

Řídicí systém moderních vozidel ČD řad 843, 943, 043

Klíčová slova: *řídicí systém, motorový vůz, centrální regulátor, diagnostický počítač, hlavní jízdní páka, poruchová diagnostika, vlaková řídicí linka, vlaková diagnostická linka.*

Úvod

V letech 1995 - 98 bylo v Moravskoslezské vagonce Studénka vyrobeno celkem 74 vozidel řad 843, 943 a 043. Jedná se o moderní dieselelektrické dvouagregátové motorové vozy a k nim určené vozy řídicí a vložené. Uvedená vozidla jsou vybavena mikroprocesorovým řídicím a diagnostickým systémem (MPŘS) a jde o první sériové nasazení MPŘS u našich drah.

Připomeňme, že první nasazení mikroprocesorového systému pro řídicí účely bylo v roce 1991, kdy byl na lokomotivě 163.034 zprovozněn číslicový regulátor cílového brzdění a optimalizátor jízdy.

Dr. Ing. Aleš Lieskovský (*1964)

Vystudoval Vysokou školu dopravy a spojů v Žilině (1987), odbor Elektrická trakce a energetika. Během studia absolvoval též mezioborové rozšíření (brzdy, řídicí systémy). V roce 1995 obhájil na VŠDS doktorskou práci zabývající se řídicími systémy železničních vozidel a styku řídicích systémů s člověkem (Man-machine interface).

Od r. 1987 byl zaměstnán ve Výzkumném ústavu železničním jako výzkumný a vývojový pracovník a později (1993) jako vedoucí oddělení technologie vozby. Od r. 1996 pracuje u AŽD Praha s.r.o. jako vedoucí výzkumný a vývojový pracovník v oblasti řídicích a diagnostických systémů železničních vozidel.

Dr. Ing. Ivo Myslivec (*1967)

Absolvoval v roce 1990 obor Technická kybernetika, zaměření Řídicí technika, na ČVUT FEL v Praze. V roce 1995 obhájil na VŠDS Žilina doktorskou práci z oblasti řídicích systémů hnacích vozidel ze zaměřením na traťovou část mobilních automatizačních systémů. V roce 1990 nastoupil Výzkumného ústavu železničního, kde se zabýval vývojem automatizačních a řídicích systémů pro železniční hnací vozidla. Od roku 1996 vykonává stejnou práci v AŽD Praha s.r.o.

Dále byly v letech 1993 a 1994 vybaveny jednotky ř. 470 číslicovou regulací od úrovně centrálního řídicího členu přes regulátor rychlosti až po optimalizaci jízdy a v roce 1995 poprvé

vyjel prototypový vůz 843.001 s plně číslicovým řízením. Veškeré uvedené systémy byly vytvořeny autory tohoto článku a jejich kolegy.

Složení systému, Hardware

Mikroprocesorový řídicí systém vozidel 843, 843 a 043 (obr. 1) se skládá z centrálního regulátoru vozidla (CRV, mají řady 843 a 943), diagnostického počítače vozu (DPV, všechny řady) a mikroprocesorového regulátoru trakčního agregátu (RTr, 843). Dále je ve vozidlech řada podřízených autonomních systémů, které z MPŘS mohou přebírat povely a zpětně hlásí své stavy. Tento článek se zabývá centrálním regulátorem a diagnostickým počítačem vozu.

Po stránce hardware jsou CRV a DPV velmi podobné, jejich základem jsou šestnáctibitové jednočipové procesory SIEMENS 80C166 pracující s krystalem 20 MHz. Hardware těchto počítačů pochází z MSV Studénka (kooperace s firmami AMIT Praha a MESIT Uherské Hradiště). Počítače obsahují procesorovou kartu, kartu sériových komunikací, 2 - 3 karty logických vstupů, 3 karty výkonových spínačů a několik karet speciálních. Maximální unifikace, a to jak mezi CRV a DPV, tak i mezi jednotlivými řadami, snižuje cenu jednotlivých karet i sortiment náhradních součástí. Dalšího sjednocení karet bylo dosaženo použitím tzv. piggybacků - maličkých násuvných modulků na universálnější základní kartu. Takto je např. přizpůsobována karta sériových komunikací (která je shodná pro všechny počítače) specifickým potřebám toho kterého počítače - zatímco v CRV je osazena třemi modulky pro rozhraní RS485 a jedním pro rozhraní TTL (ve 2. pozici), pro použití v DPV se zasunou TTL modulky dva (do 2. a 3. pozice).

Všechny vstupní a výstupní signály jsou vyvedeny na kontrolní LED, což ve spojení se servisním výpisem těchto signálů na displeji usnadňuje hledání poruch jak mimo počítač v obvodech vozu, tak ve vstupních či výstupních jednotkách počítačů.

Napájení CRV a DPV je z vozové baterie přes společný měnič 48/24 V. Na motorových vozech jsou CRV a DPV během propadu napětí vozové baterie při startu dieselů napájeny z pomocné bezúdržbové baterie. Toto řešení je nezbytné, protože pokud by během startování přestal fungovat řídicí systém řízeného vozu, nebylo by možno řízený vůz vůbec nastartovat.

Ovládací a sdělovací prvky

Hlavním ovládacím prvkem je nová "jednotná" hlavní jízdní páka (HJP), sdružující v sobě funkce voliče poměrného tahu, voliče režimu jízdy a ovladače brzd, proto na stanovišti již není samostatný ovladač brzdící DAKO - OBE 1. Dále se pro styk se strojvedoucím používá dotykový plasmový

displej a tlačítková volba rychlosti (též provedení jako pro jednotky řady 471). Pro styk s údržbou je kromě displeje možno využívat dvojřádkový alfanumerický displej s tlačítky přímo ve vaně počítače či (u vložených vozů) přenosné PC.

Další ovládací prvky jsou již běžné: v levé části pultu strojvedoucího to jsou ovladače osvětlení a trakce, ty jsou navrženy tak, že umožňují i řízení případného elektrického vozu. Vpravo a pod pravým oknem jsou ovladače pomocných obvodů (dveře, houkačky, radiostanice, vlakový zabezpečovač, režim řízení atd.) a ovladač elektricky řízené přídavné brzdy.

Hlavním zobrazovacím prvkem je již zmíněný dotykový displej. V základním obrázku je na něm uprostřed zobrazen velký kruhový měřicí přístroj pro indikaci poměrného tahu s doplňkovou indikací omezení tahu a zobrazením odměřované délky vlaku. V režimu regulace rychlosti se v něm číslicově indikuje též požadovaná rychlost. Vlevo od měřiče poměrného tahu jsou otáčkoměr a ampérmetr, vpravo teploměry oleje, vody a tlakoměr oleje (zobrazeny opět jako klasické měřicí přístroje).

Analogové měřicí přístroje je možno dotykem přepnout na digitální zobrazení hodnot. Např. na otáčkoměru jsou běžně 2 ručičky (minimum a maximum až ze 4 agregátů). V případě potřeby je možno dotykem prstu změnit zobrazení na číslicové (4 údajů - vlastní vůz a první řízený, resp. u vozu 943 nejbližší dva motorové vozy). Dalším dotykem se zobrazení vrátí k analogové formě.

Pod měřicími přístroji je tzv. poruchový řádek, na kterém se zobrazují nastalé poruchy či nesprávné manipulace.

Servisní zobrazení

Nejspodnější část displeje, pod poruchovým řádkem, je vyhrazena pro tzv. butonky - dotykové plošky sloužící jako tlačítka. Prostřednictvím těchto butonků se volí servisní zobrazení jednotlivých technologických uzlů vozidla či celého vlaku.

Servisní zobrazení CRV, DPV a RTr jsou určena převážně pro servisní činnost, nicméně jsou využívána i strojvedoucími. Jsou na nich zobrazeny vstupní, výstupní a vnitřní signály jednotlivých regulátorů, komunikační stavy a hodnoty měřených analogových veličin. S jejich pomocí lze objevit příčiny různých závad či poruchových stavů.

Servisní zobrazení požární ústředny informuje o požáru ve sledovaných zónách motorového vozu a kromě ručního přepnutí se do něj automaticky přechází při požáru, kdy též informuje o nutných zásazích obsluhy (např. "Hasit ručně").

Servisní zobrazení dveří zobrazuje informace přebírané z počítačů pro řízení vnějších dveří (843: 5 počítačů, 943/043: 2 počítače), z každého počítače se zobrazuje téměř 50 údajů (např. stavy výkonových spínačů, mechanické problémy pohonu dveří, stavy místních ovladačů atd.). Dále jsou v tomto obrázku informace o stavu vodního hospodářství. Vozy 943 a 043 zde zobrazují i obdobné informace z topného agregátu a údaje z počítačů ovládajících vnitřní posuvné oddílové dveře.

Servisní zobrazení vlaku dává přehled o všech vozidlech ve vlaku (jejich řady a inventární čísla), spočítá a vypíše délku, hmotnost, brzdící váhu a brzdící procenta vlaku a umožňuje korigovat délku vlaku, pokud jsou v soupravě vozidla nezapojená na vlakovou linku (např. starší vlečné vozy). Dále informuje o poruchových stavech jednotlivých vozidel a konečně umožňuje vyvolat kterýkoliv servisní obrázek libovolného vozidla zapojeného na vlakovou linku.

Servisní zobrazení jízdního řádu slouží k aktivaci výpisu jízdního řádu na displeji, k výběru vlaku, počáteční stanice a případně ke krokování v datech (posun výpisu na libovolnou stanici). Aktivuje-li strojvedoucí výpis jízdního řádu, pak po návratu do základního obrázku se v poruchovém řádku vypíše jméno nejbližší stanice či zastávky s časem pravidelného příjezdu a případně zvláštním opatřením (např. zastávka na znamení či zastavení z dopravních důvodů). Po zastavení ve stanici se vypíše čas odjezdu a po rozjetí pak údaje o následující stanici. Nastane-li porucha, je výpis jízdního řádu potlačen a poruchový řádek plní svoji základní funkci. Po kvitování či zániku poruch se opět automaticky obnoví výpis jízdního řádu.

Data pro výpis jízdního se připravují v depu pomocí jednoduchého programu na počítači PC a do DPV se přenesou po běžné sériové lince.

Poruchová diagnostika

Poruchová diagnostika je rozdělená do dvou úrovní: přímo v základním obrázku se vypisují 4 nejzávažnější poruchy, přičemž ta zcela nejzávažnější je vypsána celým vysvětlujícím textem a další až tři jsou vypsány zkráceným zápisem, tzv. kódem. Tlačítkem kvitování poruch se poruchové zprávy ze základního obrázku postupně odstraňují. Všechny poruchy lze však sledovat v servisním zobrazení poruch, což je druhá úroveň zobrazení poruch. Zde je možno zjistit, které poruchy stále trvají, které jsou kvitovány a které nikoliv a strojvedoucí si je může nechat vysvětlit rozsáhlejším textem. Dále je možno si ze zálohované paměti vyvolat časovou posloupnost až 1000 posledních poruch či přehled všech poruch s udáním počtu výskytů a časovými údaji a tyto údaje přenést po sériové lince do přenosného počítače třídy PC.

V současnosti diagnostický systém detekuje na motorových vozech asi 150 různých poruch ze všech možných obvodů vozidla - od trakčního agregátu přes vlastní počítače a jejich periferie až po dveře a sledování stavu WC. Na řídicích vozech se jich detekuje asi polovina a na vložených

vozech asi pětina. Poruchové signály se vyhodnocují vzhledem k tzv. podmínkám (např. vyhodnocení poruchy "Porucha dobíjení baterie" je kromě nepřítomnosti signálu "Chod generátoru" podmíněno rychlostí) a též se přihlíží k době, po kterou poruchový signál trvá (např. protismykový regulátor vždy po svém zapnutí hlásí po dobu trvání vnitřních testů, tj. cca 2 sekundy, svou poruchu. Jako skutečná porucha se všemi dopady se tedy vyhodnocuje až po 2 sekundách).

Kromě obvyklých poruchových signálů se detekuje zhruba 10 chybných manipulací strojvedoucího, které na běžných vozidlech způsobují stresové situace a někdy i menší či větší zpoždění vlaku (např. pokus o rozjezd při nenavolené požadované rychlosti či nezvoleném směru, zapnutý režim zkoušení apod). Poruchy se zjišťují i na připojených vozidlech a strojvedoucí je tak informován i o poruchových stavech všech vozidel ve vlaku (samozřejmě jen pokud komunikují po vlakové sběrnici).

Ovládání vozidla

Řízení vlaku je stejné z motorového i řídicího vozu. Řídicí vůz navíc může řídit i starší vozy ř. 842 s hydromechanickým přenosem výkonu a samozřejmě všechna (i budoucí vozidla) komunikující stejným způsobem jako vozy 843, např. vozy ř. 854. Spolupráce s vozy 842 byla prověřována v květnu 1997, kdy se v prostorách výrobního závodu a na zkušební trati Moravskoslezské vagónky ve Studénce zkoušel řídicí vůz 943.001 s motorovým vozem 842.031. Kromě obvyklých funkcí byl (a to úspěšně) zkoušen i režim regulace rychlosti, což je ve spojení s vozem ř. 842 dost neobvyklé. Zkušební provoz vozů 943.001 a 043.017 s vozy řady 842 probíhá od dubna 1998 v DKV Brno. provozní jednotka Břeclav. Jízda se řídí hlavní jízdni pákou. Vzhledem k tomu, že základní režim řízení vozidel 843 a 943 je řízení volbou rychlosti, je v jízdni polohách HJP popsána podle režimů činnosti regulátoru rychlosti "S(souhlas) - J(jízda) - V(výběh)" a v brzdoých polohách pak "BE (brzda elektrická) – BP (brzda pneumatická) – R (rychlobrzda)". Z tohoto popisu je již vidět, že průběžná brzda se ovládá přímo hlavní jízdni pákou: v poloze BE narůstá požadavek na elektrodynamickou brzdu (EDB), v poloze BP se snižuje tlak v hlavním potrubí. Polohy "V" a "BE" odpovídají jízdni poloze ovladače brzdy, polohy "J" a "S" odbrzdovací poloze. Zbylé funkce (závěr, přebití, švih) jsou ovládány samostatnými ovladači.

Logika ovládání brzd je taková, že umožňuje jak preferovat EDB a po dosažení 100% účinku dále přibrzďovat vlak brzdou pneumatickou, tak i stejnoměrné využívání všech brzd vlaku, přičemž na motorových vozech se účinek realizuje pokud možno EDB.

V režimu řízení volbou poměrného tahu (tzv. ruční řízení), v poloze "S" poměrný tah narůstá, v poloze "J" zůstává a v poloze "V" klesá k nule. Brzdové polohy jsou stejné.

Hlavní funkce software CRV

Software CRV byl vytvořen částečně ve Výzkumném ústavu železničním Praha a částečně (týmiž autory) ve společnosti AŽD Praha s.r.o.

CRV snímá signály z pultu strojvedoucího, z pohonu a z obvodů brzdy. Na jejich základě dává povely do regulátoru pohonu, do trakční a brzdové výzbroje a řídí součinnost elektrodynamické a pneumatické brzdy (včetně řízení záskoku výpadku dynamické brzdy brzdou pneumatickou).

Kromě řízení vlastního vozu CRV umožňuje vícenásobné řízení prakticky neomezeného počtu vozidel, k čemuž využívá 2 vodiče kabelu UIC (tzv. vlaková řídicí linka). Řízená vozidla mohou být i navzájem různých typů, např. elektrický vůz a motorový vůz zároveň. Řídicí systém rozlišuje prvních 7 vozidel, 8. a další se pak jeví jako 1 vozidlo.

Dále CRV umožňuje on-line záznam provozních údajů (např. otáčky, poměrný tah, rychlost, proud, zrychlení atd.) a následné vyhodnocení na přenosném PC. Při periodě snímání 100 ms a snímání 6 provozních veličin je délka záznamu téměř 20 minut.

Další funkcí je zkušební režim CRV. V tomto režimu se simuluje chování řízené soustavy (vlaku) s ohledem na výstupní signály CRV (tedy např. odezva skutečné rychlosti na poměrný tah). Zkušební režim je možno využívat při nastavování konstant, prověřování spolupracujících zařízení (reakce na výstupní signály CRV) či pro výuku strojvedoucích.

Celý program CRV je napsán v assembleru procesoru 80C166 a má asi 12 KB.

Hlavní funkce software DPV

Software DPV byl již celý vytvořen v AŽD a je psán převážně v jazyku C (C66) a částečně též v assembleru. Umožňuje diagnostiku vlastního vozu a dálkovou diagnostiku až 62 vozidel v soupravě, přitom vychází z návrhu normy IEC TC9 CD 332. K diagnostice ostatních vozidel vlaku jsou využívány další 2 vodiče kabelu UIC (tzv. vlaková diagnostická linka).

Navržený systém vlakových linek vytvořil normativní zásady pro vznik tzv. "národní sběrnice", která umožňuje spolupráci řídicích a diagnostických systémů hnacích, řídicích a vložených vozidel různých řad. Řízení vozidel různých řad též umožňuje nové pojetí jednotného řídicího pultu (vícefunkční ovladače - např. start dieselu / zapnutí hlavního vypínače, zobrazování na displeji - otáčky dieselu / trolejové napětí apod.).

Základní funkcí DPV je zobrazování provozních údajů vlastního a nejbližšího řízeného vozu (v případě vozu 943 dvou nejbližších řízených vozů). Je možno navolit zobrazení provozních údajů libovolného trakčního vozidla vlaku připojeného na vlakovou linku.

Další funkcí je zajišťování tzv. vozových funkcí. Jedná se např. o řízení vnějších dveří, sledování napětí vozové baterie se zásahem při jeho poklesu, signalizaci "Zastávka na znamení", kontrolu vzduchového vypružení, přenos signálů požární ústředny, synchronizaci chodu kompresorů atd.

Kromě trakčních obvodů (včetně regulačních) sleduje DPV i stav tzv. vozových zařízení (dveře vnější i vnitřní - oddílové, topení, vodní hospodářství, vnější osvětlení, obvody dobíjení baterie atd.)

V případě poruchy či mimořádného stavu (ať již trakčních či vozových zařízení) na kterémkoliv vozidle soupravy se na zobrazovači strojvedoucího zobrazí patřičná poruchová zpráva.

Dále program umožňuje zobrazit krátkodobou historii poruch či záznam poruch ze zálohované paměti, a to také pro každé vozidlo ve vlaku. Záznam poruch vlastního vozu je možné přenést po sériové lince do běžného PC a dále archivovat.

Další funkcí je automatický výpočet délky vlaku, hmotnosti, brzdné váhy a brzdících procent vlaku. Ve spolupráci s CRV pak zobrazuje odměřování délky vlaku. Na rozdíl od dříve používané dvouhodnotové signalizace je u vozidel 843/943 použito kvazianalogové zobrazení, kdy strojvedoucí vidí, kolik dráhy z délky vlaku bylo již ujetu a kolik ještě zbývá.

Délka kódu programu DPV je asi 40 KB, zhruba stejný objem mají tabulky a konstanty.

Regulátor trakce

Kompletní regulátor trakce dodává ČKD Praha. Hardwarově je postaven na procesorech řady 80196 a obsahuje 2 procesory pro řízení jednotlivých agregátů a 1 pro komunikaci. Jeho hlavní funkcí je na základě požadavku na poměrný tah a s přihlédnutím k dalším vstupním signálům spínat kontaktní prvky trakční výzbroje, nastavit odpovídající polohu stavěče dieselu a patřičně regulovat buzení generátoru.

Závěr

Již třetí rok provozu ne bezproblémových vozidel řad 843, 943 a 043 ukazuje, že řídicí systém je jednou z nejspolehlivějších součástí vozidel. Styk mezi řídicím systémem a strojvedoucím byl postupně dopracováván dle připomínek z provozu, stejně tak byly postupně přidávány další funkce tak, aby se plně využilo všech možností systému. Pro zajímavost lze uvést, že rozsah diagnostikovaných dat se oproti původnímu zadání zvětšil více než 30x.

Zprávy i vlastní zkušenosti z provozu těchto vozidel jednoznačně potvrzují, že ovládání a diagnostika strojvedoucím i údržbě plně vyhovují.

V Praze, srpen 2000

Lektoroval: Ing. Vratislav Šuk
VÚŽ Praha