

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

V Českých Budějovicích dne 24.4.2005

Radomír Stránský

Zabezpečení provozu na ČD

Knihovna JU - PF



3 1 15 1 7 1 7 2 0

Vypracoval: Radomír Stránský

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Šerý

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZIKY

- 48 -

2.12.2005 Boydler

Velmi rád bych poděkoval za neocenitelnou pomoc při konzultacích odborného obsahu vedoucímu práce Ing. Michalu Šerému. Děkuji tímto také lidem, kteří se podíleli na práci při sestavování textu do srozumitelné a čitelné podoby.

Anotace

Zabezpečení provozu na ČD

Písenné zpracování tématu zabezpečení provozu na ČD obsahuje stručný popis vývoje zabezpečovacího zařízení na železnici až po dnešní dobu. V úvodu jsou všeobecně uvedeny okolnosti vzniku potřeby zabezpečovacího zařízení při provozování drážní dopravy. Dále jsou uvedeny některé způsoby provedení elektrických sítí ve specifických podmínkách ČD. V následujícím textu se pak stručně pojednává o vybraných typech zabezpečovacího zařízení s ohledem na jeho historický vývoj.

Security of working at the Czech Railways

The written treatment of the security of working at the Czech Railways contains a brief description of the development of the railway safety equipment up to the present. The introduction mentions general circumstances under which the necessity of the safety equipment in operating the railway traffic rose. The paper continues to mention particular systems of electric circuits in specific conditions of the Czech Railways. The following text briefly discusses selected types of the safety equipment considering its historical development.

1	Úvod	5
1.1	Dělení současného zabezpečovacího zařízení	7
1.2	Přehled nejpoužívanějších ochranných elektrických zařízení v zabezpečovací praxi u ČD z hlediska ochrany před jeho škodlivými vlivy na člověka.....	8
1.3	Ochrana malým napětím	9
1.4	Ochrana samočinným odpojením od zdroje v sítích, kde není přímo uzemněný střed zdroje, ochrana zemněním v sítích IT	13
1.5	Ochrana elektrickým oddělením	15
1.6	Ostatní používané ochrany před vznikem nebezpečného dotykového napětí	17
2	Mechanická a elektromechanická zabezpečovací zařízení	17
2.1	Výpočet změn drátových táhel.....	19
2.2	Elektromechanické zařízení	21
3	Reléová staniční zabezpečovací zařízení.....	27
3.1	Signalizační prvky	27
3.2	Reléová část	30
4	Zdroje pro zabezpečovací zařízení.....	36
4.1	Suché galvanické články.....	36
4.2	Niklokadmiové akumulátory	37
4.3	Olověné akumulátory.....	39
4.4	Rotační a statické měniče.....	39
5	Výstražná přejezdová zabezpečovací zařízení	40
5.1	Výstražná přejezdová zabezpečovací zařízení světelná PZS.....	41
6	Kolejové obvody	49
6.1	Dělení kolejových obvodů	49
7	Závěr	50
8	Použitá literatura	51

1 Úvod

S rozvojem průmyslu nejen u nás, ale i ve světě, vyvstával problém přepravy lidí, zboží a materiálu pro potřeby výroby. Komunikace může být provedena několika způsoby a to bez ohledu na speciální druhy přepravy především automobilová, železniční, lodní a letecká. Na začátku devatenáctého století nastala potřeba vyřešit problém přepravy většího objemu materiálu na větší vzdálenosti než bylo do této doby obvyklé. Pro tuto potřebu v dané době nejlépe vyhovovala doprava pomocí železnice, avšak z důvodu nárůstu frekvence přepravy a zásahem lidského činitele, došlo k několika vážným nehodám. Jako příklad lze uvést srážku vlaků ve Vranovicích u Brna v r. 1839, nehodu u stanice Medon ve Francii v r. 1842, nehoda na nádraží v Liverpoolu v Anglii v r.1850. [1] Každá z těchto nehod dala podnět k zamyšlení nad bezpečností drážní dopravy.

Při dopravě pomocí železnice je nutno vyřešit bezpečnost následných a protisměrných vlaků v daném traťovém úseku. Dále se musí zabezpečit pohyb vozidel drážní dopravy ve stanici a samozřejmě vyřešit bezpečnost na křížení s jinou pozemní komunikací. V začátcích byly voleny velmi jednoduché formy zabezpečení:

1. Časová soustava. Jízda vlaku byla povolena až po uplynutí jistého časového úseku.
2. Prostorová soustava. Pomocí předávání tzv. „žezla“, které bylo v daném mezistaničním úseku pouze jedno, umožňovalo jeho držiteli jízdu.
3. Nařízení, že jízda následného vlaku může být povolena až po předání informace o tom, že předchozí vlak dojel do sousední stanice celý. Zde však dochází k otázce jaký způsob předávání informace se zvolí. V začátcích byl přístup k řešení problému velmi jednoduchý. V rámci tehdejších technických znalostí a technologických možností byla zvolena optická cesta přenosu informace. Na přímou viditelnost byly podél tratě zřizovány strážní domky, kde sloužící personál vyvěšoval dle dopravní situace barevné vlajky nebo koše na stožár své služebny.

Velký pokrok v přenosu informací znamenal vynález Morseova telegrafu v r.1845, který se na železnici začal používat již v r. 1855. Avšak zabezpečovací zařízení alespoň s jednoduchými vazbami mechanickými nebo elektrickými bylo poprvé postaveno v Anglii. To je ve státě kde má železniční doprava svůj původ.

- 1836 – vynálezce Curtis sestavil první dálkově ovládané tvarové mechanické návěstidlo
- 1843 – technik Gregori začal používat jako první mechanické vazby mezi výhybkou a návěstidlem
- 1850 – Angličan Chambers sestrojil první stavědlo pro ústřední stavění výměn (změna polohy výhybky se provádí z jednoho místa obvykle stavědlového domku, který je pro tuto činnost zvláště upraven)
- 1856 – Saxby a Farmer zahájili výrobu stavědel s mechanickými závislostmi
- 1870 – ing. Frischen vynalezl elektrický závěr (umožňuje přenos mechanické závislosti elektrickou cestou, zařízení je s jistými technickými úpravami dodnes užíváno)
- 1872 – firma Siemens Halske doplnila elektrickými závěry stavědla
- 1878 – ing. Křížík vyřešil dálkové ovládání návěstidel (Elektrickým impulsem z induktoru, který byl umístěn ve stanici se ovládal elektromagnet v návěstní skříni, který spustil mechanismus zařízení pro změnu polohy návěstního terče. Zařízení bylo poháněno závažím, mělo provedenu kontrolu polohy návěstního terče a nejnižší dovolené polohy poháněcího závaží.)
- 1880 – ing. Křížík provedl zdokonalení systému zvonkových návěstí (systém byl používán od roku 1854 a po zmíněném zdokonalení sloužil až do roku 1953)
- 1891 – provedena výroba prvního elektrického stavědla firmou Siemens Halske, jednotlivé vazby mezi ovládacími prvky byly mechanické
- 1895 – vynález, provedení a zapojení izolované kolejnice

1.1 Dělení současného zabezpečovacího zařízení

Dělení zabezpečovacího zařízení může být provedeno z několika různých hledisek.

Dělení podle účelu:

- staniční – Zabezpečuje úsek od vjezdového návěstidla dané stanice včetně veškerého pohybu kolejových vozidel ve stanici. Řešení zabezpečení je dáno mnoha faktory.
- traťová – Obstarává bezpečnost pohybu kolejových vozidel mezi jednotlivými stanicemi.
- přejezdová – Umožňuje signalizaci jedoucího kolejového vozidla pro potřeby úrovněvého křížení s dopravou na pozemní komunikaci.
- vlaková – Jsou to zabezpečovací zařízení se signalizací umístěnou přímo na hnacím vozidle pro potřebu činnosti strojvedoucího.

Dělení podle konstrukce:

- mechanická – Pouze mechanická konstrukce zabezpečovacího zařízení s mechanickými závislostmi.
- elektromechanická – Obslužná pracoviště jsou provedena s mechanickými závislostmi a vazby mezi pracovišti jsou elektrické.
- elektrodynamická – Závislosti mezi prvky na služebně mají provedení mechanické, ovládání a kontrola prvků v kolejišti je pak elektrická.
- reléová – Zabezpečovací vazby mají provedení pomocí elektrických reléových obvodů.
- elektronická – Vazby zajišťuje počítač s vhodným programovým vybavením.

1.2 Přehled nejpoužívanějších ochran elektrického zařízení v zabezpečovací praxi u ČD z hlediska ochrany před jeho škodlivými vlivy na člověka

Z důvodu uvedení této problematiky je nutno uvést jednotlivé hodnoty napětí, které se mohou v dalším textu vyskytovat a mají vliv na vznik podmínek způsobujících úraz elektrickým proudem.

Kategorie napětí dle ČSN 33 0010 tab.1.1

Tabulka 1.1 Určení kategorie napětí

Kategorie napětí	Označení napětí	Jmenovité napětí		
		V uzemněné soustavě		V izolované soustavě
		Mezi vodičem a zemí	Mezi vodiči	Mezi vodiči
Kategorie I	mn	do 50 V	do 50 V	do 50 V
Kategorie II	nn	nad 50 V do 600 V	nad 50 V do 1000 V	nad 50 V do 1000 V

Nutno dodat, že u SS zařízení je hranice mezi malým a nízkým napětím 120 V.

Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostorů tab.1.2

Tabulka 1.2 Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostorů

Prostory	Při dotyku částí	Bezpečné napětí střídavé	Bezpečné napětí stejnosměrné
Normální	Živých	50 V	100 V
	Neživých	50 V	120 V
Nebezpečné	Živých	25 V	60 V
	Neživých	50 V	120 V
Zvláště nebezpečné	Živých	12 V	25 V
	Neživých	25 V	60 V

Tabulka 1.3 Dovolené meze trvalého dotykového napětí

Prostory	Dovolené meze trvalého dotykového napětí	
	Střídavé	Stejnoseměrné
Normální a nebezpečné	50 V	120 V
Zvlášť nebezpečné	25 V	60 V
Zvlášť nebezpečné případy (práce ve vodě, stísněné prostory apod.)	12 V	25 V

Upřesnění pojmů:

- živá část: část elektrického zařízení určená k vedení proudu
- neživá část: vodivá část elektrického předmětu, na které se může vyskytnout napětí při poruchovém stavu zařízení
- nebezpečné dotykové napětí: úbytek napětí, který vznikne průchodem proudu při dotyku těla s částí, která je pod napětím
- bezpečné napětí: napětí, které v daném prostředí nemůže způsobit úraz elektrickým proudem a může se na chráněných předmětech trvale vyskytovat
- dovolené dotykové napětí: je napětí, které se nemůže na chráněných předmětech vyskytovat trvale, jeho trvání na chráněných předmětech je povoleno maximálně do doby než zareaguje použitá ochrana před nebezpečným dotykovým napětím, pro představu o jakou dobu se jedná lze uvést proudový chránič, který vypne v čase do 0,2 sekundy

1.3 Ochrana malým napětím

První důležitá ochrana, která se úspěšně používá je ochrana malým napětím SELV a PELV ČSN 33 2000-4-41 čl.411.1.

Obvod PELV se od obvodu SELV liší tím, že má uzemněnou živou část. Jako příklad obvodu PELV můžeme uvést zapojení izolované kolejnice, nebo napájení sdělovacího zařízení s uzemněným jedním pólem akumulátorové baterie. Ochrana malým napětím nám zajišťuje ochranu před nebezpečným dotykovým napětím nejen u živých, ale i u neživých částí elektrického zařízení.

Prochází-li tělem člověka elektrický proud je možnost úrazu závislá na jeho velikosti, druhu proudu a citlivosti člověka k danému proudu. Také však závisí na psychických a fyzických okolnostech v době kdy dojde k dotyku s částí pod napětím např. srdeční fáze, body na těle kde dochází ke spojení částí pod napětím atd. Vodivost části obvodu tvořeného tělem člověka je ovlivněna prostředím v němž dochází k dotyku s částmi pod napětím. Jako příklad můžeme uvést prostředí mokré, které snižuje přechodové odpory v místech dotyku s částmi pod napětím, nebo prostředí suché a horké, které mění u člověka vylučování potu a tím i povrchový odpor lidského těla. Díky těmto poznatkům můžeme k různým druhům prostředí a pracovních podmínek přiřadit určitá napětí, která nejsou schopná vyvolat při dotyku člověka takové změny v jeho organismu aby způsobily újmu na zdraví.

Na tomto principu pracuje ochrana malým napětím. Je-li zařízení napájeno malým napětím pak se ani na jeho neživých částech, při poruše, nemůže objevit vyšší napětí než je malé napětí. Pro zdroje malého napětí platí přísné požadavky.

Malé napětí lze získat:

- Z akumulátorové baterie, která je-li dobíjena musí mít dobíječ proveden od výrobce tak, aby se na jeho výstupu nemohlo objevit napětí vyšší než bezpečné ani při poruše dobíječe.
- Z transformátoru u něhož je od výrobce zaručeno, že se ani při poruše pracovní izolace na primárním okruhu neobjeví na sekundární straně transformátoru napětí vyšší než bezpečné.
- Z jiného zdroje například měniče, kde je zaručeno, že ani v případě poruchy se na výstupu neobjeví napětí jiné než bezpečné.

Požadavky na obvody SELV

Živé části obvodů SELV nesmějí být spojeny se zemí nebo s živými částmi, nebo s ochrannými vodiči, které jsou součástí jiných obvodů.

Neživé části se nesmějí úmyslně spojovat se zemí, neživými částmi a ochrannými vodiči jiných obvodů.

Je-li napětí bezpečného zdroje malého napětí vyšší než 25 V AC efektivní hodnoty nebo 60 V DC bez zvlnění, zajistí se ochrana před dotykem živých částí přepážkami, krytím nebo izolací. Pokud jmenovité napětí nepřesahuje 25 V AC efektivní hodnoty nebo 60 V DC bez zvlnění není ochrana před dotykem živých částí většinou nutná. Napětí bez zvlnění se podle dohody definuje pro sinusové zvlněné napětí jako efektivní činitel zvlnění nepřesahující 10 % stejnosměrné složky. Maximální špičková hodnota nepřesáhne 140 V pro jmenovité stejnosměrné nezvlněné napětí 120 V a pro jmenovité stejnosměrné nezvlněné napětí 60 V nepřesáhne 70 V.

Efektivní činitel zvlnění napětí $r_U = \frac{U}{|U_0|}$ kde (1.1)

U - je efektivní hodnota střídavé složky

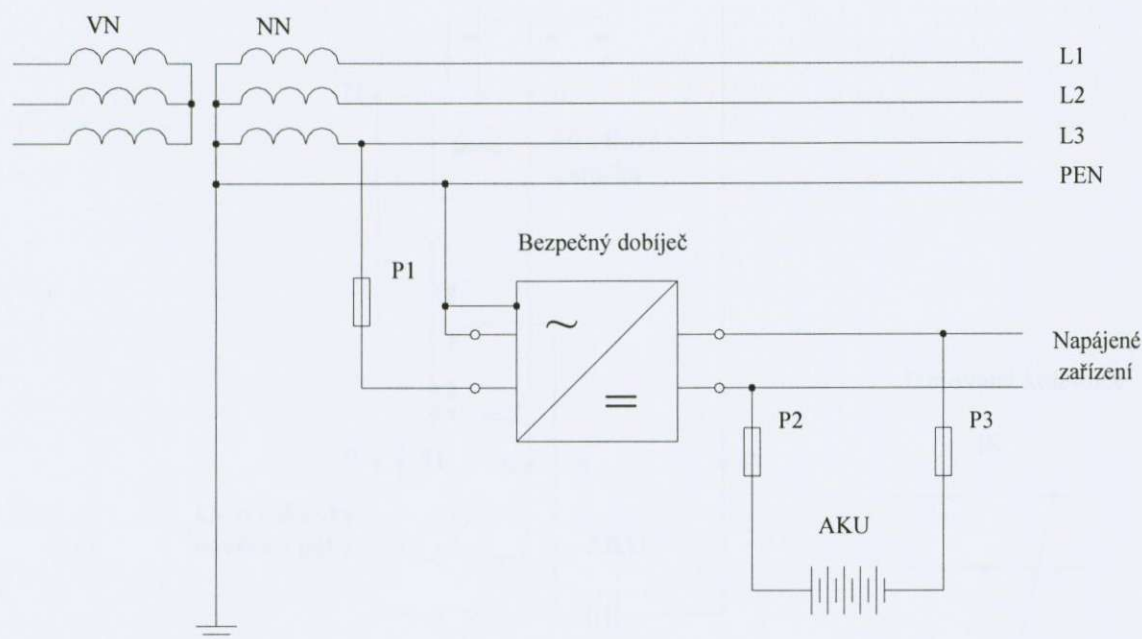
$|U_0|$ - je hodnota stejnosměrného napětí

Efektivní hodnotu vypočteme ze vzorce $y_d = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y^2(t) dt}$ (1.2)

přičemž pro sinusový průběh platí $I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$ (1.3)

Pro zajímavost můžeme uvést ještě výpočet střední hodnoty $\bar{y} = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt$ (1.4)

přičemž pro sinusový průběh platí $I_{stř} = 0$ (1.5)



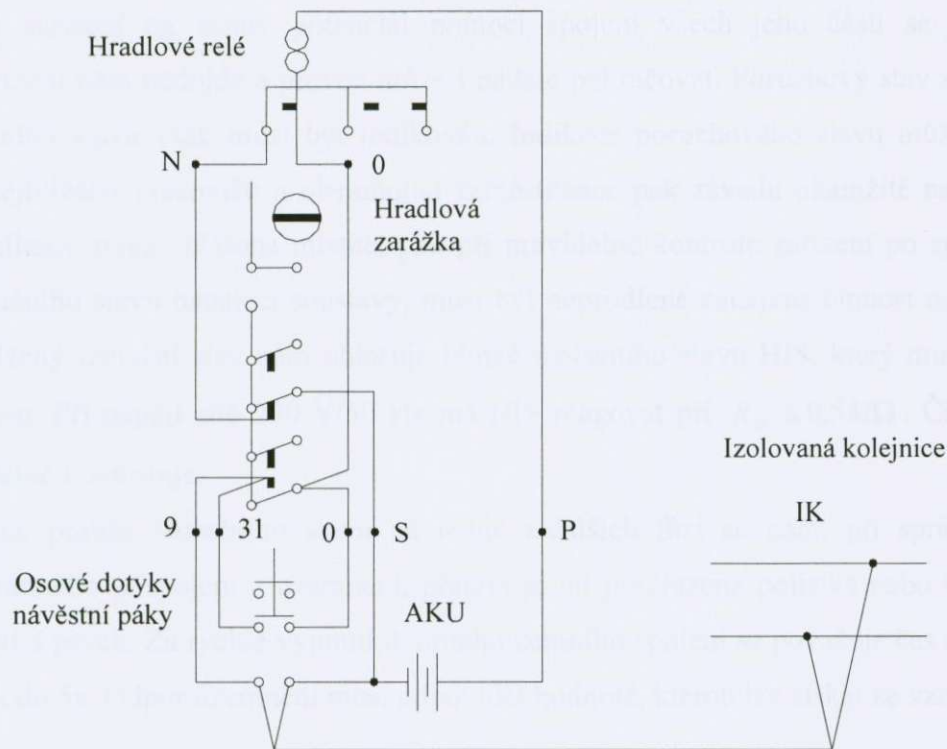
Obr. 1.1 Obvod SELV

Obvody SELV se v zabezpečovací praxi používají tam, kde může při opravách a údržbě zabezpečovacího zařízení dojít k přímému dotyku s částí pod napětím. Jedná se především o obvody napájené z akumulátorových baterií, obvody napájení návěštních žárovek, elektromagnetické zámkové zařízení, obvody moderních indukčních snímačů kolejových obvodů.

Požadavky na obvody PELV

Ochrana před dotykem živých částí musí být zajištěna přepážkami, kryty nebo izolací, která vydrží střídavé zkušební napětí o hodnotě 500 V efektivní hodnoty po dobu jedné minuty. Obvody PELV mají oproti obvodům konstruovaným jako obvody SELV jeden vodič uzemněn. Uzemnění jednoho z vodičů v zapojení strojů obsahujících spínací prvky se provádí z důvodu znemožnění samovolného zapnutí stroje v případě, kdy nastane zkratování obou přívodů vedoucích k spínacímu prvku na vodivou část stroje.

V našem případě je použit obrázek zapojení hradlového relé napájeného ze zdroje bezpečného napětí. Do obvodů PELV je zapojení zahrnuto z důvodu vodivého spojení izolované kolejnice se zemí a tím i nedosažení požadovaných parametrů potřebných pro zařazení do kategorie obvodů SELV.



Obr. 1.2 Obvod PELV (zapojení hradlového relé v původním způsobu kreslení)

1.4 Ochrana samočinným odpojením od zdroje v sítích, kde není přímo uzemněný střed zdroje, ochrana zemněním v sítích IT

O ochraně před nebezpečným dotykovým napětím při způsobu ochrany samočinným odpojením od zdroje musíme uvažovat jednak z hlediska zapůsobení ochrany ve vztahu k člověku, ale též z hlediska působení na samotné zařízení. Při samočinném odpojení od zdroje dojde k okamžitému zastavení činnosti zařízení vlivem elektrické poruchy. Takový způsob vypnutí si však v některých provozech nemůžeme dovolit z důvodu velkých hospodářských ztrát. Jedním z takovýchto provozů je drážní doprava. Zde nelze nechat zařízení samočinně odpojit a nechat ho odpojené až do odstranění závady. Pro uvedený typ provozů je vhodná ochrana zemněním v sítích IT.

Při vzniku první poruchy na elektrickém předmětu, například vlivem poškození izolace, protéká přes uzemnění neživých částí ze zdroje do země prakticky pouze kapacitní a svodový proud. Tyto kapacitní a svodové proudy jsou závislé na mnoha faktorech. V podstatě se dá říci, že především závisí na rozsahu a velikosti napětí sítě. Kapacitní a svodový proud nám ve většině případů, vzhledem ke své velikosti, nevytvoří podmínky k zareagování jistícího prvku.

Ochrana před vznikem nebezpečného dotykového napětí nám působí vlivem uvedení neživých částí zařízení na stejný potenciál pomocí spojení všech jeho částí se zemí. K odpojení zařízení nám nedojde a provoz může i nadále pokračovat. Poruchový stav sítě se změnou izolačního stavu však musí být indikován. Indikace poruchového stavu může být vyvedena na nejbližším pracovišti a obsluhující zaměstnanec pak závadu okamžitě nahlásí. Pokud je signalizace pouze hlášena místně, pak při pravidelné kontrole zařízení po zjištění sníženého izolačního stavu napájecí soustavy, musí být neprodleně zahájena činnost na jeho odstranění. Snížený izolační stav nám ohlašuje hlídač izolačního stavu HIS, který musí být správně nastaven. Při napětí sítě 230 V/50 Hz má HIS reagovat při $R_{Iz} \leq 0,5 M\Omega$. Činnost HISu se pravidelně kontroluje.

Při druhé poruše izolačního stavu na jedné z dalších fází se nám, při správném provedení ochranného pospojení a uzemnění, přetaví první předřazená pojistka nebo vypne jiný použitý jistící prvek. Za rychlé vypnutí dvojitého zemního spojení se považuje čas do 1s, nejpozději však do 5s. Odpor uzemnění musí odpovídat hodnotě, kterou lze získat ze vzorce

$$R_z \leq k \frac{U_d}{I_z} \quad \text{kde} \quad (1.6)$$

R_z - je odpor uzemnění

U_d - dovolené dotykové napětí ve V

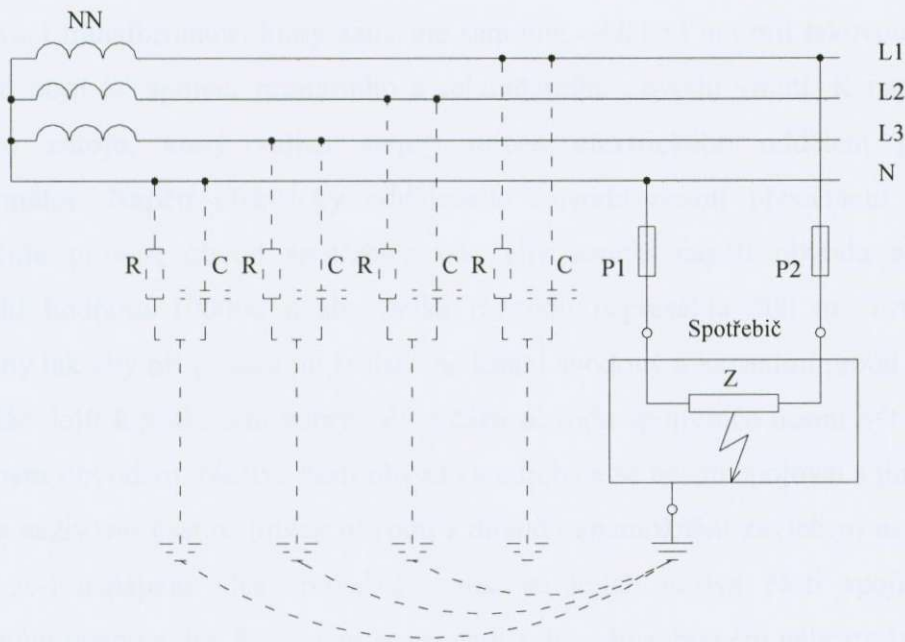
I_z - proud procházející do země, který se určuje z tabulek

k - součinitel, který se stanoví dle tvaru vodiče v rozmezí hodnot 1 až 5. V zařízení, kde může vzniknout nebezpečné zavlčené napětí se volí k vždy 1. Takový případ nastává například v blízkosti trakčního vedení.

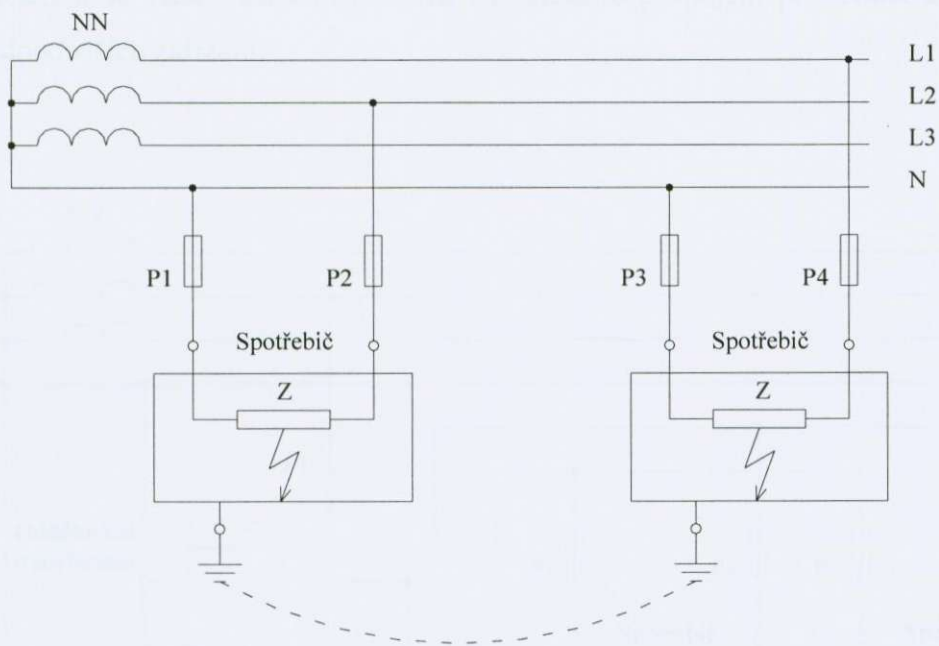
Pro zabezpečovací zařízení napájené napětím sítě 230/400 V /50Hz platí pro výpočet uzemnění vzorec

$$R_z \leq \frac{50}{I_d} \quad \text{kde} \quad (1.7)$$

I_d - je poruchový proud při první poruše



Obr. 1.3 První porucha s naznačením poruchových proudů

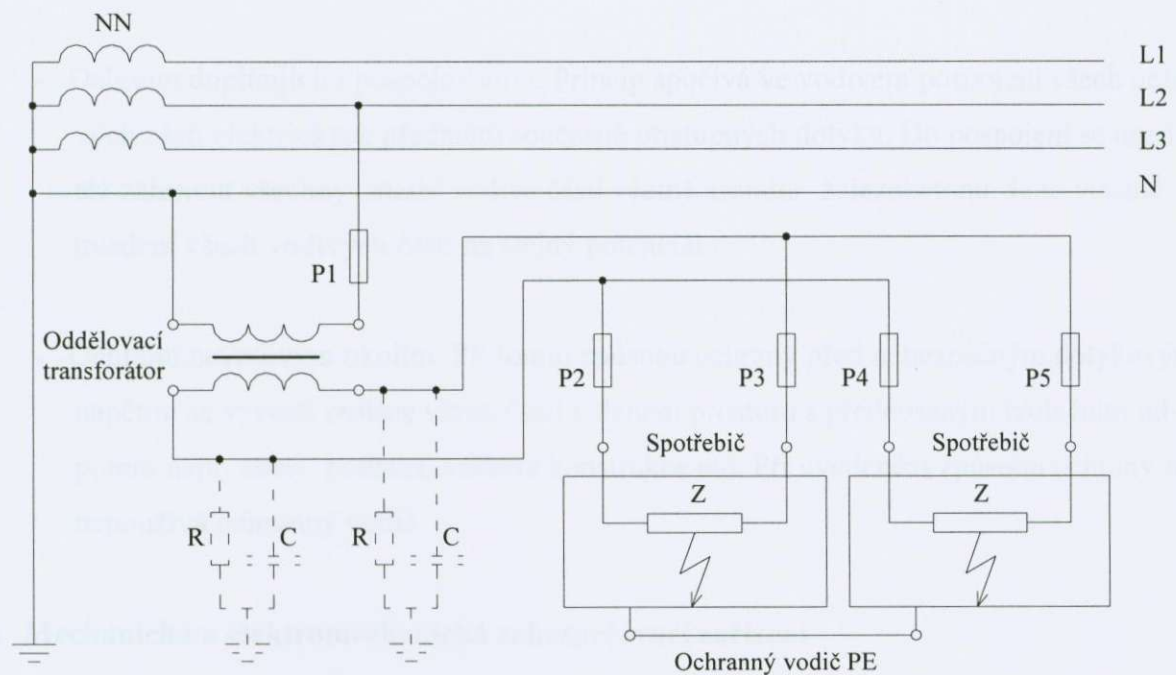


Obr. 1.4 Druhá porucha s naznačením poruchového proudu

1.5 Ochrana elektrickým oddělením

Další z ochranných opatření před nebezpečným dotykovým napětím používaných v zabezpečovací technice je ochrana elektrickým oddělením. Podstata ochrany spočívá ve vytvoření dvou

oddělených obvodů. Jeden z obvodů je obvod zdroje, druhý pak obvod spotřebiče. Oddělovací transformátor, který zajišťuje samotné oddělení má mít takovou konstrukci, aby nemohlo dojít ke spojení primárního a sekundárního obvodu vinutí. K napájení lze použít i jiného zdroje, který zajistí stejný stupeň elektrického oddělení jako oddělovací transformátor. Napětí elektricky odděleného obvodu nesmí přesáhnout 500 V. Norma doporučuje provést obvod spotřebiče tak, aby součin napětí obvodu a délky rozvodu nepřesáhl hodnotu 100000 a aby délka rozvodu nepřesáhla 500 m. Tyto hodnoty jsou stanoveny tak aby při poškození izolace nedosáhl svodový a kapacitní proud takové velikosti, kdy může dojít k poškození zdraví. Živé části obvodu spotřebiče nesmí být spojeny se zemí nebo jiným obvodem. Neživé části obvodu spotřebiče se nesmí spojovat s jinými ochrannými vodiči a neživými částmi jiných obvodů z důvodu znemožnění zavlečení napětí na chráněný obvod. Je-li napájeno více spotřebičů musí se jejich neživé části spojit neuzemněným izolovaným pospojením. Pospojení se provádí z důvodu zabránění nebezpečného dotykového napětí na neživých částech spotřebičů, kdy dojde u každého spotřebiče k poškození izolace s rozdílným potenciálem. Pokud by pospojení nebylo provedeno, mohlo by dojít k úrazu elektrickým proudem při současném uchopení obou spotřebičů. Ochrana elektrickým oddělením se však z důvodu nutnosti elektrického pospojení používána u méně rozsáhlých a jednodušších zařízení.



Obr. 1.5 Ochrana elektrickým oddělením

1.6 Ostatní používané ochrany před vznikem nebezpečného dotykového napětí

Nemůžeme říci, že ostatní způsoby ochrany se v zabezpečovací praxi nevyskytují. Použití konkrétního technického řešení závisí především na daných podmínkách, ve kterých se chráněné zařízení vyskytuje, na finančních prostředcích a použité technologii.

Pro ochranu neživých částí elektrických předmětů je možné volit:

- Ochranu samočinným odpojením od zdroje v sítích TN. Jedná se vlastně o ochranu, která byla dříve běžně známa pod názvem ochrana nulováním.
- Ochranu použitím zařízení třídy ochrany II. Princip ochrany spočívá ve vytvoření dostatečné izolační bariéry, která nám při porušení pracovní izolace zabrání vzniku nebezpečného dotykového napětí na neživých částech elektrických předmětů. Označení takových předmětů je provedeno dvěma soustřednými čtverci. Elektrická pevnost izolace je přesně stanovena pro použité napájecí napětí např. pro napětí 24 V vyhovuje elektrická pevnost 250 V, pro napětí 230 V musí být elektrická pevnost již cca 3500 V.
- Ochranu doplňujícím pospojováním. Princip spočívá ve vodivém pospojení všech neživých částí elektrických předmětů současně přístupných dotyku. Do pospojení se musí též zahrnout všechny ostatní vodivé části včetně armatur železobetonu. Je to vlastně uvedení všech vodivých částí na stejný potenciál.
- Ochranu nevodivým okolím. Při tomto způsobu ochrany před nebezpečným dotykovým napětím se vytvoří izolace všech částí v daném prostoru s předepsaným izolačním odporem např. stěny, podlaha, veškeré konstrukce atd. Při uvedeném způsobu ochrany se nepoužívá ochranný vodič.

2 Mechanická a elektromechanická zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení výlučně mechanického charakteru jsou velmi starým typem způsobu zabezpečení. Dnes se převážně používá, pokud se takové zařízení ještě provozuje, v kombinaci s elektrickými prvky. Pak takové zabezpečovací zařízení nazýváme

elektromechanické. Mechanické zařízení bez dálkového ovládání je možné použít při rekonstrukcích nebo jiných mimořádných událostech. Především se jedná o mechanické výměnové a odtlačné zámky. Tyto druhy zámků mohou být použity jako kontrolní nebo jednoduchý zámek. Rozdíl obou typů spočívá v tom, že v jednoduchém zámku se používá pouze jeden typ klíče, v druhém kontrolním zámku se pak používají klíče dva a to rozdílných typů. Na každý klíč připadá jedno zámkové ústrojí. U kontrolního zámku jsou zámkové mechanismy na sobě navzájem závislé. Výsledný klíč lze z ústrojí vyjmout až tehdy je-li v zámku uzamčen kontrolní klíč od závislého zařízení. Jedním z dalších typů zabezpečovacího zařízení, které lze použít v kombinaci s jednoduchým nebo kontrolním zámkem je výkolejka. Výkolejka nám vytváří přímou boční ochranu tím, že způsobí vykolejení vozidla, které by z jakékoli příčiny ohrožovalo prostor chráněný výkolejkou.

Při dálkovém mechanickém zabezpečení se přenos povelů z řídicího pracoviště děje pomocí drátovodných táhel. Drátovodná táhla nám přenáší pohyb jednotlivých stavěcích pák, které se většinou ovládají z ústředního stavědla. Jde o pracoviště, na kterém obsluhující zaměstnanec vykonává příkazy k obsluze zabezpečovacího zařízení zadané z řídicího stanoviště. Jednotlivé typy mechanického zabezpečovacího zařízení s drátovodnými táhly mají různou délku chodu. Za chod zde považujeme konstrukčně danou délku o kterou se musí drátovodné táhlo posunout při obsluze k bezchybné funkci zařízení. Drátovodná táhla však mění svoji délku vlivem mechanických odporů, povětrnostních podmínek a průhybů drátu mezi dvěma vodícími kladkami, ve kterých jsou drátovodná táhla uložena. Z důvodu změny délky drátovodných táhel se jejich délka omezuje na:

- 650 m u přestavníku. Přestavník je mechanismus sloužící k přestavení výměny do požadovaného směru.
- 540 m u závorníku. Mechanický závorník je zařízení sloužící ke kontrole správného postavení výměny.
- 1200 m u návěstidel. Návěstidlo se používá k optické signalizaci návěstních znaků dle platných předpisů.

Odpory zjištěné ve vodících a odbočných kladkách jsou: ztráty ve vodících kladkách na 100 m délky se pohybují v rozmezí od 5 N do 10 N pro použitý drát o průměru 4 mm a od 7,4 N do 15 N pro drát o průměru 5 mm. Ztráty v odbočných a výstupních kladkách se pohybují v rozmezí hodnot od 15 N do 20 N při použití kluzných ložisek a od 4 N do 6 N při použití kuličkových ložisek. Odpor zařízení v kolejišti činí od 147 N do 245 N pro

přestavení mechanického návěstidla a od 785 N do 1667 N pro výhybku podle použitého typu. [2]

2.1 Výpočet změn drátových táhel

Změnu délky drátovodných táhel vlivem působících přestavných a odporových sil lze získat ze vzorce

$$l_1 = \frac{F \cdot l}{S \cdot E} \quad \text{kde} \quad (2.1)$$

F - napínací síla

l - délka drátu

S - průřez drátu

E - modul pružnosti v tahu (pro ocelový drát přibližně platí $E = 205,94 \cdot 10^3 \text{ MPa}$)

Pro výpočet musíme nejdříve znát délku táhla a mechanismus, který budeme pomocí drátovodných táhel ovládat. Pro příklad výpočtu zvolíme délku $l = 500 \text{ m}$. Drátovody budou mít ve svém průběhu zařazeny tři odbočné kladky a jednu výstupní kladku s kluznými ložisky. Za ovládaný mechanismus budeme uvažovat přestavník s přestavnou silou 785 N, který je ovládán táhlem o průměru 5 mm.

Nejdříve vypočteme celkovou sílu, která bude působit na táhlo. Tuto sílu určíme ze vzorce

$$F_{odp} = \sum F_K \quad \text{kde} \quad (2.2)$$

F_K - síla od jednotlivých kladek

$$F_{odp} = 5 \cdot 10 + 4 \cdot 20 = 130 \text{ N}$$

Pro přestavení námi zvolené výměny je potřeba síly 785 N. Budeme-li uvažovat, že jedno z táhel zátěž přitahuje a druhé tlačí, můžeme přestavnou sílu dělit dvěma a přičíst polovinu odporové síly od jednotlivých kladek.

$$F = \frac{785}{2} + \frac{130}{2} = 457,5 \text{ N}$$

Průřez získáme ze vzorce pro obsah kruhu

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \pi \cdot r^2 \quad (2.3)$$

Pak dosazením do vzorce (2.1) vypočteme požadovanou hodnotu prodloužení drátovodného táhla.

$$l_1 = \frac{475,5 \cdot 500}{19,6 \cdot 10^{-6} \cdot 205,94 \cdot 10^9} = 0,059 \text{ m}$$

Drátovodné táhlo mění svoji délku také vlivem teploty. Rozdíl teplot, ve kterých musí zařízení bezpečně pracovat určíme z nejnepříznivějších podmínek. Musíme si však uvědomit, že při umístění drátovodných táhel na místech s přímým slunečním osvětlením není teplota táhla stejná s teplotou okolního vzduchu, ale daleko větší. Z tohoto důvodu se drátovodná táhla umísťují do v zemi zapuštěných žlabů. Zde jsou výkyvy teplot vlivem povětrnostních podmínek daleko menší. Délkovou teplotní roztažnost vypočteme ze vzorce

$$l = l_2 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) \quad (2.4)$$

Ze vzorce (2.4) pak lze určit změnu délky jako

$$\Delta l = l_2 \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (2.5)$$

l - délka táhla po teplotní změně

l_2 - délka táhla před teplotní změnou (dolní index 2 je zde použit aby nedošlo k záměně se vzorcem (2.1)

α - teplotní součinitel délkové roztažnosti

Δt - změna teploty

Δl - změna délky táhla

Můžeme pro představu uvést příklad výpočtu. Pro teplotní součinitel délkové roztažnosti zvolíme hodnotu $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Rozdíl teplot v letním a zimním období $\Delta t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$. Délku volíme $l_2 = 500 \text{ m}$. Pak dosazením do vzorce (2.5) získáme změnu délky táhla.

$$\Delta l = 500 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 60 = 0,36 \text{ m}$$

Z vypočteného údaje a porovnáním s jmenovitým chodem přestavné dvoupolohové páky, který činí $1 \times 0,5$ m zjišťujeme, že v takovém případě nelze zaručit bezchybnou funkci zařízení. Proto se do drátovodných táhel vkládají napínací prvky. Napínací prvky jsou v provedení pro samočinnou regulaci nebo pro ruční regulaci. Práce, které je nutno vykonat při regulaci drátovodných táhel jsou obsahem příslušných předpisů.

Nezanedbatelný vliv na správnou činnost drátovodných táhel má i správné nastavení základního namáhání. Tímto namáháním zajistíme předpětí, které nám zajišťuje úměrný průhyb drátovodu mezi jednotlivými drátovodnými kladkami. Pokud bude síla vyvíjená na základní klidové namáhání malá, bude se průhyb táhla mezi jednotlivými kladkami zvětšovat až po mez, kdy se velká část chodu přestavné páky spotřebuje na vývin požadované síly v táhle a k ovládanému zařízení se přenášený povel nedostaví. Pro trvalé napětí táhla je doporučena síla přibližně 700 N.

2.2 Elektromechanické zařízení

Elektromechanické zabezpečovací zařízení je kombinací mechanických a elektrických závislostí, které nám zaručují požadované funkce. Na obsluhujících pracovištích jsou umístěny přístroje, které zajišťují převod elektrické a mechanické závislosti. Mezi jednotlivými pracovišti se pak přenos požadovaných závislostí provádí elektrickou cestou. Jednotlivé přístroje se nazývají dle funkce. Řídící přístroj umístěný v dopravní kanceláři obsluhuje výpravčí, který elektrickou cestou ovládá podřízená pracoviště. Těmito pracovišti jsou většinou stavědlové přístroje, které se umísťují poblíž mechanicky ovládaného zařízení obvykle na zhlavích jednotlivých stanic. Přístroje se skládají z několika elektromechanických hradlových závěrů. Hradlové závěry mají podle funkce, kterou vykonávají příslušný název. Jsou to počáteční traťové hradlo, koncové traťové hradlo, přeřadné hradlo, hradlový návěstní závěr, hradlový výměnový závěr, souhlasové hradlo, hradlová zarážka. Dále jsou na příslušných přístrojích hradlové zvonky, zvonková a nouzová vybavovací tlačítka.

Podstata činnosti hradlových závěrů spočívá v elektrickém ovlivňování zmagnetované kotvy, která je umístěna mezi pólovými nástavci elektromagnetu. Do vinutí pólových nástavců se přivádí střídavý elektrický proud z induktoru, který je zabudován v hradlovém přístroji na každém stanovišti. Hradlový induktor nám dodává napětí $U = 80 \div 120 V \sim$. Napětí hradlového induktoru je závislé na intenzitě magnetického pole mezi pólovými nástavci trvalého magnetu a na rychlosti jakou se otáčí kotva, která se nachází mezi těmito póly. Napětí hradlového induktoru musí být takové, aby protlačilo proud do ovládaného hradlového závěru, který může být velmi vzdálen. Vzdálenost, na kterou se obvykle může

prostřednictvím hradlového induktoru ovládat hradlový závěr je 1000 m až 5000 m dle podmínek pro přenos střídavého napětí z hradlového induktoru. Ve výjimečných případech lze ovládat hradlové závěry i na vzdálenost 10 km. Přenos se uskutečňuje pomocí vedení, které je vyrobeno z izolovaného pozinkovaného ocelového drátu nebo kabelem. Použitý kabel má pak spojen potřebný počet vodivých žil tak, aby úbytek napětí vznikající průchodem proudu z hradlového induktoru nebyl příliš velký a spolehlivě docházelo k ovlivnění zařízení na přijímací straně kabelového vedení.

V závitěch induktoru se indukují napětí podle Faradayova indukčního zákona. V poli magnetické indukce \vec{B} se pohybuje závit induktoru. Plochou závitu prochází magnetický tok. Vlivem otáčení závitu se magnetický tok mění a změnou magnetického toku v závislosti na čase se v uvedeném závitě induktoru indukují elektromotorické napětí. Magnetická indukce závisí na intenzitě magnetického pole \vec{H} a materiálové konstantě μ , která je pro vzduch přibližně rovna jedné. Platí tedy

$$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \quad (2.6)$$

plochou závitu protéká magnetický tok

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad (2.7)$$

vlivem časové změny magnetického toku dochází k indukování elektromotorického napětí

$$u_{me} = \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.8)$$

pro n závitů pak platí $u_{me} = n \cdot \frac{d\Phi}{dt}$

\vec{H} - vektor intenzity magnetického pole $[A \cdot m^{-1}]$

\vec{B} - vektor magnetické indukce $[T]$ Tesla

Φ - magnetický tok $[Wb]$ Weber

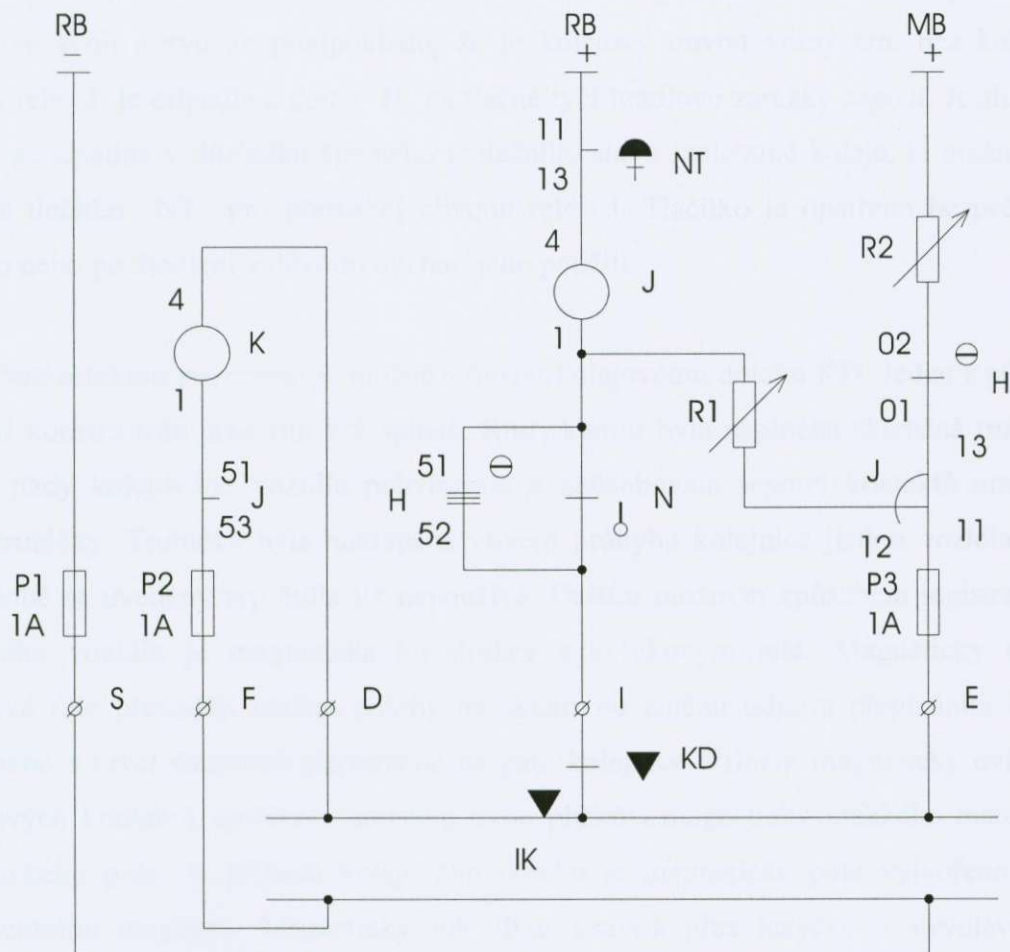
S - plocha $[m^2]$

μ - permeabilita, materiálová konstanta [$H \cdot m^{-1}$]

μ_r - relativní permeabilita, statistická veličina [-]

μ_0 - permeabilita vakua, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [$H \cdot m^{-1}$]

Jak již bylo uvedeno používá se několik typů hradlových závěrů. Výběr typu hradlového závěru závisí na funkci, kterou má vykonávat. Z technického hlediska jsou však, až na malé mechanické rozdíly, všechny hradlové závěry stejné. Jediná výjimka je u hradlové zarážky a přeřadného hradla, které jsou ovládány střídavým i stejnosměrným proudem a mají dvě od sebe oddělená vinutí. Hradlová zarážka a přeřadné hradlo se používají v součinnosti s hradlovým relé, které se napájí pouze stejnosměrným proudem, pro spolupráci zabezpečovacího zařízení s kolejovým obvodem. Při vjezdu kolejového vozidla směrem do stanice se nejprve ovlivní hradlové relé napojené přímo na obvod izolované koleje, které svými doteky při přitahu sepne obvod přeřadného hradla v dopravní kanceláři. Teprve pak přeřadné hradlo spíná obvod hradlové zarážky umístěné na stavědle stanice. Existuje více možností zapojení hradlového relé. Tyto způsoby zapojení jsou dány použitými přístroji a okolními podmínkami, ve kterých se zařízení nachází. Pro volbu použitého způsobu zapojení je potřeba především znát je-li trať elektrifikována.



Obr. 2.1 Pětidrátové zapojení izolované koleje

Uvedený způsob zapojení izolované kolejnice na obr.2.1 je možné použít pro elektrifikované i neelektrifikované tratě. Kolejový obvod pracuje na elektrifikovaných tratích jako jednopásový kolejový obvod. Kolejovým obvodům a schematickému značení bude věnována pozornost v jiné kapitole.

Popis činnosti zapojení na obr.2.1. Pro nakreslenou variantu zapojení probíhá činnost následovně. Relé J je relé izolované kolejnice, K pracuje jako relé kontrolní. Při jízdě vlaku se obsadí obvod izolované kolejnice a dojde k ovlivnění kolejového doteku KD. Znamená to tedy přitažení relé J napájeného z kladného pólu reléové baterie RB+ přes doteky návěstního řadiče N, kolejového doteku KD, nápravu kolejového vozidla, pojistku P1 zpět k zápornému pólu reléové baterie RB-. Po přitažení kotvy relé J se samo svými doteky přidržuje přes odpor R1, doteky relé J, pojistku P3, nápravu kolejového vozidla a pojistku P1. Obvod je zde zapracován proto, aby při jízdě vozidla nebylo relé J přerušované ovlivňováno spínáním kolejového doteku, který je citlivý na projíždějící nákolky kol kolejového vozidla. Odpor R1 je regulační a reguluje hodnotu proudu protékajícího přidržovacím obvodem. Při vybavení hradlové zářázky nám doteky závěrné tyče přemostí dotek návěstního řadiče a řadič se v této době může přelozit do základní polohy. Relé K přitáhne svoji kotvu za předpokladu, že je kolejový obvod volný tzn. bez kolejového vozidla, relé J je odpadlé a dotek H na tlačné tyči hradlové zářázky sepnut. Jestliže kotva relé J neodpadne v důsledku špatného izolačního stavu izolované koleje, je možno použít nouzové tlačítko NT pro přerušování obvodu relé J. Tlačítko je opatřeno bezpečnostním závěrem nebo počítadlem z důvodu ověření jeho použití.

Samostatnou pozornost je možné věnovat kolejovému doteku KD. Jeden z původních typů byl konstruován jako rtuťový spínač. Rtuť, kterou byla naplněna skleněná trubička se vlivem jízdy kolejového vozidla pohybovala a způsobovala sepnutí kontaktů umístěných uvnitř trubičky. Trubička byla naklápěna vlivem průhybu kolejnice jízdou vozidla. V současné době se uvedený typ čidla již nepoužívá. Dalším možným způsobem registrace jízdy kolejového vozidla je magnetická konstrukce s jazýčkovým relé. Magneticky ovládaná jazýčková relé převádějí změnu polohy na skokovou změnu odporu přepínáním kontaktu umístěného v krycí soupravě připevněné na patě kolejnice. Princip magneticky ovládaných jazýčkových kontaktů spočívá v umístění dvou plíšků z magneticky měkkého materiálu do magnetického pole. V případě kolejového doteku je magnetické pole vytvořeno pomocí permanentního magnetu. Magnetický tok Φ se uzavírá přes jazýčky a vyvolává silové působení o hodnotě F_M . [3] Při deformaci jazýčků s tuhostí k a plochou styku S se

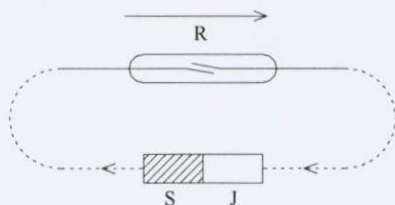
počáteční mezera δ_0 změní na δ a vzniká tak direktivní síla F_p . Obě síly jsou pak určeny vztahy

$$F_M = \frac{\Phi^2}{2 \cdot \mu \cdot S} \quad (2.9)$$

$$F_p = k \cdot \frac{\delta_0 - \delta}{2} \quad (2.10)$$

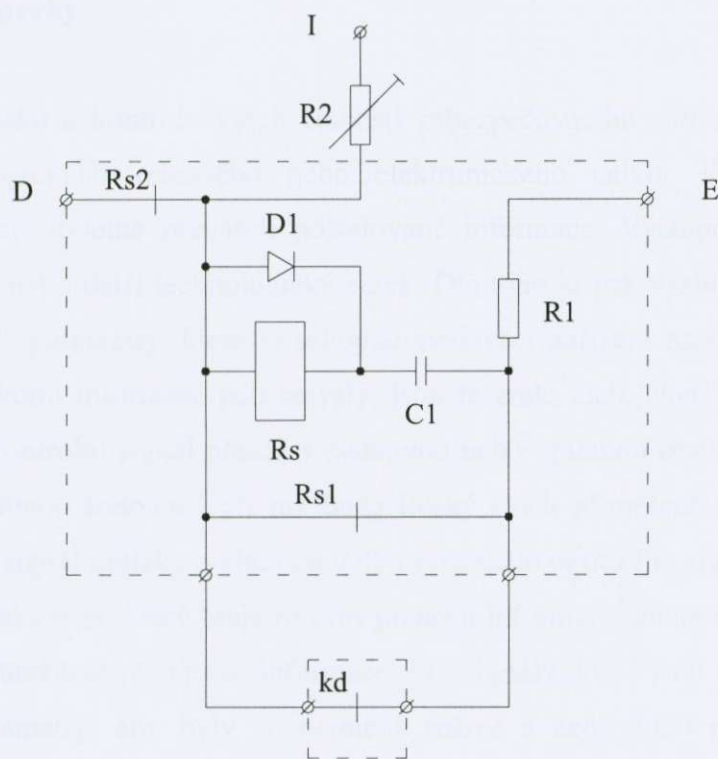
Na kontakty pak působí síla daná rozdílem sil ze vztahů (2.9) a (2.10)

$$F_K = F_M - F_p \quad (2.11)$$



Obr. 2.2 Magneticky ovládané jazýčkové relé

Jazýčky magnetického relé jsou pokryty vrstvou vzácných kovů (Ag, Au, Pt) a zataveny ve skleněné trubičce naplněné inertním plynem pod nízkým tlakem. Ovládání kontaktů může být provedeno posunem permanentního magnetu nebo jako v případě kolejového doteku uzavíráním magnetického obvodu nákolkem kolejového vozidla. Pohybem nákolků vzniká střídavě spínání a rozpínání doteku jazýčkového relé. Abychom zaručili potřebnou dobu sepnutí na výstupu kolejového doteku nutnou pro reakci navazujícího obvodu na obr.2.1 je v přípojovací soupravě kolejového doteku zabudován prodlužovač elektrických impulsů. Prodlužovač impulsů nám zabezpečuje i při rychlé jízdě vozidla vybuzení relé J, které by bez prodloužení doby sepnutí jazýčkového relé nestačilo zareagovat sepnutím svých doteků. Činnost kolejového doteku je velmi závislá na nastavení mechanických i elektrických parametrů.



Obr. 2.3 Zapojení prodlužovače impulsů kolejového relé kd

Činnost prodlužovače impulsů na obr.2.3 je následující. Po připojení svorek prodlužovače (D,I,E) na stejnojmenné svorky zapojení reléové části na obr.2.1 se po přeložení návěstního řadiče objeví kladné napětí RB+ na svorce prodlužovače I . Při jízdě kolejového vozidla a propojení obou pásů izolované kolejnice se dostane na svorku prodlužovače E záporné napětí RB-. Tím se začne nabíjet kondenzátor C1 ze svorky zdroje RB+ přes cívku relé J, radič N, diodu D1, odpor R1, nápravu kolejového vozidla, pojistku P1 ke svorce zdroje RB-. Po zareagování magneticky ovládaného jazýčkového relé se nabitý kondenzátor vybíjí přes cívku Rs prodlužovače. Tím se sepnou doteky relé Rs1 a Rs2. Dotek Rs1 zabezpečuje dodávku energie z kondenzátoru do cívky i při rozepnutí doteku jazýčkového relé jízdou vozidla. Dotek Rs2 pak udržuje obvod relé J uzavřený po dobu potřebnou k jeho natažení a sepnutí doteku J 11, 12 na obr.2.1. Tím dochází k vyřazení prodlužovače a relé J se přidržuje svým dotekem J 11, 12. Správné seřízení jednotlivých parametrů musí být provedeno dle příslušného předpisu a není zde uvedeno z důvodu specifických podmínek nastavování, které přesahují rámec tohoto pojednání. Zařízení, které je zde popsáno má dále napojení na další obvody reléového přenosu informace potřebné pro kontrolu činnosti a spolupráci s dalším zabezpečovacím zařízením, které je uzpůsobeno konkrétním podmínkám. Popsaný princip činnosti je však zachován.

3 Reléová staniční zabezpečovací zařízení

3.1 Signalizační prvky

Pro jízdu vlaku a kontrolu všech činností zabezpečovacího zařízení jsou vytvořeny výstupy z technologického reléového nebo elektronického celku. Tyto výstupy jsou uzpůsobeny tak, aby zřetelně přenášeli požadované informace. Výstupní informaci může zpracovávat člověk nebo další technologický celek. Dle toho je pak výstupní signál určitého druhu s potřebnými parametry, které je schopno sledovací zařízení rozlišit. Většina lidské populace přijímá okolní informace pěti smysly, jsou to zrak, čich, chuť, sluch a hmat. Pro člověka je možné kontrolní signál přenášet zvukovou nebo optickou cestou. Zvukový signál musí mít pak potřebnou frekvenci při níž bude lidský sluch přiměřeně reagovat. Ta samá podmínka platí pro signál optický a vlnovou délku použitého optického signalizačního prvku. Dalším důležitým faktorem, který hraje roli při přenosu informace směrem k člověku je, aby signál vyjadřoval důležitost přenášené informace. Pro signály, které jsou pouze informativní se volí takové parametry, aby byly co nejméně rušivé a neodváděly pozornost obsluhy. Naopak u signálů, které přenáší informaci pro okamžité řešení je volen signál, který na sebe nejvíce upoutá pozornost. Pro člověka platí, že akustický signál vnímá přibližně v rozmezí od 16 Hz do 16 KHz. Zvukové vlnění je mechanické podélné vlnění, které se ve vzduchu šíří přibližně rychlostí $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Přesněji se rychlost zvuku určí ze vzorce

$$v_t = (331,82 + 0,61\{t\}) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (3.1)$$

Rychlost zvuku je závislá na prostředí, kterým se zvuk šíří. Hodnoty se mění pro vzduch v závislosti na jeho znečištění, vlhkosti a především na jeho teplotě. Rychlost zvuku ve vzduchu byla stanovena měřením pro suchý vzduch o hustotě $\rho = 1,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a teplotě $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Rychlost zvuku v takovém prostředí je $v = 331,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Hlasitost zvuku je veličina subjektivní. Největší citlivost lidského ucha je při frekvencích 700 Hz až 6 KHz. Práh slyšení je nejmenší intenzita zvuku, kterou je schopen člověk ještě vnímat při dané frekvenci. Pro frekvenci $f = 1 \text{ KHz}$ je prahem slyšení intenzita $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, práh bolesti pak o intenzitě zvuku $I = 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, které odpovídá hladina intenzity $L = 120 \text{ dB}$. Intenzita zvuku je veličina zavedená pro objektivní hodnocení zvuků.

$$I = \frac{P}{S} \quad (3.2)$$

I - intenzita zvuku $[W \cdot m^{-2}]$

P - výkon zvukového vlnění $[W]$

S - obsah plochy, kterou vlnění prochází $[m^2]$

Intenzitu zvuku je vhodné vyjadřovat podle logaritmické stupnice z důvodu velkého rozsahu hodnot v oblasti největší citlivosti lidského ucha. Jednotkou této stupnice nebyl zvolen bel. V praxi se používá jednotka desetkrát menší decibel. Z uvedeného důvodu se logaritmus násobí deseti.

$$L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad (3.3)$$

L - hladina intenzity zvuku $[dB]$

I_0 - intenzita prahu slyšení $I_0 = 10^{-12} W \cdot m^{-2}$ při frekvenci $f = 1 KHz$

Pro světelnou signalizaci pak platí veškeré zákonitosti světelného vlnění. Vidění je fyziologický proces, který v lidském oku vyvolává elektromagnetické vlnění. Frekvence elektromagnetického vlnění postřehnutelná lidským okem je $7,7 \cdot 10^{14} Hz \div 3,9 \cdot 10^{14} Hz$. Chceme-li uvedené hodnoty vyjádřit vlnovou délkou pak viditelné spektrum je $390 nm \div 760 nm$. Světlo je příčné elektromagnetické vlnění, vlna je tedy kolmá ke směru šíření vlnění. Pro rychlost světla ve vakuu platí

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}} \quad (3.4)$$

ε - je elektrická materiálová konstanta nazývaná permitivita, která má pro vakuum hodnotu $\varepsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$

μ - je magnetická materiálová konstanta nazývaná permeabilita, která má pro vakuum hodnotu $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} H \cdot m^{-1}$

Uvedených znalostí se využívá při optické signalizaci směrem k hnacímu vozidlu pomocí návěstidel. K uvedené problematice je potřeba uvést, že návěstní znak musí být viděn nepřetržitě po určitou dobu. Pak lze konstrukci návěstidla umístit pouze na určitých místech vzhledem k rychlosti, kterou je možné daný úsek projíždět. Pro určení viditelnosti platí vzorec

$$d = \frac{10 \cdot v}{3} \quad (3.5)$$

d - viditelnost, vzdálenost na kterou musí být viděn návěstní znak [m]

v - maximální rychlost, kterou je možné pojíždět úsek v němž je umístěna konstrukce návěstidla [$m \cdot s^{-1}$]

Optická signalizace je provedena pomocí pěti barev, které mají definované rozmezí vlnové délky, v které se musí požadovaná barva nacházet. Jednotlivé barvy jsou červená, zelená, žlutá, modrá a bílá. Jako zdroj světelného záření je v návěstní skříní použita žárovka. Světelný tok je usměrňován pomocí optické soustavy v požadovaném směru. Světlo jednotlivých barev se dosáhne pomocí umístění barevné clonky ve směru k pozorovateli. Pro optickou signalizaci směrem ke kontrolnímu pracovišti je činnost návěstního světla registrována pomocí návěstního proudového relé. Návěstní relé kontroluje průtok jím protékajícího proudu do zdroje světla. Je-li proud, který protéká návěstním relé, v předem dané výši zůstává relé v sepnutém stavu. Při přerušení obvodu světelného zdroje z jakéhokoli důvodu, návěstní relé odpadá a kontakty relé sepnou obvod signalizace poruchy svícení návěstního znaku. Žárovka umístěná v návěstní optice má stanovenou dobu svítivosti danou výrobcem. Pro zamezení vzniku poruch svícení návěstního znaku vlivem přepálení žárovky je normou stanovena kontrola návěstní optiky a výměna návěstních žárovek. Doba životnosti návěstních žárovek je možno prodloužit snížením napětí. Napětí přiváděné ke zdroji světla je však možné regulovat pouze v určených mezích, aby byla zachována požadovaná zřetelnost a viditelnost svítícího znaku. Veškeré možné úpravy jsou stanoveny technickými normami, které vychází z přesného měření při změnách podmínek napájení návěstních žárovek.

V současné době se začíná uplatňovat jako nový trend ve světelných zdrojích osvětlení pomocí LED zdrojů. Luminiscenční dioda je polovodičová dioda s jedním přechodem PN, u které se využívá zářivé rekombinace nosičů náboje. Luminiscenční dioda pracuje jako přímý měnič elektrické energie na světelné záření. Uvedený typ diod je vyráběn z polovodičových sloučenin jako je karbid křemíku SiC nebo arsenid galia GaAs a dalších slitin. Čím větší proud diodou prochází, tím je zářivý výkon větší. Spektrální složení vzniklého záření diody je závislé na složení materiálu polovodiče. Luminiscenční diody se zatím používají při signalizaci stavů zabezpečovacího zařízení, kde nejsou tak velké požadavky na parametry světelného zdroje. I když tyto diody dosahují svítivosti až sedmi kandel, nepočítá se s diodami jako s náhradou za klasické žárovky. Do budoucna lze spíše předpokládat použití elektronického přenosu návěstních pokynů přímo do hnacího vozidla bez zásahu lidského činitele.

Jedním z dalších důležitých prvků venkovního zabezpečovacího zařízení spolupracujícího s reléovou částí je mechanismus umožňující provést fyzické postavení jízdni cesty. Rozlišení jednotlivých jízdni cest ve vícekolejně stanici je umožněno pomocí výhybek. Výhybky jsou pak přestavovány do požadovaných poloh elektromotorickými přestavníky. Již z uvedeného názvu vidíme, že jde o mechanické zařízení s elektrickým pohonem. Konstrukčně lze elektromotor pro pohon přestavného mechanismu provést v jednofázové i třífázové úpravě. Elektromotor je konstrukčně proveden tak, aby v technologickém celku přestavného mechanismu zabíral co nejméně místa. Přestavný mechanismus musí být schopen bezpečně změnit polohu výhybky v co nejkratším čase. Čas přestavování bývá dle typu výhybky od jedné do tří sekund. Pak i konstrukce elektromotoru přestavníku je provedena s určením pouze pro krátkodobý chod. Dlouhodobé zatížení elektromotor přestavníku nesnáší a musí se jistit odpovídajícím způsobem. Po čase, který překročí nastavenou dobu povolenou k přestavení výhybky je na řídicím pracovišti signalizována porucha přestavování akustickou signalizací. Síla kterou vytvoří elektromotor se přenáší šnekovým převodovým mechanismem, který je opatřen třecí spojkou pro případ, kdy s výhybkou nelze pohnout požadovaným směrem. Taková závada by v konečném důsledku pro mechanismus, který by byl v provedení bez třecí spojky, znamenala zastavení a tím zničení pohonné jednotky určené pouze pro krátkodobý chod. Konstrukce elektromotoru pro třífázové napájení je provedena s kotvou nakrátko. Uvedené konstrukční provedení je voleno především pro jednoduchost výroby, údržby a pro vhodné technické parametry elektromotorů s kotvou nakrátko. Velmi výhodným parametrem je velký záběrný moment. Při spuštění elektromotoru vniká skluz předbíháním točivého magnetického pole statoru před otáčkami rotoru, tímto efektem se indukuje v kleci rotoru velký proud vytvářející silné magnetické pole, které spolupůsobením s točivým magnetickým polem statoru vytváří velký záběrný moment po dobu rozběhu pohonné jednotky.

3.2 Reléová část

Reléové zabezpečovací zařízení se používá v několika typech provedení. Postup, který pak v konečné fázi znamená rozsvícení návěstního znaku na návěstidle je možné rozdělit do jednotlivých částí. Prvním úkonem, který se musí vykonat při stavění vlakové i posunové cesty je volba jízdni cesty. Volba jízdni cesty se provádí přímo pomocí tlačítek nebo číslicovou volbou. Volba cesty je možná z důvodu členění kolejiště na několik od sebe oddělených úseků. V příslušném úseku je pak jízda vlaku povolena optickou signalizací návěstního znaku na odpovídajícím návěstidle. Jednotlivé úseky takto rozděleného kolejiště jsou pak označeny čísly. Tím je možné číselně zadávat jízdni cestu. Směr volené cesty je

určen jednoznačně pořadím, ve kterém se čísla úseků zadávají. Několika tlačítka lze tedy ovládat stanici, která má ve svém obvodu mnoho možných variant jízdy kolejových vozidel. Signály přicházející z volicího prvku jsou elektronicky vyhodnoceny a signál je pak ještě zesílen pomocí tyristorového spínače. Volená čísla a konečné provedení požadovaného úkonu v kolejišti jsou zpětnou signalizací přenášeny na řídicí pracoviště pro možnost kontroly nad činností samotného zařízení.

Zesílený signál je následně metalicky přenesen do bloku volicí skupiny. Blok volicí skupiny je konstrukčně uspořádán z reléových prvků. Z bezpečnostního hlediska zde ještě nejsou provedeny potřebné bezpečnostní vazby a signál je zde dále zesilován. Z uvedeného důvodu jsou požadavky na provedení reléové části bloku volicí skupiny nižší a proto jsou zde používána telefonní kódová relé. Jednotlivá relé v bloku volicí skupiny mají názvy podle činnosti pro kterou jsou určeny. [4]

Tlačítková relé jsou prvkem, který začíná činnost v bloku volicí skupiny. V základním stavu jsou bez napájení, to znamená, že je kotva relé odpadlá. Po sepnutí příslušného elektronického prvku obvodu číslicové volby se kotva relé připojí k napájecímu zdroji a přitáhne svoji kotvu. Následně sepne svými doteky přidržovací obvod, který relé udržuje v sepnutém stavu.

Směrová relé jsou v bloku volicí skupiny umístěna proto, aby reléové zařízení bylo schopno rozeznat směr požadované jízdy a druh jízdní cesty. Činnost směrových relé je opticky indikována na řídicím stole. Zapojení relé je provedeno tak, aby po přitahu jednoho relé byla ostatním znemožněna činnost. Rozeznáváme čtyři typy směrových relé.

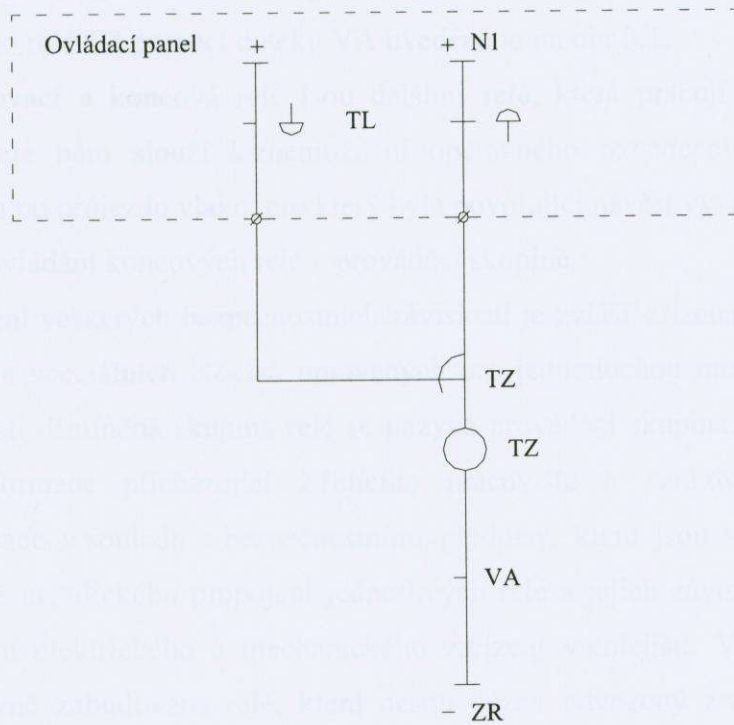
LV - relé pro liché vlakové cesty

LS - relé pro liché posunové cesty

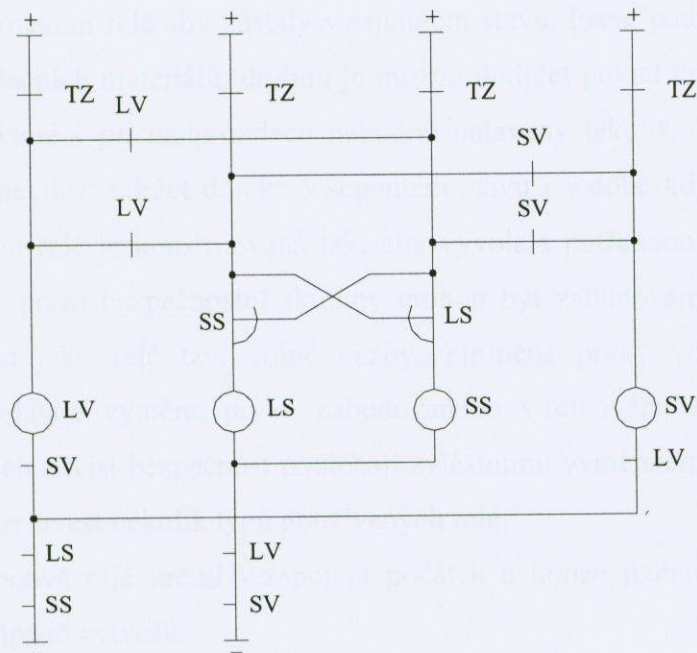
SS - relé pro sudé posunové cesty

SV - relé pro sudé vlakové cesty

Pro představu zapojení jednotlivých tlačítkových a směrových relé je možno uvést naukové schéma. Z uvedeného zapojení je zřejmé, že provedení obvodů má takové parametry, aby po vybuzení jednoho z uvedených směrových relé došlo k znemožnění přitahu ostatních relé zapracovaných v zapojení. Rozpínací kontakty každého směrového relé rozepnou obvody potřebné pro vybuzení ostatních vinutí relé. Obvod nám tedy zaručuje přitážením pouze jednoho směrového relé. V obvodech pro vybuzení cívky směrových relé jsou zahrnuty všechny možné způsoby postavení začátků posunových i vlakových jízdních cest. Provedení uvedeného parametru je v jednoduchém paralelním připojení všech tlačítkových relé, určujících začátky jízdních cest, které spínají jedno z uvedených čtyř směrových relé. Činnost směrových relé je opticky indikována na řídicím stole přerušovaným svícením žárovky, která je opatřena červeným prosvětlovacím krytem.



Obr. 3.1 Zapojení tlačítkového relé



Obr. 3.2 Zapojení směrových relé pro vlakové a posunové cesty

Výměnová relé zajišťují ovládání jednotlivých výhybek tzv. výměn pomocí výměnových přestavníků. Při uvedení výměnových relé do přitaženého stavu se rozpojuje obvod tlačítkového relé TZ pomocí doteku VA uvedeného na obr.3.1.

Protiopakovací a koncová relé jsou dalšími relé, která pracují ve volící skupině. Protiopakovací relé nám slouží k znemožnění opětovného rozsvícení návěstního znaku povolujícího jízdu po průjezdu vlaku, pro který byla povolující návěst vyvolána. Koncová relé se používají pro ovládání koncových relé v prováděcí skupině.

Pro zajištění veškerých bezpečnostních závislostí je zvláště zřízena skupina relé, které jsou umístěny ve speciálních blocích upravených pro jednoduchou montáž do konstrukce v reléové místnosti. Zmíněná skupina relé se nazývá prováděcí skupina. Prováděcí skupina vyhodnocuje informace přicházející z řídicího pracoviště a venkovního zařízení. Po vyhodnocení situace v souladu s bezpečnostními předpisy, které jsou v prováděcí skupině uloženy v podobě metalického propojení jednotlivých relé a jejich závislostí, provede nebo znemožní obsluhu elektrického a mechanického zařízení v kolejišti. V blocích prováděcí skupiny jsou pevně zabudována relé, která nesou název odvozený z vykonávané funkce. Uvedená relé jsou již v provedení první bezpečnostní skupiny. Zařazením do této skupiny jsou výrobcem zaručeny parametry, které mají vliv na bezpečné provedení realizovaných funkcí v zapojení uskutečněných pomocí uvedených relé. Z parametrů majících vliv na bezpečnost provedeného zapojení je především důležitá elektrická pevnost mezi spínanými doteky a znemožnění dotekům relé aby zůstaly v sepnutém stavu. První podmínku lze splnit použitím kvalitních izolačních materiálů, druhou je možno dodržet pokud budou doteky relé vyrobeny z materiálů, které i při nadproudech nebudou nataveny takovým způsobem, aby materiál taveniny měl pevnost udržet doteky v sepnutém stavu i v době kdy vinutím kotvy neprochází proud. Kotva relé je konstruovaná tak, aby vyvolala potřebnou sílu umožňující odpad po přitahu. Relé první bezpečnostní skupiny mohou být zabudovány do konstrukce zařízení též samostatně jako relé tzv. volné vazby. Zmíněné prvky volné vazby jsou v provedení, které umožňuje výměnu prvku zabudovaného v reléovém stojanu. Všechny reléové prvky, na kterých závisí bezpečnost podléhají zvláštnímu výměnnému a kontrolnímu režimu. Pro představu lze uvést několik typů používaných relé.

Počáteční a koncová relé určují v zapojení počátek a konec jízdních cest, které je možné v konkrétním případě vytvořit.

Úseková relé kontrolují správné provedení jízdní cesty a její uzavření. Uzavřením se rozumí znemožnění manipulace s již provedenou jízdní cestou. Po uzavření nelze jízdní cestu nejen měnit, ale není možno stavět takové cesty, které by již postavenou cestu ohrožovaly. Návěstní znak povolující jízdu se rozsvítí až po provedení závěru jízdní cesty.

Návěstní relé se používají pro ovládání návěstních znaků. Před rozsvícením znaku povolujícího jízdu je kontrolováno několik podmínek daných zapojením.

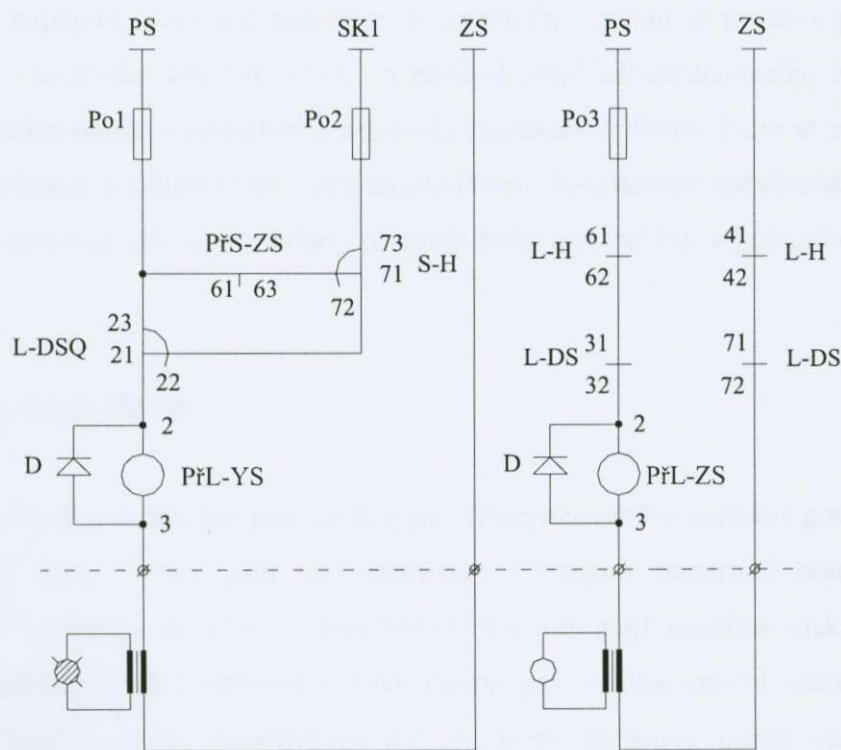
Rychlostní relé určují světelný znak svítící po uzavření jízdní cesty. Světelný znak určuje maximální rychlost, kterou je možno pojíždět úsek mezi sousedními návěstidly.

Pro zapojení zabezpečovacích zařízení je společná snaha obsáhnout a zabezpečit všechny možné kombinace provozních situací s ohledem na udržení plynulosti dopravy. Proto je elektrická konstrukce provedena tak, aby při poruše, zařízení přešlo samo do bezpečnějšího stavu. V případě, kdy při již postavené jízdní cestě a rozsvíceném znaku povolujícím jízdu, dojde k porušení podmínek pro vlakovou nebo posunovou cestu se znak svítící na návěstidle automaticky mění. Příkladem může být situace, kdy dojde k poruše ukazatele rychlosti. Pak je zařízení schopno samo přejít k signalizaci znaku nižší rychlosti, která může být pomocí ukazatele realizována. Na poruchu, která znamená ohrožení bezpečnosti pak zařízení reaguje rozsvícením znaku pro zastavení. Jedna z mnoha poruchových situací je také výpadek napájení z rozvodné sítě. Při takovém výpadku je nutno zajistit napájení z náhradního zdroje. Takovým zdrojem, který umožňuje okamžité použití může být akumulátorová baterie. Je-li výpadek dlouhodobějšího rázu pak přichází na řadu stabilně zabudovaný agregát. Nejhorším případem výpadku elektrické energie však bývá krátkodobé přerušování dodávky proudu, které může mít i několik opakování za sebou. Pro tento případ je návěstní relé opatřeno kondenzátorem, který zaručí odpadnutí relé zhruba po dvou sekundách. Tímto zpožděním odpadu návěstního relé je umožněno i po krátkodobém výpadku napájení z rozvodné sítě opětovné rozsvícení původně signalizovaného znaku. Z důvodu možné pravděpodobnosti vzniku poruchy v obvodu optického přenosu návěstního znaku, i přes provedená opatření, se návěstní ukazatel červeného světla pro svou důležitost doplňuje náhradním zdrojem světla. Uvedený náhradní zdroj musí být schopen bezpečné signalizace, avšak obvod světelného relé musí signalizovat poruchový stav. Návěstním relé musí protékat určitý proud, aby bylo schopno vyhodnotit činnost žárovky návěstního znaku. Pokud dojde k přerušení vlákna návěstní žárovky obvod návěstního relé se přeruší a relé odpadá, v důsledku čehož dochází k signalizaci poruchy na řídicí pracoviště. V případě červeného světla musí být signalizována porucha svícení odpadnutím návěstního relé. Náhradní návěstní osvětlení však nesmí při své činnosti způsobit jeho opětovné přitažení. Toho je docíleno menším příkonem žárovky náhradního červeného světla.

Závěrná relé umožňují uzavření a uvolnění vlakové cesty. To znamená, že při již postavené vlakové cestě je při uzavření znemožněn jakýkoli zásah, který by mohl mít vliv na ohrožení bezpečné jízdy po zvolené cestě. Pro možnost rozlišení směru pojíždění po uzavřeném kolejovém úseku jsou závěrná relé dvě na každý úsek. Závěrná relé jsou v základním stavu s přitaženou kotvou a po provedení závěru vlakové cesty odpadají.

K opětovnému přitažení pak dojde pouze po postupném obsazení a uvolnění uzavřených úseků ve směru postavené jízdní cesty.

Výlukové relé zapracované v zapojení vylučuje protisměrné postavení jízdní cesty na stejnou kolej. Tímto relé lze ukončit orientační seznámení s reléovou konstrukcí. Výčet jednotlivých relé a reléových zapojení však není úplný. V důsledku velkého rozsahu železniční sítě není možné modernizaci zařízení provést okamžitě u celého komplexu, ale pouze po částech. Jednotlivé modernizované celky jsou pak zhotoveny na takové úrovni, která odpovídá technickým a technologickým znalostem v dané době. Z toho důvodu pak vazby mezi jednotlivými celky musí být konstruovány netypickými způsoby. Detailní technické provedení tak bývá vlivem různosti podmínek při řešení obvodů zabezpečovacího zařízení i přes snahu o typizaci většinou případ od případu originálem, který však musí vždy splňovat přísná bezpečnostní hlediska. Proto se budou zabezpečovací zařízení při detailní studii mnohdy lišit v zapojení i v použitých prvcích. Důsledkem těchto okolností není možné popsat používaná zařízení konkrétněji, ale pouze ukázat možné technické řešení a s přihlédnutím na srozumitelnost uvádět jen velmi jednoduché možnosti zapojení.



Obr. 3.3 Zapojení světelných relé

4 Zdroje pro zabezpečovací zařízení

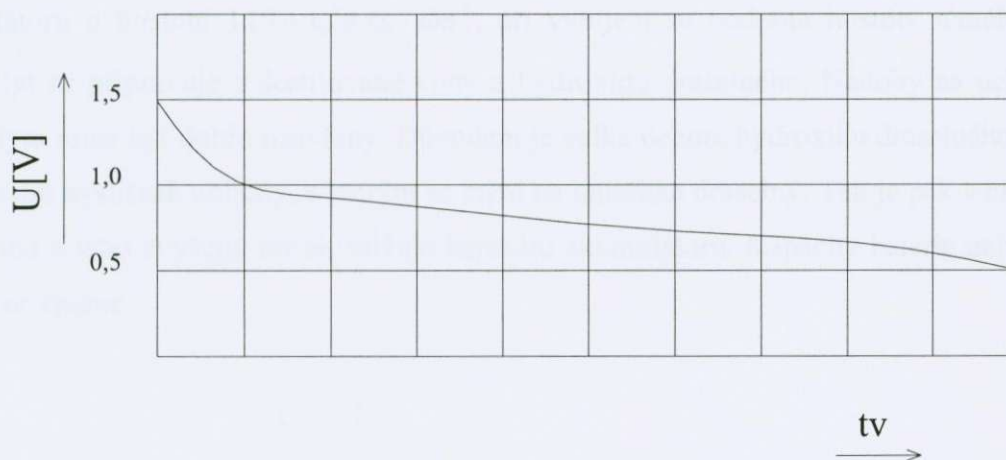
Činnost elektrického zařízení je závislá na dodávce elektrické energie. Jakkoli spolehlivé a bezpečné obvody navrženého elektrického zapojení přestávají plnit svoji funkci pokud dojde k poruše činnosti zdrojů elektrické energie použitých pro napájení. Z uvedených důvodů vyplývá nutnost při konstrukci obrátit svoji pozornost na kvalitu použitých způsobů napájení. Čím má být v provozu zařízení spolehlivější a bezpečnější tím také musí být kvalitněji provedeny napájecí zdroje a obvody napájení. V zabezpečovací technice se používají nejvíce tyto zdroje elektrické energie. Základní zdroj elektrické energie je napájení z veřejné rozvodné sítě. Je to zdroj o napětí 230/400 V 50 Hz. Při výpadku veřejné napájecí sítě je potřeba dodávku elektrické energie do zařízení nepřerušovat. Proto se napájení může po určitou dobu provádět pomocí náhradního zdroje z dieselařegátu. V meziobdobí při přepínání a nabíhání dieselařegátu hradí dodávku elektrické energie akumulátorová baterie. Uvedený způsob řešení se může změnit použitím statických měničů.

Při napájení je možné použít pro některá zařízení stejnosměrného proudu, který získáváme ze suchých galvanických článků. Suché galvanické články se však dnes používají zřídka a to pro napájení starších typů zabezpečovacího zařízení v elektromechanické úpravě. Především jde o napájení izolované kolejnice. Stejnosměrný proud se používá pro napájení reléové části jak staničního tak i traťového a přejezdového zabezpečovacího zařízení. Pro napájení zde již nelze použít suché články z důvodu charakteru odběru. Proto se zde používají sady článků olověných a niklokadmiových akumulátorů. Konstrukce napájecích obvodů se pro přehlednost upravuje tak, aby všechny přístroje byly uspořádány v jednotlivých blocích napájení.

4.1 Suché galvanické články

Jako zdroje elektrické energie lze pro starší typy zabezpečovacího zařízení použít suchých článků. Základní částí článku jsou dvě elektrody z různých materiálů ponořené do elektrolytu. Dva materiály použité na konstrukci elektrod mají rozdílné elektrochemické potenciály. Chemickou reakcí elektrod s elektrolytem pak vzniká vnitřní elektromotorické napětí článku. Napětí vzniká osmotickým tlakem, který přesouvá nabitě částice, ionty, v roztoku elektrolytu. Roztok i s elektrodami je pak uzavřen ve vhodné nádobě. Nejvíce se používá Leclancheova článku. Skládá se ze záporné zinkové elektrody a z kladné uhlíkové elektrody. Uhlík je obklopen směsí burelu MnO_2 . Jako elektrolyt slouží roztok salmiaku NH_4Cl zahuštěný škrobem a dalšími přísadami. Elektromotorické napětí uvedeného článku je přibližně 1,5V. Připojíme-li článek do obvodu, který bude odebírat proud pak

v článku začne probíhat elektrolyza, při které se zinková anoda rozpouští a na uhlíkové katodě se vylučuje vodík. Vodík reaguje s burelem za vzniku vody. Tím se zabraňuje polarizaci uhlíkové elektrody. Postupem času se zinková elektroda znehodnotí a článek je nutno vyměnit za nový. Jedná se tedy o primární článek. Napájecí zdroj je pak proveden z několika sériově zapojených článků.



Obr. 4.1 Vybíjecí křivka suchého galvanického článku

Maximální proudové zatížení jednotlivých článků je od 60 mA do 240 mA. Uvedené zdroje je nutno pravidelně kontrolovat. Kontrola spočívá ve zjištění chování článků při jmenovitém zatížení. Při poklesu napětí je nutné nevyhovující článek vyměnit a nahradit novým. Pokud je napětí článku v určitém rozmezí lze takový článek vzhledem k vybíjecí charakteristice použít pro napájení jiného ne však zabezpečovacího zařízení. V provozních podmínkách má článek při zapojení do obvodu s občasným odběrem životnost až dva roky. Doba životnosti článku v provozních podmínkách tedy závisí na charakteru zátěže článku. Charakter zátěže určíme dle odběru občasný, trvalý a proudového zatížení. Životnost však také závisí na době uvedení do provozu po výrobě. Článek ztrácí část své kapacity i když není zařazen do obvodu se zátěží vlivem samovybíjení, především svodovými odpory. Proto se musí článek uvést do provozu maximálně po uplynutí dvou let od jeho výroby.

4.2 Niklokadmiové akumulátory

Niklokadmiové akumulátory a akumulátory všeobecně jsou určeny na rozdíl od suchých galvanických článků pro elektrická zařízení, kde předpokládáme možnost znovuoobnovení kapacity akumulátoru pomocí vhodného odbíjecího zdroje. Akumulátor je tedy zařízení k akumulaci elektrické energie a je založen na vratných elektrochemických

pochodech, které probíhají při nabíjení a vybíjení akumulátoru. Od galvanického článku se především odlišuje tím, že akumulátor sám není zdrojem elektrické energie. Ta se mu musí nejprve dodat nabíjecím proudem. Po nabití může akumulátor dodávat elektrickou energii do obvodu, ve kterém je zapojen. Niklokadmiové akumulátory jsou akumulátory alkalické. To znamená, že roztok ve kterém jsou elektrody umístěny je zásaditý. Kladná elektroda je vyrobena z NiO, záporná ze směsi Cd a jeho kyslíčků. Elektrolyt bývá dle teploty a typu akumulátoru o hustotě $1,19 \div 1,28 \text{ kg} \cdot \text{dm}^3$, při vybíjení se hodnota hustoty téměř nemění. Elektrolyt se připravuje z destilované vody a hydroxidu draselného. Nádoby na uchovávání elektrolytu musí být dobře uzavřeny. Důvodem je velká ochota hydroxidu draselného přijímat ze vzduchu kyslíčnick uhlíčitý, s kterým se mění na uhličitán draselný. Ten je pak v elektrolytu nečistotou a jeho zvýšený obsah snižuje kapacitu akumulátoru. Kapacita baterie nebo článku se určí ze vzorce

$$C_A = I \cdot t \quad (4.1)$$

C_A - kapacita baterie nebo článku nejlépe při vztažné teplotě 25 °C [Ah]

I - vybíjecí proud [A]

t - doba vybíjení [h]

Pro niklokadmiový akumulátor je hodnota napětí jednoho článku $1,2 \div 1,3$ V. Při vybíjení článků je nutno dodržet určitou hranici nejmenšího napětí, pod kterou by napětí jednotlivých článků nemělo poklesnout. Hranice vybití závisí na době, po kterou bude článek na určité napěťové hladině. Nedodržením uvedených podmínek se kapacita článku trvale snižuje. Tabulka 4.1 platí pro trvalé vybíjení po stanovenou délku vybíjení.

Tabulka 4.1 Dovolenoý stupeň minimální napěťové hladiny na článek v závislosti na čase

Délka vybíjení [h]	Minimální napětí na jeden článek [$V \cdot \text{čl}^{-1}$]
8	1,1
5	1,0
3	0,8
2	0,7
1	0,5

4.3 Olověné akumulátory

Elektrodami u olověných akumulátorů jsou PbO_2 na kladné elektrodě a houbovitě olovo na elektrodě záporné. Roztokem elektrolytu je zředěná kyselina sírová naředěná na hustotu $1,18 \text{ kg} \cdot \text{dm}^3$. Hustota elektrolytu se nabíjením zvyšuje, vybíjením pak opět snižuje. Jmenovité elektromotorické napětí jednoho článku je 2 V. Články se nesmí v provozu vybíjet pod 1,75 V. Při trvalém vybíjení pod stanovenou hranici se může akumulátor poškodit. Pro zjištění kapacity akumulátoru je určena kapacitní zkouška. Zkouška se provádí trvalým vybíjecím proudem, který odpovídá desetihodinovému vybíjení. Kapacitní zkouška trvá tak dlouho, dokud napětí článků neklesne na napětí 1,8 V. Kapacita se pak vypočte obdobně jako u niklokadmiového akumulátoru dle vzorce (4.1). V případě, kdy se teplota elektrolytu liší od vztahné hodnoty 25°C se naměřená kapacita přepočítává.

$$C_{A25^\circ\text{C}} = \frac{C_A}{1 + 0,008(t - 25)} \quad (4.2)$$

$C_{A25^\circ\text{C}}$ - kapacita baterie při teplotě 25°C [Ah]

C_A - kapacita baterie při zkoušce [Ah]

0,008 - teplotní koeficient platný pro rozmezí teplot od $+15^\circ\text{C}$ do $+35^\circ\text{C}$

t - střední hodnota teploty elektrolytu

Na závěr lze říci, že i přes větší kvalitu olověných akumulátorů se v praxi více používají akumulátory niklokadmiové a to především pro možnost vícenásobného dobítí, které znamená v konečném důsledku delší dobu životnosti niklokadmiového akumulátoru. Jako moderní prvek se objevují i gelové olověné akumulátory, které však potřebují pro svoji správnou činnost velmi kvalitní a tím také drahý dobíječ.

4.4 Rotační a statické měniče

Dalším důležitým zdrojem elektrické energie pro napájení zabezpečovacího zařízení jsou elektrické měniče. Starším typem měniče je rotační měnič. Rotační měnič se používá jako záložní zdroj elektrické energie při výpadku dodávky elektrického proudu z veřejné sítě. Nároky na výkon rotačních měničů jsou různé dle napájeného zařízení a to od několika stovek wattů do jednotek kilowattů. Rotační měniče jsou napájeny z akumulátorových baterií. Uvedený typ měniče pracuje jako měnič stejnosměrného proudu na střídavý. Elektrická

energie se mění na mechanickou a mechanická energie zpět na energii elektrickou, ale s jiným průběhem než na vstupu měniče. Na výstup měniče je připojen transformátor, který upravuje napětí na patřičnou mez, většinou na síťové napětí. Vstup měniče je konstruován jako stejnosměrný motor, výstup pak jako generátor střídavého napětí. I přes svoje technické řešení je toto zařízení velmi spolehlivé a to především z důvodu menšího ovlivnění jeho činnosti vnějšími přepětími po úderu blesku i možností většího přetěžování oproti měničům statickým konstruovaných na bázi polovodičové techniky.

Statické měniče jsou zařízení umožňující přeměnu stejnosměrného napětí přivedeného z akumulátorové baterie na napětí střídavé se sinusovým průběhem. Takový měnič často označujeme jako střídač a to z důvodu, že napětí přivedené na jeho vstupní svorky je na výstupu střídavě měněno dle průběhu, který požadujeme na zátěži. Střídače jsou provedeny ze dvou hlavních částí. Řídících a výkonových. Pro spínací účely ve výkonové části jsou používány tyristory. Uvedené střídače jsou citlivé především díky použití polovodičových prvků v řídicí části na přepětí, která mohou vznikat vlivem připínání a odpínání obvodů s indukční zátěží. Uvažovaná přepětí vznikají také po úderu blesku v blízkosti technologického celku s měničem. Omezení poruch vlivem přepětí se provádí osazením přepětíových ochran na vstupech a výstupech střídače.

5 Výstražná přejezdová zabezpečovací zařízení

V místech úrovnového křížení železniční a silniční dopravy se budují výstražná přejezdová zabezpečovací zařízení. Tyto technologické celky jsou důležité především pro bezpečné a plynulé křížení obou způsobů dopravy. Vývoj přejezdových zařízení se ubírá především s ohledem na optimalizaci z pohledu bezpečnosti, plynulosti a ekonomické náročnosti řešení. Technické provedení odpovídá době, ve které se přejezdová zabezpečovací zařízení budují. V minulosti bylo křížení obou typů dopravy provedeno bez jakéhokoli zabezpečení a přednost dopravy železniční před dopravou silniční vyplynula z brzdných a rozjezdových drah. Tím i energetické a časové pohotovosti řešení dopravní situace, která mohla na úrovnovém křížení nastat. Je jisté, že drážní dopravní prostředek měl povinnost na sebe upozornit patřičným znamením a řidič silničního vozidla dbát zvýšené opatrnosti a vozidlo zastavit spatřil-li příjíždějící vlak. Uvedené řešení vyhovovalo v začátcích vývoje železniční a silniční dopravy, kdy frekvence použití dopravních cest nebyla vysoká. V okamžiku, kdy se zvýšila rychlost a hustota provozu vyvstal problém bezpečného křížení obou dopravních komunikací. Předně jde o domluvené značení oblasti, kde je nutno dbát zvýšené opatrnosti. V druhé řadě je nutné signalizovat stav, kdy se k takto označenému místu blíží kolejové

vozidlo. Jako první vznikla přejezdová zabezpečovací zařízení mechanická, která mohla mít mechanické vazby na jiné typy zabezpečovacího zařízení. S dalším vývojem v oblasti dopravy, kdy se přejezdová zabezpečovací zařízení začala modernizovat a technologický celek byl postaven jako samostatné automatické zařízení s elektrickými vazbami, vyvstala potřeba signalizace provozních stavů směrem ke kontrolnímu pracovišti. Případně se taková pracoviště též vybavila dálkovým ovládním, pro případ, kdy je nutné přejezdové zabezpečovací zařízení ovládat ručně. Při dalším zvyšování rychlosti a tím i propustnosti železniční dopravní cesty se upouští od úrovněho křižování a z důvodu bezpečného provozu se křižování s ostatními komunikacemi budují jako mimoúrovňová. V dalším oddílu se budeme věnovat výstražným světelným přejezdovým zařízením.

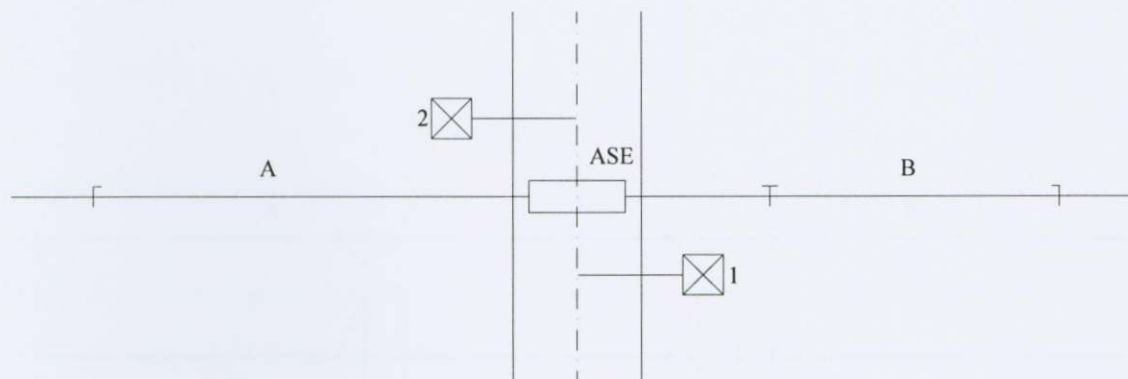
5.1 Výstražná přejezdová zabezpečovací zařízení světelná PZS

V železniční síti ČD se používá několik různých typů světelných přejezdových zabezpečovacích zařízení. Jedná se o některé ze starších zařízení jako jsou VÚD, SSSR. [5] V současné době je velmi používaným zařízením typ AŽD 71. Všechny uvedené typy přejezdových zabezpečovacích zařízení jsou však postupně nahrazovány v rámci modernizace novými technologickými celky, kde je nedílnou součástí zařízení technologický počítač, který řídí a kontroluje činnost zařízení. Jedná se o přejezdové zabezpečovací zařízení elektronické typu PZZ-EA. Dále je potřeba podotknout, že za hlavní výstrahu se považuje signalizace světelná. Použití signalizace zvukové a mechanické je pouze doplňkem signalizace světelné. Pro názornost si v dalším textu uvedeme řešení typu AŽD 71.

Výstražné přejezdové zabezpečovací zařízení světelné typu AŽD 71 varuje uživatele pozemní komunikace před blížícím se vlakem dvěma červenými, střídavě kmitajícími světly při světelné výstraze. Pro výstrahu zvukovou je využit elektrický mechanický zvonec. Další způsob doplňkové výstrahy spočívá ve sklopení závorových břevna jako mechanické výstrahy. Klidový stav PZS se pro uživatele pozemní komunikace signalizuje přerušovaně svítícím lunobílým světlem. Za klidový stav se považuje situace, kdy se v přibližovacích nebo vzdalovacích úsecích nenachází kolejové vozidlo. Na tomto místě je třeba podotknout, že při nesvícení červených a lunobílých světel je účastník silničního provozu povinen se přesvědčit, zda se k přejezdu neblíží vlak, musí se pak chovat jako na přejezdu nezabezpečeném. Pro potřebu PZS je přibližovací úsek ta část koleje, která je jako první pojížděna kolejovým vozidlem ve směru jízdy. Vzdalovacím úsekem je pak ta část koleje, která je pojížděna po projetí kolejového vozidla přes úrovněho křižení s pozemní komunikací. Pro směr opačné jízdy kolejového vozidla se přibližovací a vzdalovací úsek kryje se vzdalovacím a přibližovacím úsekem PZS. Počet kmitů a svítivost červených i lunobílých světel je

stanovena předpisem, který vychází z vnímání zdravého člověka a jeho reakcí na vnější podněty. Doba po kterou kmitají červená světla, ale ještě nejsou spuštěna břevna se nazývá předzváněcí a je určena na vyklizení chráněného místa PZS kudy projíždějí kolejová vozidla. Předzváněcí doba na vyklizení chráněného prostoru je započítána do doby výstražné signalizace i u PZS bez závor. V praxi může nastat případ, kdy se přejezd nachází v blízkosti stanice, nebo dokonce ve stanici. Pak je předzváněcí doba určená na vyklizení přejezdu zabezpečena jinými prostředky, které jsou zabudovány v mechanických nebo elektrických vazbách PZS.

Při jízdě vlaku musí PZS zajistit vzhledem k plynulosti silniční dopravy ukončení výstrahy po projetí posledního kolejového vozidla přes chráněnou část PZS. Doba, kdy se vlak nachází ve vzdalovacím úseku se nazývá anulační. Pro PZS typu AŽD 71 byl prvek, který zjišťoval pohyb vlaku přes přejezd a určoval dobu ukončení výstrahy a započetí anulace nazván ASE. Celý název je anulační soubor elektronický. Jde o elektronické zařízení založené na principu rezonance elektrických obvodů. Můžeme ho také nazývat neohrazeným kolejovým obvodem. Dnes jsou vyvinuta moderní elektronická zařízení, která jsou založena na stejném principu, nebo je řešení anulace provedeno jinými vhodnými způsoby. Příkladem takového řešení je možnost použití snímačů náprav kolejových vozidel a překrytí přibližovacího a vzdalovacího úseku v oblasti přejezdu. Pro názornost lze uvést obrázek, který charakterizuje situaci PZS při úrovněm křížení s pozemní komunikací.



Obr. 5.1 Náčrtek úrovněm křížení PZS

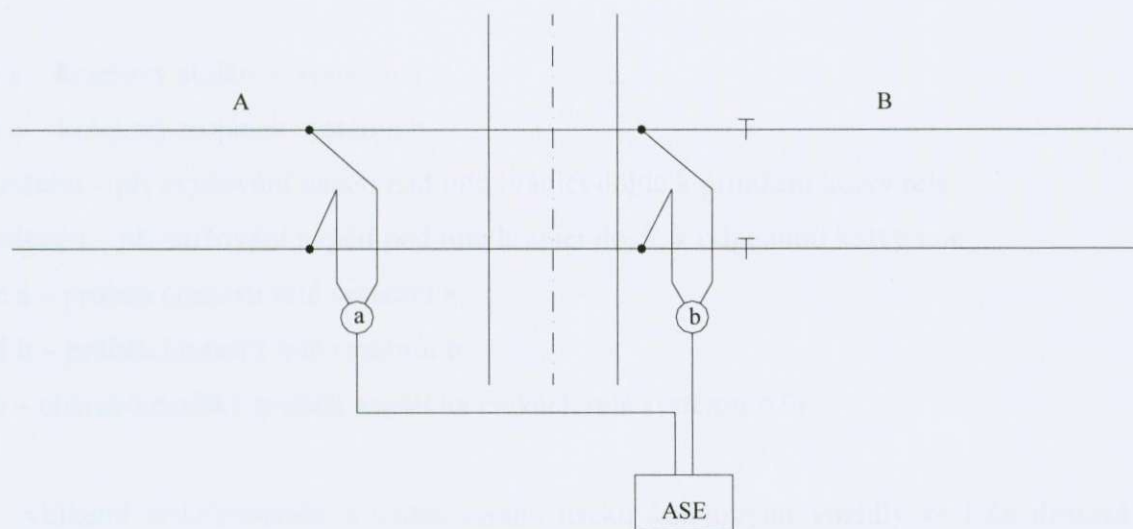
A, B – přibližovací, vzdalovací úsek dle směru jízdy kolejového vozidla

ASE – anulační soubor elektronický

1, 2 – stojany světelných skříní a pohonů břeven

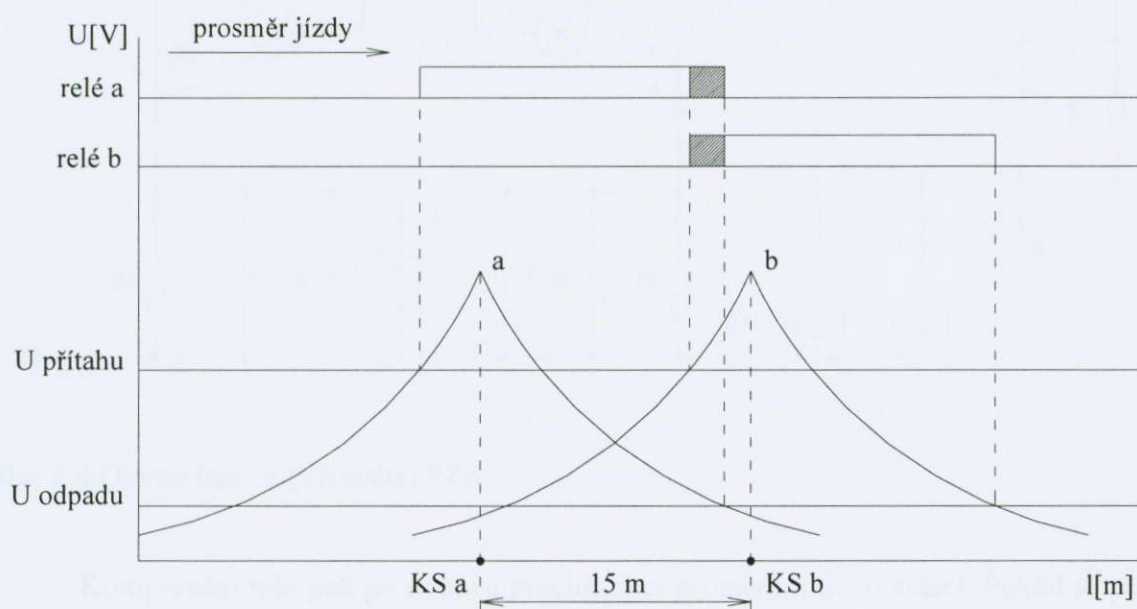
Z mnoha informací a jednotlivých zapojení PZS zde uvedeme pouze některá. Především z důvodu obsáhlosti daného tématického celku. Pro orientaci uvedeme na začátku stručný popis činnosti při jízdě vlaku. Jede li vlak z jednoho z možných směrů vstupuje nejdříve do kolejového obvodu přejezdového zabezpečovacího zařízení a následně uvedený kolejový obvod obsazuje svými nápravami. Při obsazení kolejového obvodu započne PZS signalizovat výstražný stav. Započítí výstrahy je u jednotlivých PZS upraveno tak, aby mohl být včas vyklizen nebezpečný prostor ohrožený jízdou vlaku jdoucími osobami nebo jedoucími vozidly. Po době, která je stanovena na opuštění prostoru úrovnového křížení se započínají sklápět závorová břevna u typů PZS jimi vybavenými. Další jízdou se kolejová vozidla dostávají do chráněného prostoru a míjejí úrovnové křížení. V tomto okamžiku dochází v reléovém zapojení k několika činnostem, které umožní ukončení výstrahy po průjezdu posledního kolejového vozidla. PZS je proto vybaven anulačním souborem zjišťujícím směr pojíždění. Pokud nastane souhlas směru, který vyhodnotí anulační soubor a kolejové obvody, dochází po průjezdu kolejových vozidel přes úrovnové křížení k ukončení výstrahy a započítí tzv. anulačního stavu. V době, kdy probíhá anulační stav se kolejová vozidla vzdalují ve vzdalovacím úseku a pokud je PZS vybaveno lunobílymi světly nejsou uvedeny v činnost dříve než opustí vzdalovací úsek. Reléová část PZS pak přechází do klidového stavu a je připravena opakovat svoji činnost při další jízdě vlaku jedoucího z jakéhokoli směru.

Činnost anulačního souboru je důležitá především vzhledem k udržení plynulého provozu na silniční komunikaci. Pro seznámení s technickým řešením lze uvést informativní zapojení ASE v kolejišti a několik parametrů.



Obr. 5.2 Náčrtek úrovnového křížení PZS s informativním zapojením ASE

ASE se skládá ze dvou neohrazených kolejových obvodů. Indikace obsazení kolejovými vozidly je pak dána přitažením relé systému „a“ nebo „b“. Při jízdě vlaku je pak směr jeho pohybu dán postupným obsazením jednotlivých systémů. Pro správnou činnost je pak důležité předepsané prostorové rozmístění systémů a nastavení jejich elektrických parametrů tak, aby při jízdě kolejového vozidla vznikla doba, kdy budou oba dva systémy ve vybuzeném stavu. V případě kdy anulační soubor nepracuje požadovaným způsobem je ukončení výstrahy odloženo až na dobu, kdy poslední drážní vozidlo opustí vzdalovací úsek kolejového obvodu. Při současném stavu techniky se již uvedený způsob řešení anulace nemusí jevit jako jediný použitelný a často se ASE nahrazuje moderními indukčními snímači.



Obr. 5.3 Průběh citlivosti souboru ASE

KS a – kolejový stojánek systému a

KS b – kolejový stojánek systému b

U přitahu – při zvyšování napětí nad tuto hranici dojde k přitažení kotvy relé

U odpadu – při snižování napětí pod tuto hranici dojde k odpadnutí kotvy relé

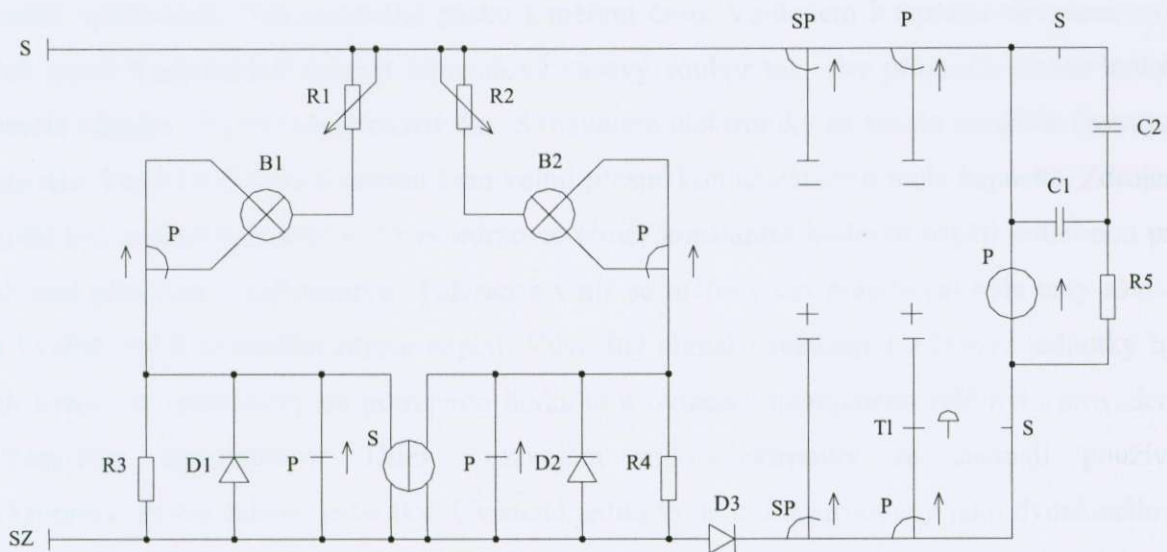
relé a – průběh činnosti relé systému a

relé b – průběh činnosti relé systému b

a, b – charakteristický průběh napětí na cívkách relé systému ASE

Po vyklizení přibližovacího i vzdalovacího úseku kolejovými vozidly se PZS dostává do základního stavu a začne signalizovat uvedený stav lunobílým světlem. Pro signalizaci lunobílých i červených světél se používají žárovky se dvěma vlákny především z důvodu zabezpečení optické signalizace v případě poruchy jednoho z vláken. Jedno z vláken je pak

hlavní a druhé náhradní. Hlavní vlákno je konstrukčně provedeno tak, aby doba jeho životnosti byla vysoká. Náhradní vlákno je pak určeno k signalizaci do doby než se provede výměna žárovky s přepáleným hlavním vláknem a doba životnosti náhradního vlákna je tedy volena kratší. Kontrolu činnosti hlavních vláken lunobílých světél zajišťuje obvod, ve kterém je zapojeno komparační relé S.



Obr. 5.4 Obvod lunobílých světél PZS

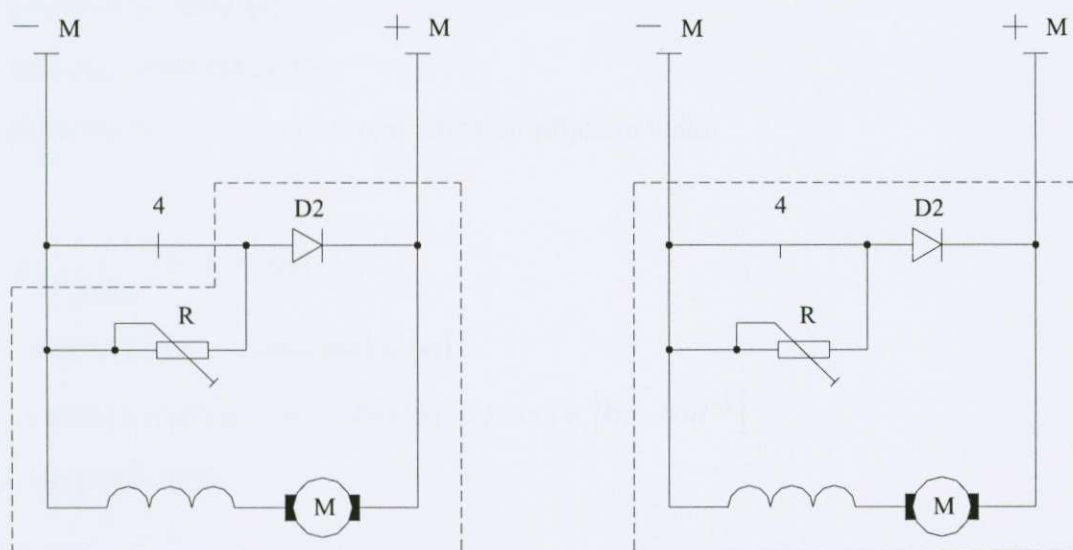
Komparační relé pak porovnává procházející proudy od dvou světél. Pokud se proudy jednotlivých světél shodují pak je komparační relé v klidu s odpadlou kotvou. V případě porušení jednoho z hlavních vláken se poruší symetrie procházejícího proudu vinutími komparačního relé a to reaguje přitažením kotvy. Komparační relé S má dvě vinutí a proud, který jím protéká od kontrolovaných žárovek je veden tak, aby se jeho účinky na kotvu relé rušily. Pokud je obvod lunobílého světla napájen střídavým proudem 50 Hz a napájecí kabelové vedení těles výstražníků kontrolovaných světél jsou nestejně délky pak je často nutností je spolu impedančně přizpůsobit. Impedanční přizpůsobení se provádí rezistory R3, R4, které jsou paralelně připojeny na každé vinutí komparačního relé. Rezistory R3, R4 připojené na vinutí komparačního relé mají také za úkol odlehčit proudové zatížení obou cívek relé S, aby nedošlo k jejich přetížení. Napětí na patičkách žárovek B1, B2 lunobílých světél je seřizováno odpory R1, R2 zařazenými do série se žárovkami a s vinutím komparačního relé. Přesný popis činnosti obvodu na obr. 5.4 lze najít v literatuře [5].

Dalším úkolem reléového zařízení je odměřování času. Jedná se o časy předzvánčí doby, odložení výstrahy, doby anulace, dopravního klidu, spouštění břeven a jiných možných závislostních funkcí, u kterých je nutné přesné měření času. V začátcích se pro měření času

používalo především kondenzátorů, které svým vybíjením do cívky relé prodlužovaly dobu jeho sepnutého stavu, nebo i naopak po dobu svého nabíjení udržovaly relé zapojené v obvodu s kondenzátorem v rozepnutém stavu. Nevýhoda řešení obvodů s kondenzátory byla především ve změně kapacity s teplotou a časem. Reléové domky PZS a jeho reléová část je vystavena venkovním změnám teplot. Při použití elektrolytických kondenzátorů může pak docházet k změnám v elektrolytu a tím i k změnám kapacity. Dalším možným řešením je použití vyhřívaného bimetalového pásku k měření času. Vzhledem k teplotní závislosti bylo však nutné konstrukčně upravit bimetalový časový soubor tak, aby případná změna teploty neměla zásadní vliv na odměřovaný čas. S rozvojem elektroniky se začalo používat časových jednotek, které využívaly k měření času velmi přesné kondenzátory o malé kapacitě. Zdrojem napětí byl zvolen stabilizátor, který udržoval téměř konstantní hodnotu napětí potřebnou pro nabíjení přesných kondenzátorů. Tolerance v níž se měřený čas pohyboval byla tedy závislá na kvalitě stabilizovaného zdroje napětí. Výsledný signál vycházející z časové jednotky byl pak zesilován tranzistorem na potřebnou hodnotu a ovládání napojeného relé bylo provedeno výkonovým tranzistorem. Dnes s rozvojem mikroelektroniky se začínají používat mikroprocesorové časové jednotky. Uvedené jednotky jsou konstruovány jako dvoukanalové na sobě nezávislé se stejným hardwarovým vybavením, ale jiným softwarovým řešením měření času. Nutné je dodat, že při měření času se musí oba systémy v časové jednotce shodovat, aby došlo ke generování ovládacího signálu na výstupu časové jednotky. Mikroprocesorové jednotky se používají v několika různých provedeních podle bezpečnostních hledisek, které požadují aby při případné poruše jednotky bylo zaručeno, že se měřený čas nezkrátí nebo neprodlouží. V praxi je nutné provádět u časových souborů pravidelnou kontrolu s ohledem na možné časové změny, které mohou nastat vlivem jakýchkoli příčin. Pro zabezpečovací zařízení se však volí funkce elektrických obvodů tak, aby v případě poruchy zařízení samo o sobě přešlo do bezpečnějšího stavu.

Na frekventovaných pozemních komunikacích se z bezpečnostních důvodů doplňují PZS závorovými břevny. Závorová břevna jsou tak jako zvukové výstražné znamení výstrahou doplňující. To znamená, že podobně jako na křižovatkách v silniční dopravě se účastník provozu na pozemní komunikaci řídí pouze pokyny světelné signalizace, musí se i při příjezdu k chráněnému přejezdovému zařízení věnovat především optické signalizaci. V další řadě vzhledem k možnosti selhání lidského činitele a velké pravděpodobnosti tragických následků takového selhání při střetu s kolejovými vozidly se přejezdová zabezpečovací zařízení doplňují o signalizaci zvukovou a mechanickou. Ta zvyšuje bezpečnost účastníků provozu pro případ, kdy z nepozornosti přehlédnou světelnou signalizaci a zvukové znamení nebo mechanická zábrana může varovat před vstupem do ohroženého prostoru. Mechanická břevna jsou po předzváněcí době určené k vyklizení prostoru PZS spouštěna gravitační silou.

Po průjezdu kolejových vozidel se mechanická břevna vrací zpět do původní polohy pomocí stejnosměrného sériového motoru. Zajímavé je technické řešení při spouštění břeven. Pokud by se břevna nechala klesat vlivem gravitace až do krajní dolní polohy byla by velmi namáhána mechanickými otřesy na konci pohybu. Při klesání břevna převodový mechanismus roztáčí elektromotor. V magnetickém obvodu elektromotoru zůstává remanentní magnetismus a motor může pracovat v tomto režimu jako dynamo. Síla, kterou působí dynamo proti pohybu je úměrná procházejícímu proudu uzavřeným obvodem dynamu. Z velké části pohybu klesajícího břevna je rychlost jeho sestupu dolů regulována odporem R sériově zařazeným v obvodu motoru a při dosažení určité polohy je dobržděno tím, že se pomocí doteku číslo 4 obvod přepne přes diodu $D2$ do režimu nakrátko. Důležitou roli při brzdění a dobrždování břevna hraje správná volba hodnoty odporu R a mechanické nastavení doteku číslo 4.



Obr. 5.5 Zapojení části ovládacího obvodu pohonu břevna s vyznačením průchodu proudu

Na závěr lze uvést informativní příklady výpočtu časů určených pro PZS spolu se vzdálenostmi a ostatními potřebnými parametry. Nejkratší čas trvání výstražné signalizace lze vypočítat ze vzorce

$$T = \frac{b + d_v + 3}{1,4} + 15 \quad (5.1)$$

T - nejkratší doba trvání výstrahy PZS [s]

b - vzdálenost výstražných stožárů [m]

d_v - délka nejdelšího silničního vozidla [m]

Pro zvýšení bezpečnosti je ve vzorci přidána délka 3 m a přídavná doba 15 s. Číslo 1,4 udává velikost rychlosti nejpomaleji jedoucího vozidla v $m \cdot s^{-1}$. Pokud budou na PZS osazena závorová břevna pak se jednotlivé doby počítají dle vzorců

$$T = \frac{b + d_v}{1,4} \quad (5.2)$$

T - předzváněcí doba [s]

b - vzdálenost stojanů se závorovými břevny od sebe [m]

d_v - délka nejdelšího silničního vozidla [m]

1,4 - rychlost nejpomalejšího silničního vozidla

$$O_T = T + P1 + P2 \quad (5.3)$$

O_T - ochranná doba [s]

T - předzváněcí doba [s]

$P1$ - pracovní doba závor 10 s

$P2$ - přídavná doba 5 s na uzavření závor do příjezdu vlaku

$$L = \frac{v}{3600} (O_T + T \cdot 0,1) \quad (5.4)$$

L - délka přibližovacího úseku [m]

v - traťová rychlost vlaku obvykle udávaná v $[km \cdot hod^{-1}]$

$T \cdot 0,1$ - pojistná doba



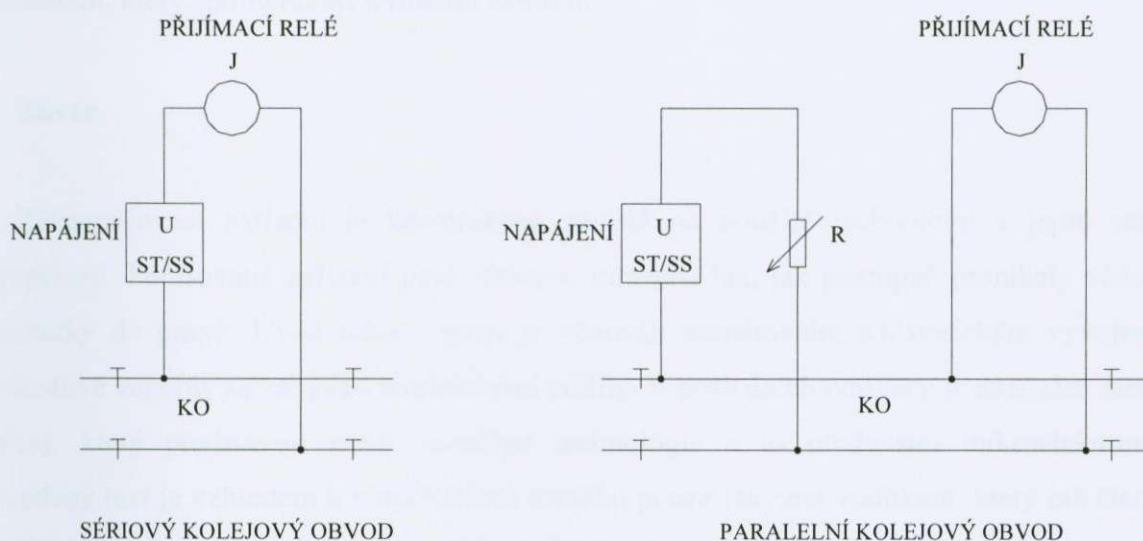
Obr. 5.6 Situační schéma PZS

6 Kolejové obvody

Kolejové obvody jsou nedílnou součástí zabezpečovacího zařízení. Jsou to prvky, které podávají informace o poloze kolejových vozidel závislému zabezpečovacímu zařízení. Z uvedeného plyne, že na kolejové obvody je kladena nejvyšší míra spolehlivosti. Konstrukce KO je volena z bezpečnostních důvodů tak, aby v případě jakékoli poruchy byl hlášen obsazený KO. Všeobecně se většinou kolejové obvody skládají ze zdroje energie definovaných parametrů, vedení, které představují položené kolejnice a vyhodnocujícího prvku reagujícího při jízdě kolejového vozidla na změny ve vedení.

6.1 Dělení kolejových obvodů

Sériový kolejový obvod má zdroj energie a vyhodnocovací prvek zapojený v sérii na oba dva vodivé pásy KO. Pokud se sériový KO obsadí kolejovým vozidlem pak se propojí obvod indikačního relé a následně přitáhne svoji kotvu. U uvedeného typu KO je především nutné zajistit parametry kolejového vedení takové, aby i při změně klimatických podmínek neklesl ohmický odpor pod mez, která by byla příčinou trvalého obsazení KO. Sériové KO se především používají pro návaznost na mechanické a elektromechanické zabezpečovací zařízení. Zdroj signálního proudu je střídavý nebo stejnosměrný. Uvedený typ KO však nelze použít k zjišťování volnosti izolovaného úseku neboť výsledné přijímací relé může zůstat odpadlé nejen při volném KO, ale i při poruše na vedení nebo poruše zdroje signálního proudu.



Obr. 6.1 Ukázka zapojení sériového a paralelního kolejového obvodu

Paralelní kolejový obvod je zapojen tak, že zdroj signálního proudu a přijímač jsou zapojeny paralelně k vedení, které představují obě kolejnice. Při obsazení takového úseku kotva výsledného relé odpadá. Paralelní KO mohou být napájeny střídavým i stejnosměrným proudem. Pokud napájíme KO střídavým proudem lze použít fázově citlivý přijímací prvek, který bude signalizovat obsazení KO i v případě změny impedance ve vedení.

Další dělení lze provést vzhledem k vedení zpětného trakčního proudu. V případě, kdy se k vedení zpětného trakčního proudu využívá jeden kolejový pás mluvíme o jednopásovém KO a při použití obou pásů mluvíme o dvoupásovém KO.

Dnes se začínají používat KO, které mají jiné technické řešení. Jako příklad lze uvést počítače náprav s kolovými čidly. Počítač náprav je tvořen venkovním indukčním čidlem, které registruje počet náprav pomocí vychýlení magnetických siločar vysílací cívky. Projíždějící náprava kolejového vozidla vychýlí magnetické siločáry vysílací cívky tak, že dojde ke změně magnetické indukce v přijímacích cívkách. Indukční snímač je směrově citlivý a lze tedy dle ovlivnění snímače určit i směr pohybujících se kolejových vozidel. K vyhodnocení signálů z indukčního čidla dochází v logickém systému. Konstrukce elektronických obvodů umožňuje snímání kol až do rychlosti 350 km/h.

Lze předpokládat, že venkovní zabezpečovací zařízení včetně KO bude postupně minimalizováno a informace potřebné k bezpečné jízdě pak přenášeny přímo pomocí radiového digitálního spojení. Provoz na takových tratích je pak veden pomocí pohyblivých oddílů, které nahrazují kolejové obvody. Délka takového pohyblivého oddílu se pak může dle rychlosti a frekvence dopravy pružně měnit vzhledem k situacím, které mohou v provozu nastat. Uvedené řešení předpokládá vybavení hnacích vozidel případně i jednotlivých vozů systémem, který spolupracuje s řídicím centrem.

7 Závěr

Zabezpečovací zařízení je konstrukčně závislé na použité technologii a jejím stupni vyspělosti. Popisovaná zařízení jsou většinou zařazena tak, jak postupně pronikaly vědecké poznatky do praxe. Úvod tohoto spisu je věnován seznámením s historickým vývojem a jednotlivé kapitoly se zabývají tematickými oddíly. V posledních oddílech je naznačen možný vývoj, který představují nově zaváděné technologie a to především mikroelektronika. Uvedený text je vzhledem k tematickému rozsahu pouze jakýmsi vodítkem, který má čtenáře především orientačně seznámit s problematikou zabezpečovací techniky používané v drážní dopravě a s určitým nadhledem informovat o některých zajímavých řešeních. Autor nemá v úmyslu informovat o detailním řešení konkrétních případů vzhledem k možnosti úniku informací, které by mohly vést ke snížení stupně bezpečnosti používaného zařízení.

8 Použitá literatura

- [1] Káčerek, Z.: Nové technologie v zabezpečovací technice ČD. AK signal a.s., Brno 1999
- [2] Dvořák, J., kolektiv.: Zabezpečovací zařízení na železnici. Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1970
- [3] Ďaďo, S., Kreidl, M.: Senzory a měřicí obvody. Vydavatelství ČVUT, Praha 1999
- [4] Hanus, J., Koblasa, K.: Staniční reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71. Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1974
- [5] Volf, J., Jakl, J.: Výstražná světelná zařízení typu AŽD 71. Nakladatelství dopravy a spojů, Praha 1975