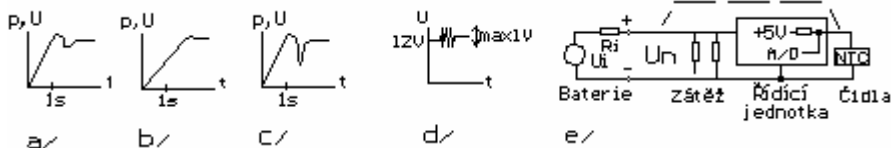
U 80 % a 90 % poruch je nalezení závady pomocí vnitřní diagnostiky velmi jednoduché. Jsou ale závady, jejichž příčinu takto nenajdeme. Jedná se hlavně o závady, které se projevují jen při určitých provozních stavech (akcelerace, start), často „náhodně“. Vyčítání paměti závad z řídicí jednotky je totiž nejpomalejší přenos dat. Je to přenos dat opožděný a pomalý tak, že se některé závady svým drobným přesahem hodnot nebo drobnou nepravidelností a díky své rychlosti ani neprojeví.

Jedná se zejména o snížení výkonu motoru, zvýšení spotřeby, zhoršení emisí, špatné startování, nepravidelný chod motorů. Paměť závad je často prázdná. Někdy se stane, že označená závada nezmizí ani po výměně označeného „vadného“ dílu nebo se v krátké době opakuje. Hledat takovou závadu metodou pokus-omyl postupnou výměnou podezřelých dílů je velmi nákladné a náročné na trpělivost a finanční prostředky zákazníka. Ceny většiny náhradních dílů se u moderních automobilů pohybují v tisících korun. Proto je důležité důkladně rozumět činnosti jednotlivých obvodů v automobilu, znát základní elektrotechnické zákony a souvislosti mezi jednotlivými systémy automobilu (palivový okruh, zapalování, vstřikování, snímače) a přesně najít vadný díl. Ten vyměníme, až když je jeho závada mimo veškerou pochybnost.

K vyhledávání složitějších závad se používá tzn. **vnější diagnostika**. Jedná se o postupné proměřování palivové soustavy, napájecí soustavy a všech snímačů. K tomuto měření používáme multimetr, osciloskop nebo také diagnostický počítač. **Diagnostický počítač** v sobě obsahuje mimo jiné **digitální osciloskop**, který umožňuje měřit napěťové průběhy (např. na vstřikovací ventilech, zapalovací cívice, snímačích a napájecím napětí). Tyto průběhy můžeme porovnat s ideálními průběhy, které jsou uloženy v jeho paměti. Na rozdíl od klasických osciloskopů tento osciloskop umožní zobrazení i velmi pomalých dějů trvajících až 10 minut (např. ohřev motoru). Osciloskop zároveň umožňuje přesné měření napětí, periody (kmitočtu). Pracuje rovněž jak **ohmetr**. Nahrazuje tak **multimetr**, s možností uložení naměřených hodnot do paměti.

Závady palivové soustavy

Při složitějších závad se doporučuje začít kontrolou palivové soustavy. Při startu začíná pracovat palivové čerpadlo. Pokud při startu není i sonda ve vysoké úrovni napětí (viz. dále), je závada v palivové soustavě. K palivovému potrubí připojíme snímač tlaku a osciloskopem sledujeme po nastartování závislost tlaku na čase. Provozní (systémový) tlak je regulovaný regulátorem tlaku. Měří se s přesností na setiny baru (1 bar = 10^5 Pa). Náběh správně trvá zhruba 1 až 1,2 s. Pokud je výrazně delší, je pravděpodobně příčinou vadné palivové čerpadlo (např. mezizávitový zkrat). V takovém případě motor špatně startuje a má krátce po startu nepravidelný chod. Při startu tlak poklesne (pokles nesmí být větší než polovina předepsané hodnoty). Dále provedeme test těsnosti palivové soustavy. Po nastartování motor vypneme a po dobu 10 minut by se tlak neměl výrazně snížit. Tlak čerpadla by měl být vyšší než tlak na redukčním ventilu. Závady v palivové soustavě nízký tlak může rovněž způsobit ucpané potrubí nebo filtr. Výrobci udávají, že se tento filtr má většinou po najetí 50 000 km vyměnit, často je ale nutné filtr vyměnit dříve. K přesné lokalizaci závady v palivové soustavě je vhodné



stisknout v určitých místech kleštěmi hadičku pro přívod paliva a současně měřit tlak v systému. K měření náběhu tlaku paliva je nevhodnější osciloskop jednoduchý multimetr příliš vhodný není, čísla přeskakují příliš rychle a měření je nepřehledné. Kvalitnější digitální multimetry mají na svém displeji ještě analogovou stupnici, která umožňuje názornější zobrazení takovýchto průběhů. Závady palivové soustavy úzce součástí se zapalováním a projevují se podobně. Proto před případnou výměnou zapalovacích svíček nejprve důkladně zkontrolujeme palivovou soustavu. Je-li směs paliva bohatá, přeskokové napětí na zapalovací svíčke je nízké. Je-li směs paliva chudá, přeskokové napětí na zapalovací svíčke je vysoké. Dlouhá jiskra může být proto způsobena příliš chudou směsí následkem nízkého tlaku paliva. U vozidel se vstřikováním měníme zásadně celou řadu zapalovacích svíček (ne pouze jednu) a celou řadu zapalovacích kabelů (ne pouze jeden).

Obrázek č. 1

- a/ správný průběh napětí na snímači tlaku paliva
- b/ průběh napětí na snímači tlaku paliva při závadě palivového čerpadla
- c/ průběh napětí na snímači tlaku paliva při vadném palivovém filtru
- d/ průběh napětí v palubní síti
- e/ blokové schéma napájecí soustavy

Množství vstříknutého paliva do válců musí být přesně odměřené ($\pm 3\%$). Je úměrné součinu doby otevření vstřikovacího ventilu a tlaku paliva. Nízký tlak paliva nebo ucpaný vstřikovací ventil tak vytváří příliš chudou směs. To zjistí λ sonda, která podá zprávu řídicí jednotce. Ta potom prodlužuje dobu vstřiku.

Závady dobíjecí soustavy a palubní sítě.

Po kontrole palivové soustavy se doporučuje zkontrolovat napájecí soustavu – alternátor a autobaterii. Je nutné voltmetrem zkontrolovat dobíjení – výstupní napětí alternátoru 14,4 V. Přípustné napětí autobaterie se pohybuje v rozsahu 10,5 až 14,4 V. Jedná se o klidovou hodnotu. Při startu, kdy motorem spouštěče teče proud až 150 A, toto napětí klesá. Příčinou je určitý vnitřní odpor baterie. **Při startu** nesmí napětí palubní sítě klesnout pod **9,5 V**. U některých automobilů při poklesu napětí palubní sítě pod tuto hodnotu v takovém případě řídicí jednotka vypne zapalování a znemožní další provoz automobilu. To má za účel chránit autobaterii před úplným vybitím a tím i poškozením baterie (sulfatace kontaktů). Každou auto baterii můžeme nahradit ideálním zdrojem napětím (jeho hodnota se rovná napětí naprázdno) a vnitřního odporu. Vnitřní odpor změříme zatížením baterie. K tomu můžeme použít zatěžovací odpor.

Příklad : Baterie má naprázdno 13 V. Zatížíme-li ji odporem 12 Ω , klesne její napětí na 12,5 V. Určete její vnitřní odpor. Jaké by bylo svorkové napětí baterie při proudu 120 A?

Řešení : proud při zatížení je $I = 12,5 / 1,2 = 10,4$ A

Tento proud vyvolá na vnitřním odporu baterie úbytek napětí $13 - 12,5 = 0,5$ V. Vnitřní odpor baterie je $0,5 / 10,4 = 0,041 \Omega$. Při proudu 120 A bude tento úbytek 5,8 V. Na baterii bude potom $13 - 5,8 = 7,2$ V

Vnitřní odpor baterie je příliš velký, baterii je nutné vyměnit.

Ke správné funkci všech elektrotechnických zařízení nesmí být napětí palubní sítě příliš zvlněné.

Rozkmit zvlnění tohoto napětí **nesmí být větší než 1 V**. Napětí alternátoru, který baterii dobíjí je ale zvlněné (usměrňuje třífázový průběh, zvlnění vlivem regulace budícího proudu rotoru alternátoru). Spotřebiče, které odebírají proud (spouštěč, palivové čerpadlo, vstřikovací ventily) jej často odebírají v pulsním provozu. Autobaterie slouží jako zásobník elektrické energie a potlačuje zvlnění. Je-li baterie starší, funguje sice na první pohled normálně a umožňuje nastartování (při kterém nastává maximální odběr proudu), funkci filtru střídavého napětí však plní špatně. Vyrůstá pak zvlnění palubní sítě. Průběh palubního napětí můžeme měřit osciloskopem. V případě většího zvlnění se doporučuje výměna autobaterie. Je třeba si uvědomit, že z napětí autobaterie se v řídicí jednotce vytváří stabilizované napětí +5 V, které slouží k napájení všech čidel.

Výrobci často uvádějí pro řídicí jednotky větší toleranci napájecího napětí, než odpovídá skutečnosti. Pokud změny napětí palubní sítě začnou ovlivňovat napětí +5 V, bude řídicí jednotka špatně vyhodnocovat napětí ze všech snímačů. Řídicí jednotka se bude domnívat, že se jedná o změny způsobené měřenými veličinami (napětí snímače pedálu plynu, snímačem hmotnosti nasávaného vzduchu) a bude podle nich řídit činnost motoru. Výsledkem bude nepravidelný chod motoru. V každém případě se před zahájením opravy doporučuje dobít baterii z nabíječky. Dobíjení z alternátoru není vždy dokonalé. Při hledání závad se vyplatí zkontrolovat správně **ukostření** výfuku, převodovky a motoru. Napětí na kostře nesmí ani při startu přesáhnout 800 mV. Případné napětí na kostře má negativní vliv na činnost snímačů k ní připevněných.

Měření na snímačích

Snímače teploty většinou tvoří čidlo NTC, jehož odpor s teplotou klesá. Toto čidlo je připojeno k řídicí jednotce. V ní je zdroj stabilizovaného napětí +5 V, rezistor, který s NTC čidlem tvoří dělič napětí a A/D převodník, který toto napětí měří (viz obr 1e)

Řídicí jednotka vyhodnotí překročení mezních hodnot (napětí blízké nule nebo +5 V) jeho závadu částečný zkrat, špatný kontakt, změna hodnoty napájecího napětí jsou ale vyhodnoceny jako změna teploty motoru nebo nasávaného vzduchu. Změřit odpor ohmetrem snímače někdy nestačí. Toto měření se musí provádět ve vypnutém stavu, zatímco k nalezení závady je nutné měřit za provozu napětí na čidlech. K tomu je nejpohodlnější použít digitální osciloskop s časovou základnou nastavenou na jednotky minut. Lze také samozřejmě použít digitální multimetr.

Snímač teploty motoru

Teplota motoru musí po zapnutí růst, napětí na NTC snímači klesá. Po zahřátí motoru na provozní teplotu se zapne ventilátor chlazení a teplota motoru již zůstane konstantní nebo se trochu sníží. Pokud se vlivem poruchy sepne ventilátor dřív, nebude mít motor správnou provozní teplotu. Teplota motoru zase úzce souvisí s přípravou palivové směsi. Při studeném motoru musí být směs bohatší, na λ sondě je napětí 800 mV.

Je-li směs příliš chudá, motor špatně startuje. Je-li naopak směs příliš bohatá (když se řídicí jednotka mylně domnívá, že je motor studený), je příliš vysoká spotřeba a nejsou dodrženy emisní limity.

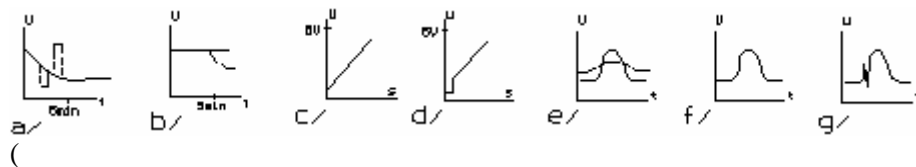
Na **snímači teploty nasávaného vzduchu** musí být správně po zapnutí konstantní napětí, protože teplota vzduchu se prakticky nemění. Pokud krátce po zapnutí poklesne, je chyba v obvodu nasávání vzduchu. Musí být nasáván studený vzduch, nikoliv teplý vzduch od motoru.

Bude-li motor nasávat studený vzduch venku bude hodnota napětí vyšší.

Bude-li motor nasávat teplý vzduch na dílně, bude hodnota napětí nižší.

Sportovní motory mají udělány vzduchové filtry nad hadicí chlazení od termostatu a sají horký vzduch, motor potom má velkou spotřebu a malý výkon.

Nové typy potenciometru škrtkící klapky mají napětí 4,5V, takže mají menší pravděpodobnost závad.



Obrázek č. 2

A/ Průběh napětí na snímači teploty motoru (čárkovaně se závadou – částečný zkrat na kostru nebo částečný zkrat na plus)

B/ průběh napětí na snímači teploty vzduchu (čárkovaně, je-li vzduch zahříván motorem)

C/ průběh napětí na snímači plynového pedálu – správný průběh

D/ průběh napětí na snímači plynového pedálu – vadný potenciometr

E/ průběh napětí na snímači (čárkovaně je-li vzduch nasáván částečně až za snímačem)

F/ průběh napětí na snímači polohy škrtkící klapky – správný průběh při akceleraci

G/ průběh napětí na snímači polohy škrtkící klapky při vadném potenciometru

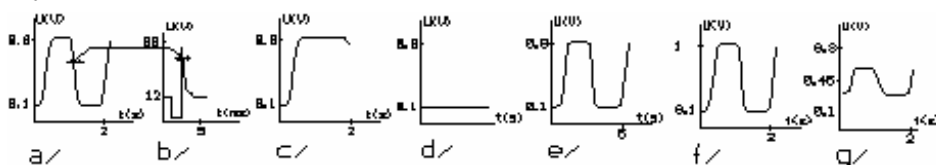
Měřič hmotnosti nasávaného vzduchu obsahuje vyhřívanou platinovou destičku, jejíž teplota je o 130 – 160° větší než teplota nasávaného vzduchu. To zajišťuje řídicí jednotka. Můžeme měřit napětí z řídicí jednotky které toto zajišťuje a které je úměrné vyhřívacímu proudu (odpor platiny se s teplotou mění minimálně) a hmotnosti nasávaného vzduchu. Při akceleraci se musí zvětšit množství nasávaného vzduchu a toto napětí. Pokud tomu tak není, je pravděpodobně netěsnost v přívodu vzduchu, který je do motoru nasáván až za tímto měřičem. Znečištění platinové destičky (například: sůl, zbytky listí) snižují potřebný vyhřívací proud k dosažení konstantní teploty. Klesá napětí na snímači. Řídicí jednotka se domnívá, že je nasáváno menší množství vzduchu, více otevírá škrtící klapku. Výsledkem je chudá směs a snížený výkon motoru.

Napěťové snímače- snímač plynového pedálu a polohy škrtící klapky jsou v podstatě potenciometry. Kontrola ohmmetrem nemusí odhalit všechny závady. Osciloskopem můžeme změřit průběh napětí při akceleraci. Není-li průběh napětí plynulý, je buď špatný kontakt odporové dráhy nebo zadřené lanko. Závady tohoto typu je projevují nepravidelným chodem motoru. Staré typy potenciometru škrtící klapky měly napětí 4,8 – 4,85 V, což často vedlo k zbytečnému chybovému hlášení „zkrat na plus“. U novějších typů snímačů je proto maximální výstupní napětí 4,5 V.

Lambda sonda produkuje charakteristický signál, kdy příliš bohatá směs odpovídá úrovni 800 mV, chudá směs úrovni 100 mV. Výstupní signál osciluje mezi těmito hodnotami s frekvencí 0,5 Hz (4-6 kmitů za 10 s). Signál z λ sondy slouží řídicí jednotce k přesnému nastavení doby vstřiku. Průběh napětí na λ sondě a na vstřikovacím ventilu spolu úzce souvisí. Je-li směs bohatá (napětí na λ sondě 800 mV), zkracuje se doba vstřiku, je-li směs chudá tato doba se prodlužuje. To je nejlépe vidět dvoukanálovým osciloskopem.

Pokud tomu tak není, pracuje motor v nouzovém provozu. Přechod mezi nízkou a vysokou úrovní napětí probíhá rychle, během 50 ms. Pro správnou činnost sondy musí být ukostřený výfuk.

Obrázek č. 3



a/ Správný průběh napětí na λ sondě

b/ Správný průběh napětí na vstřikovacím ventilu (měřeno proti kostře, čárkovaně souvislost s napětím na λ sondě)

c/ průběh napětí na λ sondě, je-li směs příliš bohatá

d/ průběh napětí na λ sondě, je-li směs příliš chudá

e, f, g/ průběh napětí na opotřebované nebo poškozené λ sondě

Pokud je výfuk před sondou proděravělý, nasává se do výfuku čerstvý vzduch. Tuto skutečnost vyhodnotí sonda jako chudou směs. Prodlouží se doba vstřiku, zvýší se spotřeba, vzroste obsah CO a nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech.

Vadnou sondu poznáme podle změněnému průběhu napětí, snížení kmitočtu, zmenšení amplitudy nebo naopak její zvýšení na 1 V signalizuje stárnutí sondy nebo její poškození. Její výměna je v takovém případě nezbytná. Poškození sondy může např. způsobit chladicí kapalina (Fridex).

Diagnostika a závady λ sond:

300 – 600 mV je podle některých školících středisek je λ sonda dobrá ve skutečnosti je špatná

100 – 800 mV je λ sonda v pořádku

50 – 900 mV je λ sonda špatná na výměnu

Při měření musí být motor prohřátý na provozní teplotu a hlavně λ sonda prohřátá na provozní teplotu cca 600°C.

Je-li motor ve volnoběhu, λ sonda má 4-6 prokrmitů/10 sekund, sonda reguluje v čase menším jak 50 ms.

Závady na λ sondě:

λ sonda otrávená: signál běží v dolní polovině rozpětí

– pomocí úniku chladící směsi (glykolu) např. propálené těsnění pod hlavou

doběžná hrana signálu λ sondy je roztřepená:– vynechává zapalování

po prudkém přidání plynu (akceleraci) jde signál λ sondy místo nahoru dolů:– malý tlak v palivové soustavě, směs je příliš chudá.

Vstřikovací ventily obsahují cívky připojené jedním vývodem na kladné napájecí napětí. Při vstřikování paliva se přes řídicí jednotku spojí s kostrou druhý vývod cívky. Po ukončení vstřiku vynikne napěťová špička o amplitudě asi 80 V (v cívce vznikne magnetické pole, rozpojením vznikne napěťová špička). Je-li ventil v pořádku, vzniká na jejím konci po dosednutí jehly charakteristický průběh napětí (mírné zvýšení). Ucpaný nebo částečně ucpaný ventil působí, že motor pracuje na 3 válce. Na sondě se to projeví roztřepením průběhu, protože obsah kyslíku ve výfukových plynech silně kolísá. U některých automobilů jsou v sérii se vstřikovacími ventily zapojeny v řídicí jednotce rezistory. Při rozepnutí potom na ventilech vzniká úbytek napětí 8 V.

Literatura:

Amatérské rádio 5B/2005 –obsahuje návody ke konstrukci různých testerů