

Elektronický fázově citlivý přijímač jako náhrada elektromechanických fázově citlivých relé

Ivan Konečný, VÚŽ Praha

1. Úvod.

V konvenčních kolejových obvodech se doposud u většiny železničních správ používají ve velké míře fázově citlivé přijímače realizované pomocí různých konstrukcí elektromechanických dvoufázových indukčních relé. Elektromechanická fázově citlivá relé se ve funkci kolejových přijímačů během svého dlouhodobého používání osvědčila a doposud vykazují solidní elektrické parametry (fázová a kmitočtová selektivita, vysoká odolnost proti přetížení a pod.) Mimo svých dobrých vlastností mají pochopitelně elektromechanická fázově citlivá relé rovněž nedostatky (v podmínkách ČD je to např. závislost na jejich importu, nutnost jejich častých periodických prohlídek a revizí, relativně nízký součinitel součinitel vypnutí K_v atd.). Zmíněné nedostatky jednak zvyšují provozní náklady na údržbu kolejových obvodů, jednak výrazně limitují možnosti návrhu kolejových obvodů se zlepšenými funkčními vlastnostmi (např. zvýšená odolnost proti rušivým vlivům, snížení příkonu kolejových obvodů).

Nástup elektroniky do zabezpečovací techniky proto pochopitelně vyvolal zájem výzkumných a vývojových pracovišť a firem pracujících v oboru železniční zabezpečovací techniky o náhradu konvenčních elektromechanických fázově citlivých relé jejich elektronickou náhradou se zlepšenými vlastnostmi. V tuzemsku stojí za zmínku pokus počátkem 80.ých let minulého století ve VÚŽ a AŽD (přijímač DBP), který zejména z důvodů nedostatečné součástkové základny a nestability parametrů přijímače nevedl k cíli.

2. Koncept řešení elektronické náhrady.

V roce 2002 se z iniciativy firem Signal Mont Hradec Králové a Starmon Choceň realizoval ve spolupráci s VÚŽ Praha a ZČU Plzeň výzkum a vývoj elektronického fázově citlivého přijímače jako náhrady elektromechanických fázově citlivých relé (DSR, DSŠ), které se používají jako fázově citlivé přijímače v kolejových obvodech používaných na železniční infrastruktuře u ČD. Cílem náhrady doposud používaných elektromechanických fázově citlivých relé přijímačem elektronickým je při dosažení lepších technických vlastností ekvivalentu snížit náklady na údržbu, závislost na importu a zlepšit technické vlastnosti kolejových obvodů s elektronickým přijímačem.

Při výzkumu byly ověřovány paralelně dvě různé cesty realizace elektronického přijímače. První cesta (zdánlivě progresivnější) byla realizována na bázi dvoukanálové procesorově orientované redundantní struktury s diverzitním SW.

Druhá cesta byla řešena jako schématicky relativně jednoduché a levné řešení s využitím poznatků získaných z předchozích aplikací elektronických bezpečných struktur s vnitřní bezpečností.

Po prověření realizovaných funkčních vzorků obou řešení se ukázalo, že po funkční stránce jsou obě cesty využitelné a splňují předpokládané zadané parametry, ale funkčně dokonalejší procesorově orientovaná struktura se v porovnání s druhým řešením ukázala jako náročnější a dražší řešení bez dosažení výrazně lepších parametrů kolejových obvodů jako celku v praktických aplikacích v porovnání s druhou cestou. Jak bude vysvětleno v jiném příspěvku tohoto semináře, zlepšit komplexně technické parametry kolejových ob-

vodů nelze realizovat zlepšením pouze technických parametrů přijímače, v praxi by bylo nutné rovněž změnit výstroj kolejových obvodů (stykové transformátory).

3. Popis elektronického fázově citlivého přijímače EFCP1.

Jak bylo popsáno výše, při realizaci EFCP1 bylo zvoleno řešení s vnitřní (inherentní) bezpečností a vyšlo se z předchozích zkušeností s dílčími bezpečnými elektronickými funkčními bloky s dynamickou funkční kontrolou, které se v zařízeních zabezpečovací techniky u ČD (např. zdroje BZB, BZS, EK, elektronický kodér EK1, elektronický kmitač EKM, mobilní část VZ LS90, přenosové zařízení MUZA) úspěšně aplikují cca od počátku 80-ých let minulého století. Dále se využily zkušenosti s pasivními prvky R,C s čtyřvývodovou technologií (původně vyvinuté u SNCF), které byly rovněž úspěšně vyvinuty a implementovány do elektronických zařízení s bezpečnou funkcí, které jsou používány u ČD.

Elektronický fázově citlivý přijímač tedy převážně využívá prvky a obvodové principy vedoucí k inherentní bezpečnosti jeho jednotlivých funkčních bloků. Výstupem EFCP je neutrální elektromechanické relé první bezpečnostní skupiny.

Realizace elektronického fázově citlivého přijímače vychází z náhradního elektrického modelu funkce elektromechanického fázově citlivého relé a je znázorněna na blokovém schématu na obr.1. Napětí kolejové fáze je přivedeno přes vstupní oddělovací transformátor Tr1 na signálový vstup fázového detektoru FD, který pracuje jako jednocestný synchronní detektor. Na řídicí vstup synchronního detektoru je přiveden referenční signál, získaný z napětí místní fáze jeho transformací v Tr2 a vytvarováním na napětí obdélníkového tvaru v bloku tvarovače, kde je usměrněním části referenčního napětí získáno rovněž pomocné stejnosměrné napětí pro napájení všech obvodů fázově citlivého přijímače. Výstupní napětí z fázového detektoru je přivedeno přes RC filtr typu dolní propust na vstup hladinového obvodu s dynamickou funkční kontrolou (komparátoru), který slouží jako převodník analogového signálu na dvoustavový výstupní signál, kterým je po jeho usměrnění napájena cívka výstupního elektromechanického relé první bezpečnostní skupiny.

Všechny popsané funkční bloky jsou obvodově navrženy jako bloky s vestavěnou bezpečností tak, aby ve všech uvažovaných poruchových stavech jejich součástí byly poruchy převedeny do bezpečnějšího stavu. Princip dvoufázového indukčního relé, ze kterého ideově vychází elektrický model EFCP je popsán v lit.[1] (str.26,27), princip použitého synchronního detektoru je popsán v téže literatuře na str.27 a 28. Princip použitého hladinového obvodu s dynamickou funkční kontrolou je popsán v lit.[2] a v lit.[3]. Na rozdíl od indukčního relé je maximální hodnota výstupního napětí použitého (ideálního) synchronního detektoru (po jeho filtraci DP) maximální při nulovém fázovém úhlu mezi vstupním a referenčním napětím.

- Popis funkce vstupního obvodu kolejové fáze.

Vstupní obvody kolejové fáze jsou řešeny tak, aby jejich vstupní impedance a napěťový přenos byly přesně definované v provozním i poruchových stavech. S využitím vlastností použitých součástí (transformátoru Tr1 a čtyřvývodového zatěžovacího rezistoru na sekundáru Tr1, jejichž konstrukce vyhovuje požadavkům ČSN EN 50 129 je dosaženo, že v uvažovaných poruchových stavech jednotlivých součástí vstupního obvodu dojde k poklesu napěťového přenosu mezi vstupem kolejové fáze a vstupem navazujícího fázového detektoru.

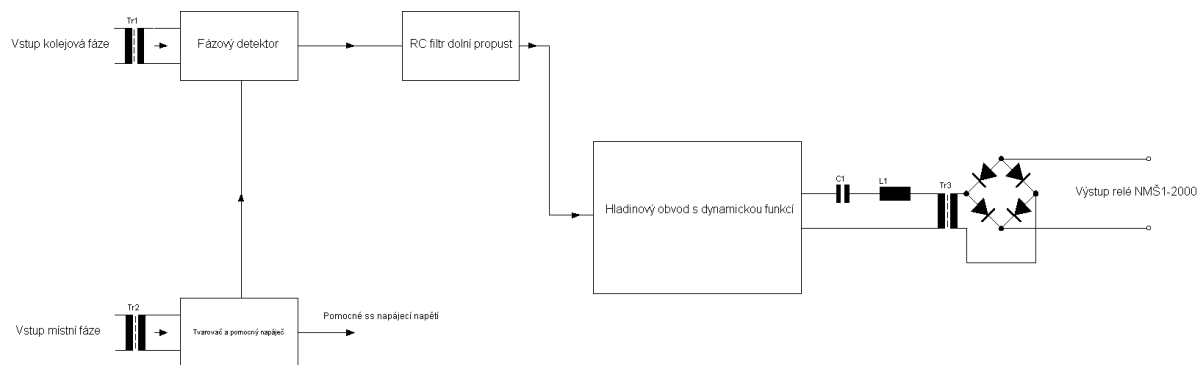
- **Popis fázového detektoru.**
Fázový detektor pracuje jako jednočinný synchronní detektor s vestavěnou bezpečností. Jako bezkontaktní spínač synchronního detektoru který je spínán referenčním signálem je použit bezkontaktní prvek vyrobený technologií, která vylučuje v uvažovaných poruchových stavech prvku samovolné usměrnění vstupního signálu kolejové fáze. Schematika vstupu referenční fáze zamezuje v uvažovaných poruchových stavech vybudování výstupu fázového detektoru samotným referenčním signálem.
- **Popis dolní propusti RC na výstupu fázového detektoru.**
Dolní propust RC je řešena s využitím vlastností speciálních čtyřvývodových kondenzátorů dle ČSN EN 50 129 jako obvod s vestavěnou bezpečností tak, že v uvažovaných poruchových stavech dojde k poklesu napětíového přenosu a zvýšení časové konstanty RC (snížení mezního kmitočtu dolní propusti).
- **Popis hladinového obvodu s dynamickou funkční kontrolou.**
Princip hladinového obvodu (komparátoru) vychází z praxí ověřeného zapojení popsaného v lit.[2] a lit.[3]. V dané aplikaci je nutné bezpečně zajistit, aby v poruchových stavech nedošlo ke zvýšení citlivosti (snížení napětíové prahu) hladinového obvodu. Tento požadavek je zajištěn schématickou modifikací původního zapojení, která spočívá ve využití fyzikálních vlastností (v souladu s ČSN EN 50 129) funkčně kontrolované Zenerovy diody, využití jako zdroje referenčního napětí. V daném zapojení je schématicky zajištěno, že ve všech uvažovaných poruchových stavech hladinového obvodu nedojde ke zvýšení vstupní citlivosti hladinového obvodu a všechny uvažované poruchy Zenerovy diody se projeví v bezpečnějším smyslu (zánikem dynamického režimu).
- **Popis výstupního obvodu.**
Dynamický režim výstupu hladinového obvodu je prostřednictvím vazebního sériového rezonančního obvodu LC, výstupního transformátoru Tr3 a usměrňovacího můstku převeden na stejnosměrný signál, kterým je buzena cívka relé první bezpečnostní skupiny typu NMŠ1-2000. Zapojení výstupního obvodu zaručuje ochranu proti případnému rušení střídavými silovými poli síťového kmitočtu a jeho harmonickými složkami.

Elektronický fázově citlivý přijímač EFCP1 splňuje požadavek na úroveň integrity bezpečnosti SIL=4.

Technická bezpečnost navrženého elektronického přijímače EFCP1 je doložena průkazem bezpečnosti poruch, který byl zpracován m.j. s masivním využitím počítačových simulací a velmi podrobnými laboratorními simulacemi poruchových stavů použitých prvků dle ČSN EN 50 129.

4. Závěr.

Dosavadní poznatky z výzkumu, vývoje, laboratorních a typových zkoušek navrženého elektronického fázově citlivého přijímače EFCP1 včetně výsledků dosavadního provozního ověření prokazují, že dosažené parametry umožňují dosáhnout cenově příznivé náhrady doposud používaných elektromechanických fázově citlivých relé používaných na železniční infrastrukturu ČD. Současně lze dosáhnout významné zlepšení funkčních vlastností kolejových obvodů navržených s přijímači EFCP1 včetně zvýšení a pro další praktickou aplikaci dostatečné odolnosti proti rušení kolejových obvodů až do limitu 500mA.



Blokové schéma elektronického fázově citlivého relé

Obr.1.

Literatura:

- [1] Chudáček a kol. : Detekce kolejových vozidel v železniční zabezpečovací technice ČD VÚŽ Praha 1997
- [2] Chudáček: Průkaz bezpečnosti hladinového obvodu HO-2 VÚŽ Praha 1982
- [3] Konečný I., Chudáček V.: Hladinový obvod s dynamickou funkční kontrolou. Sborník prací VÚŽ Praha č.28, str.115 rok 1983
- [4] ČSN EN 50 129 Drážní zařízení - Sdělovací a zabezpečovací systémy a systémy zpracování dat - Elektronické zabezpečovací systémy