

Karel Peška

## DIAGNOSTIKA VLAKOVÉHO ZABEZPEČOVAČE

Klíčová slova: zkušební zařízení, ZZLVZ 91.1  
zkušební smyčka

### 1. ÚVOD

Diagnostika jako soubor postupů vedoucích k objektivnímu zjištění stavu vyšetřovaného objektu je v dnešní technické praxi chápána v poněkud užším smyslu, než v ostatních oblastech lidské činnosti. Upřeme-li pozornost do oblasti elektrotechniky, rozumí se dnes diagnostikou soubor nedestruktivních a bezdemontážních postupů vyšetřujících aktuální stav zařízení, a pokud je to funkčně a technicky možné, je požadováno jejich provádění během rutinní činnosti zařízení.

Zvláštní pozornosti si pak žádají železniční zabezpečovací zařízení. Tato zařízení musí splňovat dodatečné podmínky (viz ČSN 34 2600) kladené na jejich chování v poruchových stavech. K zajištění tohoto specifického chování je nutno přijmout celou řadu dodatečných požadavků jak v návrhu užití, konstrukci, tak zejména během provozování takových zařízení. Sama závažnost objektivního, prokazatelného a doložitelného zjištění technického stavu dohlíženého zařízení však brání užití diagnostických zařízení.

---

**Ing. Karel Peška**, nar.1954, absolvent ČVUT 1979, specializace radioelektronické systémy. Výzkumný pracovník ČD - VÚŽ se zaměřením na elektronické obvody zabezpečovací techniky a zkušebnictví. Manažer jakosti certifikovaný ČSJ podle požadavků EOQ .

Naplnění těchto požadavků by vyžadovalo konstrukci diagnostických zařízení dle týchž zásad jako zařízení diagnostikované. To je v některých směrech při dnešní úrovni poznání nemožné, zejména pak ekonomicky neúnosné, a tak diagnostické prostředky jako v jiných oborech lidské činnosti slouží zejména pro podporu lidské činnosti.

## **2. LINIOVÝ VLAKOVÝ ZABEZPEČOVAČ**

Liniový vlakový zabezpečovač (LVZ) je zabezpečovací zařízení sloužící k přenosu návěstního pojmu návěstidla předcházející hnací vozidlo na trati, na stanoviště strojvedoucího a ke kontrole jeho způsobilosti, viz [1].

Vzhledem k různorodosti systému jako celku a jeho rozsáhlosti je nutno k diagnostice přistupovat po částech. Jedna pomyslná dělicí rovina se přímo nabízí, tou je oddělení stacionární a mobilní části zařízení. Vlakový zabezpečovač jako systém je na síti ČD provozován od počátku šedesátých let v rozsahu přibližně 1500 km tratí a 2000 hnacích vozidel. Od té doby prošel různými etapami vývoje, které měly za cíl zvýšení jeho užitných vlastností. Odrazilo se to v různém konstrukčním provedení částí systému. Tato úvaha vede ke třídění diagnostických zařízení na zařízení obvodově závislá a nezávislá.

## **3. DIAGNOSTIKA STACIONÁRNÍ ČÁSTI**

Vyšetření vlastností zařízení rozprostřeného podél dopravní cesty je relativně nejsložitější úlohou diagnostiky celého systému. Má-li být metoda dostatečně účinná, je třeba provádět diagnostiku z kolejového vozidla, pokud možno za běžného dopravního provozu. Tento zdánlivě přirozený požadavek přináší celou řadu komplikací. Proto k dnešnímu dni není systematicky stav traťové části zařízení tímto způsobem prověřován, i když řada pracovišť, do jejichž pracovní náplně

tato problematika náleží, se nějakým způsobem účastnila přípravných prací.

Technicky největším problémem zůstává sejmutí obrazu užitečného signálu z trati. Hovoříme zde o diagnostice traťové části systému, ale máme-li tento úkol splnit, nutně musíme do řetězce minimálně zahrnout i snímače elektromagnetického pole. K tomuto účelu samozřejmě lze použít snímače, které jsou běžnou výbavou hnacího vozidla. Pro účely měření je však nutno objektivně znát jejich vlastnosti. Protože snímač musí být z principu otevřený magnetický obvod, značnou měrou se na výsledných vlastnostech může podílet i jeho okolí. Další těžko popsatelnou veličinou je vzájemná poloha snímače a proudovodiče (kolejnice) během chodu vozidla. Poměrně snadno řešitelnou záležitostí pak zůstává vřazení oddělovacího stupně mezi snímače a vstup mobilní části vlakového zabezpečovače. Úkolem tohoto stupně je zajistit současně signál pro účely měření i běžnou činnost zařízení k zajištění traťového výkonu hnacího vozidla.

Jako poměrně složitý úkol, hlavně z ekonomických důvodů, se jeví požadavek na oddělení snímačů. Snímače jsou na hnacím vozidle umístěny dva, v sériovém zapojení s opačnou orientací vinutí. Účelem tohoto zapojení je potlačení souhlasně indukované složky z kolejí, náležející především trakčnímu proudu. Pro potřeby následného vyhodnocení by bylo vhodné signály z obou snímačů do oddělovacího stupně přivést samostatně a potlačení souhlasné složky pro účely normálního provozu vlakového zabezpečovače provést až na výstupu oddělovacího stupně rozdílem elektrických signálů při zajištění linearity operace. Stejným způsobem je možno získat rozdílovou i součtovou složku pro měření kvality signálu. Za tímto účelem musí být vyveden alespoň společný střední bod obou snímačů. K tomu by bylo zapotřebí u vybraného okruhu hnacích vozidel provést úpravu jejich zapojení. Naráží to však na nutnost provádět měření s těmito upravenými vozidly, což je zásahem do systému jejich oběhu. Tento požadavek se v praxi prosazuje jen velmi obtížně. Dalším problémem, který by bylo účelné

do budoucna vyřešit, je sejmутí údaje o ujeté dráze hnacího vozidla, eventuálně jeho rychlosti a jeho uložení na záznamové medium.

Pro účely diagnostiky je potřeba vzorek sejmутého signálu zaznamenat záznamovým zařízením. V úvahu připadá záznam měřicím magnetofonem či eventuální digitalizace signálu a jeho následné uložení. Vzhledem k charakteristikám signálu se jeví řešení s použitím měřicího magnetofonu jako vhodné i za dnešního stavu techniky, zvláště uvážíme-li potřebu doplnit záznam hlasovým komentářem obsluhy o poloze hnacího vozidla na trati, o jízdních poměrech apod. Pro tuto volbu hovoří i potřebný objem zaznamenávaných dat. V minimální variantě je nutno počítat s vyšetřovaným pásmem kmitočtů asi do 300Hz, v maximální je pak praktická horní hranice omezena rezonančním kmitočtem snímačů, který se nachází podle typu v okolí 1,2kHz. K tomu je zapotřebí rychlosti vzorkování asi od 1000 do 3000 vzorků za sekundu. Šíře jednoho osmibitového slova se jeví jako nedostatečná k zajištění potřebné přesnosti v celém rozsahu dynamiky vstupního signálu ( $2^7=127$  rozlišitelných úrovní se znaménkem). Při použití standardního šestnáctibitového slova pro maximální variantu potřebujeme paměťovou kapacitu přibližně 48kB na jednu sekundu záznamu, pro minimální variantu pak třetinovou kapacitu. Délka záznamu je prakticky určena výkonovým ramenem hnacího vozidla. Montáž a demontáž oddělovače signálu spolu se záznamovým zařízením není z provozních důvodů možná během výkonu. Pro tuto úvahu budeme počítat s dobou záznamu 6 hodin. Objem nashromážděných dat je v tomto případě asi 1GB (resp. 333MB). Vyhodnocení signálu v reálném čase je dnes technicky možné (při použití výkonné techniky, ale z hlediska prostředí a potřeby zpracování dokumentace se tato možnost jeví jako krajně nevhodná.

Vlastní vyhodnocení se pak sestává z obnovení sejmутého signálu a vyšetření vlastností signálu v časové a spektrální oblasti. Vzhledem k objemu nashromážděných dat nelze vyhodnocení v rutinním provozu provádět jinak, než za podpory výpočetní techniky vybavené příslušným programovým vybavením

sestaveným za tímto účelem. K hodnocení v časové oblasti se nabízí okamžitý kmitočet a amplituda jak nosné, tak i modulační složky a eventuální rušivé složky, jejich odezvy na změny. Ve spektrální oblasti je možno vyhodnocovat poměry jednotlivých kmitočetů. Tento okruh se jeví jako vyčerpávající pro zjištění stavu zařízení s jednou, ne nepodstatnou, výjimkou. Důležitým kvalitativním ukazatelem každého signálu je odstup užitečného signálu od rušivého pozadí. Popsaná metoda umožňuje tento poměr s dostatečnou přesností určit, ale není možno objektivně posoudit, zda snížený odstup je způsoben velikostí zpětného trakčního proudu, či nesymetrií kolejového obvodu (indukované napětí je v rozsahu pracovních hodnot úměrné velikosti proudů). Nesymetrie kolejového obvodu je majoritní příčinou funkčních nestabilit, navíc není časově stálá. Je především důsledkem ukolejňování vodivých konstrukcí v blízkosti koleje k jedné z kolejnic a z toho plynoucího sníženého izolačního stavu. K vyhodnocení je třeba znát buď přímo součtový a rozdílový signál obou snímačů, či oba samostatné signály.

Konstrukce oddělovacího stupně a ověření vypořádací schopnosti naměřených dat bylo předmětem prací, na kterých se podíleli pracovníci VÚŽ v minulém roce pro potřeby Technické ústředny dopravní cesty ČD.

#### **4. DIAGNOSTIKA MOBILNÍ ČÁSTI**

Diagnostická zařízení mobilní části se dají rozdělit do dvou velkých skupin na zařízení obvodově nezávislá pro ověřování funkce zařízení obsluhou (strojvedoucím) a na zařízení obvodově závislá, tj. zkušební a měřicí zařízení pro stanoviště udržujících zaměstnanců. Ta jsou přizpůsobena konstrukci zkoušených zařízení a do značné míry kopírují po technologické stránce zkoušené zařízení, viz např. [1], [2]. U novějších zařízení je pak dobře patrná snaha přisunout diagnostiku "do pole" za účelem zvýšení pohotovosti udržovaného zařízení (tzv. mobilní diagnostika) viz [2]. Popis tohoto

druhu zařízení spíše přísluší popisu udržovacích prací vlastního diagnostikovaného zařízení.

Obvodově nezávislá diagnostická zařízení jsou v terminologii liniového vlakového zabezpečovače označována jako zkušební zařízení ("smyčky"). V podstatě se jedná o simulátor kolejového obvodu k prověření mobilní části zařízení. Protože charakter signálu zůstává od zavedení systému do provozu neměnný a zařízení zachovávají systémovou slučitelnost, je od nových konstrukcí žádána slučitelnost se starými konstrukcemi při pokrytí požadavků kladených na nová zařízení příslušnými testy.

Původní zkušební zařízení dodaná po nasazení systému jsou ještě dnes na mnohých místech provozována. Jsou však dávno za hranicí technického života, o morální zastaralosti nemluvě. Počátkem devadesátých let Sdělovací a zabezpečovací dílny Ústí nad Labem ve spolupráci s Oblastí sdělovací a zabezpečovací techniky VÚŽ vyvinuly Zkušební zařízení LVZ pod označením ZZLVZ 91, viz [4]. Tento typ plně elektronického zkušebního zařízení umožňuje generovat nosný kmitočet 50Hz a 75Hz obdélníkového průběhu. Řízení chodu zařízení je prováděno pevnou logikou.

V souvislosti se změnou sortimentu a dodavatelů elektronických součástek spolu se záměrem minimalizovat počet nastavovacích úkonů a tím i pracnost údržby, přistoupila původní organizace, dnes již pod označením NTD s.r.o. Ústí nad Labem, k inovaci tohoto zařízení po označení ZZLVZ 91.1. Zařízení si ponechává mnohé původní vnější rysy, je však již řízeno programovatelnou logikou včetně generování sinusové nosné.

## **5. ZKUŠEBNÍ ZAŘÍZENÍ ZZLVZ 91.1**

Zařízení se skládá z přístrojové skříně, indukční smyčky v kolejišti, tvořené izolovaným vodičem na vnitřní straně kolejnicových pásů a 2 ks ukazatelů návěstních znaků. Plocha smyčky je omezena maximální přípustnou hodnotou

impedance  $0,2\Omega$ . Zařízení je napájeno z průmyslové sítě. Přístrojová skříň se situuje v blízkosti indukční smyčky s ohledem na minimální hodnotu impedance s přihlédnutím k její ochraně před klimatickými vlivy a možnými zdroji mechanického poškození. Na skříni jsou umístěny ovládací prvky, které je možno vyvést mimo skříň.

### 5.1 ČINNOST ZAŘÍZENÍ

Přezkoušení se děje porovnáním návěstních údajů ukazatele návěstních znaků s údaji návěstního opakováče vlakového zabezpečovače. Generované signály jsou vysílány v cyklech návěstí. Cyklus je vysílán na kmitočtu 75Hz nebo 50Hz podle volby, eventuálně na obou kmitočtech v naznačeném pořadí. Skladbu vysílaných signálů - návěstních znaků (proces kódování) ukazuje obr. č.1. Jednotlivé návěstní informace jsou vysílány postupně ve čtyřech intenzitách od největší do nejmenší. Uvedení zařízení do činnosti z pohotovostního stavu se děje tlačítkem START umístěným na přístrojové skříni zařízení.

Zařízení umožňuje nastavit za klidového stavu počet generovaných cyklů a plnění výstupního signálu (poměr impuls : mezera) v rozsahu 1:1, 3:1, 1:3 za účelem ověření odolnosti vlakového zabezpečovače proti zkreslení signálu. Za chodu je možno potlačit modulaci (trvalá nosná) a je možno "zmrazit" právě vysílaný návěstní pojem. K řízení jsou užitá tlačítka označená STOP a MĚŘENÍ, umístěná uvnitř přístrojové skříně na vaně elektroniky (event. vně instalovaná, galvanicky oddělená tlačítka). Jednotlivé pracovní režimy a přechod do nich, ne nepodobný nastavování digitálních hodin, je uveden na obr.2. Řídicí jednotka je vybavena dvoumístným zobrazovačem, schematicky znázorňujícím stav zařízení, viz obr. č.3.

Činnost zařízení vysvětlíme dle obr. č. 4 , na kterém je uvedeno skupinové schéma přístrojové skříně. Ta obsahuje tři základní pole. V horním je umístěna vana elektroniky, ve středním poli se nacházejí transformátory pro napájení zařízení a návěstních opakováčů, výstupní transformátor s

výstupním filtrem, kde spodní nese připojovací svorky s jištěním.

Veškerá činnost zařízení je řízena z desky řízení umístěné ve vaně elektroniky. Činnost desky a zařízení není určována pevnou logikou, jako tomu bylo u předcházejících typů zařízení, ale logikou programovatelnou, založenou na mikroprocesorovém obvodu typu 80552 (Philips), který patří do rodiny obvodů vystavěných okolo jádra mikropočítače 8051 fy Intel. Hlavní činností řídicích obvodů je generace výstupního signálu. Signály se generují programově, buď prostřednictvím výstupních obvodů mikroprocesoru a budiče D řídicí elektrody spínacích tranzistorů koncového stupně KS. Úkolem budiče je převod úrovně signálu na úroveň potřebnou k ovládání polem řízených spínacích tranzistorů. Druhou generovanou skupinou výstupních signálů jsou dvě osmice řídicích signálů pro řízení spínačů návěštních světel.

O činnosti mikropočítače a tím i zařízení je obsluha informována prostřednictvím dvoumístného sedmissegmentového zobrazovače. Pod zobrazovačem je umístěna dvojice tlačítek Stop a Měření, kterou může obsluha ovládat zkušební zařízení. Dále je k řízení použito tlačítko Start pro zahájení činnosti zařízení a přepínač kmitočtu 75/50Hz. Pokud není zvolen ani jeden z těchto kmitočtů, stav je interpretován jako režim s automatickým přepínáním kmitočtu. Ovládání signálů Start, 75Hz a 50Hz je možné pouze z vnějšku vany elektroniky a proto jsou signály galvanicky odděleny v příslušně označených blocích na řídicí desce. Stejně jsou ošetřeny i vstupy pro vnější ovládání signálů Stop a Měření.

Mikropočítač obsahuje i analogově číslicový převodník, užitý k vnitřní diagnostice a k regulaci výstupního proudu indukční smyčky. K tomu slouží vnitřní regulační smyčka. Sestává z říditelného generátoru řídicích pulsů koncového stupně tvořeného mikropočítačem uPC a jeho programového vybavení, budiče koncového stupně D, koncového stupně KS, připojeného výstupního transformátoru Tr2 s filtrem F. V sekundárním obvodu Tr2 je zařazen měřicí proudový transformátor



Tr1, který s interním připojeným rezistorem tvoří převodník proud-napětí. Vzorek tohoto napětí je přiveden na operační usměrňovač U, kde je usměrněn. Takto získané napětí, které je obrazem velikosti proudu proudové smyčky, je přivedeno na vstup analogově číslicového převodníku mikroprocesoru. Programově je výstup převodníku periodicky vyhodnocován a v závislosti na získané hodnotě je řízen generátor budících impulsů koncového stupně. Nastavení zesílení operačního usměrňovače a tím i velikosti výstupního proudu smyčky v určeném pracovním bodě je jediným nastavovacím úkonem zařízení.

Vana elektroniky dále obsahuje desky sloužící napájení řídicí části zařízení a koncového stupně. Dvě identické osmikanálové desky spínačů I, II jsou galvanicky oddělené od signálů řídicích a napájení. Jsou určeny ke spínání návěstních světel.

Poslední deskou je koncový stupeň KS sestavený z čtveřice můstkově zapojených spínačů MOSFET. K výstupu koncového stupně je připojen filtr F a transformátor Tr2. Úkolem filtru F, jehož součástí je i výstupní transformátor Tr2, je ve spektru generovaného výstupního proudu potlačit nežádoucí harmonické složky. Transformátor Tr2 rovněž přizpůsobuje impedanci indukční smyčky koncovému stupni KS. Ve výstupním obvodu je v sérii zapojen primár měřicího transformátoru proudu Tr1, který je součástí již popsané regulační smyčky proudu.

V současné době probíhají u výrobce přípravné práce k zahájení sériové výroby.

## 6. ZÁVĚR

Dnešní stav v oblasti technických prostředků pro mobilní diagnostiku, pokrývaných organizacemi mimo ČD, lze označit stavem připravenosti. V oblasti diagnostiky stacionární části odborná veřejnost vyčkává ekonomicky příznivější situace k naplnění svých záměrů.

LITERATURA:

- [1] Poupě, O.: Liniový vlakový zabezpečovač.  
Praha, Nakladatelství dopravy a spojů 1965.
- [2] Peška, K.: Diagnostické zařízení mobilní části LS-90  
MODIVZ 1, Zpráva k úkolu R14-118-008-012.  
Praha, VÚŽ 1991.
- [3] Zkušební zařízení ZZLVZ 91, technická dokumentace.  
Ústí nad Labem, NTD s.r.o. 1991.
- [4] Peška, K.: Zkušební zařízení ZZLVZ 91.1, výrobní podklady.  
Plzeň 1996.

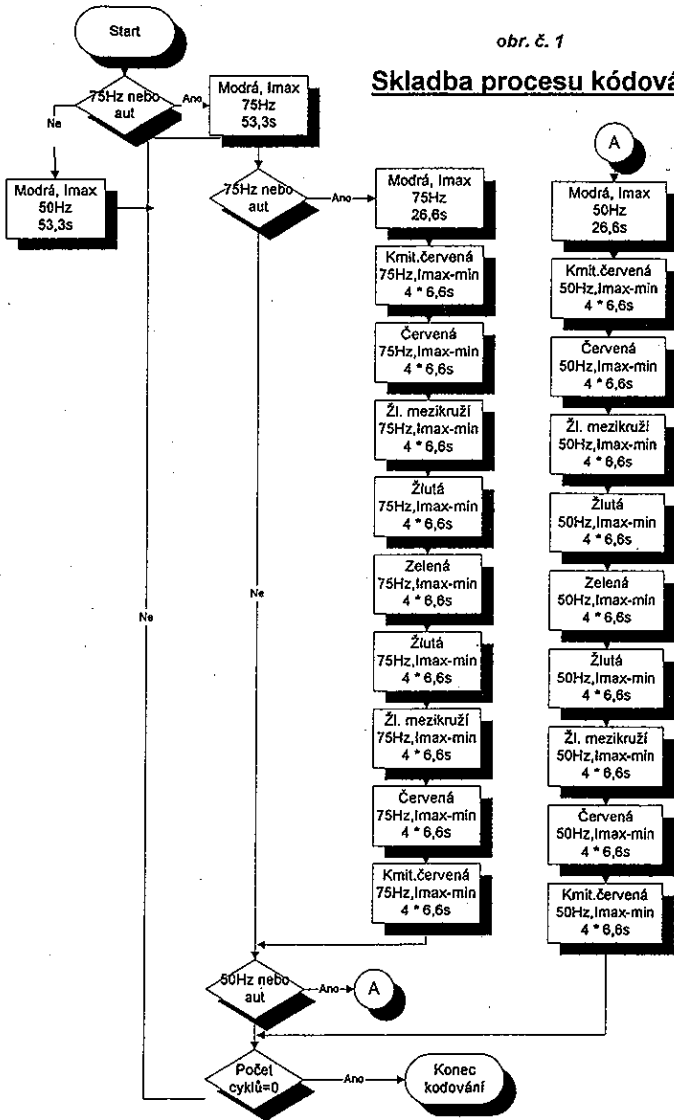
Líně, listopad 1996

Lektoroval: Ing.Václav Chudáček

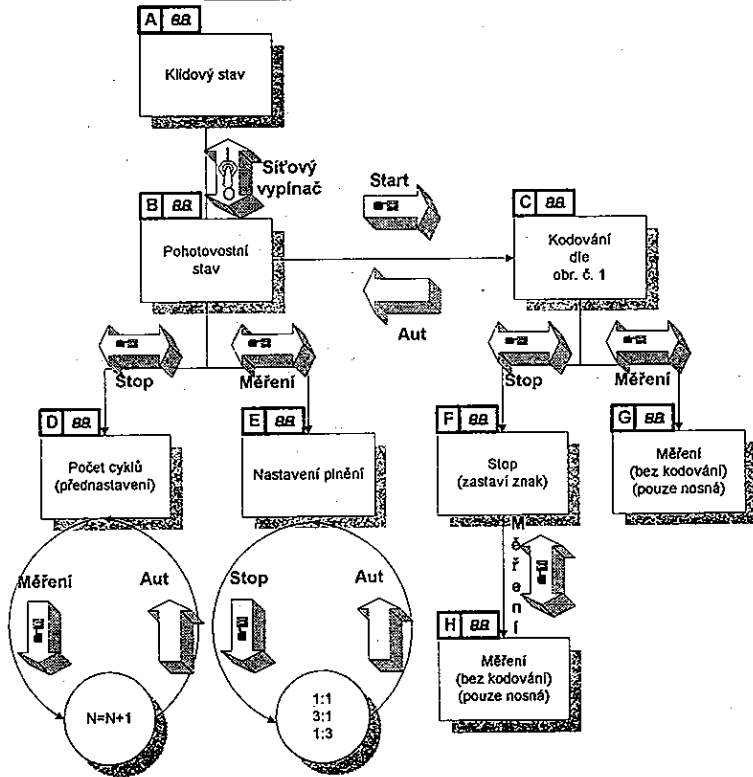
ČD- DDC S14

obr. č. 1

## Skladba procesu kódování





























## Pracovní režimy ZZLVZ 91.1



# Display

obr. č. 3

v jednotlivých režimech

Typ	Provozní stav	Plnění 1:1	Plnění 3:1	Plnění 1:3
<b>A</b>	Klídový stav 			
<b>B</b>	Pohotovostní stav 			
<b>C</b>	Kódování <small>viz poznámka</small>			
<b>D</b>	Nastavení počtu cyklů <small>viz poznámka</small>			
<b>E</b>	Nastavení plnění			
<b>F</b>	Stop (zastavení znaku) <small>viz poznámka</small>			
<b>G</b>	Měření (pouze nosná)			
<b>H</b>	Měření (pouze nosná)			

Pozn.:

Uveden příklad pro přednastavený počet cyklů N=12

Legenda:



blikající údaj

