

UNIVERZITA PARDUBICE
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Integrace reléového zabezpečovacího zařízení
do ETCS L2**

Bc. Milan Podvlecký

Diplomová práce
2011

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Milan PODVOLECKÝ**
Osobní číslo: **D09864**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní infrastruktura-Elektrotechnická zařízení v dopravě**
Název tématu: **Integrace reléového zabezpečovacího zařízení do ETCS L2**
Zadávající katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Stručný obecný popis systému ETCS L2
2. Analýza releových obvodů RZZ AŽD 71 s ohledem na možnost vytvoření informací potřebných pro ETCS L2
3. Principiální návrh integrace zařízení RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. CHUDÁČEK, V.-JAKL, J.-LOCHMAN, L. Vlakové zabezpečovací systémy. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav železniční a.s., 1999. 67 s.
2. Reléové zabezpečovací zařízení RZZ AŽD 71
3. UNISIG. ERTMS/ETCS - Class 1 : System Requirements Specification : SUBSET-026 version 2.3.0 [soubory formátu *.doc]. UNISIG, 2006-02-24. Dostupné na: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SUBSET-026-SRS%20230.zip>

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Kunhart, CSc.
AŽD Praha

Datum zadání diplomové práce:

6. ledna 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2011



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Radovan Doleček, Ph.D.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 11. března 2011

PROHLÁŠENÍ

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 23. 5. 2011

Bc. Milan Podvolecký

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Milanu Kunhartovi, CSc. za vedení diplomové práce a za poskytnutí podkladů a informací k jejímu vypracování.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá návrhem reléových obvodů pro vytvoření informací o stavech vlakových cest v reléovém zabezpečovacím zařízení AŽD 71. V první části je uveden stručný obecný popis systému ETCS L2. Ve druhé části je stručný popis stavu ETCS L2 v ČR a požadavky na funkční rozhraní. Ve třetí části je stručná analýza možností využití relé prováděcí skupiny RZZ AŽD 71 pro dané informace. Ve čtvrté části je návrh integrace RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2 s popisem navržených obvodů.

KLÍČOVÁ SLOVA

ETCS, RZZ AŽD 71, vlakové cesty, reléový obvod

ABSTRAKT

This thesis describes the design of relay circuits to create information about states of train paths in relay interlocking device AZD 71. The first section provides a brief general description of the ETCS L2. In the second part there is a brief description of the ETCS L2 in the Czech Republic and functional interface requirements. In the third part there is a brief analysis of the possibility of using relay Implementation Group RZZ AZD 71 for these information. The fourth part is the integration RZZ AZD 71 into ETCS L2 and a description of the proposed circuits.

KEYWORDS

ETCS, RZZ AŽD 71, train paths, relay interlocking device

OBSAH

Úvod.....	8
1 Stručný obecný popis systému ETCS L2	10
1.1 Stacionární část	12
1.1.1 Eurobalíza	12
1.1.2 Radioblokovaná ústředna.....	13
1.2 Mobilní část.....	13
2 projekt ETCS v ČR	16
2.1 Volba úrovně systému ETCS	16
2.2 Pilotní projekt Poříčany – Kolín	16
2.3 Požadavky na funkční rozhraní.....	17
2.3.1 Stav kolejových úseků	17
2.3.2 Aktuální stav vlakových cest.....	17
2.3.3 Traťový souhlas.....	19
3 Analýza obvodů RZZ AŽD 71 s ohledem na možnost vytvoření informací pro ETCS L2.....	20
4 Principiální návrh integrace zařízení RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2	23
4.1 Kolejové úseky.....	24
4.2 Návrh obvodů pro indikaci vlakové cesty pod závěrem s povolující návěstí a projížděné vlakové cesty.....	24
4.2.1 Vjezdové vlakové cesty	25
4.2.2 Odjezdové vlakové cesty	34
4.3 Traťový souhlas	40
5 Požadavky SŽDC na řešení provizorní úvazky	41
5.1 Hodnocení splnění požadavků SŽDC	42
Závěr	44
Seznam použité literatury	45
Seznam obrázků	46
Seznam zkratk.....	47
Seznam příloh	48

ÚVOD

Systém ETCS (European Train Control System) je jednou ze dvou hlavních částí systému ERTMS (European Railway Management System). Jedná se o vlakový zabezpečovač s úplnou souvislou kontrolou rychlosti, se smíšeným bodově - líniovým přenosem informací na vozidlo a se zpětným přenosem informací z vozidla do centrály.

Základní úlohou ETCS je porovnávání aktuální rychlosti vlaku s vypočteným dynamickým rychlostním profilem. Ten je definován jako rychlostní křivka maximální rychlosti vlaku v závislosti na stavu trati před vlakem a brzdných vlastnostech vlaku. V případě, že okamžitá rychlost vlaku je větší než povolená, je strojvedoucí informován výstrahou. Pokud strojvedoucí nereaguje patřičným snížením rychlosti vlaku, spustí systém ETCS nouzové brzdění. Rozlišujeme tři aplikační úrovně systému ETCS.

Aplikační úroveň 1 představuje nejjednodušší konfiguraci. Jde o doplněk stávajícího zabezpečovacího zařízení. Po funkční stránce lze ETCS L1 považovat za bodový vlakový zabezpečovací systém. Vlak získává veškeré informace z balíz umístěných v kolejišti. Balízy jsou neproměnné nebo přepínatelné. Pomocí neproměnných balíz se přenášejí vzdálenostní informace, sloužící pro identifikaci polohy vlaku. Přepínatelné balízy přenášejí informace odvozené z návěstního znaku příslušného návěstidla. Vazbu mezi balízami a stávajícím zabezpečovacím zařízením zajišťuje jednotka LEU (Lineside Electronic Unit).

Zařízení aplikační úrovně 2 je principiálně též určeno k aplikaci na tratích s klasickým staničním a traťovým zabezpečovacím zařízením. Časově proměnné informace jsou na vozidlo předávány pomocí radiového systému GSM-R. Balízy jsou v této aplikační úrovni použity pouze neproměnné a předávají vlaku vzdálenostní informace.

Aplikační úroveň 3 je určena pro realizaci radiobloku. Při bezpečné kontrole celistvosti vlaku nejsou potřeba klasické prvky pro detekci vozidel. Všechny bezpečnostní funkce jsou zajišťovány v radioblokové ústředně (RBC). Balízy jsou opět neproměnné a slouží jako referenční traťové body.

Na základě studií zpracovaných VUZ bylo rozhodnuto použít pro vybavení národních železničních koridorů ČR systému ETCS úrovně 2. Současně bude zachován provoz národního systému vlakového zabezpečovače (ATP) typu LS, který

umožní zajistit provoz v přechodném období. Traťová část národního systému ATP LS je integrální součástí existujících staničních, traťových a zabezpečovacích zařízení. Systém ETCS úrovně 2 byl zvolen především z následujících důvodů:

- modernizace infrastruktury národních koridorů proběhla nebo bude probíhat v předstihu před stavbami systému ETCS,
- v rámci modernizace jsou budována elektronická zabezpečovací zařízení, nebo dříve zabezpečovací zařízení s elektronickou řídicí úrovní, která umožňují spolupráci s RBC systému ETCS,
- jsou využívány traťové zabezpečovací systémy, jejichž technologické celky jsou centralizovány do přilehlých stanic,
- informace od přejezdových zabezpečovacích zařízení na trati jsou staženy do stanic,
- systém ERTMS/GSM-R, který je pro funkci ETCS úrovně 2 nezbytný, je budován v předstihu před stavbami systému ETCS a v parametrech požadovaných specifikacemi EIRENE pro provoz systému ETCS úrovně 2,
- systém úrovně 2 je systémem s kontinuálním přenosem dat prostřednictvím GSM-R, který je schopen průběžné aktualizace dat přenášených mezi tratí a vlakem, což je v podmínkách smíšeného provozu a vlaků provozovaných různými rychlostmi velmi důležité, aby nedocházelo k omezování kapacity tratě,
- systém úrovně 2 dovoluje zavádět dočasná omezení provozu (pomalé jízdy apod.) obsluhou z MMI RBC,
- systém úrovně 2 přináší širší možnosti pro optimalizaci řízení provozu,
- systém úrovně 2 využívá nepřepínatelných balíz, což výrazně snižuje nároky na zajištění spojovacích cest pro jednotlivé komponenty systému,
- z hlediska možnosti dalšího rozvoje je systém úrovně 2 ve srovnání se systémem úrovně 1 výrazně otevřenější, neboť využívá i přenosu informací z vlaku na trať, tzn., že aktuální údaje o skutečné jízdě vlaku jsou dostupné v RBC a využitelné pro optimální řízení provozu.

Cílem této práce je navrhnout principiální zapojení reléových obvodů pro integraci staničního reléového zařízení AŽD 71 do systému ETCS L2.

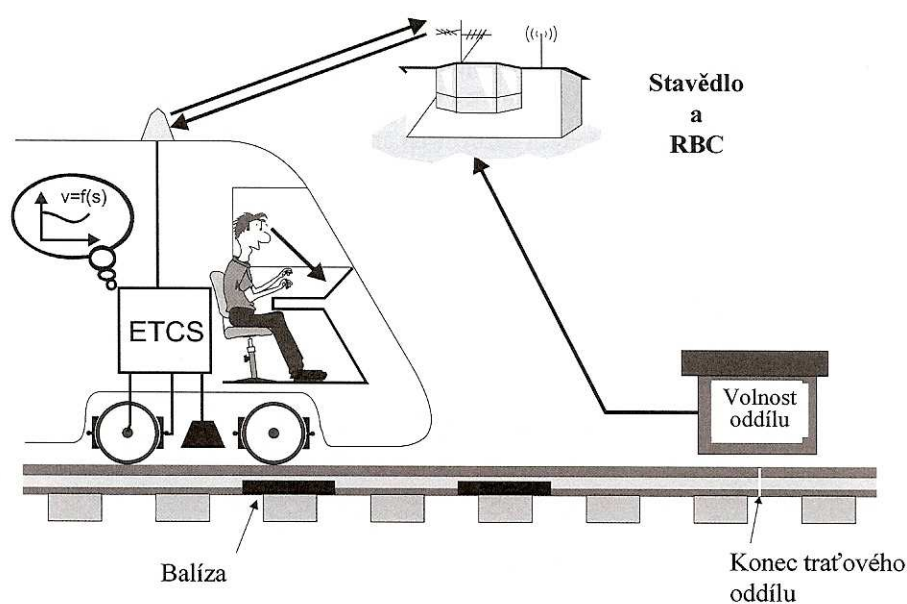
1 STRUČNÝ OBECNÝ POPIS SYSTÉMU ETCS L2

Základní zásadou systému ETCS je, že vlak (vozidlo) se smí pohybovat pouze tehdy, disponuje-li platným oprávněním k jízdě MA (Movement Authority). Bez tohoto povolení musí být vozidlo v klidu, musí být automaticky zastaveno, jestliže by se začalo samovolně pohybovat a taktéž musí být zastaveno, je-li oprávnění k jízdě odvoláno nebo jestliže skončila jeho časová platnost.

Povolení k jízdě pro vlak je vymezeno především koncem jízdni cesty. Má-li ovšem být palubní zařízení schopno skutečně bezpečně dohlížet na dodržování mezí, určených vlastnostmi cesty a traťovým zabezpečovacím zařízením, musí vlak disponovat celým souborem údajů, obsahujícím zejména:

- vzdálenost ke konci jízdni cesty,
- rychlostní omezení v jízdni cestě,
- sklonové poměry,
- charakteristiky vlaku (délka, brzdicí vlastnosti aj.).

Teprve na základě všech těchto dat je palubní zařízení ETCS schopno přesně vypočítávat aktuální povolenou rychlost, a to jak vzhledem ke statickým omezením rychlosti v cestě, tak i vzhledem k brzdicím křivkám, souvisejícím se změnami rychlosti a s koncem jízdni cesty.



Obrázek 1: ETCS L2

zdroj: [1]

Úroveň ETCS L2 se od ETCS L1 významně liší tím, že oprávnění k jízdě je přenášeno na vlak prostřednictvím rádiového spojení, které zajišťuje možnost komunikace s vlakem v téměř libovolnou dobu a na libovolném místě tratě. Přenos dat je přitom obousměrný; jak z traťové části ETCS (RBC) na vlak, tak i v opačném směru, ve kterém palubní ETCS informuje o charakteristikách vlaku, jeho poloze, rychlosti atd. Veškeré dostupné informace jsou v RBC zpracovávány a ve spolupráci se stavědly, jež zapevňují vlakové cesty a zjišťují jejich volnost, je RBC schopno řídit pohyb vlaků v definovaném úseku i optimalizovat jednotlivá oprávnění k jízdě.

Systém ETCS je rozdělen na traťovou (stacionární) část, která je pevně umístěna na vhodných místech podél tratě a vozidlovou (mobilní) část, umístěnou na drážních vozidlech. Podmínkou pro zajištění bezpečnosti jízdy vlaků je přenos dat (informací) mezi těmito dvěma částmi. Přenos informací je buď jednosměrný (balízy) nebo obousměrný (RBC).

Na základě informací o stávající infrastruktuře a jejím stavu před vlakem a informací o vlastnostech vlaku, lze určit pro každou polohu vlaku maximální rychlost, kterou se může vlak bezpečně pohybovat. Při znalosti okamžité polohy a rychlosti vlaku lze rozhodnout, zda se vlak pohybuje v bezpečných mezích. Přijaté MA dovoluje jízdu vlaku jen do určitého místa, v případě omezené časové platnosti může dojít k omezení ještě před dosažením konkrétního daného místa.

Základní úlohou mobilní části systému ETCS je porovnání aktuální rychlosti vlaku s vypočteným dynamickým rychlostním profilem (DSP). Tento profil lze definovat jako křivku, která určuje maximální povolenou rychlost v úsecích tratě před vlakem. Tato křivka se v mobilní části ETCS vypočte na základě nejvíce omezujícího rychlostního profilu (Most Restrictive Speed Profile – MRSP) v daném traťovém úseku, na základě vlastností a brzdných schopností vlaku. Strojvedoucímu se na monitoru zobrazuje aktuální rychlost vozidla, maximální možná rychlost v daném místě (dle vypočteného DSP) a pokud má dojít ke snížení rychlosti vozidla, zobrazuje se i cílová rychlost. Na případě překročení limitu maximální povolené rychlosti je strojvedoucí mobilní částí ETCS upozorněn a je mu umožněno snížit aktuální rychlost provozním brzděním. Jestliže bude nadále detekována rychlost vyšší než je pro daný okamžik stanovena, mobilní část sama začne provádět nouzové brzdění vlaku.

1.1 Stacionární část

Stacionární část systému ETCS L2 je tvořena neproměnnými balízami a radioblokovou ústřednou (RBC).

Základní úlohou stacionární části systému je vygenerovat oprávnění k jízdě MA a spolu s ostatními nezbytnými daty je předat na vozidlo. Přenos informací z tratě na vozidlo a z vozidla do RBC je prostřednictvím eurorádia GSM-R.

1.1.1 Eurobalíza

Eurobalíza je prostředek bodového přenosu, jehož kontaktní délka je řádu 1 m (tedy podstatně kratší než délka vozidla). Balíza je umístěna na trati uprostřed mezi kolejnicemi. Slouží pro komunikaci s právě přejíždějícím kolejovým vozidlem, kterému předává vzdálenostní informace. Balízy pracují na principu pasivního transponderu. Energie je balíze dodána prostřednictvím elektromagnetického pole o kmitočtu 27 MHz vytvořeného anténou umístěnou na projíždějícím kolejovém vozidle. Jakmile je balíza aktivována, vysílá opakovaně telegram zpět kolejovému vozidlu v kmitočtovém pásmu 4 MHz. Telegramy přenášené prostřednictvím balíz jsou krátké (341 bit, 240 bitů pro uživatelská data) nebo dlouhé (1023 bity, 830 bitů pro uživatelská data). Balízy aplikační úrovně 2 vysílají polohopisná data. Balízy jsou standardizovány ve dvou rozměrových provedeních (standardní a redukováná velikost). Data dlouhého telegramu vysílaná balízou standardní velikosti může přečíst kolejové vozidlo, které se pohybuje rychlostí až 500 km/h.

Balízy se sdružují do balízových skupin (Balise Group – BG). Balízová skupina se skládá z jedné až osmi balíz, většinou se však skupiny navrhují v počtu dvou balíz (pro možnost určení směru jízdy). Další balízy se zpravidla navrhují v případě požadovaného zvýšení dostupnosti. U každé balízy ve skupině musí být stanoveno pořadové číslo balízy v rámci balízové skupiny (1 až 8, určeno relativně v rámci jedné skupiny), dále musí mít každá balíza informaci o ostatních balízách (jejich počtu) v dané skupině a identifikačním čísle balízové skupiny, jejíž je součástí. Každá balízová skupina má stanoven vlastní souřadný systém. Počátek souřadnic je stanoven v balíze s pořadovým číslem 1 v rámci skupiny. Základní směr je stanoven v souladu s rostoucím pořadovým číslem balíz.

1.1.2 Radiobloková ústředna

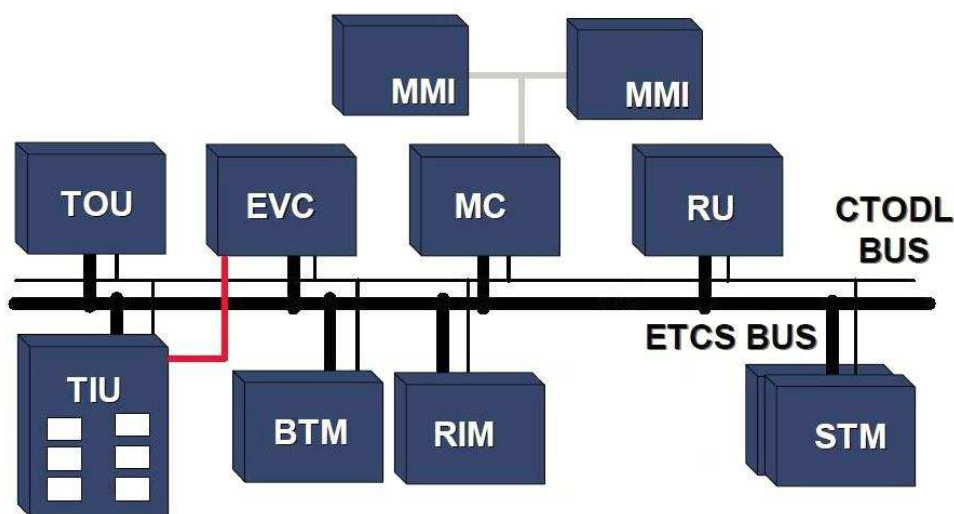
RBC je procesorové zařízení, které na základě informací získaných z pevné části zabezpečovacího zařízení a z informací z jednotlivých vozidel vypracovává a vysílá zprávy s povolením k jízdě MA.

RBC je propojeno s palubními jednotkami kolejových vozidel prostřednictvím telekomunikačního systému GSM-R. Sleduje trasu a polohu vlaků a předává jim MA. Komunikuje přes definovaná rozhraní se zabezpečovacím zařízením, které se nachází v jím řízené oblasti. Komunikuje se sousedními RBC a provádí vzájemné předávání vlaků. Rozhraní RBC a palubního zařízení vlaků je standardizováno úplně, rozhraní vůči zabezpečovacím zařízením (stavědlům) je prozatím definováno jen v omezeném rozsahu a není zcela standardizováno.

1.2 Mobilní část

Na obrázku 2 je blokové schéma mobilní části systému ETCS, skládající se z:

- prostředků pro styk s obsluhou na každém stanovišti strojvedoucího (MMI),
- přenosových modulů pro komunikační kanály:
 - balízy (BTM),
 - rádio-interface k radiovému datovému kanálu (RIM),
 - národní – (STM),
- interface k součástem hnacího vozidla – brzdy, pantograf, dveře atd. (TIU),
- modulu zabezpečovacího počítače – vlastního jádra systému (EVC),
- komunikační sběrnice (ETCS BUS) a distribučního vedení (CTODL BUS),
- dalších modulů systému:
 - časové a odometrické jednotky (TOU),
 - řídicího počítače (MC),
 - záznamové jednotky (RU),



Obrázek 2: Architektura mobilní části ETCS

zdroj: [1]

Jádro mobilní části tvoří modul EVC. Komunikuje s ostatními částmi systému po ETCS Bus. Obsahuje software vykonávající příslušné řídicí a dohlížecí algoritmy – třídí a rozbaluje informace přijaté od traťové části, provádí výpočet statického a dynamického rychlostního profilu, porovnává aktuální rychlost a polohu s dynamickým rychlostním profilem, prostřednictvím TIU inicializuje funkce brzdění. Modul je schopen i v případě poruchy poslat příkaz k neprodlenému zastavení do interface nouzové brzdy v jednotce TIU zvláštním přímým vedením.

Modul řídicího počítače (MC) ovládá funkce vlakového zařízení, které nesouvisí přímo s bezpečností. Řídí komunikaci styku s obsluhou (MMI), ovládá diagnostiku atd.

Modul záznamové jednotky (RU) není povinnou součástí systému, zachycuje v podstatě všechny události hlášené přes sběrnici ETCS a ukládá je spolu s časovými a odometrickými údaji v době hlášení.

Časová a odometrická jednotka (TOU) zajišťuje prostřednictvím distribuční sítě CTODL časové a odometrické údaje pro všechny ostatní moduly (poloha, rychlost, zrychlení, vnitřní čas systému). Vstupem jednotky (na obrázku nenaznačeným) je snímač odometru. Jednotka zajišťuje také detekci pohybu vozidla při vypnutém zařízení.

Jednotka styku s obsluhou (MMI) je na každém stanovišti strojvedoucího. Má podobu barevného displeje kombinovaného s klávesnicí (touch screen), doplněného akustickým výstupem. Její umístění odpovídá ergonomickým pravidlům. Zobrazení

informací pro strojvedoucího je pro provoz v módu ERTMS/ETCS univerzální, jazyk popisků je možné volit. Je však navržena tak, že umožňuje při jízdě po existující národně vybavené infrastruktuře, zobrazit informace pro strojvedoucího blízké zavedeným zvyklostem.

Přenosový modul balízy (BTM) snímá informace z míjených balíz. Anténa na vozidle trvale vysílá nosnou vlnu vhodnou pro napájení balízy. K přijaté informaci z balízy je v BTM neprodleně připojen časový a odometrický údaj, tzv. razítko. BTM přijímá, razítkuje a prověřuje přicházející informace po celou dobu, kdy přijímací anténa zachycuje zprávy z balízy. BTM je současně schopen (měřením intenzity signálu) detekovat střed balízy v rozsahu ± 20 cm od skutečného středu balízy. Protože vybraná technologie balízy a umístění balízy nedovoluje přímé určení směru jízdy, ke kterému balíza patří (tj. směr v kterém je skupina balíz míjena, ve vztahu k normálnímu směru balízy), vyhodnocení směrově závislé platnosti balízové informace je založeno na sekvenci balíz ve skupině nebo dvou bodů přenosu.

2 PROJEKT ETCS V ČR

2.1 Volba úrovně systému ETCS

Pro realizaci u ČD byl zvolen systém ETCS úrovně 2. Tato úroveň byla zvolena především z následujících důvodů:

- systém úrovně 2 je systémem se spojitým přenosem dat prostřednictvím GSM-R, který je schopen průběžné aktualizace dat přenášených mezi tratí a vlakem, což je v podmínkách smíšeného provozu vlaků provozovaných různými rychlostmi velmi důležité, aby nedocházelo k omezování kapacity tratě,
- systém úrovně 2 dovoluje zavádět dočasná omezení provozu (pomalé jízdy apod.) obsluhou z MMI RBC,
- jsou využívány traťové zabezpečovací systémy, jejichž technologické celky jsou centralizovány do přilehlých stanic,
- informace od přejezdových zabezpečovacích zařízení na trati jsou staženy do stanic,
- systém úrovně 2 přináší širší možnosti pro optimalizaci řízení provozu,
- systém úrovně 2 využívá nepřepínatelných balíz, což výrazně snižuje nároky na zajištění spojovacích cest pro jednotlivé komponenty systému,
- z hlediska možnosti dalšího rozvoje je systém úrovně 2 ve srovnání se systémem úrovně 1 výrazně otevřenější, neboť využívá i přenosu informací z vlaku na trať, tzn., že aktuální údaje o skutečné jízdě vlaku jsou dostupné v RBC a využitelné pro optimální řízení provozu,
- u ČD je používán liniový vlakový zabezpečovač typu LS. ETCS L2 rozšiřuje jeho možnosti. Volba bodového systému ETCS L1 by byl krok zpět,
- strojvedoucí ČD jsou na liniový vlakový zabezpečovač zvyklí.

2.2 Pilotní projekt Poříčany – Kolín

Na základě studií, zpracovaných VUZ v letech 2000 až 2001, bylo rozhodnuto použít pro vybavení národních železničních koridorů systému ETCS úrovně 2. Pro zjištění rizik spojených s implementací systému ETCS L2 do podmínek železnice v České republice, vývoj rozhraní k domácím zabezpečovacím systému a stanovení podmínek a pravidel pro provoz systému ETCS L2 byl v roce 2005

zahájen Pilotní projekt ETCS L2 na úseku Poříčany – Kolín. Dodavatelem pilotního projektu je Ansaldo STS Italy (traťová část) v konsorciu s Ansaldo STS France (mobilní části), hlavním subdodavatelem je AŽD Praha (návaznost na existující zabezpečovací zařízení a vývoj STM). Jedná se o 22 km dvojkolejně trati se třemi stanicemi. Úsek je pokryt signálem GSM-R v kvalitě pro potřeby datového přenosu pro systém ETCS L2. Traťová část je tvořena jednou radioblokovou centrálou (RBC), navázanou na staniční, traťová a přejezdová zařízení. Trať je vybavena nepřepínatelnými balízkami. Mobilní části jsou osazeny na jedné lokomotivě řady 362 a jedné lokomotivě řady 151 a dále na jedné jednotce 471/971. Součástí pilotního projektu je i vývoj specifického transmitního modulu – STM pro emulaci národního vlakového zabezpečovače typu LS. V současné době jsou zařízení jak traťové, tak mobilních částí realizována, oživena, probíhají detailní testy implementovaného systému a činnosti pro schválení systému do provozu v České republice

2.3 Požadavky na funkční rozhraní

Na základě specifikace funkčního rozhraní pro pilotní projekt Poříčany – Kolín potřebuje RBC pro svoji činnost získat ze staničního zabezpečovacího zařízení následující informace:

- Stav staničních kolejových úseků,
- aktuální stav vlakových cest,
- orientaci traťového souhlasu pro každou kolej zaústěnou do stanice.

2.3.1 Stav kolejových úseků

Ve specifikaci funkčního rozhraní pro pilotní projekt Poříčany – Kolín je požadována jednobitová informace o stavu kolejových obvodů a to:

- kolejový obvod je volný
- kolejový obvod je obsazený

2.3.2 Aktuální stav vlakových cest

V téže specifikaci funkčního rozhraní pro pilotní projekt Poříčany – Kolín jsou uvedeny následující stavy vlakových cest:

1. Vlaková cesta je pod závěrem s dovolující návěstí,
2. vlaková cesta je projížděna,
3. vlaková cesta je pod závěrem s náhradní návěstí,

4. vlaková cesta je pod závěrem s přivolávací návěstí,
5. vlaková cesta je pod závěrem se zakazující návěstí,
6. vlaková cesta se uvolňuje příkazem ke zrušení neprojeté cesty,
7. vlaková cesta není aktivní.

Jejich následujícím rozbohem zjistíme, že ne všechny uvedené stavy vlakových cest RBC ke své řádné činnosti potřebuje.

Vlaková cesta je pod závěrem s dovolující návěstí

Informace, zda je vlaková cesta pod závěrem s povolující návěstí je pro RBC jednou ze základních. Obsahuje informaci o volnosti kolejových obvodů v celé délce vlakové cesty, informaci a poloze výměn ve vlakové cestě a informaci o závěrech prvků ve vlakové cestě. Návrh reléových obvodů pro vytvoření této informace je v kapitole 4.

Vlaková cesta je projížděna

Důležitá informace pro RBC. Poskytuje informace o správném projetí vlakové cesty a uvedení zařízení do základního stavu. Návrh reléových obvodů pro vytvoření této informace je v kapitole 4.

Vlaková cesta je pod závěrem s náhradní návěstí

Tento stav vlakové cesty je specifikován pro elektronická stavědla typu ESA a ETB. Jedná se o automaticky rozsvěcovanou přivolávací návěst (APN) v případě nerozsvícení řádné povolující návěsti při splnění všech podmínek pro postavení vlakové cesty. Tento stav může nastat například poruchou svícení žárovky řádného povolujícího znaku. Tato funkce není v RZZ AŽD 71 zpracována, její vytvoření by znamenalo značný zásah do funkcionality vlastního zařízení. Informace není pro činnost RBC nezbytná, proto nebude tento stav integrován do provizorní úvazky reléového zabezpečovacího zařízení AŽD 71 do systému ETCS L2.

Vlaková cesta je pod závěrem s přivolávací návěstí

Tento stav vlakové cesty, kdy je obsazen některý z pojížděných úseků vlakové cesty mimo úsek staniční koleje na konci cesty, neřeší ani stávající elektronická stavědla. Tento stav vlakové cesty není pro činnost RBC nezbytný, proto nebude integrován do provizorní úvazky RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2.

Vlaková cesta je pod závěrem se zakazující návěstí

Na základě tohoto stavu RBC nemůže vydat povolení k jízdě. Tento stav je z hlediska RBC stejný jako základní stav jízdni cesty, tj. jízdni cesta není aktivní. Jde tedy o nadbytečnou informaci, se kterou RBC nepracuje, proto tento stav vlakové cesty nebude integrován do provizorní úvazky RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2.

Vlaková cesta se uvolňuje příkazem ke zrušení neprojeté cesty

Na základě informace o tomto stavu jízdni cesty RBC nemůže vydat povolení k jízdě. Tento stav je z hlediska RBC stejný jako základní stav jízdni cesty, tj. jízdni cesta není aktivní. Jde tedy o nadbytečnou informaci, se kterou RBC nepracuje. Tato informace nebude v RZZ AŽD 71 realizována a tento stav vlakové cesty proto nebude integrován do provizorní úvazky RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2.

Vlaková cesta není aktivní

Základní stav RZZ. Tento stav bude RBC vyhodnocen v případě, že nebude mít informaci o vlakové cestě pod závěrem s povolující návěstí nebo o projížděné vlakové cestě.

Shrnutí

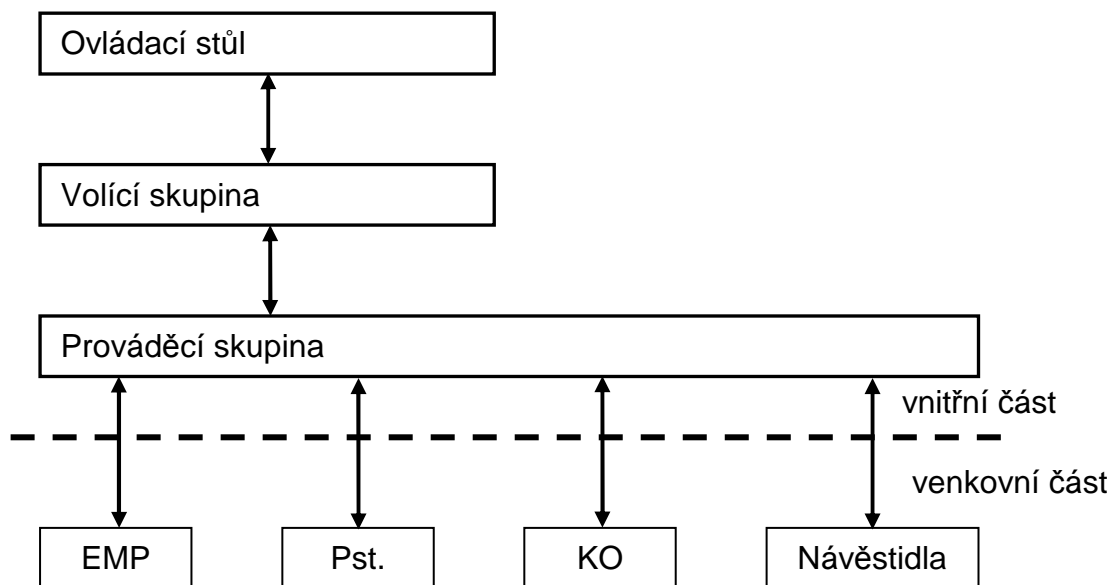
Z uvedeného rozboru stavů vlakových cest vyplývá, že u provizorní úvazky staničního zabezpečovacího zařízení do systému ETCS L2 bude řešen pouze stav „vlaková cesta je pod závěrem s dovolující návěstí“ a stav „vlaková cesta je projížděna“.

2.3.3 Traťový souhlas

Ve specifikaci funkčního rozhraní pro pilotní projekt Poříčany – Kolín je požadována informace o orientaci traťového souhlasu pro každou kolej zaústěnou do stanice a informace o aktivním či neaktivním směru souhlasu.

3 ANALÝZA OBVODŮ RZZ AŽD 71 S OHLEDEM NA MOŽNOST VYTVOŘENÍ INFORMACÍ PRO ETCS L2

Staniční reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 je podle TNŽ 34 2620 zařízení 3. kategorie. Základními částmi zařízení je ovládací stůl, volící skupina, prováděcí skupina a venkovní periférie. Blokové schéma je na obrázku 3.



Obrázek 3: Blokové schéma RZZ

Bezpečné jádro tvoří prováděcí skupina, ve které jsou všechny závislosti zajištěny reléovou logikou. Použita jsou zde relé 1. bezpečnostní třídy.

Informace potřebné k navázání SZZ AŽD 71 na systém ETCS L2 lze získat pouze z prováděcí skupiny. Ta obsahuje následující relé:

- A, B, Z závěrná
- DM, DP dohledací polohy výměn
- DS dohled světél
- E evidenční trvalého závěru
- F přivolávací návěsti
- G průjezdová
- H rychlostní
- J kolejové
- N, M návěstní relé

Závěrná relé **A** a **B** jsou umístěna v blocích. Pro vlastní činnost RZZ mají zřízen společný opakovač – relé **Z**. Relé jsou v základní poloze přitažena, svým odpadem indikují závěr daného úseku. Relé **Z** je umístěno ve volné vazbě, lze jej tedy použít pro tvorbu potřebných informací.

Dohlédací relé výměn **DP** a **DM** jsou umístěna v blocích V (Vt). Pomocí těchto relé je kontrolována koncová poloha výměny a rozřez výměny. V koncové poloze výměny je jedno z relé DP nebo DM přitaženo v závislosti na její poloze. I u těchto relé jsou zřízeny opakovače pro vlastní činnost RZZ a je možné jejich použití pro tvorbu potřebných informací.

Relé dohledu světél **DS** je umístěno v bloku H. Relé DS je v základní poloze odpadlé. Přitahuje při postavení vlakové cesty a rozsvícení správné (korektní) povolující návěsti. K relé DS je možné zřízení opakovače a jeho použití pro tvorbu potřebných informací.

Evidenční relé trvalého závěru **E** je umístěno v blocích A, B, C, W a Q. Relé je v základním stavu přitažené. Určuje dobu rušení jízdní cesty. U tohoto relé nejde bez úprav bloku zřídit opakovač, jeho použití je tedy nevhodné.

Relé přivolávací návěsti **F** je umístěno v bloku H a zřízení jeho opakovače by bylo problematické. Proto nebude využito.

Průjezdová relé **G** a rychlostní relé **H** nebudou z důvodu nepožadovaného souladu povolující návěsti na návěstidle s vydávaným rychlostním omezením použita.

Kolejové relé **J** má běžně zřizován opakovač. RZZ AŽD 71 využívá pro svoji činnost paralelní kolejové obvody. Tyto obvody slouží k bezpečné indikaci volnosti kolejového úseku. Kolejové relé a jeho opakovač jsou v základní poloze, tj. při volném kolejovém obvodu, přitaženy. Odpad kolejového relé znamená buď obsazení kolejového obvodu vozidlem, nebo poruchový stav obvodu.

Návěstní relé vlakových cest **N** je umístěno v bloku H. Pro relé H se zřizují opakovače pro vlastní činnost RZZ a je možné jejich použití pro tvorbu potřebných informací. V obvodu tohoto relé je kontrolováno:

- svícení červeného světla na příslušném návěstidle,
- neaktivní relé přivolávací návěsti F,
- závěr všech izolovaných úseků v dané cestě,
- poloha pojížděných výměn,
- že izolované úseky nejsou ve stavu nouzového rušení,

- volnost staniční koleje při vjezdové cestě,
- že není postavena protisměrná jízdní cesta na tutéž kolej,
- udělení traťového souhlasu a volnost alespoň jednoho traťového úseku při odjezdové cestě,
- svícení návěsti na následujícím návěstidle.

Návěstní relé posunových cest **M** nebude využito, protože u provizorní úvazky RZZ AŽD 71 nedohlíží ETCS posunové cesty.

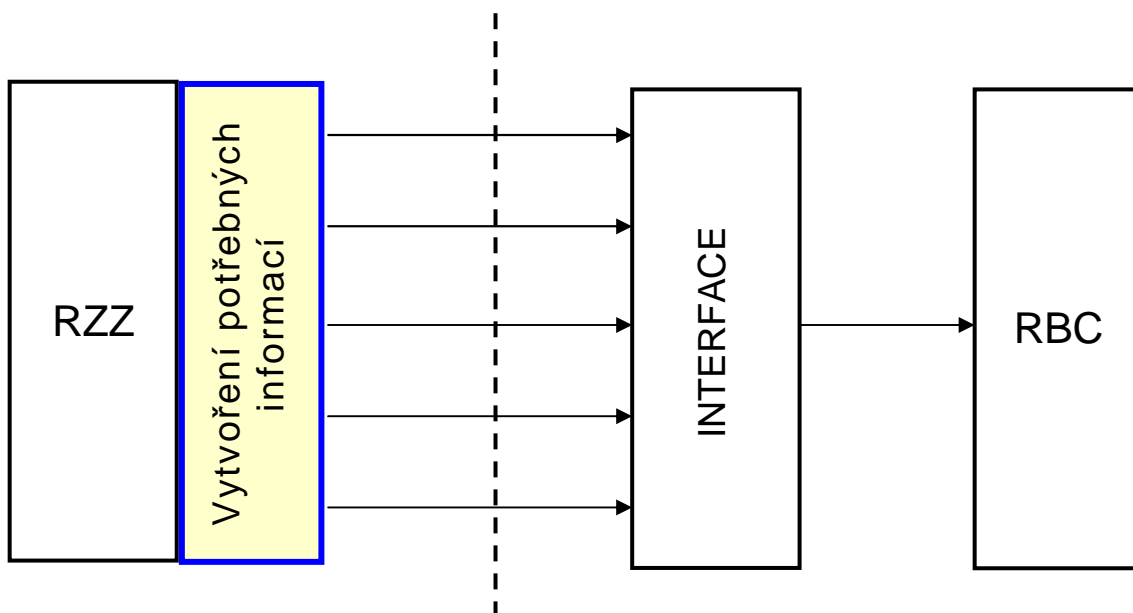
Z uvedeného výčtu vyplývá, že pro vytvoření informací o stavech vlakových cest můžeme použít závěrná relé Z, relé dohledu výměn DP a DM, relé dohledu světél DS, kolejové relé J a návěstní relé N.

4 PRINCIPIÁLNÍ NÁVRH INTEGRACE ZAŘÍZENÍ RZZ AŽD 71 DO SYSTÉMU ETCS L2

Integraci reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 do systému ETCS L2 lze v zásadě provést dvěma způsoby.

1. Z RZZ se do RBC se zašlou informace o stavu kolejových úseků, polohách výměn a návěstech návěstidel. Tyto informace lze získat přímo z kontaktů relé RZZ AŽD 71. Na základě těchto informací RBC dopočítá potřebné údaje.
2. V RZZ budou vytvořeny informace se kterými RBC pracuje, tj. informace o stavu kolejových obvodů a stavech vlakových cest. Tyto informace se zpracují v počítačovém rozhraní (interface) umístěném v RZZ a zašlou do RBC.

Tato práce je zaměřena na druhé možné řešení, tj. vytvoření informací vhodných pro RBC. Vytvořené informace budou přes interface přivedeny do RBC. Interface a přenos dat do RBC již není součástí této práce.

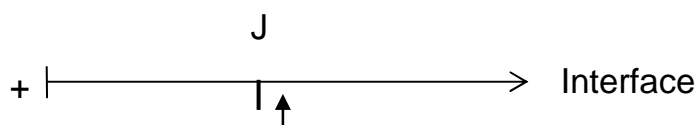


Obrázek 4: Obsah této práce

Tato práce neřeší zřizování opakovačů kmenových relé. Ve schématech této práce jsou relé značena jako kmenová, i když se ve skutečnosti jedná o jejich opakovače.

4.1 Kolejové úseky

Pro vytvoření informace o volnosti kolejového obvodu lze použít přímo kontaktu opakovače kolejového relé, protože paralelní kolejový obvod bezpečně detekuje obsazení kolejového obvodu vozidlem. Kolejové relé i jeho opakovač jsou v základním stavu přitažené – indikace volného kolejového obvodu. Při uvažovaných poruchách, např. nepřitažení relé z důvodu přerušení obvodu, je indikováno obsazení KO, tzn. jde o bezpečný stav.



Obrázek 5: Vytvoření informace o stavu kolejového obvodu

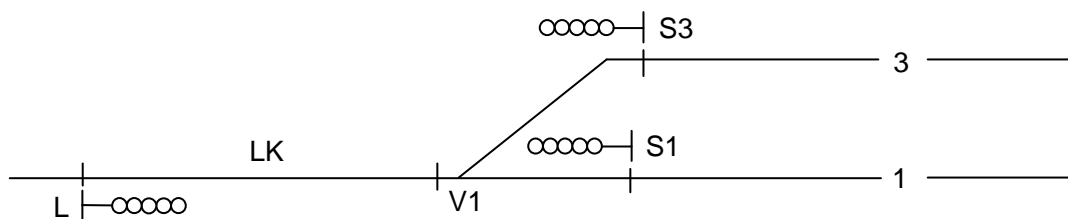
Základní stav této informace je aktivní, tzn. v případě volného kolejového úseku je na výstupu napětí. Při poruše např. poruchovém odpadu relé nebo ztrátě napětí je výstupní napětí této informace nulové a je vyhodnoceno jako obsazený kolejový obvod.

4.2 Návrh obvodů pro indikaci vlakové cesty pod závěrem s povolující návěstí a projížděné vlakové cesty.

Informace o stavu vlakových cest nelze získat přímo z kontaktů relé prováděcí skupiny, protože tato funkce nebyla v RZZ AŽD 71 uplatněna. Žádné relé tyto informace přímo neposkytuje. Je potřeba vytvořit reléový obvod, který bude vytvářet žádané informace.

Odděleně jsou realizovány a popsány obvody pro vjezdové vlakové cesty a pro odjezdové vlakové cesty.

Popis základní činnosti navržených obvodů pro vjezdové vlakové cesty bude popsán na jednoduchém schématu kolejiště uvedeném na obrázku 6.



Obrázek 6: Kolejiště

4.2.1 Vjezdové vlakové cesty

Při postavení vlakové cesty přitahuje v RZZ AŽD 71 návěštní relé N, relé dohledu světla DS a odpadá relé červeného světla ČS. Přes sériově zapojené kontakty uvedených relé je možné získat informaci o postavení vlakové cesty s povolující návěstí. Tímto jednoduchým způsobem se ale nedá určit na kterou staniční kolej je vlaková cesta postavena. Pro zjištění, na kterou staniční kolej je vlaková cesta postavena by bylo nutné přenášet navíc i polohy výměn. To je však první možné řešení, viz úvod kapitoly 4, kterému se tato práce nevěnuje.

Základní funkce navržených obvodů

Pro indikaci stavu „vlaková cesta je pod závěrem s povolující návěstí“ a „projížděná vlaková cesta“ jsou navrženy reléové obvody, jejichž principiální zapojení je na obrázcích 7, 8, 9 a 10.

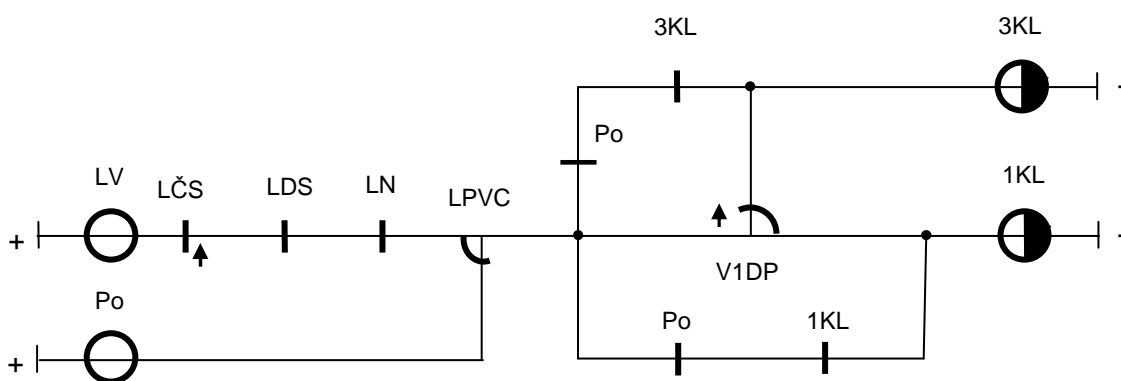
Pro vytvoření potřebných informací jsou pro vjezdové vlakové cesty nově zřízena relé s pracovními názvy:

LV	relé liché vjezdové pro každou zaústěnou traťovou kolej,
Po	pomocné relé pro každé relé Po,
KL	relé koleje pro vjezd lichým směrem pro každou staniční kolej případně skupinu kolejí,
KLV	relé koleje pro variantní vlakovou cestu pro koleje s možností vjezdu variantní cestou,
LPVC	relé projížděné vlakové cesty lichým směrem pro každou zaústěnou traťovou kolej,
VOV	relé výluky odbočky při vjezdu jedno při zaústění dvojkolejně tratě.

Tato označení platí pro liché zhlaví stanice. Na sudém zhlaví by bylo v označení relé místo písmena „L“ písmeno „S“.

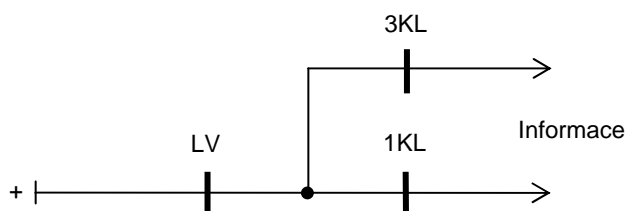
V základním stavu při nepostavené žádné vjezdové vlakové cestě jsou všechna relé ve schématech na obr. 7 a obr. 9 odpadlá.

Postavením vlakové cesty se uzavře obvod relé LV a KL přes doteky relé LČS, LDS, LN, které vyhodnocují postavení jízdní cesty s povolující návěstí, dále přes dotek relé LPVC a dotek dohlédacího relé výměny V1DP (obr. 7). Přítahem relé LV a relé 1KL nebo 3KL v závislosti na poloze výměny V1, je určena konkrétní postavená jízdní cesta od vjezdového návěstidla L na první nebo třetí staniční kolej.



Obrázek 7: Vytváření informace vlaková cesta pod závěrem s povolující návěstí

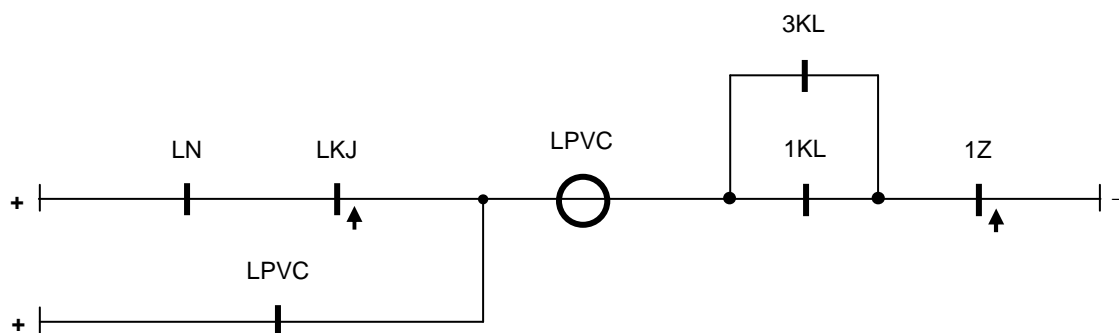
Vlastní Informace o postavení vlakové cesty je vytvořena reléovým obvodem v zapojení podle obr. 8 pomocí relé LV a příslušného relé KL.



Obrázek 8: Informace o postavené vlakové cestě

Informace o projížděné vlakové cestě je získávána pomocí relé KL a LPVC, jejichž principiální schéma zapojení je na obr. 9. Po postavení vlakové cesty je přitaženo návěstní relé N, odpadlé závěrné relé posledního úseku v dané cestě 1Z a přitaženo příslušné relé KL. Tím je připraven obvod relé LPVC. Obsazením kolejového obvodu LK za vjezdovým návěstidlem odpadá kolejové relé LKJ a svým dotekem uzavírá obvod relé LPVC. Relé LPVC přitahuje a zřizuje si náhradní přídržný obvod nezávislý na kolejovém relé LKJ a návěstním relé LN, které odpadá.

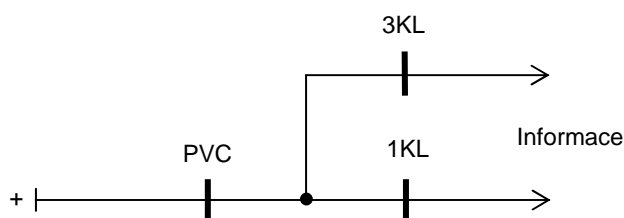
Přítahem relé LPVC je vytvořena informace „projížděná vlaková cesta“ v obvodu podle obr. 10 pomocí kontaktů relé LPVC a příslušného relé KL.



Obrázek 9: Základní obvod relé projížděné vlakové cesty

Přítahem relé LPVC je přerušen obvod relé LV (obr. 7), které odpadá. Tím zaniká informace o postavené vlakové cestě pod závěrem s povolující návěstí (obr.8).

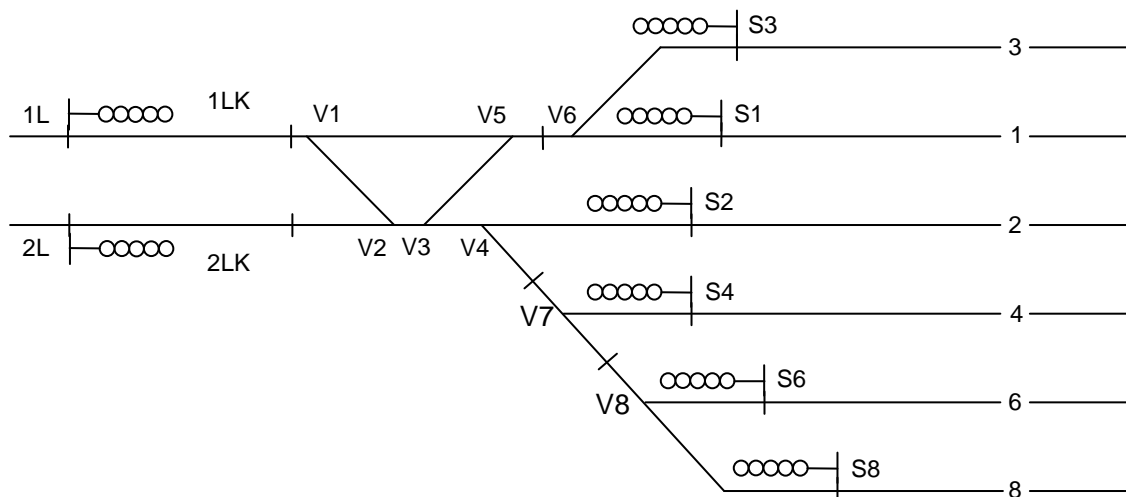
Zároveň se přítahem relé LPVC uzavírá obvod relé Po (obr. 7), které přitahuje a svým dotekem zřizuje náhradní přídržný obvod pro svoji činnost a pro relé KL. Tím je obvod relé Po a KL již nezávislý na poloze výměny V1. Relé Po a KL jsou přitahena přes své vlastní doteky a dotek relé PVC. Protože relé PVC odpadne až po zrušení závěru posledního úseku dané cesty, budou i relé Po a KL přitaheny po celou dobu projíždění vlakové cesty. Informace o projížděné vlakové cestě je po svém vzniku již nezávislá na poloze výměn, což je u RZZ AŽD 71 s postupným rušením závěru jízdni cesty důležité. V opačném případě by po částečném rozpadu vlakové cesty a přestavění výměny zanikla informace o projížděné vlakové cestě, ačkoli by tato cesta ještě nemusela být projetá.



Obrázek 10: Informace o projížděné vlakové cestě

Takto jednoduché zapojení by se dalo použít pouze na jednokolejně trati, kde na zhlaví nemůže být postavená více než jedna vlaková cesta. Pro použití na dvoukolejně trati je zapojení rozšířeno.

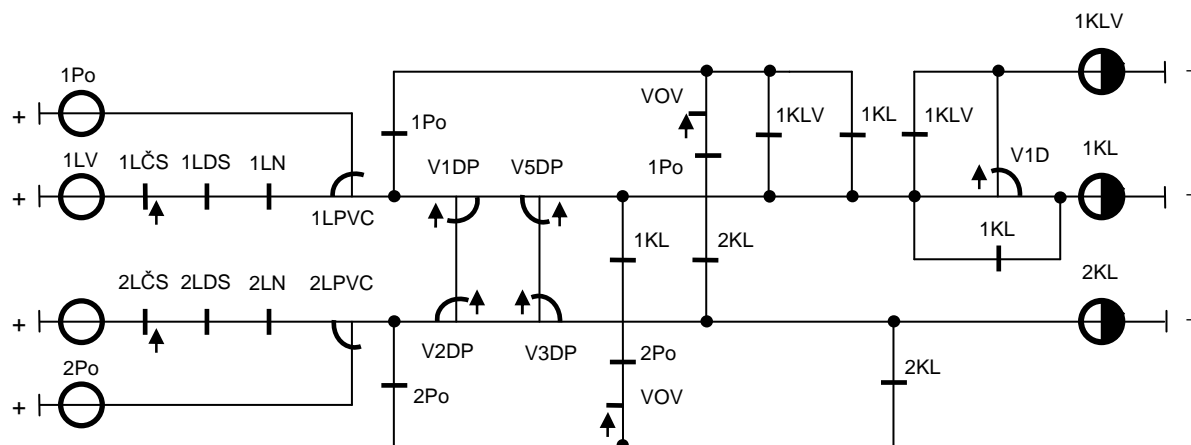
Pro další popis je použito schéma kolejíště uvedeného na obr. 11. Celkové schéma zapojení obvodů relé LV a KL je v příloze 1. Na obr. 12 je toto zapojení pouze pro 1. a 2. staniční kolej.



Obrázek 11: Schéma kolejíště

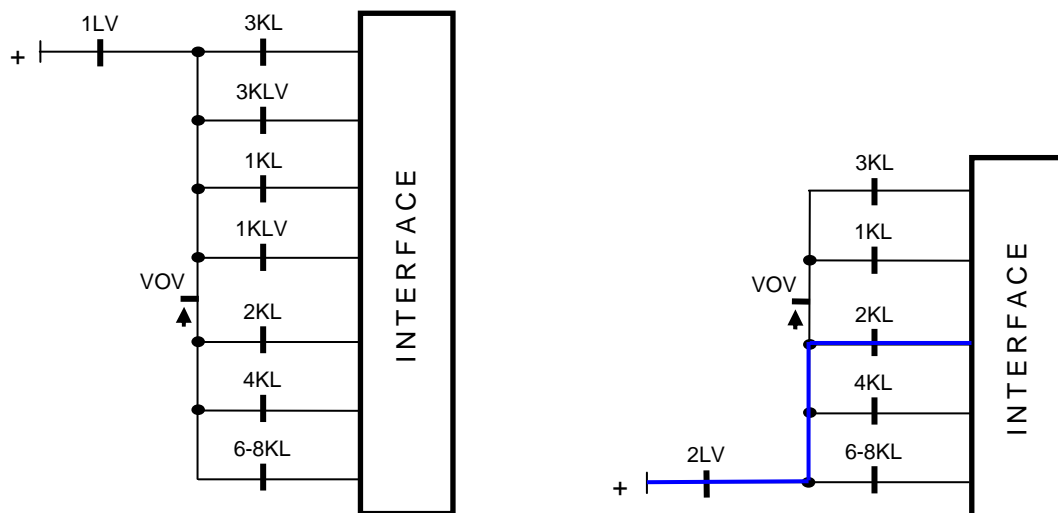
Vjezd z jedné traťové koleje

Při postavení vjezdové vlakové cesty např. od návěstidla 2L na druhou staniční kolej se uzavře obvod relé 2LV a 2KL přes kontakty relé 2LČS, 2LDS a 2LN návěstidla 2L, dále přes kontakt relé 2LPVC a kontakty dohledových relé výměn V2DP a V3DP (obr. 12).



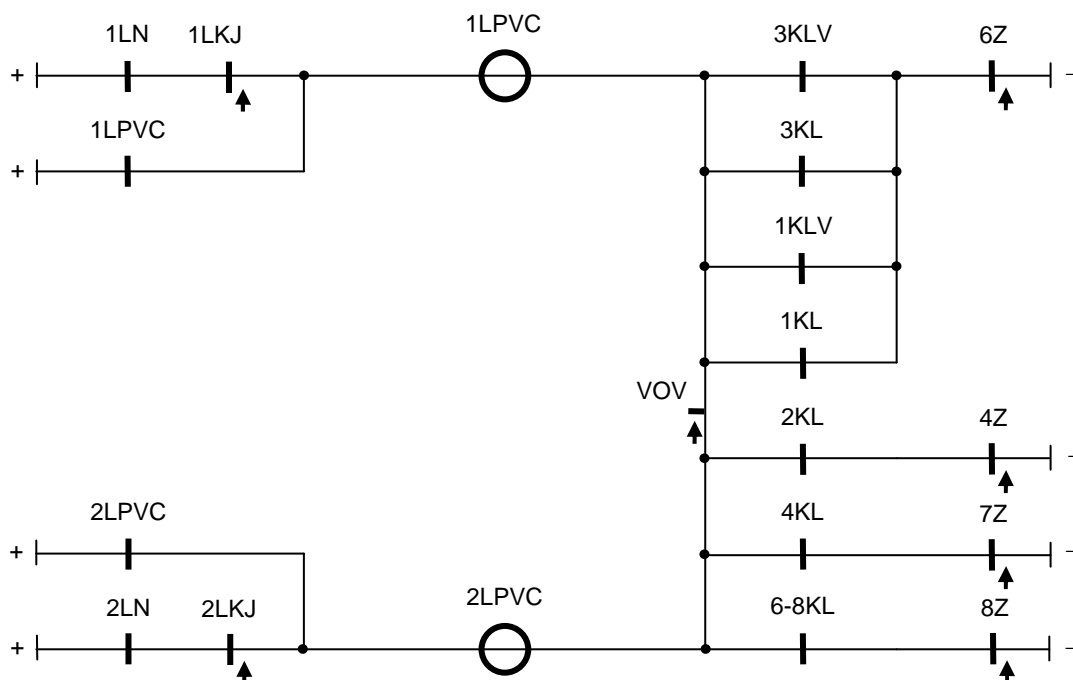
Obrázek 12: Obvod relé pro indikaci vlakové cesty s povolující návěstí

Relé 2LV a 2KL přitahují. Svými kontakty spínají obvod indikace postavené vlakové cesty s povolující návěstí (obr. 13).



Obrázek 13: Informace „Postavená vlaková cesta“ vjezdová

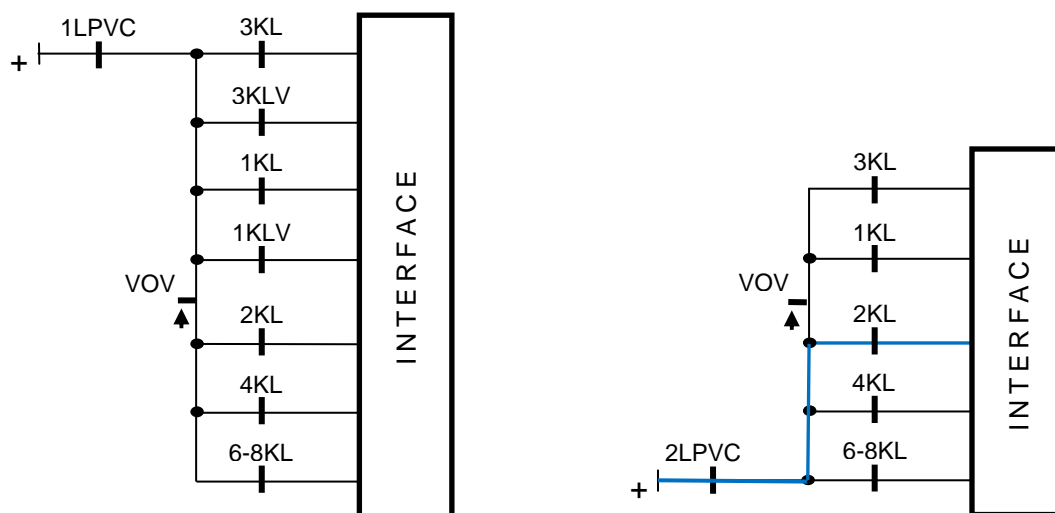
Jízdou vlaku se obsadí kolejový úsek 2LKJ a tím dojde k uzavření obvodu relé 2LPVC (obr. 14). Tento obvod již byl připraven postavením vlakové cesty. Přitažením relé 2LPVC dojde k přerušení obvodu relé 2LV, které odpadá. Tím je zrušena informace o postavené vlakové cestě. Současně relé 2LPVC uzavře obvod relé 2Po, které přitahuje (obr. 12).



Obrázek 14: Obvody relé projížděné vlakové cesty

Relé Po svým kontaktem uzavře přes kontakt relé 2KL obcházecí obvod kontaktů dohledových relé výměn V2DP a V3DP. Relé 2Po a 2KL jsou přitaženy v obvodu přes vlastní kontakty a kontakt relé 2LPVC.

Přítahem relé 2LPVC dojde k propojení obvodu indikace. Je dáována informace „ Projížděná vlaková cesta“ (obr. 15).



Obrázek 15: Informace „Projížděná vlaková cesta“ vjezdová

Po projetí celé vlakové cesty natahuje závěrné relé posledního úseku vlakové cesty (4Z), tím se přeruší obvod relé 2LPVC, které odpadá (obr. 14). Svým odpadem relé 2LPVC přeruší obvod indikace projížděné vlakové cesty (obr. 15) a obvod relé 2Po a 2KL, které odpadají (obr. 12). Zařízení je ve výchozím stavu.

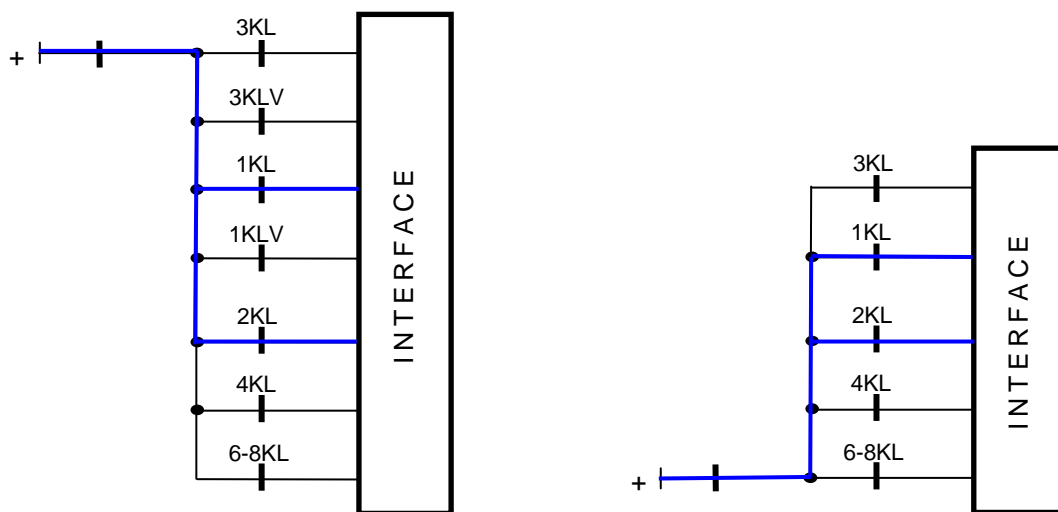
Obdobná činnost je i při vjezdu ze sudé traťové koleje na jinou staniční kolej sudé skupiny.

Analogická je i činnost pro vjezdové cesty z liché traťové koleje na staniční kolej liché skupiny.

Souběžný vjezd z 1. a 2. traťové koleje

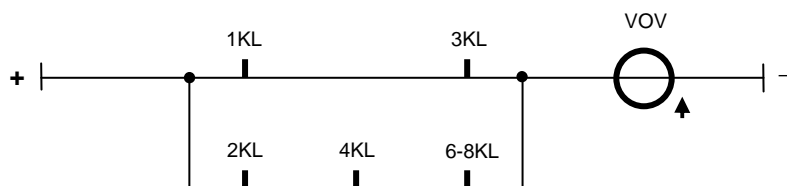
Při současném vjezdu z 1. a 2. traťové koleje je dílčí činnost v obou kolejích stejná. Byly by však nesprávně indikovány stavy jízdních cest. Přitažením relé 1KL a 2KL by byla nesprávně indikována postavená, posléze i projížděná vlaková cesta. Byla by indikována cesta z 1. traťové koleje na 1. staniční kolej a současně i na 2. staniční kolej. Stejná indikace by byla i pro cestu ze 2. traťové koleje. Byly by

indikovány dvě vlakové cesty od každého vjezdového návěstidla. Tento nepřipustný stav je znázorněn na obr. 16.



Obrázek 16: Vznik nesprávné informace o stavu vlakové cesty

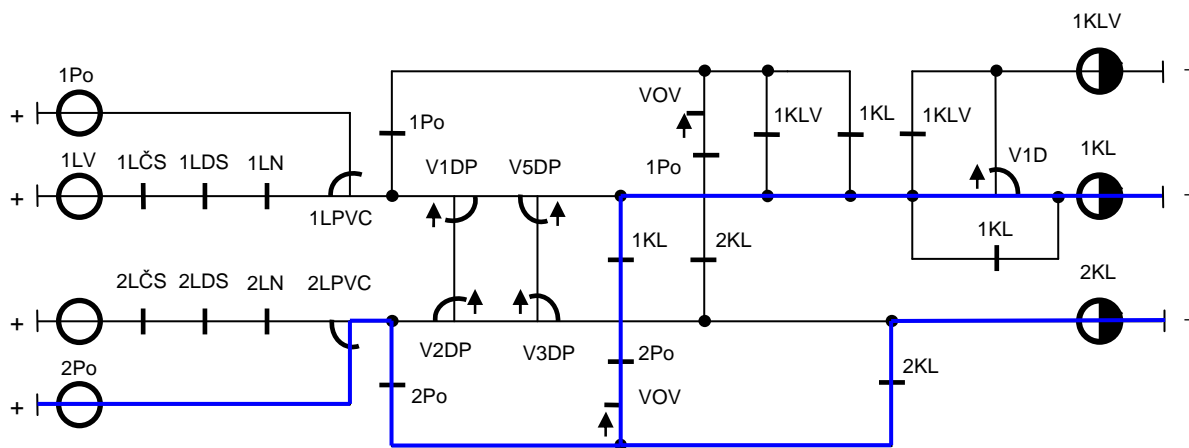
Proto je zřízeno relé VOV, které svým odpadem indikuje současný vjezd z obou traťových kolejí. Zapojení relé VOV je na obrázku 17. Relé VOV odpadá pouze při současně postavených nebo projížděných vjezdových cestách. Relé VOV má své kontakty zapojeny v obvodech indikací stavu vlakových cest (obr. 13 a 15), v obvodu relé PVC (obr. 14) a v obvodu relé Po a KL (obr. 12) . Odděluje tak při současně postaveném vjezdu lichou a sudou kolejovou skupinu. V obvodu relé Po a KL je k těmto dotekům přidán ještě dotek relé 1Po (2Po) aby nedocházelo ani ke krátkodobému propojení liché a sudé skupiny.



Obrázek 17: Obvod relé VOV

Je důležité, aby relé VOV bylo zpožděné na přitahu. Doba zpoždění musí být větší, než je doba zpoždění odpadu relé KL. V případě nedodržení této podmínky by mohlo dojít k nežádoucímu přidržení relé KL a tím vzniku nesprávné informace o projížděné vlakové cestě. Tento stav by mohl nastat v případě, že budou postaveny současné vjezdy z obou traťových kolejí. V jedné koleji bude již vlaková

cesta projížděná a v koleji druhé bude v tento okamžik cesta zrušena. Tím by došlo k přidržení relé KL v obvodu vyznačeném na obrázku 18. Nežádoucí přidržení relé KL by trvalo po celou dobu projíždění vlakové cesty.



Obrázek 18: Možné nežádoucí propojení

Vjezd odbočkou

Při vjezdu odbočkou může být postavena pouze jediná cesta. V tomto případě zůstává relé VOV přitaženo. Další činnost je analogická jako při postavené jedné vjezdové vlakové cestě.

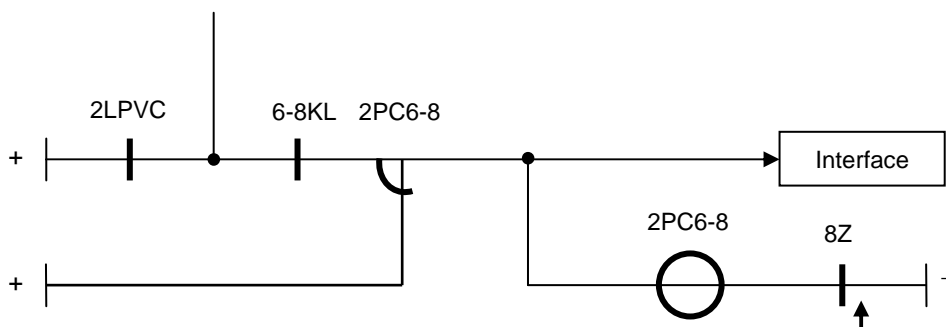
Variantní jízdni cesta

U námi zvolené konfiguraci kolejiště je možná variantní vlaková cesta z 1. traťové koleje na 1. nebo 3. staniční kolej přes výměny 1, 2, 3 a 5 v minusových polohách. Pro rozlišení této variantní cesty od jízdni cesty přímé je zřízeno relé 1KLV (3KLV). Tato relé mají stejnou funkci jako relé koleje 1KL (3KL). Doteky dohlédacího relé rozhodující výměny, v našem případě výměna V1, určují, zda bude v činnosti relé 1KL (3KL) nebo variantní relé 1KLV (3KLV). Kontakt rozhodující výměny je po přitažení relé 1KL (3KL) nebo 1KLV (3KLV) překlenut kontaktem tohoto relé. Ostatní činnost všech obvodů je stejná. Celkové schéma je v příloze 1.

Postupné rušení vlakové cesty

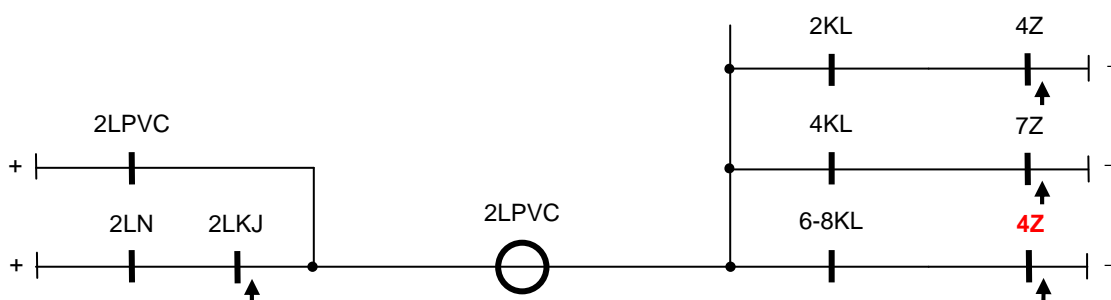
Při vjezdu odbočkou, v našem případě na 6. nebo 8. staniční kolej, je vhodné upravit obvody pro částečné využití funkce postupného rušení vlakové cesty. V našem případě by se jednalo o úpravu obvodu indikace dle obrázku 19 a obvodu

relé 2LPVC (obrázek 20), kde by nebyl vyhodnocován závěr posledního úseku dané vlakové cesty, ale závěr jiného vhodného úseku (V4). Aby nebyla předčasně ukončena indikace projížděné vlakové cesty, je v obvodu indikace zapojeno relé 2PC6-8.



Obrázek 19: Úprava obvodu indikace projížděné vlakové cesty

Při aktivní indikaci projížděné vlakové cesty relé 2PC6-8 přitáhne a svým vlastním dotekem si zřídí přídržný obvod. V obvodu relé 2PC6-8 je zapojen kontakt závěrného relé posledního úseku dané vlakové cesty. Jakmile se jízdou vlaku vybaví rozhodující úsek (4Z), relé 2LPVC, Po a 6-8KL odpadají jako při projetí celé vlakové cesty. Indikace o projíždění této cesty však zůstane aktivní přes kontakt relé 2PC6-8. K odpadu tohoto relé a tím zrušení indikace o projížděné vlakové cestě dojde až po vybavení posledního úseku dané cesty (V8). Ostatní funkce obvodu popsané dříve zůstávají stejné.



Obrázek 20: Úprava zapojení relé 2LPVC

Popsaný stav platí pro vjezd ze druhé traťové koleje. Obdobnou úpravu lze provést i v obvodu indikace pro vjezd z první traťové koleje.

Vjezdy na boční koleje

Za předpokladu, že u provizorní úvazky reléového zabezpečovacího zařízení AŽD 71 se nebude zajišťovat jízda na MA FS pro všechny staniční koleje, je možné zřídit pro „boční“ koleje skupinové relé KL. V námi uvažovaném kolejišti je zřízeno pro 6. a 8. staniční kolej pod označením 6-8KL. RBC tak bude mít informaci o postavené vlakové cestě na kolej, na kterou nevydává Ma FS.

Touto úpravou by došlo ke snížení množství přenášených informací do počítačového rozhraní – interface. Snížily by se i náklady na realizaci provizorní úvazky.

4.2.2 Odjezdové vlakové cesty

Pro indikaci stavu „vlaková cesta je pod závěrem s povolující návěstí“ a „projížděná vlaková cesta“ jsou navrženy reléové obvody, jejichž principiální zapojení je na obrázcích 21 – 25. V základním stavu při nepostavené žádné odjezdové vlakové cestě jsou všechna relé ve schématech na obr. 21 a obr. 23 odpadlá.

Pro možnost vytvoření informací o odjezdových vlakových cestách jsou navržena relé s pracovními názvy:

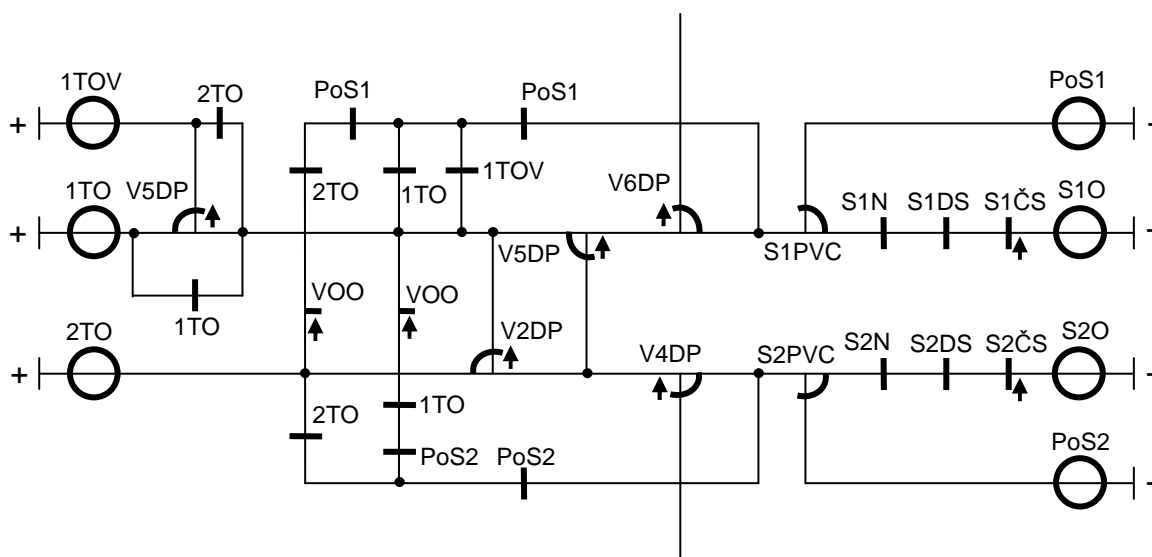
TO	traťové odjezdové relé pro každou traťovou kolej,
TOV	traťové odjezdové relé variantní pro traťovou kolej, na kterou lze postavit variantní odjezdovou vlakovou cestu,
SxO	relé odjezdového návěstidla pro každou staniční kolej, popř. pro skupinu kolejí,
PoSx	pomocné relé odjezdového návěstidla pro každé relé SxO,
SxPVC	relé projížděné vlakové cesty pro každou staniční kolej popř. skupinu kolejí,
VOO	výlukové relé odbočky odjezdové jedno při dvojkolejné trati.

Písmeno „x“ v označení relé udává číslo příslušné koleje. Tato označení platí pro liché zhlaví stanice. Na sudém zhlaví by bylo v označení relé místo písmena „S“ písmeno „L“.

Celé zapojení obvodů pro odjezdové vlakové cesty pro zvolené kolejiště uvedené na obrázku 11 je v příloze 2. Popis činnosti obvodů je uveden podle schématu zapojení pro 1. a 2. staniční kolej (obr. 21).

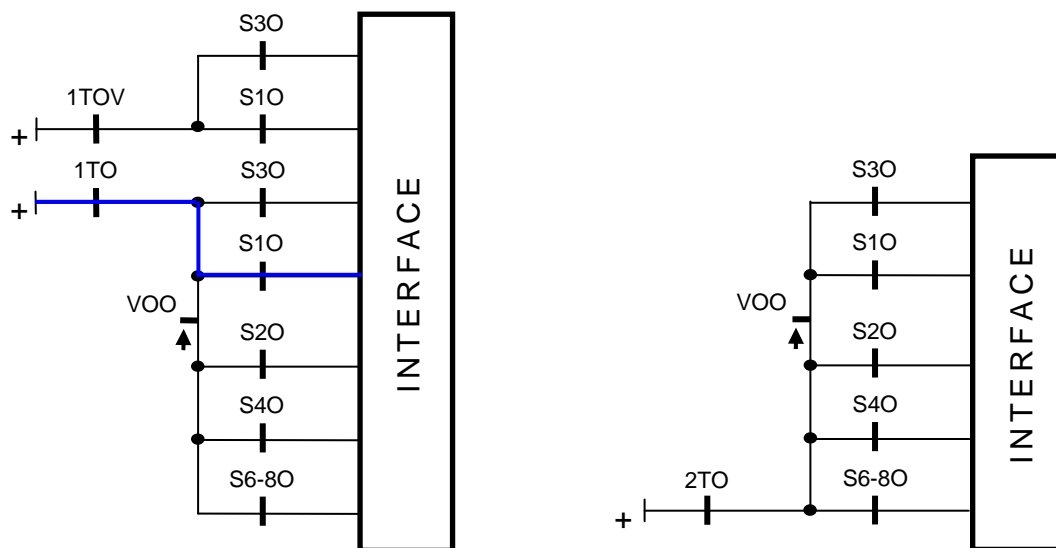
Jedna odjezdová vlaková cesta

Při postavené odjezdové vlakové cestě např. z 1. staniční koleje na 1. traťovou kolej jsou v RZZ AŽD 71 přitažena relé S1ČS, S1DS a S1N. Přes jejich doteky, dotek relé S1PVC a doteky dohlédacích relé výměn V6DP, V5DP a V5DP dojde k uzavření obvodu relé S1O a 1TO (obrázek 21). V tomto obvodu je u kolejových spojek zjednodušeno zapojení kontaktů dohlédacích relé výměn. Je použito pouze jejich nutné minimum. Toto zjednodušení je možné, protože polohy výměn jsou kontrolovány v obvodech RZZ a při nesprávné indikaci polohy výměn, např. z důvodu poruchy relé, nemůže být postavena jízdní cesta. Obdobné zjednodušení lze realizovat i v obvodech vjezdových vlakových cest popsanych v předchozí části této práce.



Obrázek 21: Odjezdové vlakové cesty, relé TO, SO a PoS

Přitažením relé 1TO a S1O dojde k vytvoření informace o postavené vlakové cestě s povolující návěstí (obr. 22).

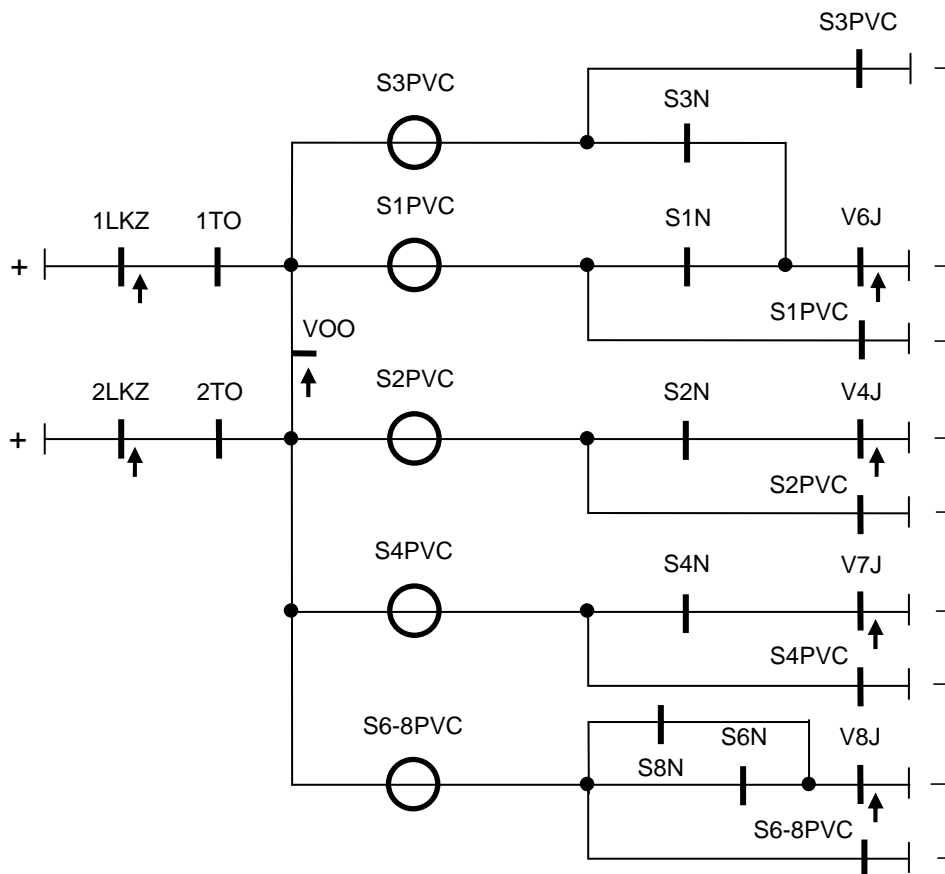


Obrázek 22: Informace „Postavená vlaková cesta“ odjezdová

V obvodu relé S1PVC je při postavené odjezdové vlakové cestě zapojen dotek závěrného relé posledního úseku dané cesty 1LKZ, které je při postavené vlakové cestě odpadlé, dotek návěštního relé S1N a relé 1TO (obr. 23). Tato relé jsou při postavené vlakové cestě přitažena. Dále je v obvodu relé postavené vlakové cesty S1PVC zapojen dotek kolejového relé V6J.

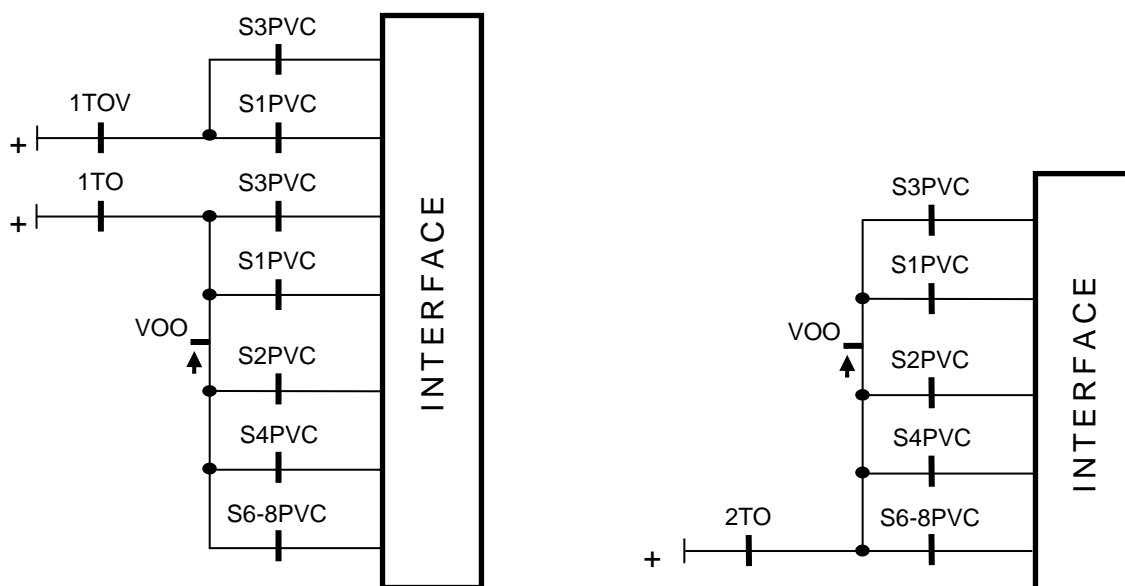
Jízdu vlaku dojde k obsazení kolejového obvodu za návěstidlem (V6), jehož kolejové relé odpadá. Tím se uzavírá obvod relé S1PVC, které přitahuje a svým kontaktem si zřizuje náhradní přídržný obvod nezávislý na návěštním (S1N) a kolejovém (V6J) relé. Přítahem relé S1PVC je přerušen obvod relé S1O, které odpadá (obr. 21). Relé S1O svým odpadem přerušuje obvod indikace postavené vlakové cesty s povolující návěstí (obr. 22). Relé S1PVC zároveň propojuje obvod pro vydání informace o projížděné vlakové cestě (obr. 24). Relé 1TO je již přitaženo.

Dále je přítahem relé S1PVC zřízen náhradní přídržný obvod pro relé 1TO. V tomto obvodu je do série zapojeno relé PoS1, které přitahuje (obr. 21). Tím je zajištěno, že informace o projíždění odjezdové vlakové cesty bude dáována po celou dobu jízdy vlaku bez ohledu na změnu polohy výměn za vlakem.



Obrázek 23: Odjezdové vlakové cesty, relé PVC

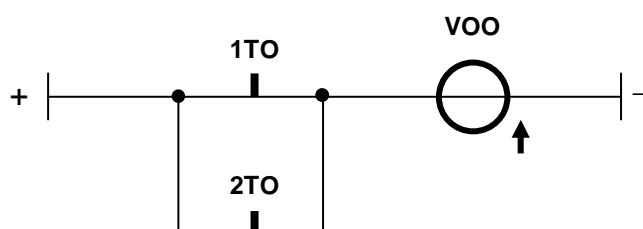
Po projetí celé vlakové cesty dojde v RZZ ke zrušení závěru posledního úseku této cesty. Přitažením příslušného relé (1LKZ) dojde k přerušení obvodu relé S1PVC, které odpadne. Tím je ukončeno vydávání informace o projížděné vlakové cestě. Odpadem relé S1PVC je přerušen obvod relé PoS1 a 1TO, které odpadají. Zařízení je ve výchozím stavu.



Obrázek 24: Informace „Projížděná vlaková cesta“ odjezdová

Souběžné odjezdové vlakové cesty

Při současném odjezdu na 1. a 2. traťovou kolej je dílčí činnost pro obě odjezdové cesty stejná. Byly by však nesprávně indikovány stavy jízdnic cest. Přitažením relé 1TO a 2TO současně s relé S1O a S2O, při projížděné cestě pak relé S1PVC a S2PVC by byla nesprávně indikována postavená, posléze i projížděná odjezdová vlaková cesta. Na první i na druhou traťovou kolej by byly indikovány cesty z obou staničních kolejí, ze kterých by byly cesty postaveny. Byla by tedy dávana nesprávná informace o postavení čtyř odjezdových vlakových cest. Toto je nepřijatelné. Proto bylo zřízeno relé VOO, které svým odpadem indikuje současný odjezd na dvě traťové koleje.



Obrázek 25: Obvod relé VOO

Relé VOO má své kontakty zapojeny v obvodech indikací stavu vlakových cest (obr. 22 a 24), v obvodu relé PVC (obr. 23) a v obvodu relé PoS a TO (obr. 21).

Odděluje tak při současně postavených odjezdových vlakových cestách lichou a sudou kolejovou skupinu. Tím je zajištěna správná informace o stavech vlakových cest.

Odjezdová vlaková cesta odbočkou

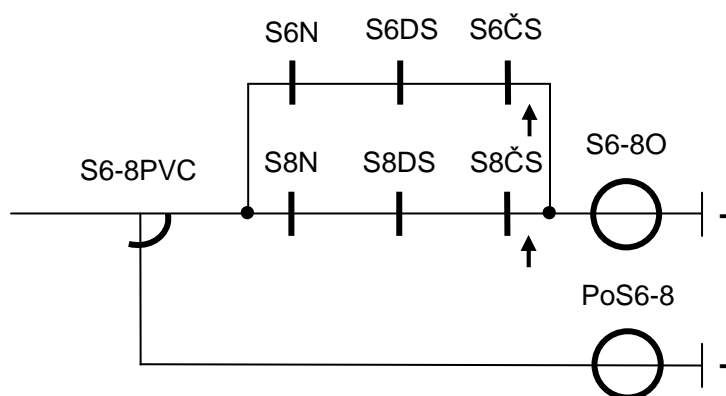
Při odjezdu odbočkou může být postavena pouze jediná cesta. Relé VOO zůstává přitaženo. Další činnost je analogická jako při postavené jedné odjezdové vlakové cestě.

Variantní jízdní cesta

U námi zvolené konfiguraci kolejí je možná variantní vlaková cesta z lichých staničních kolejí na 1. traťovou kolej přes výměny 1, 2, 3 a 5 v minusových polohách. Pro rozlišení této variantní cesty od jízdní cesty přímé je zřízeno relé 1TOV. Toto relé má stejnou funkci jako relé koleje 1TO. Kontakty dohlédacího relé rozhodující výměny, v našem případě výměny V5, určují, zda bude v činnosti relé 1TO nebo variantní relé 1TOV. Kontakt rozhodující výměny je po přitažení relé 1TO nebo relé 1TOV překlenut kontaktem tohoto relé. Ostatní činnost všech obvodů je stejná.

Odjezdy z bočních kolejí

Ze stejných důvodů jako je navržen vjezd na skupinu kolejí je navržen i odjezd ze skupiny kolejí. Zapojení skupinového relé odjezdu je na obr. 26.



Obrázek 26: Zapojení skupinového odjezdového relé

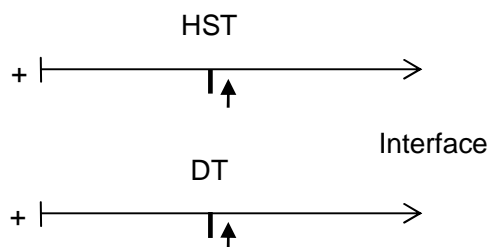
Odjezdová vlaková cesta ze šesté a osmé staniční koleje nemůže být postavena současně. Relé S6-8O přitáhne při postavení odjezdové vlakové cesty ze

šesté nebo osmé staniční koleje. Činnost všech ostatních obvodů zůstává stejná jako při postavení výše uvedené vlakové cesty z první staniční koleje.

4.3 Traťový souhlas

Informaci o směru traťového souhlasu lze získat z kontaktu relé HST. Relé HST je přitaženo při směru souhlasu pro odjezd ze stanice a sousední stanice nežádá o změnu souhlasu.

Informaci o aktivitě souhlasu lze odvodit z relé dohledu trati DT. Relé DT je přitaženo při volné trati, tj. pokud není na trati žádný vlak. Současně relé DT kontroluje, zda není postavena odjezdová vlaková cesta v dané stanici při směru souhlasu pro jízdu do sousední stanice nebo zda není postavena odjezdová vlaková cesta ze sousední stanice při směru souhlasu pro vjezd do stanice. Pro vytvoření potřebných informací je navržen jednoduchý obvod uvedený na obr. 26.



Obrázek 27: Informace o traťovém souhlasu

5 POŽADAVKY SŽDC NA ŘEŠENÍ PROVIZORNÍ ÚVAZKY

Dle technických požadavků pro implementaci ERTMS/ETCS L2 na české části koridoru E se ve stanicích vybavených staničním reléovým zařízením typu AŽD 71:

1. Zajišťuje jízda na MA FS pouze pro vlakové cesty traťovou rychlostí, případně pro navazující vlakové cesty v důležitém dopravním směru
2. Nezajišťuje jízda na MA OS.
3. Pro vydávání MA se předpokládá pro využití pouze informací o:
 - a. návěstech hlavních návěstidel dovolujících jízdu vlaku (vyjma přivolávací návěsti),
 - b. polohách výhybek rozlišujících navzájem od sebe vlakové cesty se stejnou dovolující návěstí, pokud se pro ně má vydávat MA FS, a o polohách výhybek umožňujících rozlišit tyto cesty od cest, pro které se nemá vydávat MA,
 - c. volnosti kolejových úseků,
 - d. závěru posledního úseku ve vlakové cestě u SZZ s postupným rušením závěru vlakové cesty,
 - e. stavu LX a TZZ v plném rozsahu.
4. Doba výluky protisměrné posunové (jízdni) cesty se uvažuje standardně 20 s (i když není ve vlastním SZZ uplatněna) po zrušení závěru vjezdové cesty na staniční kolej nebo po zrušení závěru posledního úseku vlakové cesty u SZZ s postupným rušením závěru vlakové cesty.
5. U SZZ s postupným rušením závěru vlakové cesty musí být vydávání MA FS při jízdě vlaku provedeno tak, aby ztráta polohy výhybky za vlakem nebyla důvodem k odebrání MA FS, resp. důvodem k vyslání nouzového stop.
6. U SZZ, které umožňuje zrušit odjezdovou vlakovou cestu před uvolněním záhlaví, musí být vydávání MA FS při projíždění odjezdové cesty v obvodu stanice provedeno tak, aby zrušení závěru odjezdové vlakové cesty nebylo důvodem k odebrání MA FS, resp. důvodem k vyslání nouzového stop, a to do doby uvolnění KÚ záhlaví, příp. do přijetí PR, který potvrdí, že celý vlak uvolnil záhlaví.
7. Pro přizpůsobení informací SZZ pro použití v RBC se může použít samostatný interface.

8. Pokud došlo ke zrušení návěsti dovolující jízdu vlaku bez obsazení KÚ za návěstidlem, jde o rušení neprojeté cesty nebo o porušení podmínek pro vydávání MA FS a RBC musí zkrátit MA k tomuto návěstidlu.
9. Při rozsvícení návěsti dovolující jízdu vlaku (včetně přivolávací návěsti) na hlavním návěstidle (u kterého může být EoA) pro vlakovou cestu, pro kterou se nevydává MA (použije se k tomu informace o poloze výhybek), musí RBC poslat vlaku před návěstidlem, který je ve FS nebo OS textovou zprávu „POUŽIJ / USE OVERRIDE“ tak, aby byla zobrazena na DMI ve vzdálenosti odpovídající národní hodnotě D_NVOVTRP před návěstidlem.
10. V úrovni vjezdového návěstidla pro opačný směr jízdy na zaústěné traťové koleji s ETCS se umístí návěst označující místo EoA a před ní BG v takové vzdálenosti, aby bylo možno v tomto místě provést přechod z režimu SR do režimu FS při použití procedury TAF nebo do režimu OS u vlaků, které ze stanice odjíždějí nebo ji projíždějí bez MA FS.
11. BG se umístí pro výše uvedený rozsah předávání MA.

5.1 Hodnocení splnění požadavků SŽDC

- ad 1) Tento požadavek je zajištěn. Vzhledem k poskytované informaci o stavu jízdnicích cest lze vydávání MA FS zajistit i pro větší množství vlakových cest. Množství vlakových cest je omezeno pouze rozsahem realizovaných úprav.
- ad 2) Jízda vlaků na MA OS není vyžadována, nebylo řešeno.
- ad 3)
- a) S ohledem na realizované informace o stavu jízdnicích cest nejsou tyto informace potřeba. Bylo by však možné je jednoduchým způsobem doplnit.
 - b) Informace o polohách výhybek je obsažena v informaci o stavu jízdnicích cest. Požadavek je splněn
 - c) Požadavek je splněn
 - d) Závěr posledního úseku ve vlakové cestě je uplatněn v navrženém zapojení.
 - e) Informace o stavu LX a TZZ nejsou náplní této práce, nebylo řešeno.
- ad 4) Dobu výluky protisměrné jízdnicí cesty nelze jednoduchým způsobem v RZZ uplatnit. Tuto podmínku doporučuji řešit v RBC.

- ad 5) V navrženém zapojení je tento požadavek respektován. Informace o projížděné vlakové cestě je po jejím vzniku nezávislá na poloze výměn.
- ad 6) V navrženém zapojení je informace o projížděné vlakové cestě dávana až do uvolnění závěru posledního úseku dané cesty. Tento požadavek je respektován.
- ad 7) Využití samostatného interface pro přizpůsobení informací SZZ pro použití v RBC se v této práci předpokládá.
- ad 8) Tento bod doporučuji řešit v RBC na základě informací o stavu kolejových obvodů a stavu vlakových cest poskytovaných z RZZ.
- ad 9) Tento bod je požadavkem na chování RBC. RBC dostává informace o poloze vyhybek ve stavu jízdnicích cest.

Body 10 a 11 nejsou pro tuto práci relevantní. Jedná se o umístění návěstidel a balízových skupin.

ZÁVĚR

Pokud dojde při postavené vlakové cestě k obsazení některého z pojížděných kolejových obvodů, RZZ přestane vydávat povolující návěst, tj. odpadne relé DS a přitáhne relé ČS. Tím dojde k přerušení obvodu relé LV a KL, které odpadnou. Informace „Postavená jízdní cesta s povolující návěstí“ zaniká. RBC zkrátí povolení k jízdě k tomuto návěstidlu.

V případě poruchového obsazení prvního kolejového úseku za návěstidlem je tento stav detekován jako projížděná vlaková cesta. Tento stav bude indikován až do doby zrušení vlakové cesty v RZZ.

V případě nevybavení celé vlakové cesty jízdou vlaku, např. z důvodu porušení posloupnosti obsazování a uvolňování kolejových obvodů poruchou, bude do RBC zasílána informace o projížděné vlakové cestě až do doby jejího nouzového vybavení obsluhou RZZ.

Cílem této práce bylo navržení reléových obvodů provizorní úvazky staničního reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 do systému ETCS L2. Byly navrženy reléové obvody odděleně pro vjezdové vlakové cesty a pro odjezdové vlakové cesty. Snahou bylo navržení co nejjednodušších, přesto ale funkčních obvodů.

Cíl práce, tj. navržení reléových obvodů pro navázání RZZ AŽD 71 do systému ETCS L2 byl splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHUDÁČEK, V. – JAKL, J. – LOCHMAN, L. *Vlakové zabezpečovací systémy*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav železniční a.s., 1999. 67 s.
- [2] UNISIG. ERTMS/ETCS - Class 1 : System Requirements Specification : SUBSET-026 version 2.3.0 [soubory formátu *.doc]. UNISIG, 2006-02-24.
Dostupné na:
<<http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SUBSET-026-SRS%20230.zip>>
- [3] Reléové zabezpečovací zařízení RZZ AŽD 71
- [4] Chudáček, V. – Lochman, L. *Vlakový zabezpečovací systém ERTMS/ETCS* [online]. [cit. 2011-04-20].
Dostupné na: <http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/504.pdf>
- [5] Varadinov, P. *Pilotní projekt ETCS L2 v České republice* [online]. [cit. 2011-04-20].
Dostupné na: <<http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/vts28/2802.pdf>>

SEZNAM OBRÁZKŮ

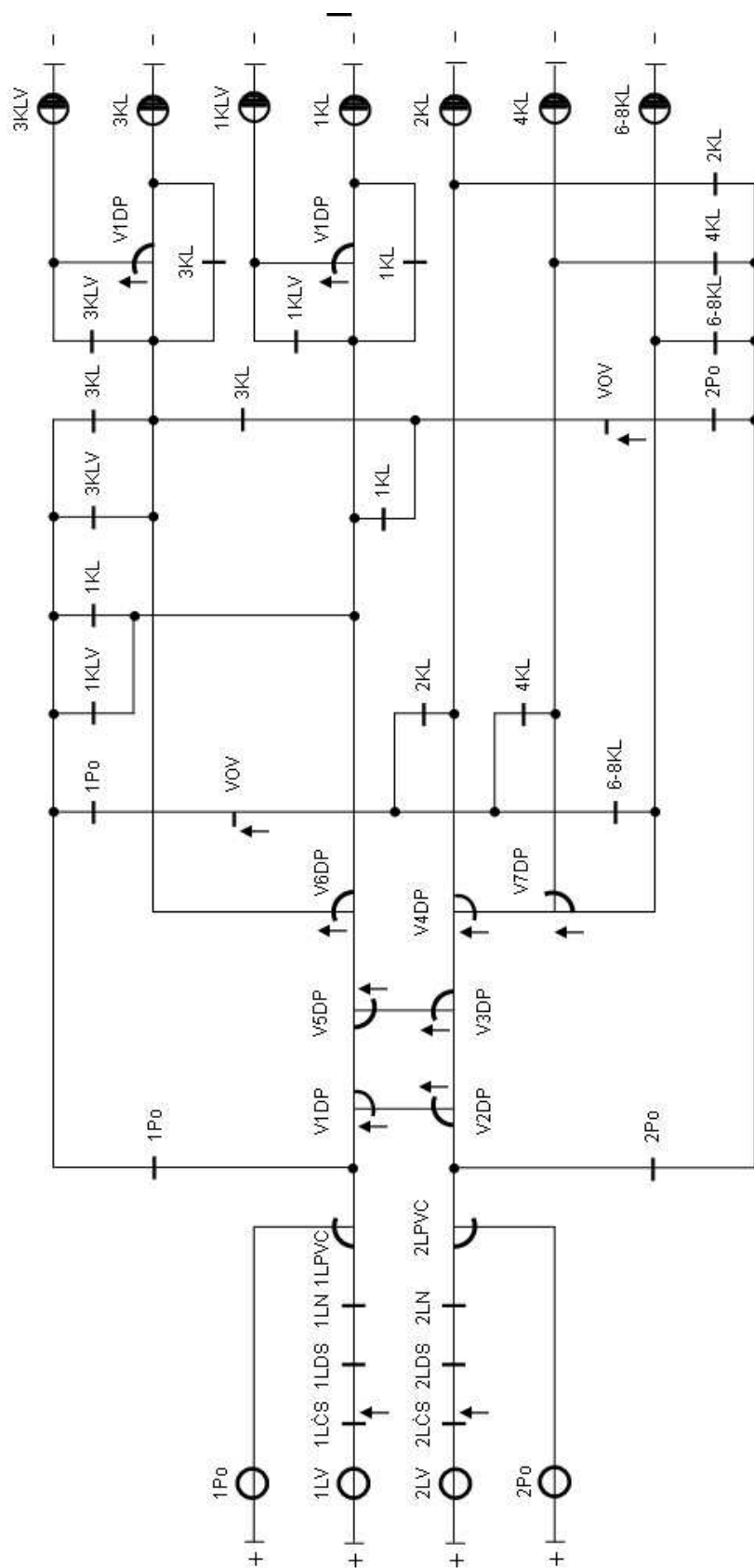
Obrázek 1: ETCS L2.....	10
Obrázek 2: Architektura mobilní části ETCS....	14
Obrázek 3: Blokové schéma RZZ.....	20
Obrázek 4: Obsah této práce	23
Obrázek 5: Vytvoření informace o stavu kolejového obvodu.....	24
Obrázek 6: Kolejiště	25
Obrázek 7: Vytváření informace vlaková cesta pod závěrem s povolující návěstí	26
Obrázek 8: Informace o postavené vlakové cestě.....	26
Obrázek 9: Základní obvod relé projížděné vlakové cesty	27
Obrázek 10: Informace o projížděné vlakové cestě.....	27
Obrázek 11: Schéma kolejiště.....	28
Obrázek 12: Obvod relé pro indikaci vlakové cesty s povolující návěstí	28
Obrázek 13: Informace „Postavená vlaková cesta“ vjezdová	29
Obrázek 14: Obvody relé projížděné vlakové cesty	29
Obrázek 15: Informace „Projížděná vlaková cesta“ vjezdová.....	30
Obrázek 16: Vznik nesprávné informace o stavu vlakové cesty.....	31
Obrázek 17: Obvod relé VOV.....	31
Obrázek 18: Možné nežádoucí propojení.....	32
Obrázek 19: Úprava obvodu indikace projížděné vlakové cesty	33
Obrázek 20: Úprava zapojení relé 2LPVC	33
Obrázek 21: Odjezdové vlakové cesty, relé TO, SO a PoS	35
Obrázek 22: Informace „Postavená vlaková cesta“ odjezdová.....	36
Obrázek 23: Odjezdové vlakové cesty, relé PVC	37
Obrázek 24: Informace „Projížděná vlaková cesta“ odjezdová.....	38
Obrázek 25: Obvod relé VOO	38
Obrázek 26: Zapojení skupinového odjezdového relé.....	39
Obrázek 27: Informace o traťovém souhlasu	40

SEZNAM ZKRATEK

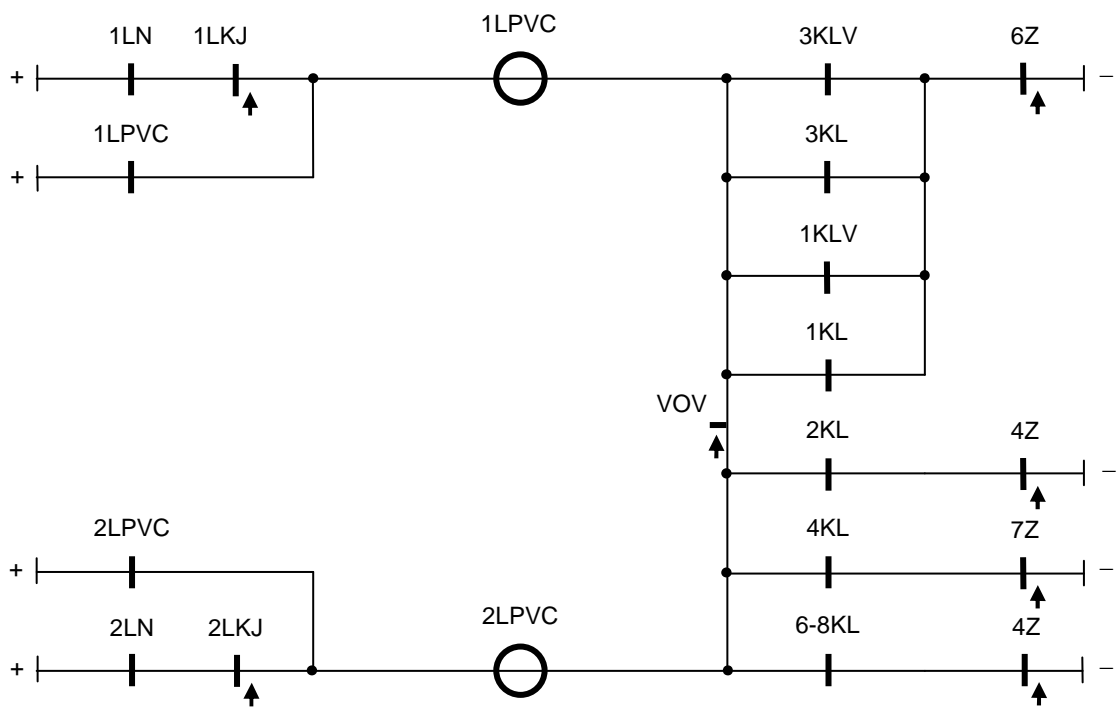
APN	Automaticky rozsvěcovaná přivolávací návěst
ATP	Automatické zabezpečení jízdy vlaku
BTM	Balíza
DSP	Dynamický rychlostní profil
ERTMS	Evropský systém řízení železničního provozu
ETCS	Evropský vlakový zabezpečovač
EVC	Modul zabezpečovacího počítače – jádro systému
FS	Úplný dohled
GSM-R	Globální systém pro mobilní komunikaci pro železnici
LEU	Traťová elektronická jednotka
MA	Oprávnění k jízdě
MC	Modul řídicího počítače
MMI	Rozhraní strojvedoucí – stroj
OS	Jízda podle rozhledu
RBC	Radiobloková ústředna
RIM	Rozhraní radiového datového kanálu
RU	Modul zánamové jednotky
RZZ	Reléové zabezpečovací zařízení
SR	Jízda pod odpovědností strojvedoucího
STM	Přenosový modul národního VZ
TIU	Rozhraní k vozidlu
TOU	Modul časové a odometrické jednotky
VZ	Vlakový zabezpečovač

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Reléové obvody pro vjezdové cesty
- Příloha 2 Reléové obvody pro odjezdové cesty
- Příloha 3 Uvažované kolejiště



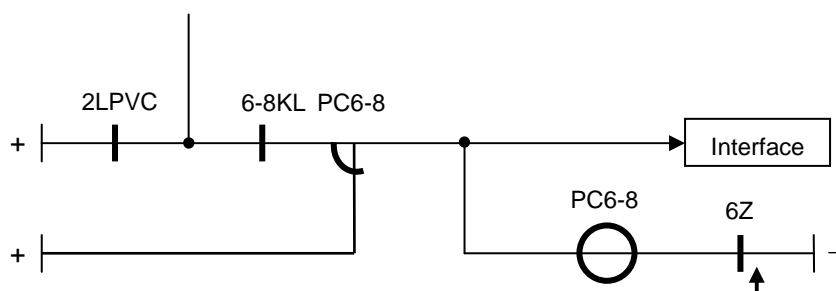
Obrázek 1: Vjezdy



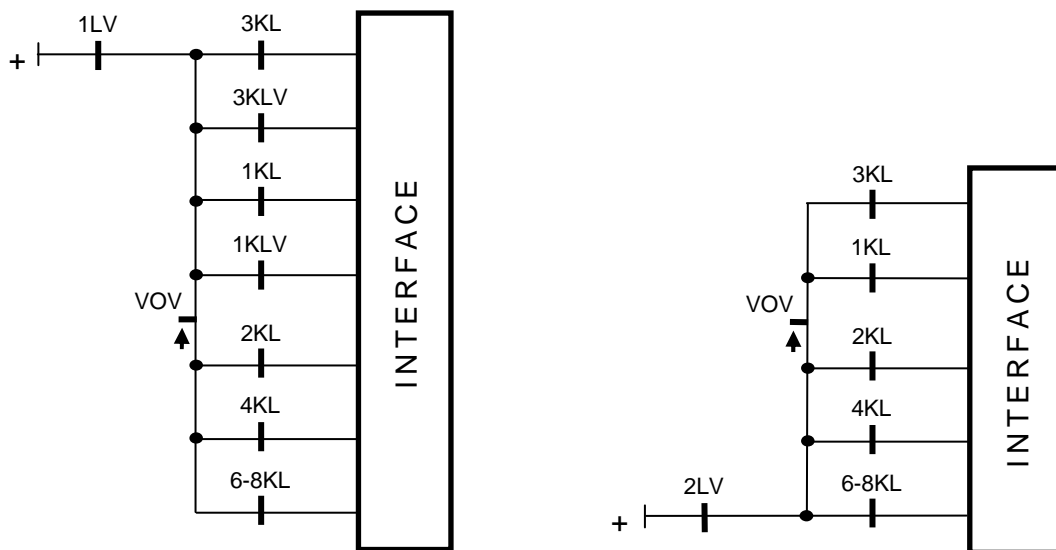
Obrázek 2: Relé xLPVC



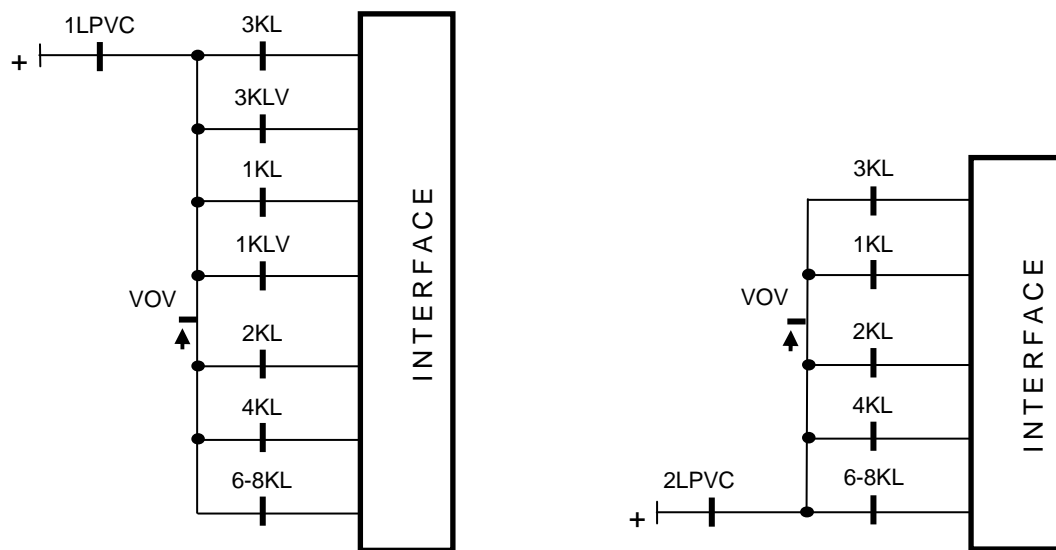
Obrázek 3: Relé VOV



Obrázek 4: Úprava indikace

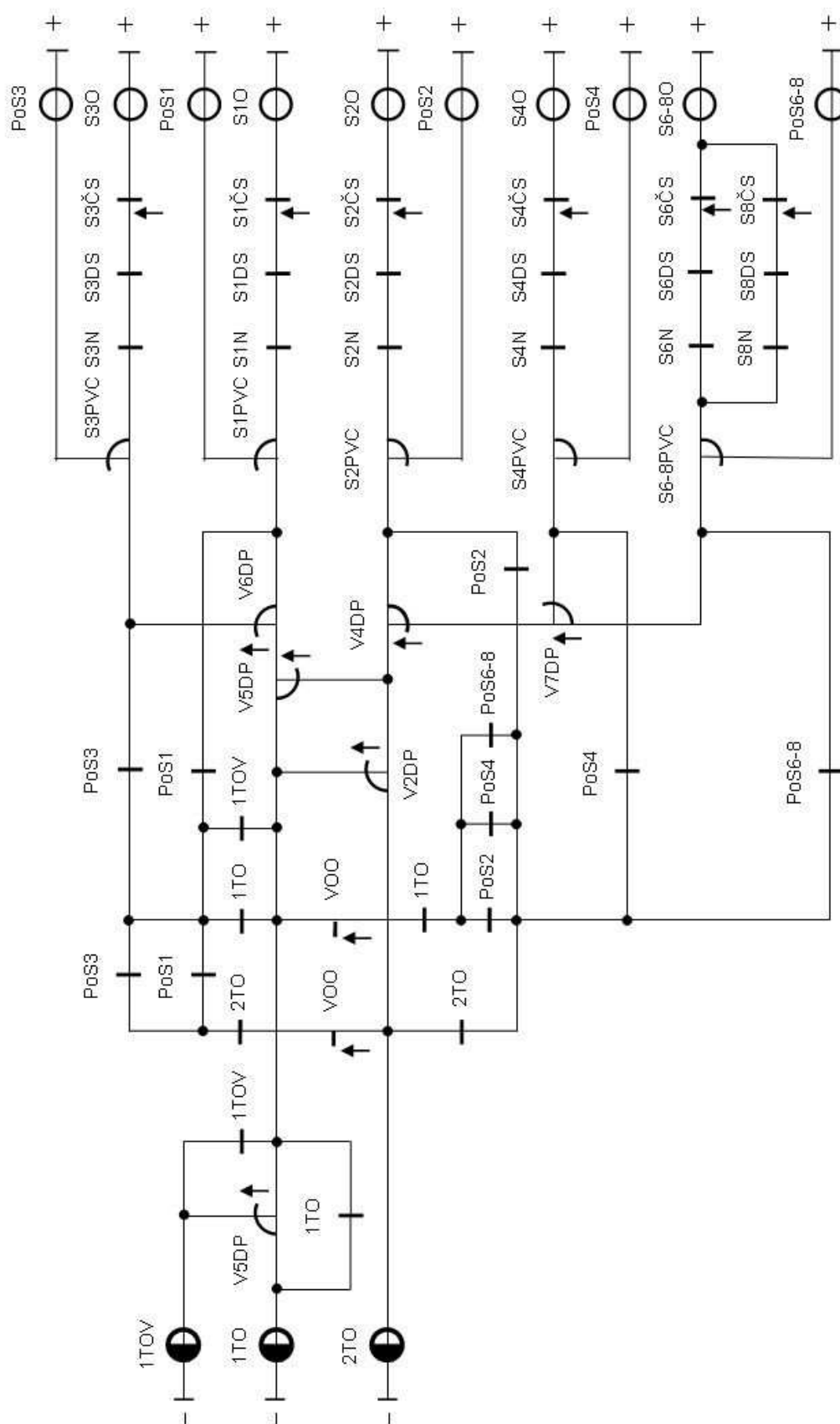


Obrázek 5: Informace „Postavená vlaková cesta“ vjezdová

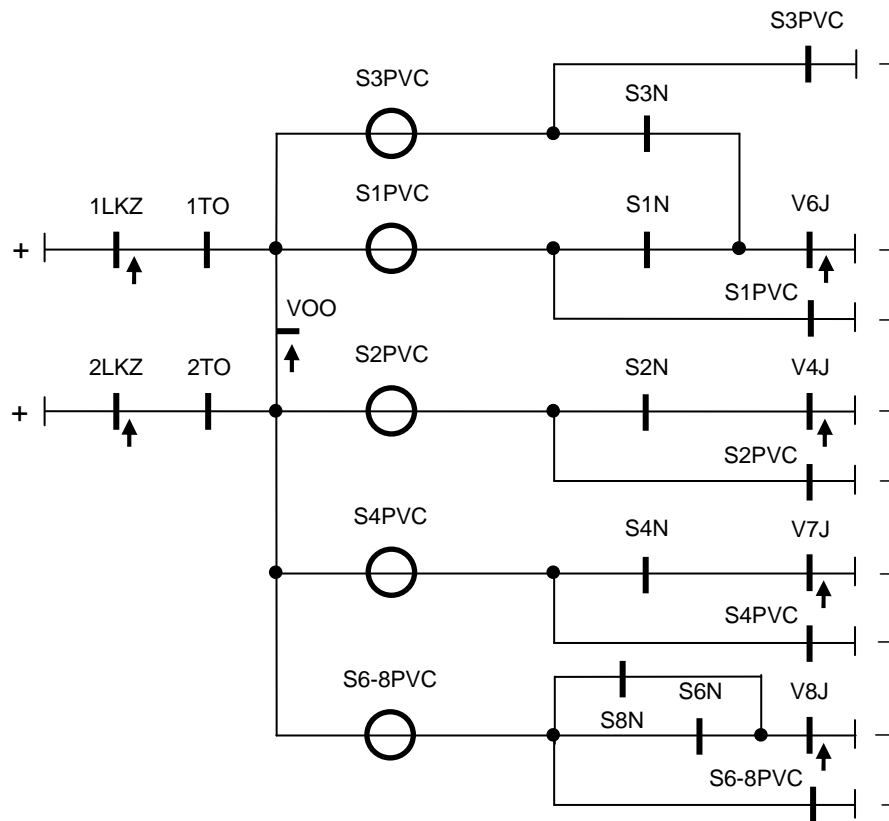


Obrázek 6: Informace „Projížděná vlaková cesta“ vjezdová

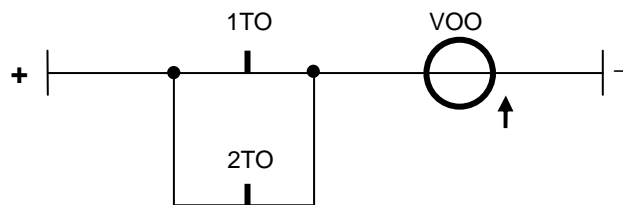
PŘÍLOHA 2



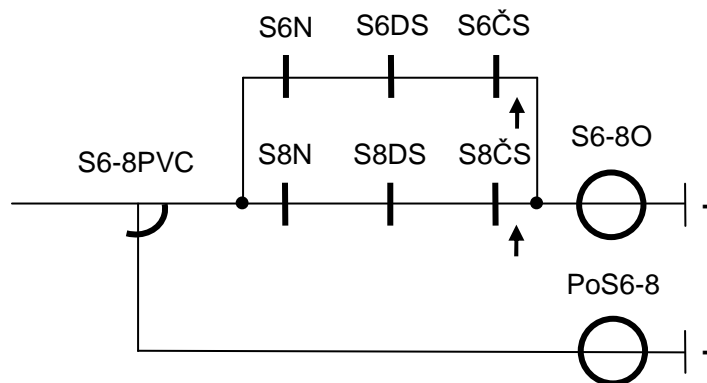
Obrázek 1: Odjezdy



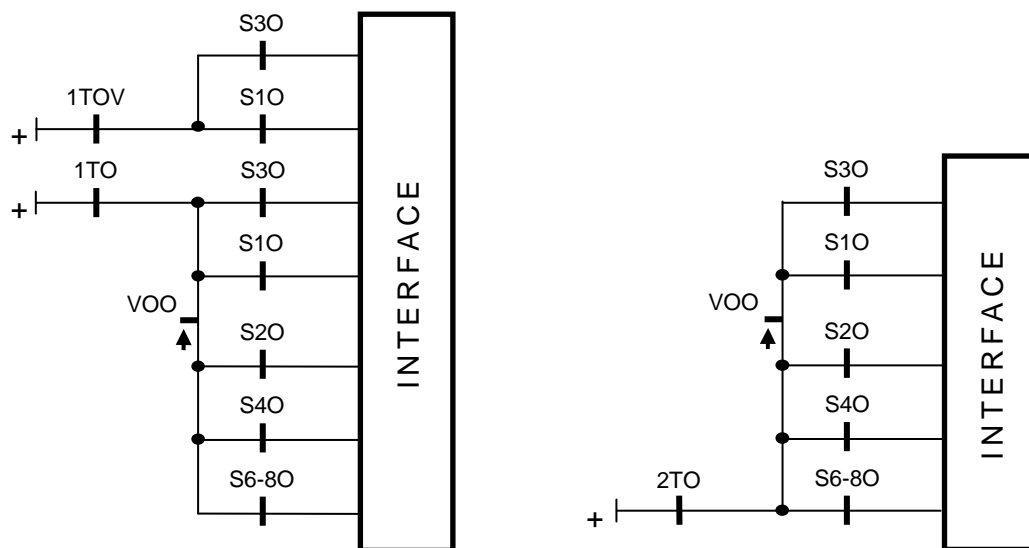
Obrázek 2: Relé SxPVC



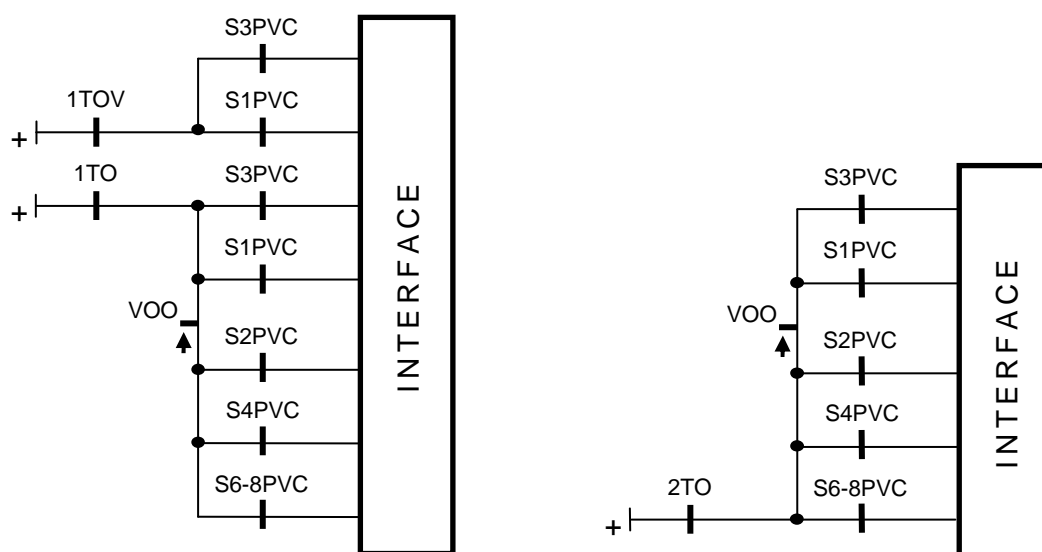
Obrázek 3: Relé VOO



Obrázek 4: Skupinové relé odjezdů

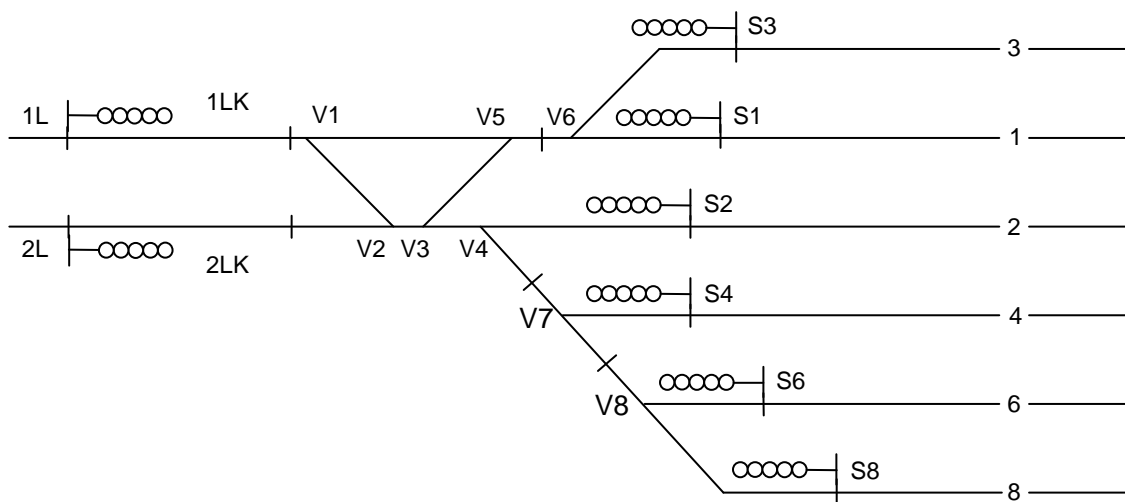


Obrázek 5: Informace „Postavená vlaková cesta“ odjezdová



Obrázek 6: Informace „Projížděná vlaková cesta“ odjezdová

PŘÍLOHA 3



Obrázek: Kolejiště