

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh a realizace ovládací jednotky pro přestavník EP 600

Bakalářská práce

2025

Vojtěch Drtil

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Vojtěch Drtil
Osobní číslo:	D22252
Studijní program:	B0788A040001 Dopravní technika
Specializace:	Elektrická trakce a elektromobilita
Téma práce:	Návrh a realizace ovládací jednotky pro přestavník EP600
Zadávací katedra:	Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s přestavníkem AŽD typu EP600 a určete požadavky na jeho využití při výuce.
2. Seznamte se s možnostmi ovládní přestavníku a navrhnete ovládací modul.
3. Zrealizujte ovládací modul a otestujte jeho funkčnost s přestavníkem.

Rozsah pracovní zprávy:

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- Václav Šanc: Elektromotorické přestavníky EP600; Nakladatelství dopravy a spojů; Praha; 1983

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Sýkora

Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací
techniky v dopravě

Datum zadání bakalářské práce: **6. května 2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2025**

L.S.

doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.
děkan

Ing. Vítězslav Krčmář, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. května 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem *Návrh a realizace ovládací jednotky pro přestavník EP600* jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30.4.2025

Vojtěch Drtil v. r.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval zaměstnancům SŽ za poskytnutí rad, dokumentů a materiálu pro úspěšnou realizaci této bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu Ing. Petru Sýkorovi za pomoc, trpělivost a obecně za vedení této práce. V poslední řadě musím poděkovat DFJP za poskytnutí materiálu a prostor pro tvorbu.

Anotace

Tato práce pojednává o výhybkách, přestavnících a jejich vzájemné interakci, ale hlavně popisuje tvorbu, činnost a obsluhu ovládací jednotky pro elektromotorický přestavník typu EP 600.

Klíčová slova

železniční výhybka, přestavník, relé, bezpečnost

Title

Project and Realisation of Control Unit for Switch Drive Type EP600

Abstract

This thesis discusses switches, switch drives and their interaction, but mainly describes the creation, operation and service of the control unit for the switch drive type EP600.

Keywords

railway switch, switch drive, relay, safety

Obsah

Poděkování.....	6
Anotace.....	7
Klíčová slova	7
Title	7
Abstract.....	7
Keywords.....	7
Seznam symbolů a zkratek	10
1 Úvod	11
2 Výhybka	12
2.1 Části výhybky	12
2.2 Výměnové závěry	13
2.2.1 Hákový závěr	13
2.3 Přestavování výměn a jejich zabezpečení	14
2.3.1 Přestavníky.....	16
3 Elektromotorický přestavník EP 600.....	18
3.1 Provozní vlastnosti přestavníku	18
3.2 Popis částí přestavníku a jejich činnost	19
3.2.1 Přestavné ústrojí.....	20
3.2.2 Přídržné ústrojí	21
3.2.3 Přepínací a kontrolní ústrojí.....	22
3.3 Přestavování přestavníku	23
4 Relé v zabezpečovací technice.....	24
4.1 Požadavky na relé v zabezpečovací technice.....	24
4.2 Klasická relé	25
4.3 Malorozměrová relé.....	26
4.3.1 Konstrukce relé NMS	26
4.3.2 Zásuvky malorozměrových relé	27
4.4 Reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71	27
4.4.1 Stavění výměn a jejich indikace.....	28
5 Ovládací jednotka	31
5.1 Skutečná realizace	32
5.1.1 Stojan.....	32
5.1.2 Ovládací panel.....	33

5.1.3	Reléový panel	35
5.1.4	Elektrické zapojení	36
5.1.5	Popis činnosti při přestavování.....	40
5.1.6	Připojení k přestavníku	41
5.2	Vícepráce	42
5.2.1	Práce na přestavníku.....	43
5.2.2	Práce na výhybce	44
6	Návody.....	46
6.1	Návod na obsluhu.....	46
6.1.1	Údržba přestavníku jednou za půl roku:	47
7	Závěr.....	48
	Literatura.....	49
	Seznam příloh	50
	Příloha 1.....	51
	Příloha 2.....	53
	Příloha 3.....	55
	Příloha 4.....	57
	Příloha 5.....	59
	Příloha 6.....	61
	Příloha 7.....	63
	Příloha 8.....	64
	Příloha 9.....	65

Seznam symbolů a zkratek

DM	dohledové relé minusové polohy
DP	dohledové relé plusové polohy
DSP	doteková sada přestavníku = přepínací sada
J	relé kolejového obvodu výhybky
KM	kontrolní relé minusové polohy
KP	kontrolní relé plusové polohy
KV	klikový vypínač
P	pomocné relé
PHS	pohyblivý hrot srdcovky
PST	pomocné stavědlo
PZS	přejezdové zařízení světelné
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení
RZZ	reléové zabezpečovací zařízení
SM	stavěcí relé minus
SP	stavěcí relé plus
URDO	usměrňovač reléového dohledu
VOM	výměnové ovládací relé minus
VOP	výměnové ovládací relé plus
Z	závěrové relé
ZZ	zabezpečovací zařízení

Následující značky odpovídají TNŽ 34 5543 [1].



cívka neutrálních relé a relé 1. bezpečnostní skupiny



cívka neutrálních relé s děleným vinutím (nezapojeným do série)



cívka ostatních relé



sepnutý kontakt



rozepnutý kontakt



přepínací kontakt (vede X a Y)



přepínací kontakt (vede Y a Z)

1 Úvod

Předmětem této práce je zhotovení přenosného univerzálního ovládacího zařízení pro elektromotorický přestavník EP 600. Tyto přestavníky jsou umístěny u výhybky krátké koleje v areálu VVCD DFJP v Doubravících. Tímto ovládacím zařízením se otevírá možnost inovace praktické výuky předmětů zabývajících se zabezpečovacím zařízením na železnici či prvky kolejistě. Další možností využití může být experimentální činnost zabývající se výhybkami a přestavníky a jejich vzájemnou vazbu.

V prvních kapitolách této práce bude stručně vyložen vývoj železničního zabezpečovacího zařízení, hlavními tématy vzhledem k zaměření této práce a k její skutečné realizaci budou výhybky, přestavníky a stavění výměn, zejména pak části úzce související se skutečnou realizací.

V následujících kapitolách jsou popsány části výhybek, výměnové závěry a funkce přestavníků. Dále následují kapitoly o přestavníku EP 600 a o relé na železnici. Práce pokračuje kapitolami týkajícími se staničního reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71, neboť z tohoto zařízení vychází má práce. Konec této práce je věnován návrhu a tvorbě ovládací jednotky a návodům pro její obsluhu.

Toto téma jsem si vybral, protože po dokončení studia se chci věnovat zabezpečovacímu zařízení na železnici. Také navazuji na svou maturitní práci, kde jsem zhotovoval 3D model elektromotorického přestavníku s částí výhybky. Nejrelevantnějším důvodem však bylo, že tato práce bude i po svém dokončení sloužit při výuce budoucích studentů a při dalších činnostech.

2 Výhybka

Výhybka je základní kolejová konstrukce, která umožňuje drážnímu vozidlu¹ přestavením svých pohyblivých částí plynulou změnu koleje bez zastavení. Toho se s výhodou využívá při předjíždění vlaků, vlakotvorbě a obecně v celé drážní dopravě.

Každá výhybka má určenou svoji základní polohu (poloha +) a polohu opačnou (poloha -). Určení základní polohy výhybky nalezneme v závěrové tabulce nebo v situačním schématu.

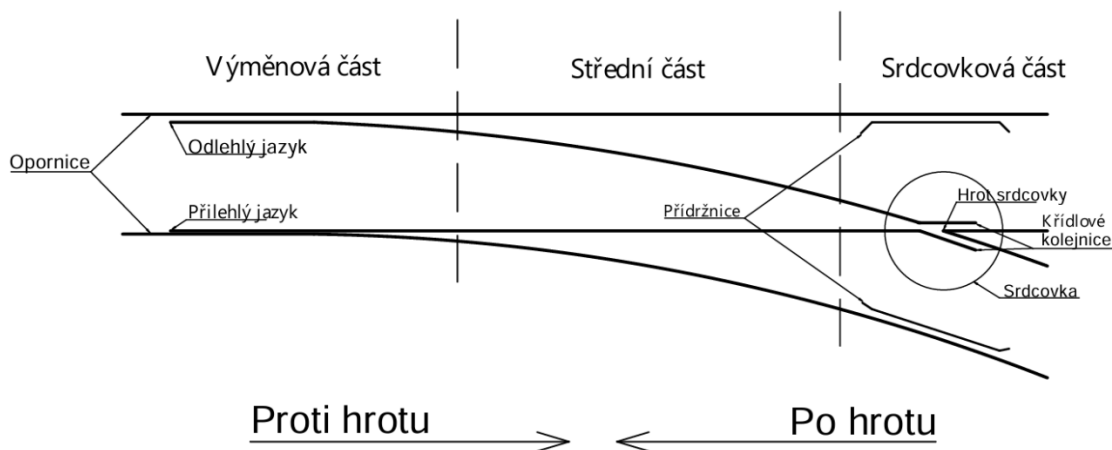
Výhybky se dělí podle několika různých kritérií, podle jejich konstrukce, úhlu odbočení, druhu použitých kolejnic apod.

Výhybky se podle konstrukce dělí:

- Jednoduchá levá
- Jednoduchá pravá
- Oblouková levá
- Oblouková pravá
- Oboustranná
- Třícestná
- Křižovatková [9]

2.1 Části výhybky

Na Obr. 1 je znázorněna jednoduchá výhybka pravá s vyznačenými nejdůležitějšími prvky.



Obr. 1 - jednoduchá výhybka pravá a její části

Výměnová část - výměna je část výhybky s pohyblivými jazyky spojenými spojovací tyčí. Směr jízdy vozidla je dán jejich polohou. Jeden jazyk musí být vždy pevně přilehlý k opornici (přilehlý jazyk) a druhý od opornice dostatečně vzdálen (odlehlý jazyk). Opornice jsou kolejnice, které pokračují bez přerušování. Změně polohy jazyků se říká přestavení výměny. [4][9]

Střední část obsahuje pokračování opornic a jazyků. Úhel, jenž svírá osa přímé koleje s osou odbočné koleje je úhel odbočení. [4][9]

¹ Výhybky se nepoužívají jen v železniční dopravě, ale obecně v dopravě drážní např. tramvajové dráhy, úzkorozchodné dráhy, metro, ale i trolejbusy s trolejovou výhybkou atd.

Srdcovková část složí ke křížení kolejnic pomocí srdcovky (pevná srdcovka²), kdy je umožněn průchod okolku kola křížením s přerušením pojížděné hrany. Opornice bočním vedením kola snižuje riziko vykolejení při průjezdu srdcovkou. [4]

Rozřez výhyby je podle [12] „stav vzniklý i jen započatým násilným přestavením pohyblivých částí výhybky drážním vozidlem (jízdou po hrotu) ze směru, do kterého nejsou pohyblivé části výhybky (výměna, PHS) přestaveny. Rozřez může ohrozit bezpečnost železničního provozu.“

Vidlicová jízda je nehodová událost a jejím důsledkem zpravidla bývá vykolejení vozidla. Je zapříčiněna jízdou vozidla proti hrotu srdcovky, kdy jazyky nejsou ve svých koncových polohách. Okolky kol vozidla tak projdou mezi jazyky a opornicemi. Následuje vykolejení.

Podhození vozidla je nepříjemná nehodová událost, kdy dojde po projetí prvního podvozku nebo první nápravy vozidla výhybkou (proti hrotu) k přestavení výměny. Každý podvozek nebo náprava se pohybuje po jiné koleji. Následuje vykolejení.

2.2 Výměnové závěry

Pro správnou jízdu vozidla musí být jazyk ve správné poloze po celou dobu jeho jízdy po výhybce. Jeden jazyk musí být od opornice dostatečně vzdálen, kdežto druhý musí k opornici dostatečně přiléhat a ideálně být mechanicky zapevněn. K zajištění výše zmíněného se používají výměnové závěry, kterými se zamezuje nechtěným pohybům jazyků během jízdy vozidla. Tyto pohyby mohou být způsobeny vůlemi, pružností materiálů nebo dynamickým působením projíždějících vozidel. [6]

V české železniční síti se používají následující druhy závěrů³ výměn.

- Hákový závěr – historicky nejrozšířenější, za časů ČSD primárně používaný
- Čelistový závěr – modernější konstrukce, v současné době nahrazuje hákové závěry nejen v hlavních kolejích, ale i ve vedlejších
- Rybinový závěr – v Česku se vyskytuje jen ojediněle, v německy mluvících zemích hojně používaný

2.2.1 Hákový závěr

Hákový závěr se skládá ze 2 háků otočně připevněných k jazykům, ty jsou spojeny spojovací (přestavnou) tyčí. Závěr pracuje kolem svislé osy. Háky se pohybují v závěrných stoličkách, které jsou pevně upevněny k opornicím a háky do nich zaklesávají.

Při přestavování výměny dochází k lineárnímu pohybu přestavné tyče. Nejprve vyklesne ze závěrové stoličky hák přilehlého jazyku a zároveň se začíná pohybovat jazyk odlehlý, jehož hák nemůže zaklesnout, neboť mu v tom brání závěrová stolička. Následně se zapře hák doposud přilehlého jazyku svým druhým koncem o jazyk a začne se vzdalovat od opornice, zároveň s ním se ale pohybuje jazyk odlehlý, dokud nedojde k jeho dostatečnému přilehnutí a zaklesnutí háku. Celkový chod výměny je 240 mm.

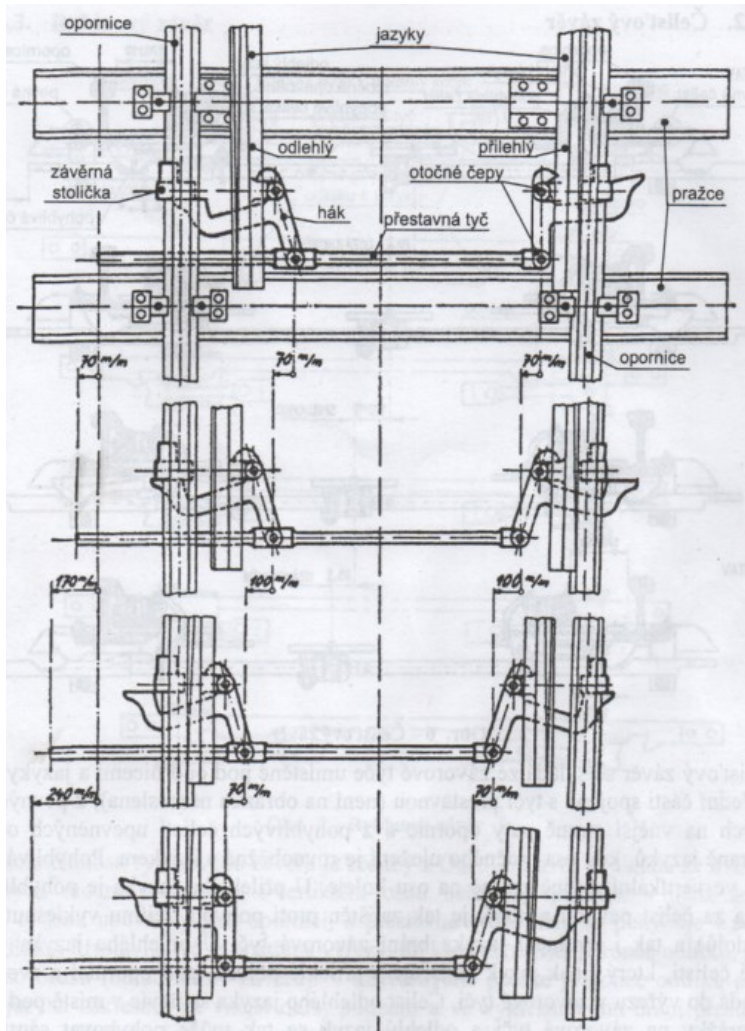
Při rozřezu výměny uvedou okolky kol vozidla do pohybu nejprve odlehlý jazyk, čímž se začne pohybovat i spojovací tyč, dochází k vyklesnutí háku. Dojde tak k uvolnění doposud přilehlého

² Pro zvýšení rychlosti jízdy odbočkou se začínají používat výhybky s pohyblivými hroty srdcovky (PHS), u kterých dochází nejen k přestavení jazyků ale i hrotu srdcovky. Tím kola vozidla projíždějí výhybkou bez přerušování pojížděné hrany.

³ Ve světě se také užívá závěr kloubový. Zejména v zemích bývalého Sovětského svazu. [6]

Také je možné narazit na výhybky bez závěru, ale to je záležitost spíše úzkorozchodných, průmyslových nebo muzeálních drah.

háku a může se pohybovat. Okolek přitlačí odlehlý jazyk až k opornici, ale nedochází k zaklesnutí háku nově přilehlého jazyku, neboť chybí potřebný pohyb. [4]



Obr. 2 - hákový závěr, [4]

2.3 Přestavování výměn a jejich zabezpečení

Výhybky jsou jedním z nejrizikovějších míst železniční dopravy, proto je snaha je od samého počátku co nejvíce zabezpečit.

Tab. 1 - tabulka zabezpečení výhybek, [12] upraveno

Stupeň zabezpečení	Nejvyšší rychlost proti hrotu/po hrotu (km/h)	Technický prostředek
1.	60/120	<ul style="list-style-type: none"> • výměnový zámek • odtlačný zámek • elektrický výměnový zámek • závěrový zámek • mechanický přestavník • elektrický přestavník bez kontroly polohy jazyků
2.	80/120	<ul style="list-style-type: none"> • mechanický závorník • uzamykatelný závorník • elektrický přestavník (starší než EP 600) s kontrolou polohy jazyků
3.	120/120	<ul style="list-style-type: none"> • výměnový zámek a odtlačný zámek • mechanický nebo uzamykatelný závorník a stojanový zámek • mechanický nebo uzamykatelný závorník a odtlačný zámek • mechanický přestavník a mechanický závorník • elektrický přestavník (starší než EP 600) s kontrolou polohy jazyků a elektromagnetický závorník • elektrický přestavník (např. EP 600) s kontrolou polohy jazyků • rozřezný závorník s elektrickou kontrolou polohy jazyků
4.	200/200	<ul style="list-style-type: none"> • elektrický přestavník (např. EP 600) s kontrolou polohy • jazyků a vícebodovou kontrolou polohy jazyků • hydraulický přestavník s kontrolou polohy jazyků a snímači polohy jazyků

V počátcích železniční dopravy byly výměny drženy ve své koncové poloze pouze tíhou výměnového závaží a dozorovány pověřeným zaměstnancem – výhybkářem, aby nedošlo k neoprávněné manipulaci či případnému přestavení výměny působením dynamických účinků vlaku. S příchodem výměnových závěrů (viz kapitola 2.2) dochází k jejich primitivnímu zabezpečení. Z dnešního pohledu se však stále jednalo o nezabezpečenou výhybku⁴. Za počátek

⁴ Nezabezpečená výhybka je podle [12] „výhybka, jejíž správná poloha uzavření (zapevnění) pro danou jízdní cestu není kontrolováno v závislosti hlavního nebo seřadovacího návěstidla.“

reálného zabezpečení výhybek se dá považovat zavedení výměnových zámeků⁵, které zapevňují a zamykají výměnu v koncové poloze. Nejjednodušší zabezpečení výhybek pomocí zámeků – klíčů je pomocí tabule s klíči, na které jsou přehledně zavěšeny klíče od jednotlivých zámeků, jedná se tedy první znázornění postavené vlakové cesty. Dalším stupněm zabezpečení výhybek postaveným na výměnových zámecích byl ústřední zámek a ve větších stanicích bubnový přístroj. Tato zařízení v sobě měla již mechanickou logiku zhotovenou z ocelových závislostních pravítek. Tím se zamezilo stavění konfliktních vlakových cest a snížilo se riziko lidského činitele. [8]

Výše zmíněné stále pojednává o ručním stavění výměn pověřeným zaměstnancem, což se s růstem stanic stávalo fyzicky a časově velmi náročné. Růst železniční dopravy, zvyšování propustnosti trati, snižování rizik pochybení obsluhy a zjednodušení obsluhy zařízení si vyžádaly vývoj nejdříve mechanických stavědel a následně elektromechanických stavědel, která měla vnitřní logiku sestavenou z ocelových závislostních pravítek. Můžeme hovořit už o skutečném zabezpečení výhybek⁶ neboť máme již vazbu mezi výhybkou a návěstidlem. Dále vývoj pokračoval k reléovým stavědlům, kde jsou závislosti a povely řešeny elektricky – reléově. Soudobým řešením zabezpečení výhybek, stanic a obecně celé železniční dopravy jsou elektronická stavědla např. typu ESA, která se rozšiřují po celé železniční síti.

Všechny výše uvedená stavědla zjednodušují obsluhu a zrychlují stavění vlakových cest a také snižují rizika pochybení obsluhy.

2.3.1 Přestavníky

Přestavníky se používají k ústřednímu stavění výměn, převádějí otáčivý (případně přímočarý) pohyb motoru, táhla, řetězu na pohyb jazyků výměny. Podle původu síly pohánějící přestavník, dělíme přestavníky následovně:

- Mechanické – přestavované lidskou silou pomocí soustavy pák a táhel
- Elektromotorické – zdroj síly je elektromotor (stejnoseměrný, jednofázový, v dnešní době převážně 3fázový)
- Elektromagnetické – pohyb jazyku vyvolává jádro vtahované elektromagnetem
- Pneumatické – zdrojem síly je stlačený vzduch
- Hydraulické – přestavník pohání hydraulický píst
- Samovratné – pomocí pístu a pružin umožňují nedestruktivní rozřez

Dále můžeme rozlišovat přestavníky:

- Rozříznutelné – v případě rozřezu výměny umožňují pohyb jazyků. Dynamické účinky pohltí přídržná pružina, nedochází tak k poškození přestavníku.
- Nerozříznutelné – dynamické účinky od vozidla nejsou pohlceny, ale přenášeny dál, dochází tak k poškození výhybky, přestavníků nebo táhel.

Podle převodu přestavné síly na pohyb jazyků můžeme rozdělovat přestavníky:

- Pákové
- Kulisové
- S ozubeným soukolím [6]

⁵ Existují různé druhy výměnových zámeků (odtlačný, přídržný, kontrolní, stojanový) více na [8].

⁶ Zabezpečená výhybka podle [12] „ke výhybka, na jejíž správné poloze a uzavření (zapevňování) pro danou jízdní cestu je závislé rozsvícení návěsti dovolující jízdu na hlavním návěstidle (u zabezpečených posunových cest na seřadovacím návěstidle). Závislost hlavního návěstidla (u zabezpečených posunových cest seřadovacího návěstidla) zprostředkovávají technické prostředky uvedené v Tab. 1.“

V síti někdejších ČSD se používal mechanický kulisový přestavník, nazývaný pružinový (klepetáč), který je bezpečný i při přetržení táhla. Výrobce bylo ČKD. Mechanické přestavníky jsou často doplňovány o mechanický závorník, který zajišťuje výměny a také kontroluje jejich koncovou polohu. [6]

Mechanické přestavníky jsou dnes již spíše historickou záležitostí a jsou vytlačovány přestavníky elektromotorickými.

Elektromotorický přestavník, ač se může zdát, není úplnou novinkou. První přestavníky byly testovány již kolem roku 1891. V tehdejší Československu se poté vyráběly a nasazovaly elektromotorické přestavníky VES (výrobce zřejmě ČKD), které vycházely z prvních el. mot. přestavníků a staly se předobrazem současných přestavníků AŽD typu EP 600 a dalších odvozených typů. [6]

Tou dobou se ve světě vyskytují další typy přestavníků, přestavníky typu SPV sovětské výroby, přestavník firmy Signalbolaget, přestavník německé firmy WSSB a další. [6]

3 Elektromotorický přestavník EP 600

Obecně slouží elektromotorický přestavník k ústřednímu přestavování výměn nebo výkolejek pomocí elektrického proudu. K přestavení výměny nebo výkolejky dochází elektromotorem, u kterého se pomocí speciálního ozubeného převodu (ozubené kolo a ozubnice) mění otáčivý pohyb na posuvný pohyb přestavné tyče a následně výměny nebo výkolejky. [3]

Elektromotorický přestavník z principu nemůže být tuze spojen s ovládacím prvkem, není tedy možné určovat polohu přestavníku jen na základě polohy ovládacího prvku. Každý přestavník je tedy doplněn kontrolním zařízením, které elektrický hlásí dosažení koncové polohy a zároveň přestavník mechanicky zapevňuje v koncové poloze. [3]



Obr. 3 - přestavník EP 600 s výhybkou, VVCD Doubravice

3.1 Provozní vlastnosti přestavníku

Konstrukce přestavníku odpovídá normě ČSN 34 2600 (Dražní zařízení – Železniční zabezpečovací zařízení), mohou tedy být instalovány ve vnějším prostředí s vlhkostí pohybující se v rozmezí 10 až 100 % s teplotami od -25 do +35 °C. Přestavníky odolávají chvění a rázům běžně se vyskytující v železničním provozu. [13]

Svémi tvary a rozměry umožňuje montáž s ohledem na průjezdný průřez, vzájemné kombinace výhybek a konstrukce výhybek. [13]

Přestavník EP 600 splňuje požadavky pro zabezpečení výhybek stupně 4, viz Tab. 1.

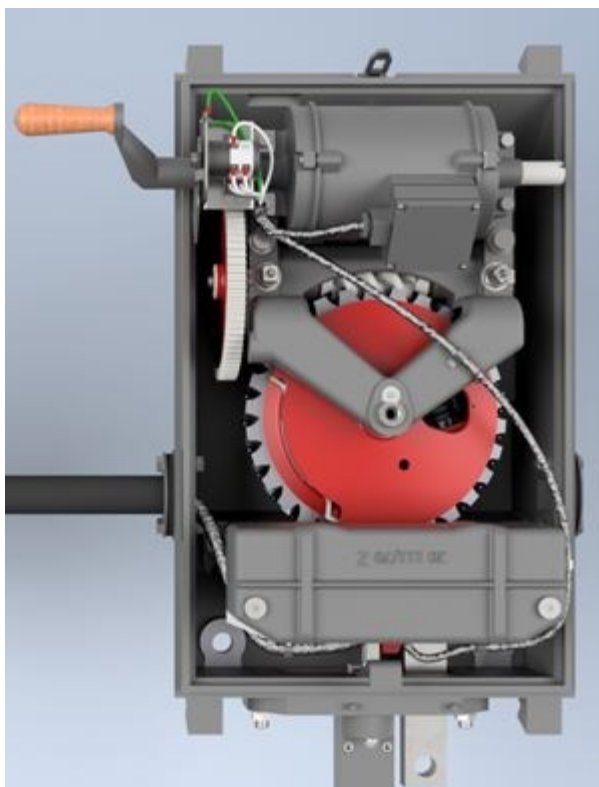
Skříň přestavníku je opatřena nátěrem podle PN AŽD 0620, tj. základní nátěr, dvakrát vrchní šedý nátěr s bezpečnostním žlutým pruhem rámuječím víko skříně. Skříň je uzamykatelná šroubovým pětihranným zámekem podle TPP-14-3002-63. Stupeň krytí přestavníku EP 600 je IP 43. [13]

Tab. 2 – Parametry přestavníku, [5]

Mechanické parametry		
Přestavná dráha	240	mm
Přestavná síla	300 ± 30	kp
Přidržná síla	400 ± 50	kp
Rozřezný odpor	700	kp
Přestavný čas	3	s
Rozměry	835 x 500 x 365	mm
Hmotnost	180	kg
Elektrické parametry		
Elektromotor	třífázový s kotvou nakrátko	
Napájecí napětí	3 x 400	V
Frekvence napětí	50	Hz
Otáčky	1440	n ⁻¹
Výkon	800	W

3.2 Popis částí přestavníku a jejich činnost

Elektromotorický přestavník je podle ON 36 5536 mechanické zařízení s elektrickým pohonem skládající se z několika ústrojí: přestavné, přidržné a přepínací. Přestavník je možné doplnit kontrolním a závorovacím ústrojím. [13]



Obr. 4 - pohled do přestavníku typu EP 600, 3D model, [2]

3.2.1 Přestavné ústrojí

Přestavné ústrojí vykoná hlavní pohyby přestavníku, působí přestavnou sílu, vykonává pohyb přestavné tyče a tím i připojeného vnějšího zařízení.

Přestavné ústrojí se skládá z:

- pevných částí
 - skříň přestavníku
 - konzola nesoucí motor a ozubená kola
 - vodící deska [13]
- pohyblivých částí
 - elektromotor
 - pastorek
 - ozubené kolo
 - šnek
 - šnekové kolo spojky
 - třecí spojka, přestavný kruh, pastorek
 - přestavná tyč
 - výtlačný kruh [13]

Litinová vana, plnicí ochranou a nosnou funkci, s plechovým víkem tvoří skříň přestavníku. Vnitřek vany je uzpůsoben pro montáž ústrojí, její přední část je osazena závrtnými šrouby pro montáž čelní desky pracující jako kluzné ložisko přestavné tyče, uložení a vedení kontrolních pravítek. [13]

Konzola nese trojfázový asynchronní motor upevněný čtyřmi šrouby M10, motor je osazen pastorkem s 16 zuby. Pastorek motoru zabírá do velkého ozubeného kola s 80 zuby (převodový poměr $i=5$). Velké ozubené kolo je na hřídeli se šnekem, tato hřídel je uložena v konzole pomocí kluzných ložisek a axiálně vystředěna bronzovými kluznými kroužky. Šnek poté zabírá do ozubeného kola spojky a pohání ji, tento šnekový převod s malým stoupáním má převodový poměr 1:15. Nad koly s čelním ozubením je ke konzole připevněn buď kryt převodu nebo klikový vypínač⁷ (záleží na orientaci přestavníku). [13]

Třecí spojka vložená mezi motorem – převody a přestavnou tyčí svou činností tyto prvky chrání. Při rozběhu svým postupným záběrem zajišťuje měkký rozběh motoru a při přestavování i doběhu chrání motor a převody před přetížením. [13]

Spojka se skládá z vnitřní plochy šnekového kola, třecího kruhu, talířových rozpínacích pružin s rozpínadly a přestavného kruhu s pastorkem, který zabírá do hřebenového převodu přestavné tyče. Na spojce je také umístěn výtlačný kruh manipulující s pákovým prepínacím ústrojí. (Činnost spojky bude popsána v kapitole 3.3.) Přenos sil je zajištěn pomocí rozpínadel a nálitků na přestavném kruhu. Stlačením rozpínacích pružin se nastavuje tvrdost spojky. [13]

⁷ Klikový vypínač slouží k přerušení přívodu proudu k motoru případně údržby a tím zvýšení její bezpečnosti. Klikový vypínač je také nutné vypnout při ručním přestavování přestavníku pomocí kliky dopravním pracovníkem, přestavník musí být uveden do základní polohy údržbářem.



Obr. 5 - 3D model přestavného ústrojí přestavníku EP 600, [2]

3.2.2 Přídržné ústrojí

Přídržné ústrojí plní funkci zajištění stabilní koncové polohy definovanou přídržnou silou. Ústrojí se skládá z přídržné pružiny. [13]

Uvnitř spojky je umístěna přídržná pružina, jejíž předepnutí určuje přídržnou sílu. Přídržná pružina vyvozením přídržné síly brání samovolnému přestavení výměny. Funkce přídržného ústrojí se projeví až když dojde k vytlačení kladky pákové přepínací sady na vnější plochu výtlačných talířů zpětným pohybem přestavné tyče. Při rozřezu výměny vozidlo konající rozřez překoná působení přídržné síly, a naopak pružina tyto dynamické účinky pohltí. U nerozřezných přestavníků bývá přídržná pružina nahrazena nerozřeznou deskou, která neumožňuje zpětný pohyb přestavné tyče. Při rozřezu výměny tak nutně dochází k poškození přestavníku. [13]



Obr. 6 - spojka přestavníku EP 600, 3D model, [2]

3.2.3 Přepínací a kontrolní ústrojí

Jedná se o 2 oddělená ústrojí, ale svou činností jsou velmi úzce spojena.

Jak bylo zmíněno na začátku kapitoly 3, elektromotorický přestavník není tuze spojen s řídicím prvkem, a tak musí být elektricky dohlížen. Přepínací ústrojí sloužilo pro přerušení elektrického proudu do elektromotoru po dosažení koncové polohy a po doplnění kontrolního ústrojí nyní tvoří svými přepínacími kontakty cestu pro elektrický proud kontrolních obvodů přestavníku. [13]

Přepínací ústrojí obsahuje:

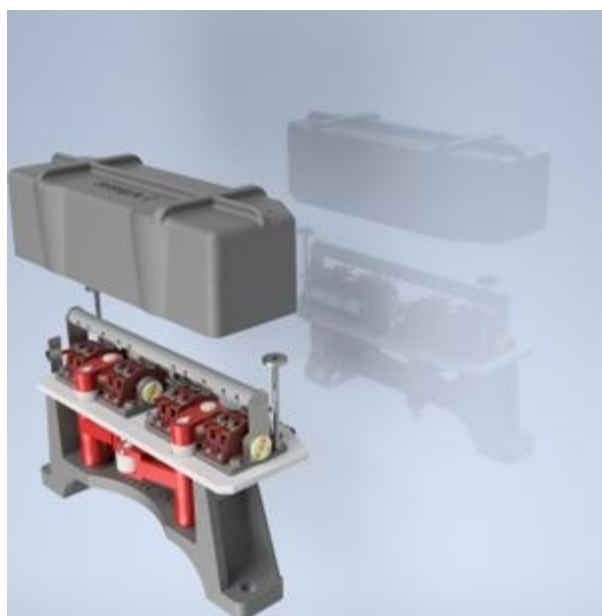
- pohyblivé kontakty
- pevné kontakty
- kladky a pákové přepínací sady
- tažnou pružinu
- URDO

Kontrolní ústrojí se skládá z:

- kontrolních klepet a táhel
- kontrolních pravítek [13]

Kladky pák přepínací sady vždy doléhají na obvod talířů spojky (jsou vytlačovány pružinou), při dosažení koncové polohy jedna z pák zapadá do výřezu spojkových talířů. Na pákové jsou pomocí táhel napojena kontrolní klepeta zapadající do kontrolních pravítek (každé připojeno k jednomu jazyku), když jsou jazyky ve správné poloze, zapadnou kontrolní klepeta. Při odtlačení zapadlého klepeta dochází k přerušení kontrolních obvodů, což vyvolá poruchu. [13]

URDO je bezpečnostní prvek a tvoří ho sériová kombinace diody a rezistoru. Jeho bezpečnost spočívá v tom, že napájecí napětí kontrolních obvodů je střídavé a jejich vyhodnocovacími prvky jsou relé typu NMŠ (viz kapitola 4.3), která při střídavém proudu nepřitáhnou. Neutrální relé přitáhnou pouze na stejnosměrný proud, který se vrací zpět od přestavníku po usměrnění prvkem URDO. Při poruše kabelu vedoucího k přestavníku, kdy by došlo k propojení přívodních a odchozích vodičů, tak nedojde k falešné indikaci.



Obr. 7 - 3D model přepínací sady přestavníku EP 600, [2]

3.3 Přestavování přestavníku

Po vydání povelu k přestavení výměny dochází přes sepnuté kontakty přepínací sady a sepnutý klikový vypínač k přivedení elektrického proudu na svorky elektromotoru, který se roztočí. Vzniklý moment se pomocí pera předá na ozubený pastorek, ten působí na velké ozubené kolo, které pomocí pera roztočí hřídel se šnekovým převodem. Šnekové kolo se začne točit, a protože na jeho vnitřní plochy doléhá třecí prstenec spojky roztažené rozpínadly, ta se tím také uvedou v pohyb. Rozpínadla pootočí výtlačným prstencem, který je na ně nasazen téměř bez vůle. Při vytlačení kladky přepínacího ústrojí na obvod vodící desky dochází k přepnutí kontaktů přepínacího ústrojí a dále k vyklesnutí kontrolního klepeta z pravítek. Právítka a také jazyky se nyní mohou volně pohybovat. Do tohoto okamžiku se jednalo o jalový pohyb, neboť nedošlo k pohybu přestavné tyče. Díky tomuto jalovému pohybu má motor měkký rozběh. Přestavná tyč se začne lineárně pohybovat až poté, co rozpínadla narazí na nálitky na přestavném kruhu, čímž se roztočí a s ním i (díky 4 střižným čepům) pastorek zabírající do přestavné tyče. Po uběhnutí přestavné dráhy vykoná sestava spojky téměř celou otáčku a dojde do koncové polohy. Pokud jsou jazyky ve správné poloze, umožní kontrolní právítka zaklesnutí kontrolního klepeta, zapadnutí kladky přepínacího ústrojí do výřezu vodící desky spojky a tím i přepnutí kontaktů přepínacího ústrojí. Pro zamezení přetočení spojky kolem dokola vlivem setrvačných sil motoru, výhybky nebo při poruše je pod spojkou umístěn dorazový čep, který umožňuje otočení spojky pouze o definovaný úhel. [13]

4 Relé v zabezpečovací technice

Relé v zabezpečovací technice se v jednoduchých aplikacích začalo objevovat již u elektromechanických zabezpečovacích zařízení (např. hradlové relé, aplikace na izolované kolejnici). Prvního nasazení reléového zabezpečovacího zařízení v pravém slova smyslu se tuzemské železnice dočkaly až roku 1950, kdy bylo spuštěno RZZ od švédské firmy Ericsson v Chrastí u Chrudimi, kde bylo v provozu až do roku 2005. Tehdejší politická situace v Československu nahrála dodávkám ZZ z tehdejšího Sovětské svazu, které začaly roku 1953 (staniční RZZ, autoblok, PZZ). Všechny tyto systémy pracovaly převážně s klasickými relé pro zabezpečovací techniku, která byla velmi rozměrná, ukládala se do polic a jejich výměna si žádala odpojení všech vodičů. Z tohoto se počátkem 70. let vyvinulo první tuzemské reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 (staniční RZZ AŽD 71, PZS AŽD 71, autoblok AB3-74). RZZ typu AŽD 71 bylo velmi úspěšné a v různých modifikacích nasazováno až do 90. let, kdy jej vytlačila elektronická stavědla. Zařízení typu AŽD 71 funguje v mnoha stanicích dodnes. Jeho výhodou byla jednodušší údržba, neboť pracoval s malorozměrovými relé, případně s reléovými bloky v reléových stojanech. [10]



Obr. 8 - klasické relé typu NR 1-100

4.1 Požadavky na relé v zabezpečovací technice

V zabezpečovací technice na železnici se používají primárně dvě skupiny relé. Relé skupiny N (dříve relé 1. bezpečnostní třídy), která jsou sama o sobě bezpečnější než relé skupiny C (dříve relé 2. bezpečnostní třídy) která pro svoji bezpečnou činnost potřebují kontrolní obvod. [9]

Vlastnosti relé skupiny N

- Gravitační odpad kotvy
- Spoluchod kontaktů
- Nesvařitelnost pracovních kontaktů

Vlastnosti relé skupiny C

- Spoluchod kontaktů [9]

4.2 Klasická relé

Jelikož jsou klasická relé již dávno překonána, bude se jim tato kapitola věnovat jen okrajově. Základní skupiny relé:

- Relé na stejnosměrný proud:
 - NR⁸ – neutrální elektromagnetické relé na stejnosměrný proud
 - NPR – neutrální stavěcí elektromagnetická relé (zesílené kontakty)
 - KR – kombinovaná elektromagnetická relé na stejnosměrný proud s neutrálním a polarizovaným systémem
 - KSR – kombinovaná elektromagnetická relé na stejnosměrný proud s neutrálním, polarizovaným a přidržným systémem
 - KPR – kombinovaná stavěcí elektromagnetická relé na stejnosměrný proud s neutrálním a polarizovaným systémem (zesílené kontakty)
 - UKDR – rychle působící elektromagnetické relé na stejnosměrný proud
 - NTR – neutrální elektromagnetické relé na stejnosměrný proud s termickým spínačem [7]
- Relé na střídavý proud:
 - AR – dvoudoteková elektromagnetická relé na střídavý proud
 - OR – dvoudoteková elektromagnetická relé na střídavý proud
 - DSR – indukční dvoufázové relé, 2 napájecí fázové posunuté střídavé soustavy [7]
- Relé na stejnosměrný i střídavý proud:
 - UNR – univerzální elektromagnetické relé
 - MTR – tepelné relé [7]

Relé na stejnosměrný proud se dělí:

- relé neutrální
- relé polarizovaná – relé neutrální doplněno usměrňovačem [7]

Dělení klasických relé podle činnosti:

- Elektromagnetická relé – pracující na principu přitahování kotvy relé magnetickou silou, kterou generují cívky elektromagnetu, jimiž protéká elektrický proud. (NR, NPR, KSR, KPR, UKDR, AR, OR, NVR, UNR)
- Indukční relé – skupina relé na střídavý proud. Fungují na základě vzájemného působení proudu buzeného v kotouči pomocným střídavým magnetickým obvodem a střídavým magnetickým tokem. (DSR)

⁸ Čísla za písmenným označením relé upřesňují typ relé, tedy počet kontaktů a odpor cívek vinutí. Např. NR 1-1000 = 6dotekové neutrální relé s odporem cívek 1000 Ω při jejich sériovém spojení. [7]

- Tepelná relé – pracuje na základě ohýbání bimetalového pásku působením tepla, které vzniká průchodem proudu topným vinutím. (MTR)[7]

4.3 Malorozměrová relé

Tato relé se stále hojně využívají v železniční dopravě i v elektronických stavědlech.

Hlavní výhody malorozměrových relé v porovnání s klasickými relé jsou:

- Nižší hmotnost relé a s tím spojená úspora materiálu.
- Menší rozměry relé, možnost jejich instalace do rámců a tím zapříčiněná úspora plochy reléových místností.
- Instalace relé v nožových zástrčkách, což vede k rychlejší a jednodušší výměně.
- Zjednodušení konstrukce, což znamená menší náročnost výroby, montáže a seřizování. [7]



Obr. 9 - malorozměrové relé zástrčkové typu NMŠ 1-2000

Označení⁹ malorozměrových relé:

- NMŠ – neutrální malorozměrové zástrčkové
- NM – neutrální malorozměrové (nezástrčkové, aplikace v reléových blocích)
- NMPŠ – neutrální malorozměrové zástrčkové se zesílenými pracovními kontakty
- NMŠM – neutrální malorozměrové zástrčkové zpomaleně pracující
- OMŠ – univerzální malorozměrové zástrčkové (NMŠ doplněné usměrňovačem) [7]

4.3.1 Konstrukce relé NMŠ

Relé NMŠ popisuje [7] následovně: „Činnost relé je založena na elektromagnetickém systému, který vytváří tažnou sílu. Této síly je využito k přitahu kotvy, která ovládá kontakty. Konstrukčně jsou tato relé provedena tak, že k základní desce je maticí připevněno jádro a jeho elektromagnetu. Na jádru jsou nasunuty dvě cívky propojené podle typu relé buď do série nebo paralelně nebo pracují odděleně. Vinutí cívek normálně pracujících relé je navinuto na bakelitových kostrách. U některých typů relé se zpožděným odpadem kotvy je vinutí navinuto na měděných kostrách, případně jedna

⁹ Číslice za označením relé udávají počet kontaktů. 1 = 8 přepínacích kontaktů, 2 = 4 přepínací kontakty, 3 = 2 přepínací kontakty a 2 zapínací kontakty, 4 = 4 přepínací a 4 zapínací kontakty. Číslo za pomlčkou v označení relé udává sériový odpor cívky/cívek. Např. NMŠ 1-2000 = relé s odporem cívek 2000 Ω při jejich sériovém spojení a osmi přepínacími kontakty. [7]

cívka je nahrazena silnou měděnou trubkou tvořící závit nakrátko. Vývody cívek jsou připojeny k nožovým kontaktům zástrčky. Kotva relé je spojena se základnou závaží a je zavěšena na břítu jha, na kterém je zajištěna zvláštním drátkem. Proti pólovému nástavci je na kotvě umístěn bronzový nýt, zabraňující přilepení kotvy následkem zbytkového magnetismu. Ke jhu je přišroubována základna kontaktů se 4 vodícími kolíky, nesoucí systém kontaktů, který je různý podle typu relé.

Každá přepínací trojice má zapínací kontakt uhlíkový (horní), rozpínací kontakt stříbrný (spodní) a pohyblivou kontaktní pružinu zakončenou stříbrným kontaktem.

Kontaktní systém je ovládán kotvou pomocí izolačních žebříčků. Přístupnými částmi relé jsou pouze kontaktní nože. Jinak celý mechanismus je chráněn proti prachu a mechanickému poškození průhledným krytem, jímž je možné pozorovat kontaktní systém. Kryt je utěsněn korkovým těsněním a jeho připevňovací šrouby jsou zapečetěny.

Magnetický systém, tj. jádro, kotva a jho jsou vyrobeny:

- a) jádro z transformátorové oceli s koercitivní silou maximálně 1,3 oerstedu,
- b) jho a kotva z Arema oceli s koercitivní silou maximálně 1 oersted.“

4.3.2 Zásuvky malorozměrových relé

Zásuvka – patice malorozměrových relé se skládá ze základové desky a krytu, jenž jsou vyrobeny z bakelitu a jsou spolu spojeny zaplombovanými šrouby. Na zásuvce je ve 4 sloupcích 28 otvorů s kontaktními pružinami pro nožové kontakty relé, na zadní straně patice vyčnívají jejich pájecí kontakty. V zásuvce je nalisováno pouzdro se závitem pro vtahovací – upevňovací šroub, zásuvka dále obsahuje 2 otvory pro vodící trny. Patice se k reléovým stojanům připevňuje pomocí čtyř šroubů M4 s maticemi. Číslování kontaktů na patici odpovídá číslování kontaktů relé. [7]

4.4 Reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71

Tato kapitola se věnuje, vzhledem k zaměření této práce a vzhledem k jejímu finálnímu řešení, obecným informacím o reléovém staničním zabezpečovacím zařízení typu AŽD 71 a dále obsluze výhybek, přestavníků a stavění výměn tímto typem zabezpečovacího zařízení.

Základní charakteristické vlastnosti reléového staničního zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 podle [5] jsou: „Reléové staniční zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 je v blokovém provedení s výměnami přestavovanými skupinově, u něhož jsou všechny závislosti uskutečněné elektricky. Používá světelných návěstidel a pro kontrolu volnosti kolejí a výhybkových úseků kolejových obvodů.

Návěstidla a ústředně stavěné výměny a výkolejky s elektromotorickými přestavníky se ovládají z jednoho stavědla. V případě nutnosti, vyžadují-li to místní provozní poměry vzhledem k rozsahu kolejiště, může být stavědel i více. Při velkém místním posunu lze výměny stavět z místních stavědel, umístěných přímo v kolejišti.

Jízdní cesty se stavějí postupným stlačením počátečního a koncového tlačítka. Tímto tzv. dvoutlačítkovým způsobem se postaví základní cesta. Má-li být postavena variantní cesta, je nutné po stisknutí počátečního tlačítka stisknout ta variantní tlačítka, která určují zamýšlenou cestu. Jako poslední se tlačí koncové tlačítko. Jsou-li splněny podmínky pro určenou jízdní cestu, rozsvítí se na příslušných návěstidlech návěst dovolující jízdu.

Zrušení závěru jízdní cesty po projetí vozidlem nastává automaticky, a to postupně, jak vozidlo, obsazuje a uvolňuje jednotlivé izolované úseky. Po zrušení závěru zůstanou výměny v té poloze, ve které byly při jízdní cestě.

Při vlakové cestě se na příslušném návěstidle změní návěst dovolující jízdu na návěst zakazující jízdu, jakmile první soukolí čela vlaku obsadí izolovaný úsek za návěstidlem. Při posunové cestě se na návěstidle mění návěst dovolující jízdu na návěst zakazující jízdu, jakmile posunující uvolní izolovaný úsek ve směru jízdy před návěstidlem.

V reléovém zabezpečovacím zařízení AŽD 71 se používá celkem 12 typů normalizovaných bloků, [viz Tab. 3].

Relé umístěná v blocích jsou malorozměrová různých typů a přizpůsobena pro připojení vodičů letováním. Pro volnou vazbu, při které nejsou relé umístěna v blocích, používá se konstrukčně shodných malorozměrových relé, opatřených místo letovacích špiček zástrčkovými noži.

Bloky reléového zabezpečovacího zařízení, relé volné vazby a ostatní prvky se umísťují na univerzální reléové stojany, které se montují do stojanových řad.“

Tab. 3 - typy reléových bloků [5]

Označení bloku	Funkční určení bloku
H	Závislostní blok hl. návěstidla
W	Doplňkový blok vjezdového návěstidla
Q	Doplňkový blok odjezdového návěstidla
R	Rychlostní blok
A	Blok seřaďovacího návěstidla mezi výhybkami
B	Blok seřaďovacího návěstidla bezvýhybkového úseku
C	Blok seřaďovacího návěstidla v kusé koleji
M	Blok bezvýhybkového izolovaného úseku
S	Blok výhybkového izolovaného úseku
K	Blok dopravní koleje
D	Dvojitý výhybkový blok
V	Blok třífázového výměnového přestavníku

Reléové staniční zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 se dělí na vnější zařízení, umístěné v kolejišti, tj. světelná návěstidla, elektromotorické přestavníky, elektromagnetické zámky, kolejové obvody, pomocná stavědla atd., a na zařízení vnitřní, umístěná na řídicím pracovišti, v reléové místnosti apod. Mezi vnitřní zařízení patří ovládací pult, reléové stojany a bloky, relé, baterie atd. [5]

4.4.1 Stavění výměn a jejich indikace

U reléového staničního zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 jde výměny přestavovat jednotlivě pomocí radičů výměn¹⁰, nebo automaticky (radič výměny ve střední poloze). K jejich přestavování dochází pouze pokud jsou izolované úseky výměn volné a v bezporuchovém stavu. Stavění výměny při obsazení jejího izolovaného úseku je možné po stisknutí zaplombovaného tlačítka pro nouzové přestavování výměn (při poruše kolejového obvodu apod.). Přestavování a polohy výměn jsou na řídicím stole indikovány dvěma způsoby: nad výměnovým radičem a v reliéfu kolejiště. [5]

¹⁰ Radič výměn je dvupolohový nebo třípolohový, v případě možnosti automatického stavění výměn, přepínač sloužící ke stavění výměn. Stavění výměn jednotlivě pomocí radičů je nadřazeno automatickému stavění. Radič vlevo – poloha +, radič vpravo – poloha -, střední poloha – automatické stavění.

Význam průsvitek:

- zhaslé průsvitky v celém izolovaném úseku – základní stav zařízení
- klidné bílé světlo – izolovaný úsek je pod závěrem a volný
- kmitavé bílé světlo – nouzové rušení závěru izolovaného úseku
- klidné červené světlo – izolovaný úsek je v poruše nebo obsazen vozidly
- kmitavé červené světlo – rozřez výměny

Význam žárovek u výměnového řadiče:

- zelená – poloha +
- žlutá – poloha -
- červená – ztráta dohledu výměny, při přestavování, poruše či rozřezu [5]



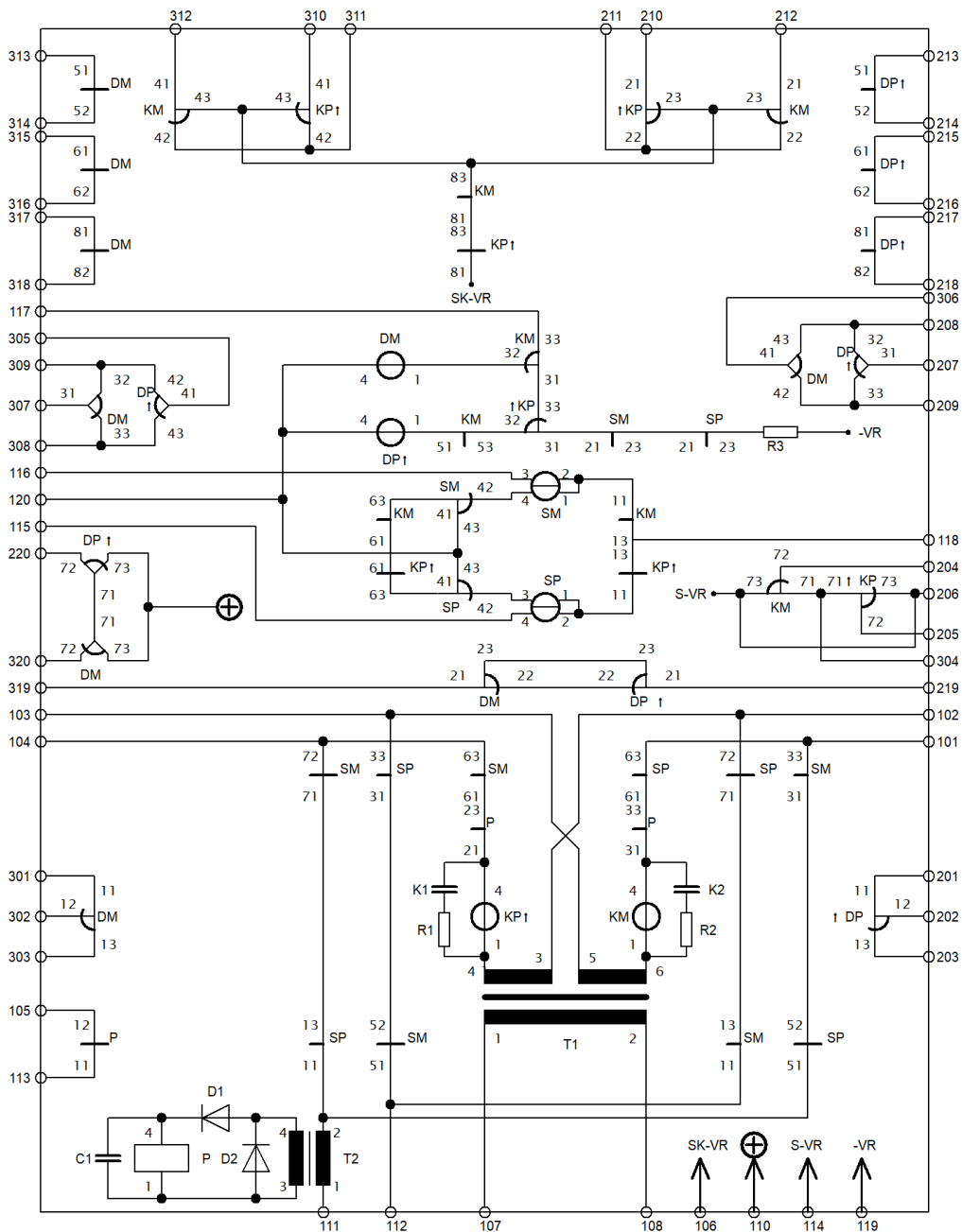
Obr. 10 - výhybkový řadič, dopravní sál DFJP

Automatické stavění výměn při tlačítkové volbě probíhá přes kontakty výměnového ovládacího relé, která svými kontakty uzavírají stavěcí obvody příslušných výměn (VOM, VOP). Vinutí těchto relé jsou napojena na cestová tlačítka podle dopravního programu v dané stanici. [5]

U reléového staničního zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 se pro obsluhu přestavníků s 3fázovým motorem 3 x 400 V a přestavnou dráhou 240 mm používá reléového bloku V, který obsahuje stavěcí a dohledové reléové obvody. Ten je ovládán 24 V = a dohledový obvod je napájen 230 V ~. Jeho činnost je popsána v kapitole 5.1.5. [5]

Reléový blok V obsahuje:

- Rezistory: 2 x 470 Ω , 1 x 6,8 Ω
- Kondenzátory: 2 x 250 μF , 1 x 4 μF
- Transformátory: PTR, DTR
- Diody: 1 x KY 710, 1 x KY 701
- Pomocné relé: RP 92 (reálně NMP1-2000)
- Relé: 6 x NM-2000 (reálně 4 x NM1-2000, 2 x NMP1-2000) [5]



Obr. 11 - zapojení reléového bloku V, [5] překresleno

5 Ovládací jednotka

Při tvorbě návrhu ovládací jednotky jsem si postupně stanovil několik bodů, které se budou moci na zařízení ukazovat a zkoušet:

- Funkce a části výhybky
- Činnost a funkce hákového závěru
- Činnost, funkce a konstrukce elektromotorického přestavníku
- Přestavování výměny
- Západková zkouška
- Nouzové stavění výměny
- Simulace rozřezu výměny
- Porucha ztrátou dohledu
- Zkoumaní závislostí mezi přestavnou silou, přestavným proudem a stavem kluzných ploch výhybky

Pro realizaci modulu se naskytlo několik způsobů řešení. Výsledné řešení ale musí být přiměřeně náročné pro realizaci, atraktivní pro studenty, jednoduché na obsluhu i manipulaci a zejména odolné proti poškození a přírodním vlivům při výuce, neboť zařízení bude pracovat venku.

Jednotlivá řešení:

- **EIP panely** – objektové kontroléry. Jedná se o moderní řešení ovládaní nejen přestavníků, hojně se vyskytující na tuzemské železnici. Toto řešení by mohlo být poměrně kompaktní, ale málo atraktivní. Vyžadovalo by si zřejmě nějakou dobu zadávacího a technologického počítače, což by neslo riziko nízké odolnosti. Největší slabinou tohoto řešení je v podstatě nedostupná hlubší dokumentace a nízká pravděpodobnost získání potřebného materiálu.
- **Relé** – toto řešení vychází ze staničního reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71. Reléové systémy na tuzemské železnici již spíše dožívají, ale stále se jedná o dobrý učební příklad. Neustále přitahující a opadající relé mohou být atraktivní pro studenty, jednoduše pochopitelná, avšak prostorově náročná, zvláště když by se uvažovala relé typu N. Dokumenty a součástky k tomuto provedení jsou velmi dobře dostupné.
- **Stykače a relé** – toto provedení se používalo na prvních elektronických stavědlech AŽD typu ESA 11. Jedná se vcelku o kompaktní a jednoduché řešení ovládaní přestavníků. Komplikace je v tom, že toto řešení používá pan Ing. Jan Ouředníček, Ph. D. na svém panelu pro ovládaní přestavníku, který byl umístěn v laboratoři zab. zař. V rámci této práce je vhodné vytvořit něco jiného, a tak jsem tento způsob vůbec neuvažoval.
- **Mikrokontroler** – existuje teoretická možnost vytvoření programu mikrokontroleru, který by svými I/O perifériemi přestavník ovládal. Jedná se zřejmě o nejmenší řešení, ale byly by zapotřebí výkonové spínací prvky připojené na periférie. Na rozdíl od výše zmíněných řešení se toto řešení na železnici nevyskytuje, nebyla by to teda vhodná pomůcka pro výuku předmětů týkajících se zab. zař.

Vyskytuje se určitě spousta dalších možností, ale ty jsem již neuvažoval, např. realizace pomocí objektových kontrolérů Sirius do firmy Starmon s. r. o.

5.1 Skutečná realizace

Pro realizace této práce jsem se rozhodl pro řešení na základě relé a vycházím z principů reléového bloku V (pro obsluhu jednoduchých výhybek) staničního reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71.

Při tvorbě došlo k několika zásadním zvrátům v myšlené podobě ovládací jednotky. První vize měly minimalistickou podobu, ale postupně jsem došel k poměrně velkému a odolnému řešení.

Nejdříve se jednalo o kovovou skříň, v níž by se nacházela všechna relé skupiny N a další vybavení. Na její horní ploše měl být panel pro ovládání. Rozměry této skříně měly být minimálně 500 x 400 x 300 (Š x V x H). Ke skříně by bylo zapotřebí dodělat stojan.

Poté došlo k přepracování na relé skupiny C. Skříň se zmenšila jen málo, na rozměry minimálně 400 x 300 x 200 (Š x V x H), protože tato relé jsou sice menší, ale mají polovinu přepínacích kontaktů, což je nutno nahradit větším počtem relé. Jinak byla koncepce stejná, jako u předešlého.

Finální realizace po myšlence pana Ing. Petra Sýkory: „*je to učební pomůcka, tak to udělejme pořádně se vším všudy*“ má podobu téměř realistickou, jako z provozu. Tj. přestavňák upevněný kloubovou upevňovací sadou, kabely z přestavňáku vyvedeny hadicemi na svorkovnici v kabelovém závěru, reléový stojan s V blokem ve volné vazbě na straně jedné a na straně druhé ovládací panel.

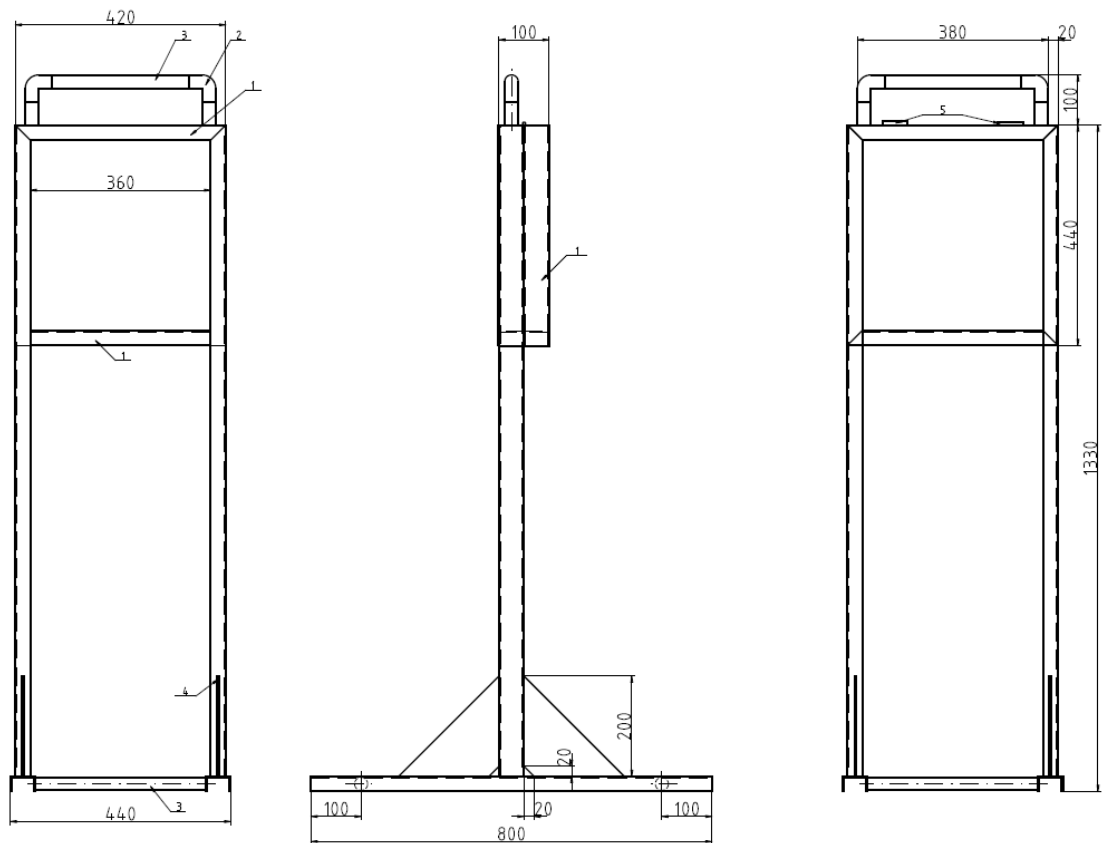
Reléový blok ve volné vazbě znamená samostatná malorozměrová relé s paticemi vedle sebe, bez zapouzdření v bloku. Bylo nutné vytvořit všechny propojení. V tomto případě je použito 5 ks relé NMŠ 1-2000 a 3 ks relé NMPŠ 1-2000.



Obr. 12 - ovládací jednotka s připojeným přestavňákem, VVCD Doubravice

5.1.1 Stojan

Stojan je svařen z ocelových profilů. V jeho horní části se nachází nahoru otevíratelná schrána. Její pevnou stěnu tvoří reléový panel a výklopnou stěnu tvoří ovládací panel ovládací jednotky. Schrána je zajištěna proti bočnímu posunu vertikálně navařenými pásovinami a je uzavíratelná 2 šrouby M6 na její spodní straně. Snazší transport ovládací jednotky je zajištěn pomocí madla na horní straně a také trubkami na straně spodní, které zároveň tvoří výztuhu stojanu.



Obr. 13 - výrobní výkres stojanu ovládací jednotky

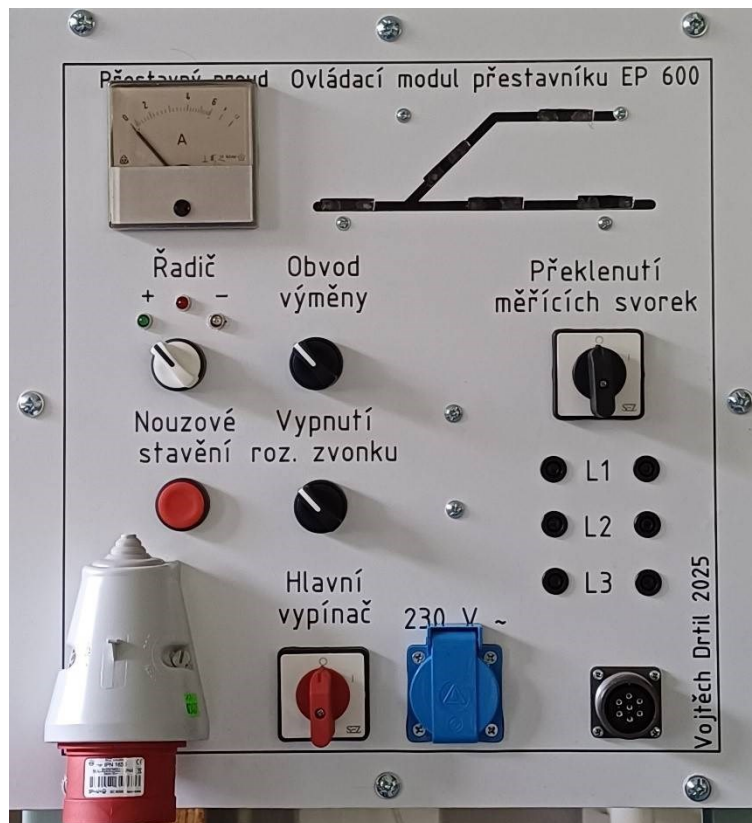
Veškerá elektroinstalace a další materiál potřebný pro činnost ovládací jednotky se nachází v útroběch stojanu. Veškeré neživé části stojanu jsou pospojovány a uzemněny. Při tvorbě jsem se snažil dosáhnout co nejvyššího krytí, a tím co nejvyšší bezpečnosti pro obsluhu. Při běžné obsluze ovládací jednotky je zamezeno kontaktu s živými částmi.

Stojan je opatřen 2 vrstvami základního nátěru a vrchního šedého nátěru.

5.1.2 Ovládací panel

Základ ovládacího panelu je hliníkový plech o rozměrech 410 x 430 s potřebnými otvory. Panel je opatřen velkoformátovou nálepkou s popiskami jednotlivých prvků a s reliéfem kolejiště.

Panel je opatřen ovládacími a indikačními prvky, přívodkou a konektorem k přestavníku, potažmo ke kabelovému závěru.



Obr. 14 - ovládací panel ovládací jednotky

Jednotlivé prvky:

- **Přívodka** – přívod napětí 3 x 400 V ~ do ovládací jednotky.
- **Hlavní vypínač** – přerušení přívodu proudu z přívodky do ovládací jednotky.
- **Zásuvka** – pracovní zásuvka na napětí 230 V ~ pro pracovní a měřící přístroje, chráněna proudovým chráničem.
- **Konektor k přestavníku** – zásuvka konektoru pro propojovací kabel mezi stojanem a kabelovým závěrem, potažmo přestavníkem.
- **Měřící svorky** – zajišťují možnost měření přestavného proudu jednotlivými fázemi sofistikovanějším měřícím zařízením, než je vestavěný ampérmetr, který měří proud pouze jednou fází.
- **Vypínač „Překlenutí měřících svorek“** – s instalací měřících svorek vznikla potřeba montáže vypínače, který je v případě neměření překlenuje a v případě měření přerušuje obvod a umožní měření.
- **Tlačítko „Nouzové stavění“** – slouží k přestavení výměny v případě obsazení výhybkového kolejevého obvodu. V reálném provozu se jedná o povinně dokumentovaný úkon, tlačítko by tak mělo být zaplombované a doplněno počítadlem stisknutí, viz Obr. 15.



Obr. 15 - příklad tlačítka nouzového stavění výměn, dopravní sál DFJP

- **Přepínač „Vypnutí roz. zvonku“** – umožňuje vypnutí signalizace rozřezu výměny v případě jeho simulace.
- **Přepínač „Obvod výměny“** – slouží k obsazení/uvolnění fiktivního výhybkového kolejového obvodu.
- **Přepínač „Řadič“** – přeložením řadiče dochází k přestavení výměny. Řadič je doplněn o 3 kontrolní LED. Zelená signalizuje polohu +, žlutá polohu – a červená svítí v případě ztráty dohledového obvodu a při přestavování výměny.
- **Ampérmetr přestavného proudu** – měří přestavný proud jedné fáze.
- **Reliéf kolejiště** – zobrazuje aktuální polohu výhybky a stav jejího kolejového obvodu. Bílými diodami je znázorněna poloha výhybky v případě volnosti jejího kolejového obvodu. Červenými diodami je znázorněna poloha výhybky v případě obsazeného kolejového obvodu, v případě rozřezu výměny nebo při ztrátě dohledu kontrolky zhasnou a zůstane svítit pouze první průsvitka. Její barva závisí na stavu výhybkového kolejového obvodu.

5.1.3 Reléový panel

Reléový panel tvoří pevnou stěnu schrány stojanu. Jedná se o hliníkový plech se stejnými rozměry, jako panel ovládací. V horní části reléového panelu je z vnější strany ve dvou řadách přišroubováno 8 reléových patič malorozměrových relé. Pod těmito patičkami jsou vypilovány obdélníkové otvory pro pájecí očka patič. Z vnitřní strany plechu v úrovni patič jsou namontovány 2 L profily sloužící pro vyvázání propojovacích vodičů, profily plech zároveň vyztužují.

Dále se na panelu nachází jističové pole, které je do panelu nasunuto zevnitř. V jističovém poli se nachází motorová ochrana, proudový chránič pro pracovní zásuvku, AC/DC zdroj pro 24 V = ovládací napětí a dvoupólový jistič ovládacího obvodu. Ve zbylém místě jsou na vnitřní straně panelu umístěny transformátory PTR a DTR, dále pak pájecí hřeben pro instalaci drobných elektrotechnických součástí (diody, kondenzátory a rezistory).

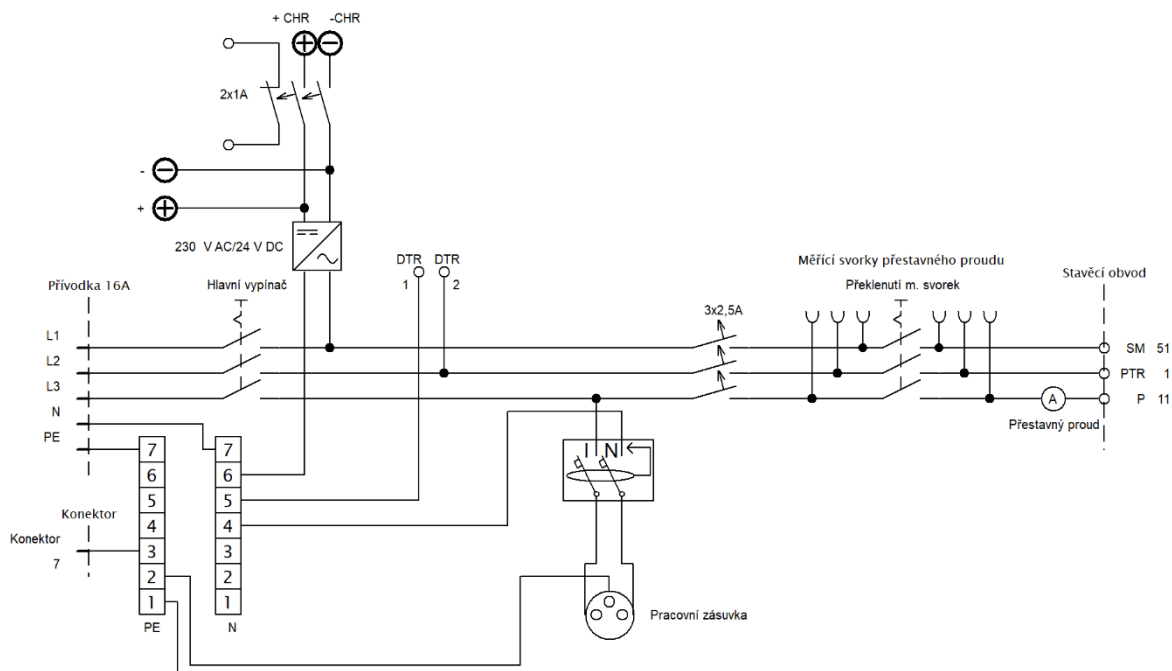


Obr. 16 - osazený reléový panel s jističi

5.1.4 Elektrické zapojení

Napájecí obvod

Elektrické zapojení napájecích silových obvodů je znázorněno na Obr. 17.



Obr. 17 - napájecí obvod

Napětí 3 x 400 V ~ je do stojanu přivedeno 5 pólovou přívodkou se jmenovitým proudem 16 A. Z přívodky pokračují vodiče N a PE na své svorkovnice a fázové vodiče pokračují na vačkový

vypínač HLAVNÍ VYPÍNAČ. Jeho vypnutím dojde k přerušení přívodu proudu ke všem částem ve stojanu a není zapotřebí neustále vytahovat přívodní kabel z přívodky.

Na fázový vodič je přes proudový chránič připojena pracovní zásuvka, na další fázi je připojen zdroj 24 V = a na třetí fázi je připojen transformátor DTR. Při zapojování jsem se snažil o rovnoměrné zatížení fází.

Fázové vodiče pak procházejí motorovou ochranou a přichází na vačkový vypínač PŘEKLENUTÍ MĚŘÍCÍCH SVOREK, odtud vodiče pokračují na měřící svorky. Vypínač přerušuje obvod a umožňuje připojení externího sofistikovanějšího ampérmetru na měřící svorky. Za měřícími svorkami je na jedné fázi připojen elektromagnetický ampérmetr s rozsahem do 6/12 A. Dále fázové vodiče pokračují do reléového jádra ovládací jednotky, na svorku 11 relé P, na svorku 51 relé SM a na svorku 1 transformátoru PTR.

Vývody stejnosměrného napětí ze zdroje se dělí na 2 části. Jedna část není jištěna a napájí důležité části, které jsou potřeba v činnosti (rozřezný zvonek, osvětlení reliéfu, obsazování fiktivního výhybkového kolejevého obvodu) i po simulaci rozřezu výměny, kdy dochází k vybavení jističe 2 x 1 A. Ve schématu značeno + a -. Druhá část napájí ovládaní stavění výměny a dohledová a stavěcí relé, ve schématu označeno jako +CHR a -CHR. Při rozřezu dochází k vybavení jističe 2 x 1 A, ovládací prvky jsou bez napětí a výměna nejde přestavit. Jistič 2 x 1 A je doplněn o pomocný kontakt pro zjednodušení obsluhy zvonku.

Stavěcí obvod

Zapojení stavěcího obvodu přestavníku je znázorněno na Obr. 19 pomocí elektrotechnických značek. Toto schéma nakresleno pomocí značek odpovídajících [1] je součástí příloh. Toto zapojení vychází ze schémat zapojení jednoduché výhybky podle [11], potažmo schématu zapojení bloku V pro jednoduché výhybky podle [5]. Tyto výkresy jsou také součástí příloh.

Úlohou tohoto obvodu je připojení fázových vodičů ve správném pořadí k přestavníku a přes přestavník uzavření kontrolního obvodu výměny. Detailní popis činnosti tohoto obvodu je v kapitole 5.1.5 Popis činnosti při přestavování.

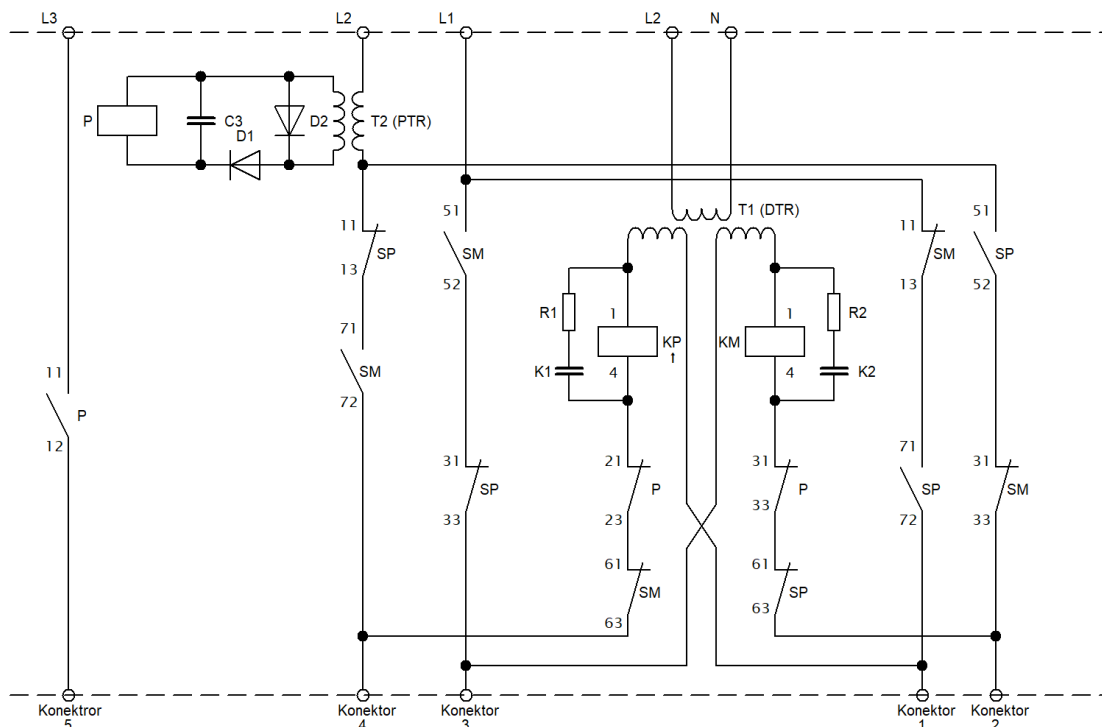
Na svorky L1 až L3 jsou připojeny fázové vodiče, na svorce N je zpětný vodič od transformátoru DTR, který má 2 sekundární vinutí. Na svorky Konektor 1 až Konektor 5 jsou připojeny odchozí vodiče do konektoru. Transformátor napájí kontrolní obvody přibližně 70 V ~. Sériová kombinace RC slouží k vyhlazení napětí, a tím k zabránění odpadů relé, protože kontrolní obvod se uzavírá v přestavníku, kde dochází na sériové kombinaci rezistoru a diody k usměrnění napětí (popis funkce prvku URDO, viz 3.2.3).

Konektor na panelu

1	SP 72, DTR 3
2	SP 63, SM 33
3	SP 33, DTR 5
4	SM 72, SM 63
5	P 12
6	Nevyužito
7	PE

Obr. 18 - využití pinů konektoru na panelu

Pomocné relé P přitáhne, když dvěma fázemi protéká proud, proud protéká také transformátorem PTR, kdy po usměrnění může relé přitáhnout. Dioda D2 slouží jako nulová dioda a kondenzátor vyhlazuje napětí a zabraňuje nechtěným odpadům relé. Relé P připojuje k motoru 3. fázi a přerušuje kontrolní obvody při přestavování.



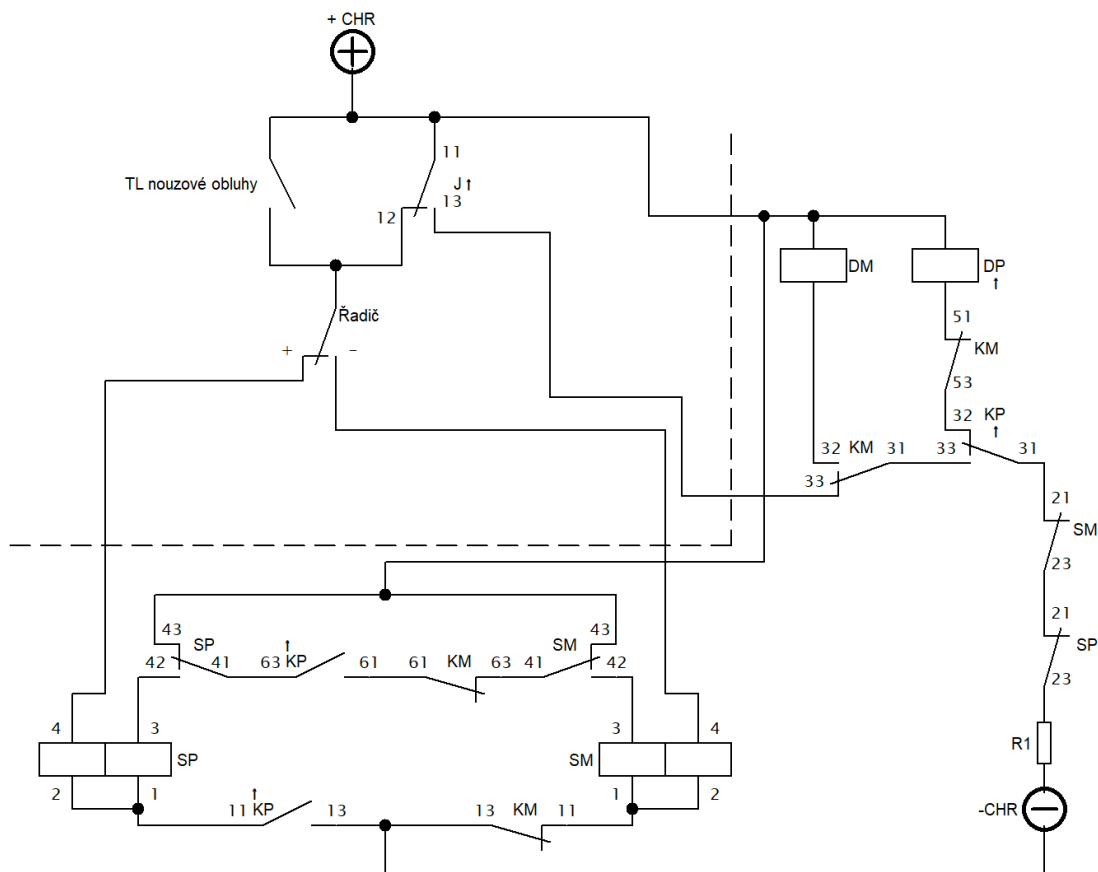
Obr. 19 - stavčí obvod, [11] upraveno, překresleno

Dohledový obvod

Zapojení dohlížecího obvodu přestavníku je znázorněno na Obr. 20 pomocí elektrotechnických značek. Toto schéma nakresleno pomocí značek odpovídajících [1] je součástí příloh. Toto zapojení vychází ze schémat zapojení jednoduché výhybky podle [11], potažmo schématu zapojení bloku V pro jednoduché výhybky podle [5]. Pro řešení této práce jsem tento obvod zjednodušil tak, že jsem vynechal závěrové relé Z, výměnová ovládací relé VOM a VOP apod. Tyto výkresy také jsou součástí příloh.

Úlohou tohoto obvodu je zahájení přestavování výměny a vytvoření výsledné informace o koncové poloze výhybky pomocí relé DP nebo DM. Detailní popis činnosti tohoto obvodu je v kapitole 5.1.5 Popis činnosti při přestavování.

Dohledový obvod je napájen napětím $24\text{ V} = z$ jističe $2 \times 1\text{ A}$, označení +CHR a -CHR jako ve schématu napájení (Obr. 17). Relé J je relé výhybkového kolejového obvodu, v našem případě umělého, neboť kolejový obvod v VVCD v Doubravících není. Přitažení relé J se provádí přepínačem, viz Obr. 21 - obvod reliéfu a světelných a výstražných prvků. Tlačítko nouzové obsluhy slouží k překlenutí kontaktů relé J v případě potřeby manipulace s výměnou, když je obsazen výměnový kolejový obvod. Řadič pro přestavování výměny je v tomto případě pouze dvoupolohový a má podobu přepínače. Rezistor R3 omezuje proud při rozřezu, aby při něm nedocházelo k vybavení nadřazené ochrany vlivem tvrdého zkratu, ale aby vybavil pouze jistič $2 \times 1\text{ A}$ k tomu určený.



Obr. 20 - dohledový obvod, [11] upraveno, překresleno

Obvod prvků na ovládacím panelu

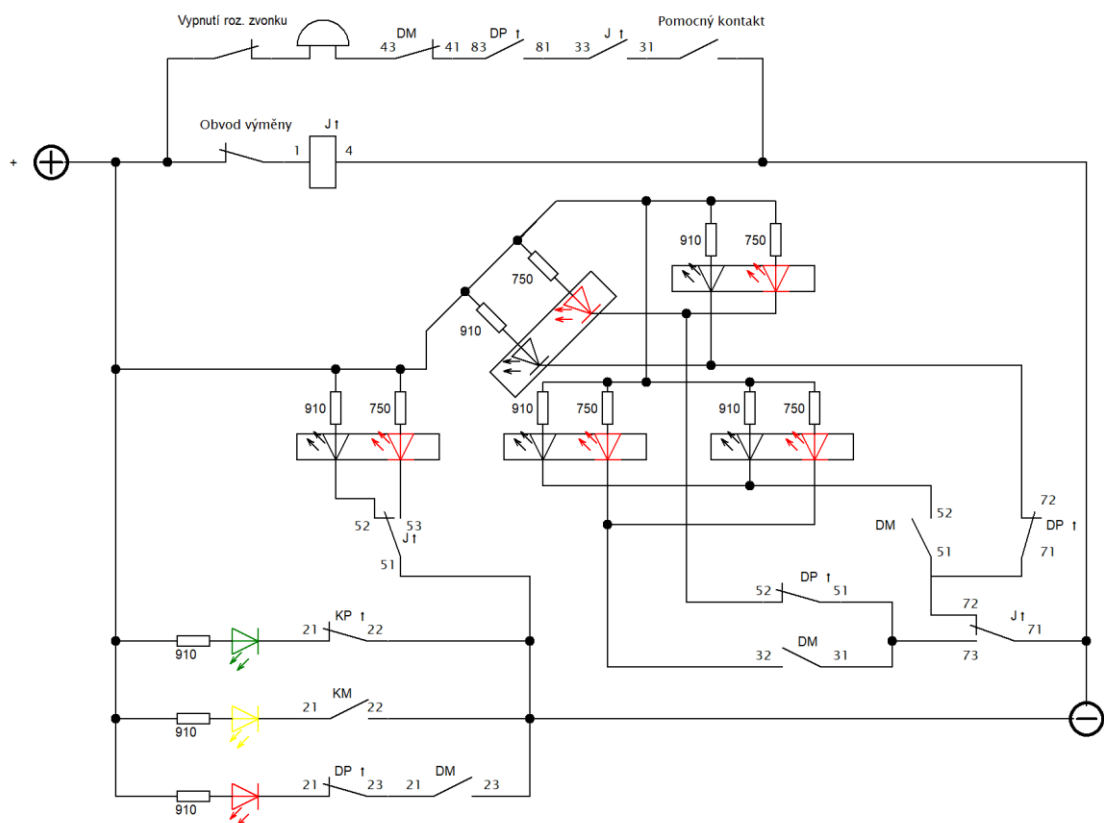
Tento obvod je znázorněn na Obr. 21 pomocí elektrotechnických značek. Toto schéma nakresleno pomocí značek odpovídajících [1] je součástí příloh. Schéma zahrnuje cívku relé J, obvod rozřezaného zvonku, obvod indikačních diod kolem řadiče a odvod prosvětlení reliéfu. Tyto obvody jsou napájeny napětím 24 V = bez jištění, proto značení pouze + a -.

Přítah relé J je řešeno jednoduše, prostým připojením přes přepínač. Přitažené relé J = volný výhybkový kolejový obvod, tak jako v provozu (Fail-Safe zapojení).

Zapojení rozřezného zvonku se mi nepodařilo najít a když ano bylo složité a obsahovalo další relé. Vyšel jsem tedy z myšlenky, že přestavník je při rozřezu v mezipoloze, relé DM a DP jsou tedy odpadlá. Dále je kolejový obvod obsazen vozidlem konajícím rozřez, relé J je také odpadlé. Ve skutečnosti následně dochází k přepálení pojistky, u ovládací jednotky dojde k vybavení jističe 2 x 1 A.

Zapojení indikačních diod kolem řadiče odpovídá typovému zapojení reléového staničního zabezpečovacího zařízení AŽD 71. Každá LED má svůj snižovací předřadný odpor. LED jsou paralelně spojeny. Kladející pól je trvale připojen k +, - je přivedeno přes kontakty relé.

Prosvětlení kolejového reliéfu je značně zjednodušeno. První průsvítka je závislá pouze na stavu relé J, neboť svítí vždy. Další průsvítky jsou poté závislé na stavu relé J a relé DM nebo DP. Zapojení LED je stejné jako výše. Každá dioda má svůj předřadný odpor, jsou trvale připojeny k + a - je přivedeno přes kontakty relé.



Obr. 21 - obvod reliéfu a světelných a výstražných prvků

5.1.5 Popis činnosti při přestavování

Chování reléového obvodu ovládací jednotky odpovídá chování typového zapojení staničního reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71. Skutečné výkresy a výkresy v jednotlivých polohách jsou součástí příloh.

Základní poloha

Při základní poloze je přitáheno relé KP v obvodu: T1, KP 1-4, P 21-23, SM 61-63, svorka KONEKTOR 4, DSP 4-3, URDO, DSP 14-13, svorka KONEKTOR 1, T1 a relé DP v obvodu: +CHR, DP 4 1, KM 51-53, KP 32-31, SM 21-23, SP 21-23, R3, -CHR. [5]

Přestavení do polohy -

Během přestavování přestavníku do polohy -, přitahuje po přeložení řadiče do polohy - relé SM: +CHR, J 11-12, Ř (-), SM 4-2, KM 11-13, -CHR a svými kontakty SM 51-52 a SM 71-72 připojí na vinutí motoru fáze L1 a L2. Proud protéká primárním vinutím transformátoru T2 (PTR) a dojde k přitahu relé P, které svým kontaktem P 11-12 připojí motor k fázi L3 a ten se rozběhne. Kontakty SM 31-33 a SM 11-13 odpojí od stavěcího napětí vodiče na svorce KONEKTOR 1 a 2, aby při reverzaci nemohlo dojít mezifázovému zkratu přes DSP. Dále je kontaktem SM 21-23 přerušen obvod relé DP, které odpadá. [5]

Relé SM drží díky přídržnému obvodu uzavřeného kontaktem 61-63 relé KP. Tento obvod je uzavřen až do konce přestavování, i kdyby došlo k obsazení výhybkového kolejového obvodu a relé J přitáhlo s přeložilo svůj kontakt, protože započaté přestavování musí být dokončeno: +CHR, SP 43-41, KP 63-61, KM 61-63, SM 41-42, SM 3-1, KM 11-13, -CHR. Relé KP kontaktem

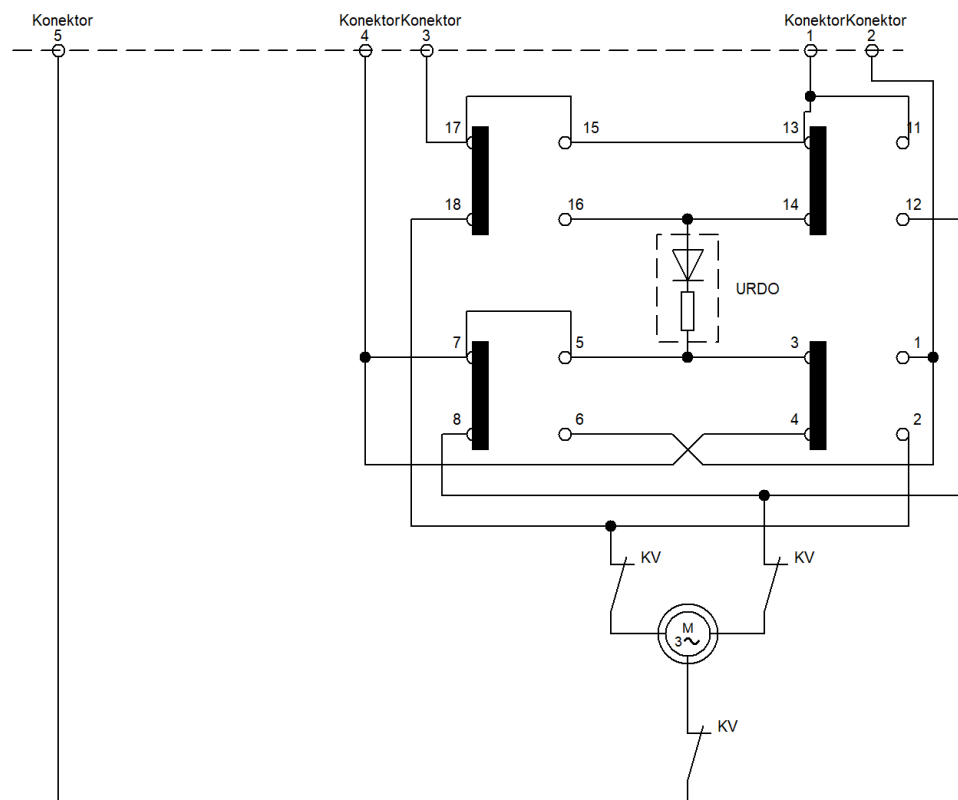
11-13 připravuje obvod pro případnou reverzaci. Po rozběhu přestavníku opojí DSP 12-14 a 3-4 URDO od vedení. [5]

Když přestavník dojde do koncové polohy (-), přeruší DSP 17-18 a 7-8 fáze L1 a L2, odpadá relé P, které svým kontaktem P 11-12 přeruší fázi L3 a kontakty P 21-23 a P 31-33 připraví dohledový obvod. Sepnutím DSP 15-16 a 5-6 se uzavře obvod pro relé KM, tj. T1, KM 1-4, P 31-33, SP 61-63, svorka KONEKTOR 2, DSP 6-5, URDO, DSP 16-15, svorka KONEKTOR 3, T1. Relé KM kontaktem 11-13 rozpojí obvod relé SM, které odpadá. Kontakty KM 31-31 a SM 21-23 uzavírají obvod relé DM, které přitahuje. Výměna je v opačné poloze. [5]

Když přestavník nedoběhne do koncové polohy, může jej obsluha přeložením řadiče do původní polohy reverzovat. Tehdy přitahuje relé SP a svým kontaktem 41-43 přeruší přídržný obvod relé SM, to odpadá, Přitažením relé SP došlo ke změně sledu fází L1 a L2, motor přestavníku se tak roztočí opačným směrem. [5]

Rozřez

Při rozřezu výměny dochází k vybavení jističe 2 x 1 A, ke kterému dojde po ztrátě kontroly polohy výměny (odpadu relé KP, DP, resp. KM, DM) a obsazení výhybkového kolejového obvodu vozidlem konajícím rozřez v obvodu: +CHR, J 11-13, KM 33-31, KP 33-31, SM 21-23, SP 21-23, R3, -CHR. [5]



Obr. 22 - doteková sada přestavníku, [11] upraveno, překresleno

5.1.6 Připojení k přestavníku

Propojení ovládací jednotky a přestavníku je zajištěno pomocí kabelu a konektorů řady ŠR. Ovládací panel a kabelový závěr je opatřen konektorovou zásuvkou a kabel konektory do zásuvek

zapadajícími. Kabel a konektory jsou 7pólové, 5 pólů slouží k obsluze přestavníku, jeden pól je obsazen ochranným vodičem a jeden pól je rezervní.



Obr. 23 - propojovací kabel s konektory ŠR

5.2 Vícepráce

Demontáž výhybky a přestavníků při rekonstrukci ŽST Pardubice a opětovná montáž v VVCD v Doubravících byla zřejmě kvapná a nepřiliš pečlivá. Přičtu-li k tomu fakt, že výhybka s přestavníky ležely v VVCD v Doubravících přibližně od konce roku 2022 téměř ladem, dostáváme příčinu jejich poměrně špatného stavu. Proto jsem v rámci své práce nevytvářel jen ovládací jednotku pro přestavníky, ale také jsem uváděl přestavník a výhybku do lepšího — funkčního stavu.



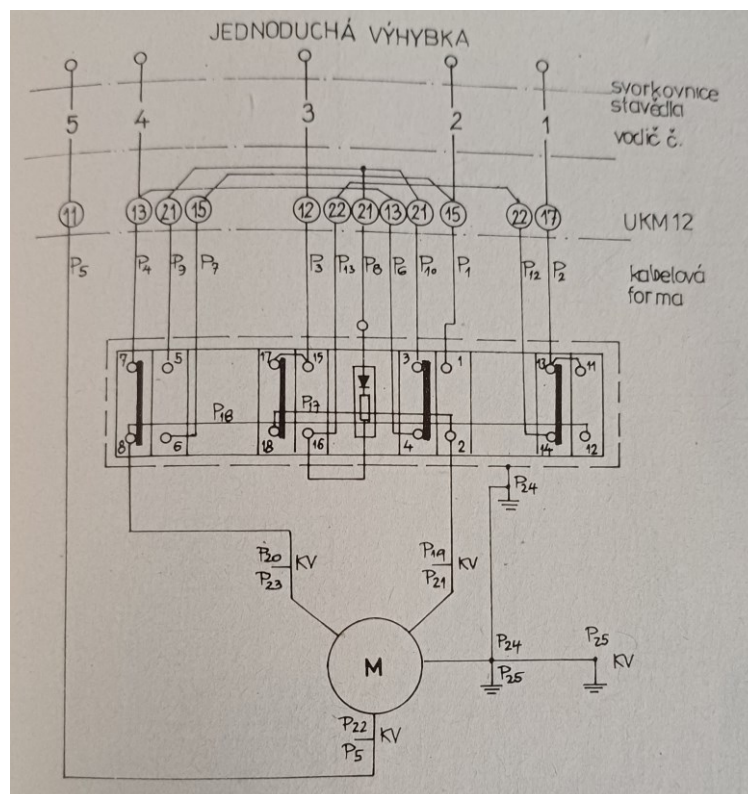
Obr. 24 - přestavník s výhybkou a kabelovým závěrem, VVCD Doubravice, stav k 24.4.2025

5.2.1 Práce na přestavníku

Přestavník jsem odpojil od výhybky a po částech přesunul do laboratoře, kde jsem ho nechal vysušit. Následně jsem ho celý rozebral, jednotlivé části očistil, případně zbavil koroze a víko dostalo nový nátěr. Změřil jsem izolační odpor motoru, jestli je použitelný. Zbylé elektrické části nebylo třeba měřit, protože jsem je musel téměř všechny vyměnit, neboť při demontáži přestavníku v ŽST Pardubice došlo k přestřížení přívodní hadice i s kabely. Do dna litinové vany jsem vyvrtal 2 výtokové otvory pro odvod kondenzátu, protože přestavník má ještě starý typ víka bez větracích otvorů.

Složený a řádně namazaný přestavník jsem umístil na dlaždice a upevnil k výhybce pomocí kloubové upevňovací sady. Problém s upevňovací sadou byl v tom, že jedna z tyčí byla zatuhlá, nešlo s ní otáčet a musel jsem ji vyměnit. Dále bylo nutné opravit poškozené šroubočepy spojující tyče a pásovinu upevňovací sady.

Dále jsem vedle přestavníku zakopal kabelový uzávěr, připojil ho k přestavníku a vyvedl do jeho svorkovnice kabely přestavníku. Protože je u přestavníku slabá vrstva šterku, není kabelový uzávěr v rovině s přestavníkem a hadici jsem musel ohnout.



Obr. 25 - schéma zapojení přestavníku EP 600, [13]

Kabelový závěr je 2vývodový, jeden vývod je pro přestavník a druhý je pro konektor typu ŠR, který jsem tam umístil pro připojení ovládacího modulu pomocí kabelu opatřeného těmito konektory. Konektor na kabelovém závěru je opatřen zátkou, aby se neznečistil.

Tab. 4 - přehled zapojení v kabelovém závěru

Konektor		Svorkovnice				
		Z konektoru		Propojky	Do přestavníku	
Číslo	Vodič	Vodič	Svorka	Z/na	Svorka	Vodič
1	R	R	101	202/207	401	CY
2	O	O	102	204/206	402	RY
3	S	S	103	208/209	403	RB
4	B	B	104	211/212	404	CB
5	C	C	105	309/310	405	M
6	H	ZY	113		406	MH
7	ZY	H	117		407	CM
Legenda:					408	B
O	Oranžová	M	Modrá		409	Y
S	Šedá	Y	Žlutá		410	CH
B	Bílá	R	Rudá		411	RC
C	Černá	ZY	Zeleno- žlutá		412	RM
H	Hnědá	A jejich kombinace			413	ZY

5.2.2 Práce na výhybce

Jak jsem zmínil výše, výhybka ležela dlouho ladem a jen za pomoci výměnového závaží s ní nešlo téměř manipulovat. Kluzné stoličky byly zkorodované. Stoličky jsem tedy musel očistit a několikrát namazat. Dále bylo třeba namazat také hákový závěr a závěrné stoličky. Při připojování přestavníku jsem zjistil, že přestavná tyč spojující přestavník a jazyky výměny je z opačné výhybky a je zapotřebí ji rozšroubovat a otočit části její vidlice. Během toho jsem zjistil, že jsou tyto části ohnuté a čep spojující tyče vymačkaný.



Obr. 26 - pokřivená přestavná tyč a omačkaným čepem

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl raději rozebrat celý závěr výměny, očistit jej, namazat, zkontrolovat všechny čepy, a hlavně změřit chod výměny a rozevření jazyků. Další části již byly v pořádku. Části vidlice přestavné tyče byly narovnány a přestavná tyč sestavena. Opotřebovaný čep jsem vyměnil.



Obr. 27 - omačkaný čep, detail

Závěrem jsem připojil přestavník k výhybce a seřídil jsem jeho chod a kontrolní tyče na rychlosti do 60 km/h.

Zaklesnutí v poloze +	53 mm
Rozevření v poloze +	163 mm
Zaklesnutí v poloze -	165 mm
Rozevření v poloze -	55 mm

6 Návody

Při práci s ovládací jednotkou přestavníku, mějte na paměti, že se jedná o elektrické zařízení, dbejte zvýšené opatrnosti při přestavování výměny. Ovládací jednotku používejte pouze za nedeštivého počasí a pod dozorem vyučujícího. Při přemísťování ovládací jednotky se vyvarujte nárazů a přílišných otřesů, relé jsou citlivá na otřesy.

6.1 Návod na obsluhu

Uvedení jednotky do činnosti

1. Před připojením ovládací jednotky k elektrickému proudu vypněte hlavní vypínač a pohledem ovládací jednotku zkontrolujte (není poškozená, jističe jsou v poloze zapnuto, měřící svorky překlenuty, ...), dále zkontrolujte, že poloha řadiče na ovládacím panelu odpovídá poloze výhybky.
2. Pohledem zkontrolujte stav výhybky a přestavníku, zda není poškozen, kluzné plochy nejsou znečištěny a jsou dostatečně namazány, dále zkontrolujte, zda nejsou ve výměnové části cizí předměty.
3. Zkontrolujte, že není vypnut klikový vypínač uvnitř přestavníku, pohledem skrze otvor pro kliku.
4. Po dlouhém nevyužívání výhybky (cca 3 měsíce a více) ji nejdříve přestavte ručně, pomocí kliky.
5. Propojte ovládací jednotku a kabelový závěr propojovacím kabelem opatřeným konektory ŠR.
6. Připojte ovládací jednotku k napájecímu napětí zasunutím koncovky kabelu do přívodky.
7. Zapněte hlavní vypínač a pozorujte, zda se neděje něco nepatřičného, jestli ne, můžete pokračovat v práci. V případě nepatřičností ihned vypněte hlavní vypínač.

Vypnutí jednotky

1. Vypněte hlavní vypínač a zkontrolujte, že nedošlo k poškození ovládací jednotky nebo výhybky s přestavníkem. Případně vzniklé škody nahlase.
2. Vytáhněte přívodní kabel z přívodky a odpojte ovládací jednotku od přestavníku. Konektor v kabelovém závěru uzavřete zátkou.

Varování – při práci na přestavníku vypněte klikový vypínač a ideálně také hlavní vypínač. Při práci na ovládací jednotce ji odpojte od zdroje elektrického proudu. Při přeložení řadiče do opačné polohy za bezproudého stavu se přestavník po obnovení přívodu elektrické energie okamžitě roztočí.

Přestavování – výhybku přestavíte do opačné polohy přeložením řadiče, za podmínky, že fiktivní kolejový obvod výhybky je volný (přitažené relé J).

Nedoběhnutí do koncové polohy – v případě nedosažení koncové polohy vraťte řadič do výchozí polohy, čímž dojde k reverzaci přestavníku.

Nouzové stavění – nouzové stavění výměn je možné stisknutím tlačítka NOUZOVÉ STAVĚNÍ a přeložením řadiče. Tlačítko držte po celou dobu přestavování.

Západková zkouška – západkové železo vložte silnou stranou mezi odlehlý jazyk a opornici v úrovni otočného čepu háku závěru. Přestavte výměnu, při jejím nezaklesnutí reverzujte

přestavník. Přestavte výměnu a zkoušku opakujte u druhého jazyku. Když hák závěru nezaklesne na silné železo, výhybka vyhovuje na rychlosti do 60 km/h.

Ztráta dohledu – je možno ji simulovat odtlačení zaklesnutého klepeta nebo přilehlé kladky. Pozor, při tomto zjednodušeném zapojení se přestavník roztočí.

Simulace rozřezu – obsadte výhybkový kolejový obvod, udělejte na přestavníku ztrátu dohledu, nebo obsadte výhybkový kolejový obvod a vypněte jistič 2 x 1 A. Další možnost je pokusit se odtlačit přilehlý jazyk, ale je stále nutné mít obsazený kolejový obvod.

Externí měření přestavného proudu – vypněte vypínač PŘEKLENUTÍ MĚŘÍCÍCH SVOREK, připojte měřicí přístroj a pokračujte v práci.

6.1.1 Údržba přestavníku jednou za půl roku:

1. Pohledem zkontrolujte přestavník, výhybku a okolí.
2. Zkontrolujte stav vnějších prvků (upevňovací sady, závěru, spojovacích a kontrolních tyčí, kluzných ploch a nátěru).
3. Ideálně proveďte západkovou zkoušku a zkontrolujte předepsané vůle na kontrolních pravítkách a kladkách. Proveďte kontrolu rozevření jazyků a zaklesnutí háku.
4. Zkontrolujte stav konektoru na kabelovém závěru, dále stav vnitřku kabelového závěru a jeho svorkovnice.
5. Zkontrolujte čistotu přestavníku a výměnové části výhybky.
6. Pohledem a přepnutím ověřte činnost klikového vypínače.
7. Zkontrolujte stav motoru, vodičů a jejich upevnění.
8. Namažte všechny pohyblivé části a kluzné plochy.
9. Pohledem a posunutím zkontrolujte stav přepínací sady.

7 Závěr

Bakalářskou práci se mi podařilo úspěšně dokončit a vytvořit tak funkční ovládací jednotku pro elektromotorické přestavníky typu EP 600. Splnil jsem všechny body zadání a také se mi podařilo splnit všechny mnou vytyčené cíle pro tuto práci, kromě jednoho. Při tomto zjednodušeném zapojení totiž nelze správně simulovat poruchu ztrátou dohledu.

Zvolené řešení nebylo zrovna to nejjednodušší a při tvorbě této práce jsem strávil mnoho času. Dalším důvodem časové náročnosti byla tvorba nejen této ovládací jednotky, ale také zprovoznění výhybky a přestavníku. S výsledkem své práce jsem spokojen a doufám, že bude dobře sloužit při výuce.

Bylo by vhodné, aby se k ovládací jednotce dodatečně doplnily plechové kryty chránící ji před vniknutím vody a před mechanickým poškozením. Dále by bylo dobré vložit dřevěné hranoly do noh stojanu, aby se kovovými hranami nepoškodila podlaha laboratoře.

Dalším zajímavým rozšířením této práce by mohlo být doplnění kolejového obvodu výhybky, aby nemusel být jen fiktivní. Dalším zajímavým využitím této práce by bylo zprovoznění PHS a jejího přestavníku, který by se mohl touto ovládací jednotkou také ovládat.

Literatura

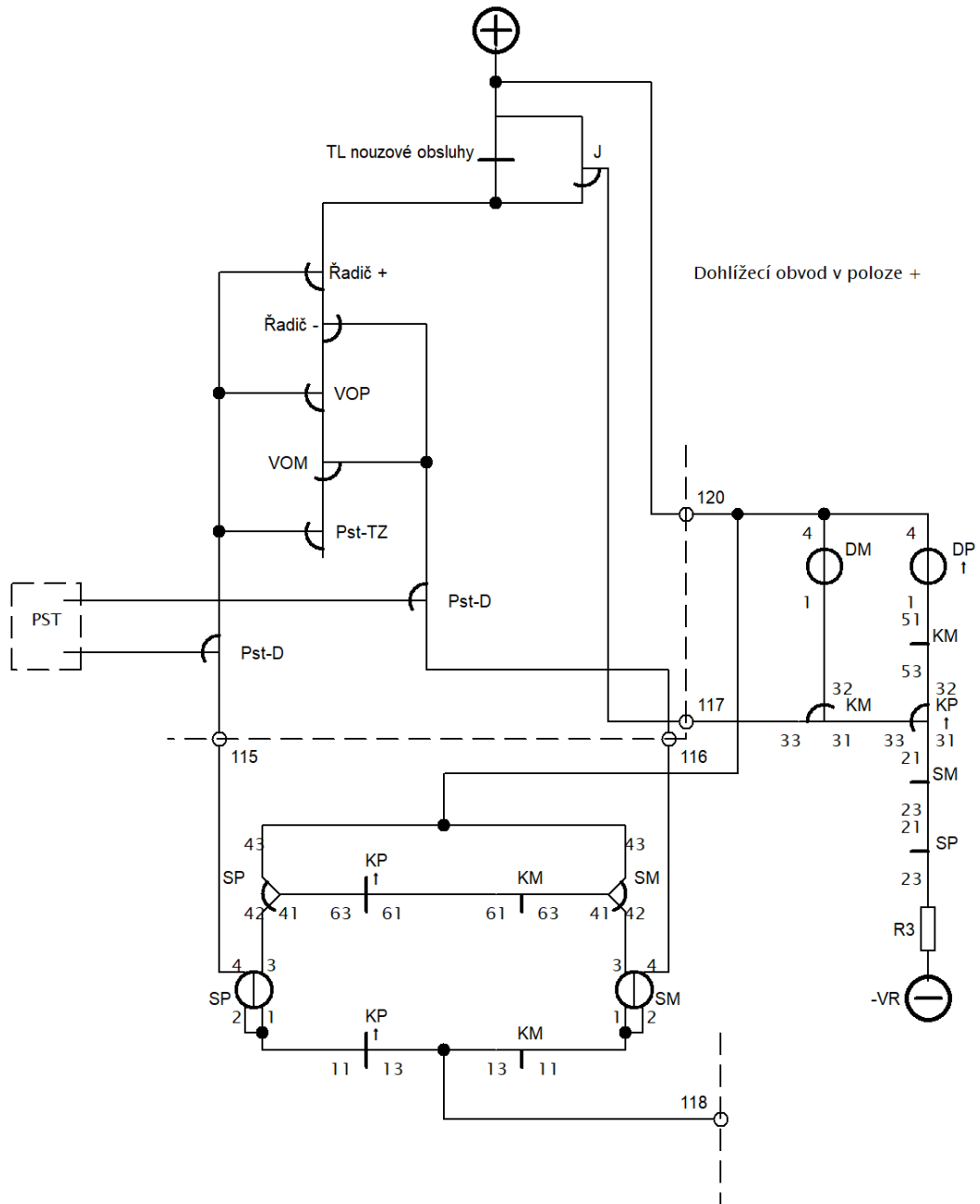
- [1] ČESKÉ DRÁHY. TNŽ 34 5543, *Značky pro obvody schémata železničních zařízení*. 1999.
- [2] DRTIL, Vojtěch. *Elektromotorický přestavník EP600*. Maturitní práce. Šumperk: VOŠ a SPŠ Šumperk, 2022.
- [3] DVOŘÁK, Josef a kolektiv. *Zabezpečovací zařízení na železnici*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1970.
- [4] GREGORA, Stanislav a OUŘEDNÍČEK, Jan. *Elektrotechnika a zabezpečovací technika v dopravní infrastruktuře*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. ISBN 80-7194-768-7.
- [5] HANUS, Jaroslav a KOBLASA, Karel. *Staniční reléové zabezpečovací zařízení typu AŽD 71*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1974.
- [6] CHUDÁČEK, Václav a POUPE, Oldřich. *Zabezpečovací technika v železniční dopravě 1*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1970.
- [7] JANOVSKEÝ, Miroslav; JINDRÁK, Stanislav; VODRÁŽKA, Josef a ZELENKA, Josef. *Klasická, malorozměrová a kódová relé v železniční zabezpečovací technice*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1963.
- [8] LAJBL, Tomáš. *Vývoj návěstidel ČSD – část V. (výhybky a výhybková návěstidla)*. Online. 2011. Dostupné z: <http://vlaky.bestsite.cz/zeleznice/vyvoj-navestidel-csd-cast-iv-vyhybky-a-vyhybkova-navestidla-2-9.htm>. [cit. 2025-03-22].
- [9] PAVLAS, Jiří. *Zabezpečovací technika v dopravě*. Online. Code Creator, 2014. ISBN 978-80-88058-17-5. Dostupné z: <https://ejmskoly.publi.cz/book/147-zabezpecovaci-technika-v-doprave>. [cit. 2025-03-16].
- [10] SCHRÖTTER, Josef a BOUDA, Jiří. *Pozor, přijíždí vlak: zabezpečení a řízení dopravy na železnici*. 2. vydání. Brno: CPRESS, 2017. ISBN 978-80-264-1725-5.
- [11] SIGNAL PROJEKT s.r.o. *Hlavní požadavky na zapojení elektrických obvodů elektromotorických přestavníků*.
- [12] SPRÁVA ŽELEZNIC [SŽ]. *SŽ Z1, Předpis pro obsluhu staničních a traťových zabezpečovacích zařízení*. Praha: Generální ředitelství odbor předpisů a technologie, 2024.
- [13] ŠANC, Václav. *Elektromotorický přestavník EP 600*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1983. OD 31-010-83.
- [14] ŠKAPA, Petr. *Základy dopravy*. Ostrava: VŠB – TUO, 2007. ISBN 978-80-248-1521-3.

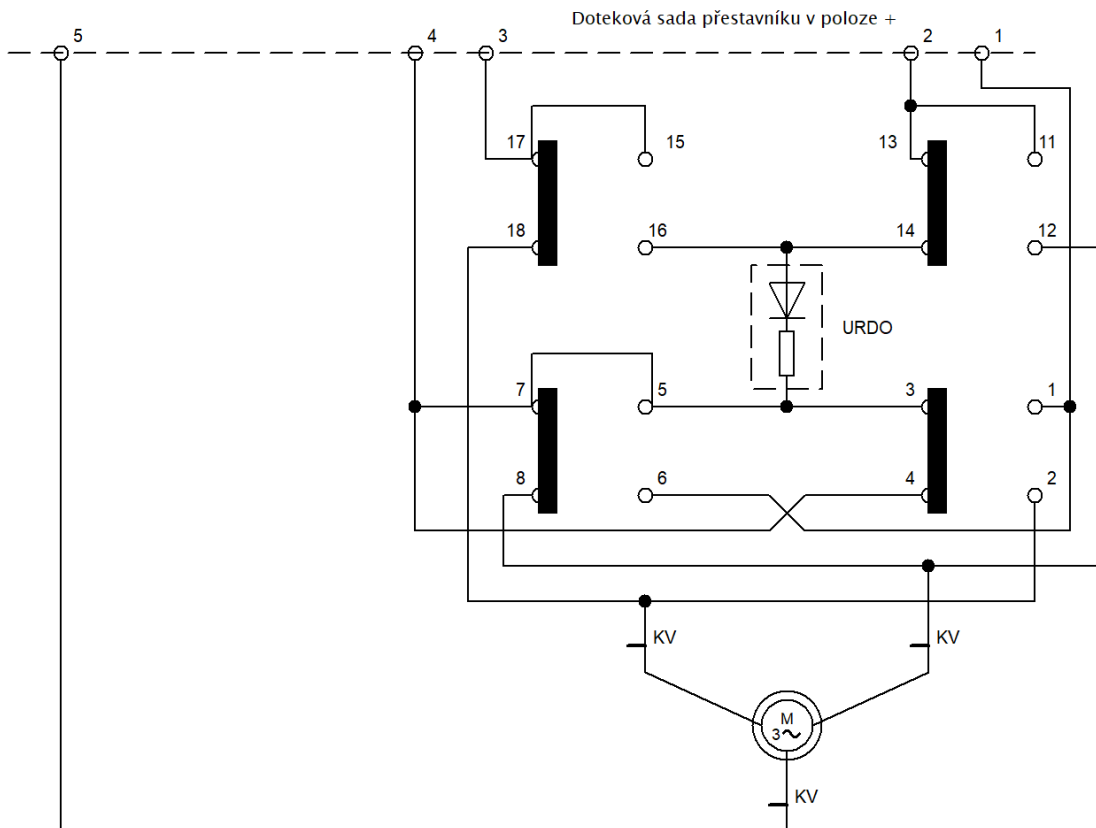
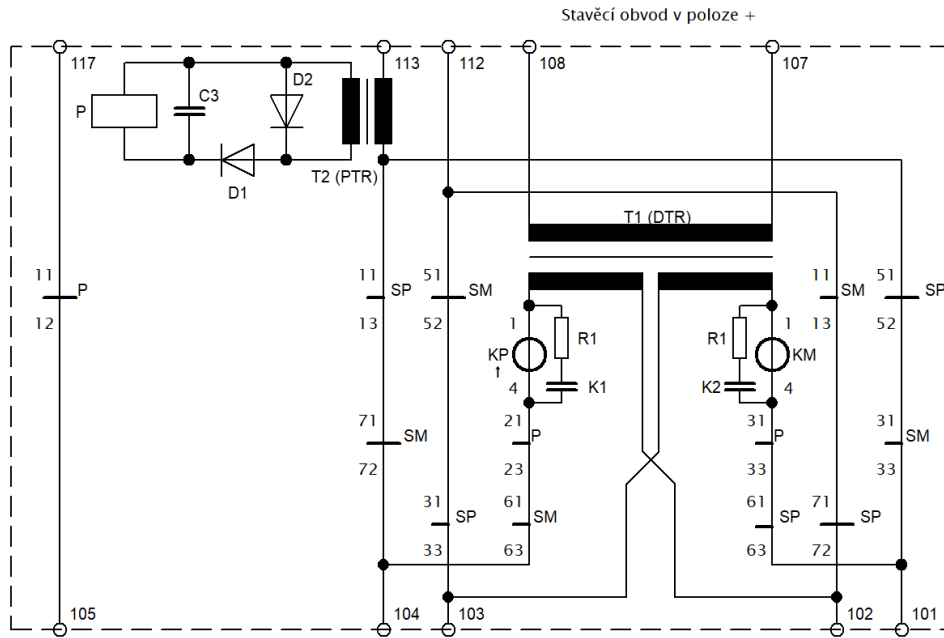
Seznam příloh

- | | |
|-----------|--|
| Příloha 1 | Schémat reléového bloku V a DSP v poloze + dle [11], značky ve schématu dle [1]. |
| Příloha 2 | Schémat reléového bloku V a DSP v poloze - dle [11], značky ve schématu dle [1]. |
| Příloha 3 | Schémat reléového bloku V v mezipoloze dle [11], značky ve schématu dle [1]. |
| Příloha 4 | Schémat reléového bloku V a DSP v poloze + dle [11], s elektrotechnickými značkami. |
| Příloha 5 | Schémat reléového bloku V a DSP v poloze - dle [11], s elektrotechnickými značkami. |
| Příloha 6 | Schémat reléového bloku V v mezipoloze dle [11], s elektrotechnickými značkami. |
| Příloha 7 | Schéma skutečného zapojení stavěcího obvodu se značkami dle [1]. |
| Příloha 8 | Schéma skutečného zapojení dohlížecího obvodu se značkami dle [1]. |
| Příloha 9 | Schéma zapojení obvodu reliéfu a světelných a výstražných prvků se značkami dle [1]. |

Příloha 1

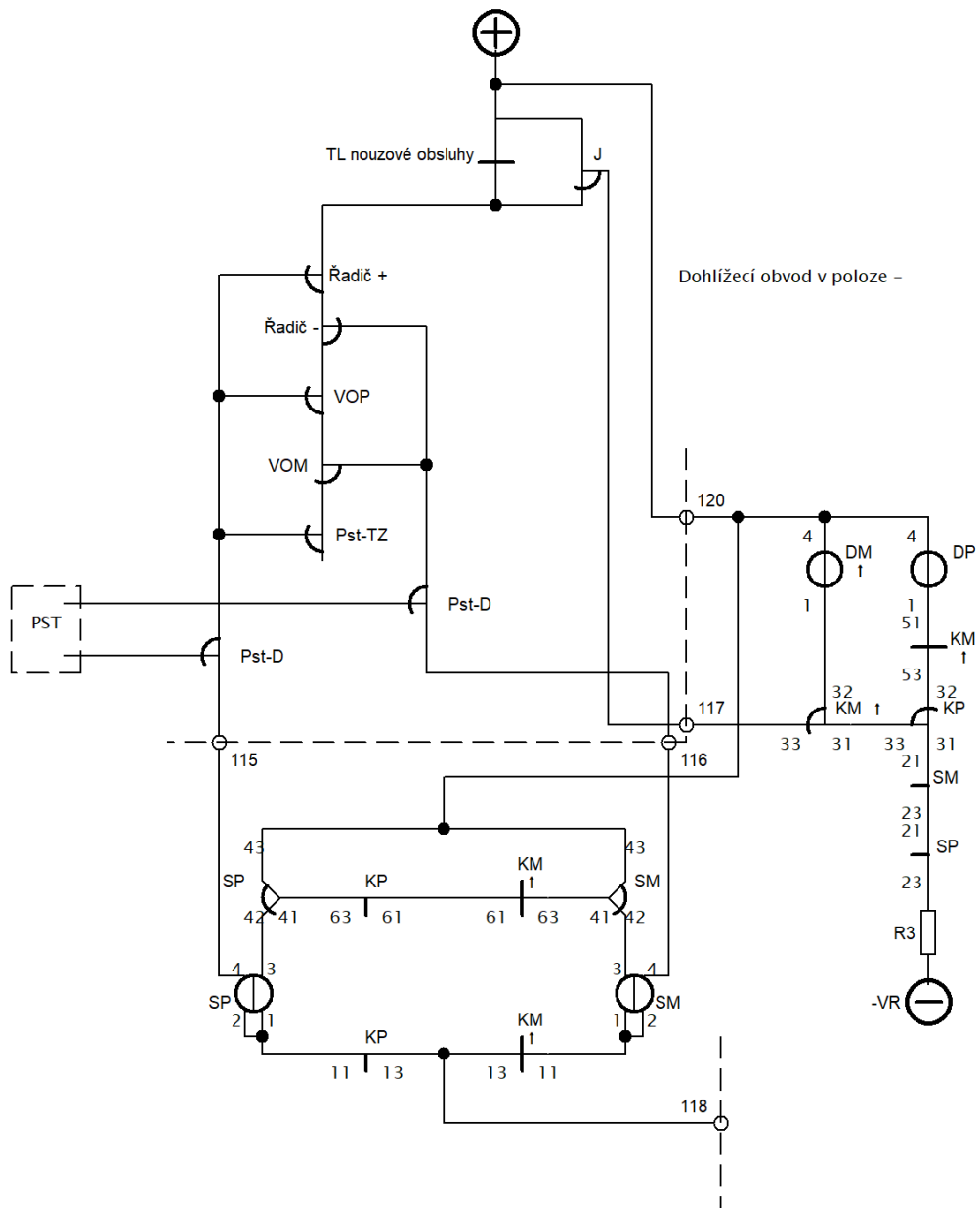
Schémata reléového bloku V a DSP v poloze + dle [11], značky ve schématu dle [1].

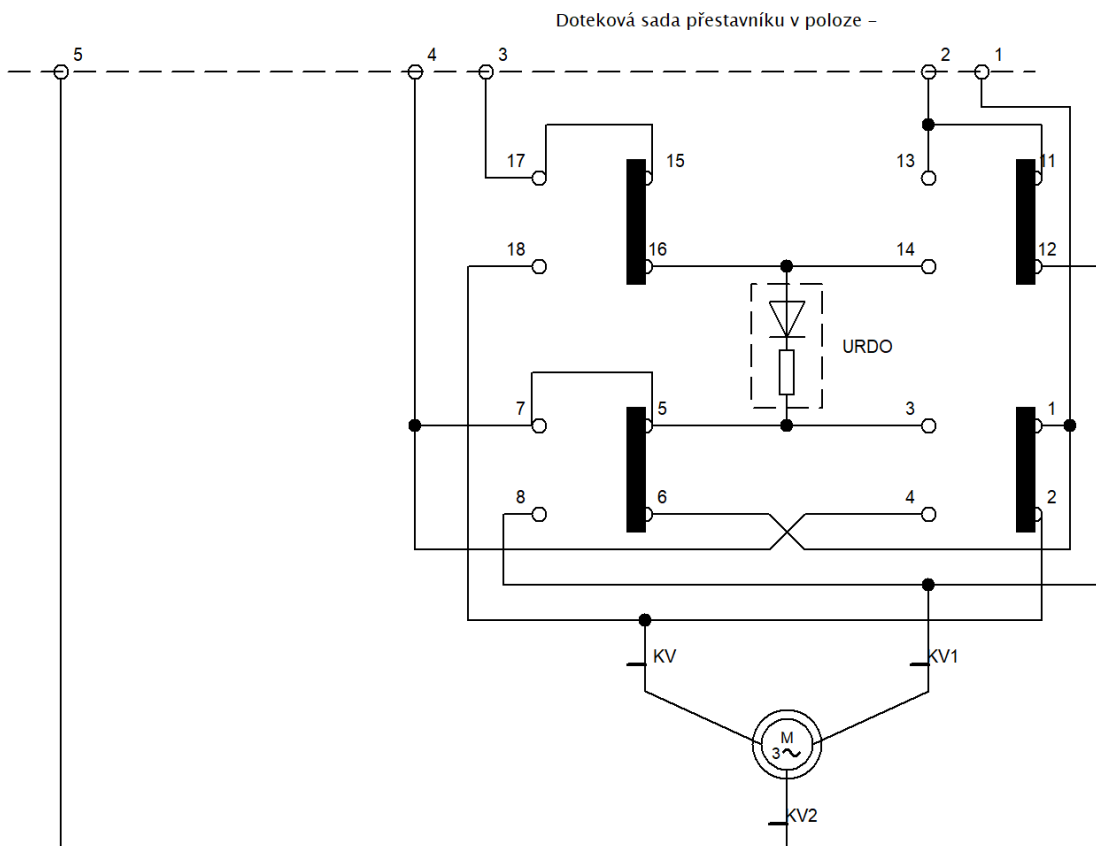
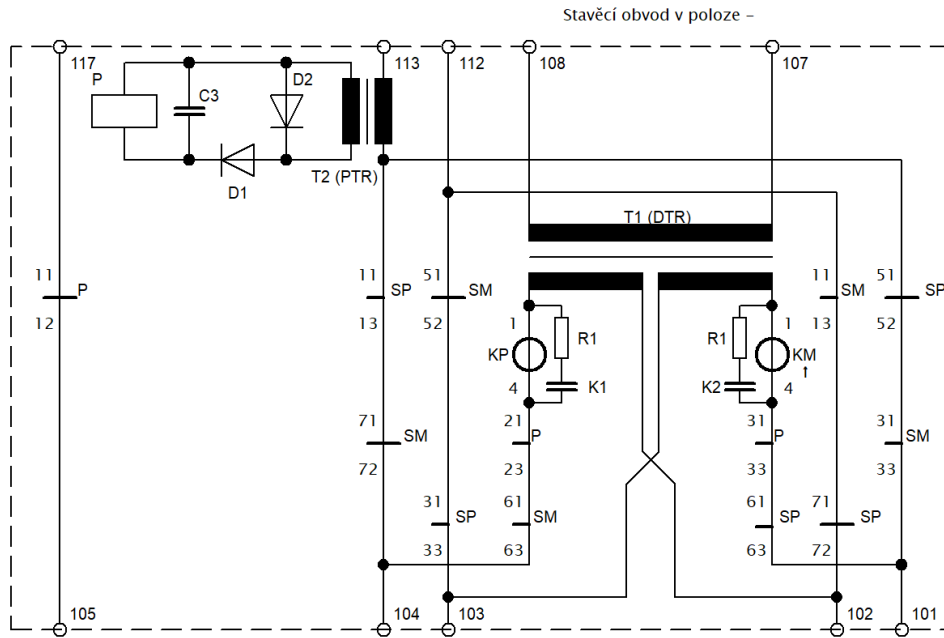




Příloha 2

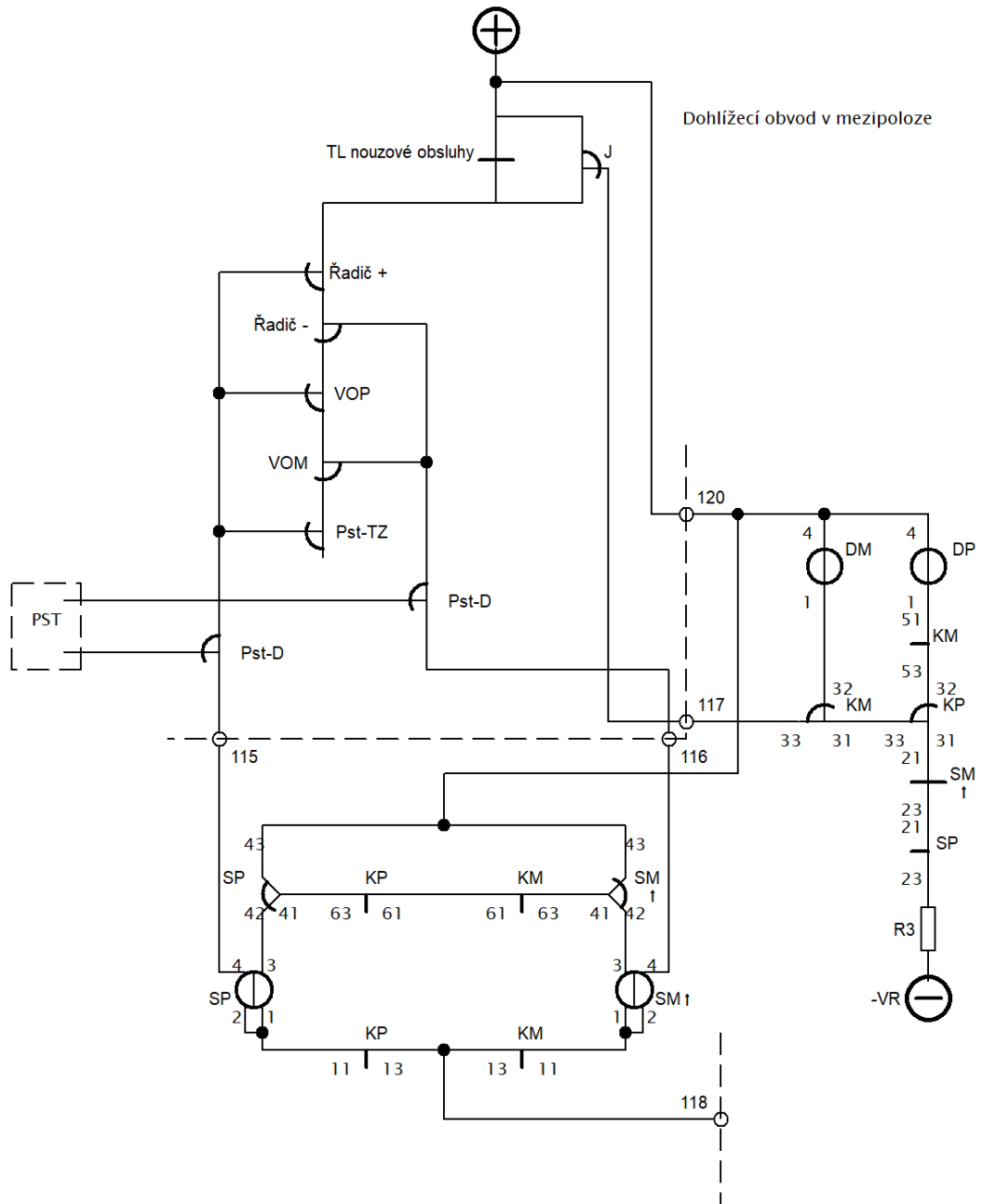
Schémata reléového bloku V a DSP v poloze - dle [11], značky ve schématu dle [1].

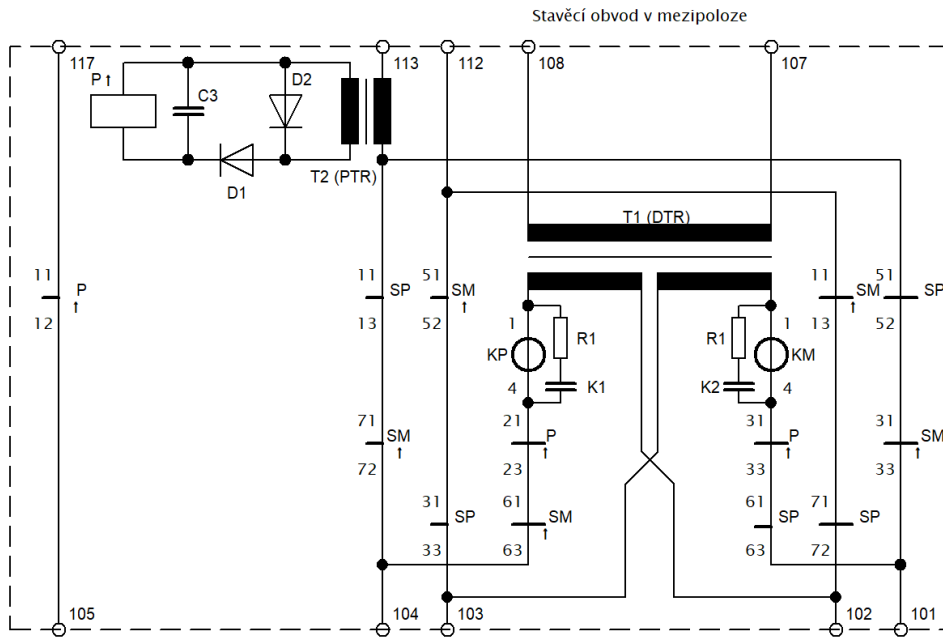


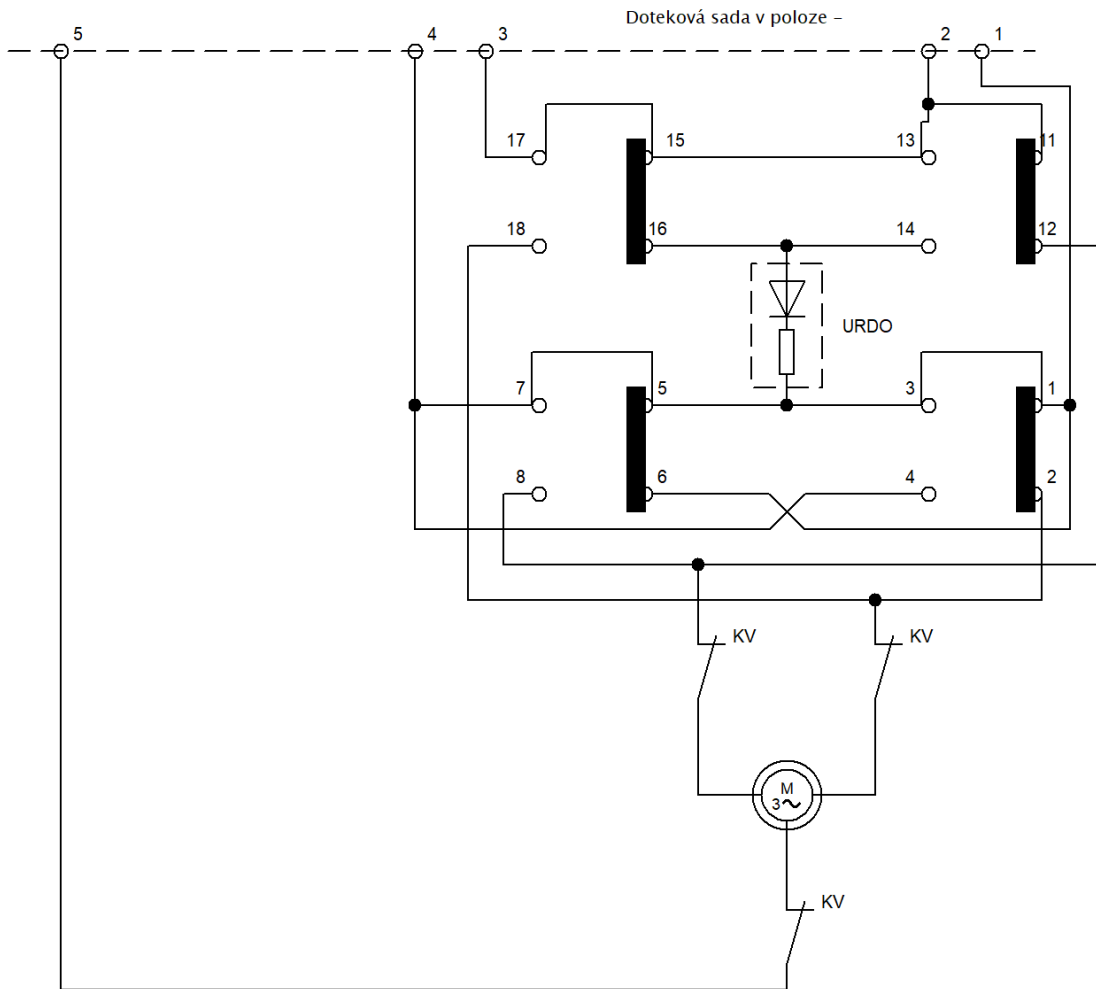
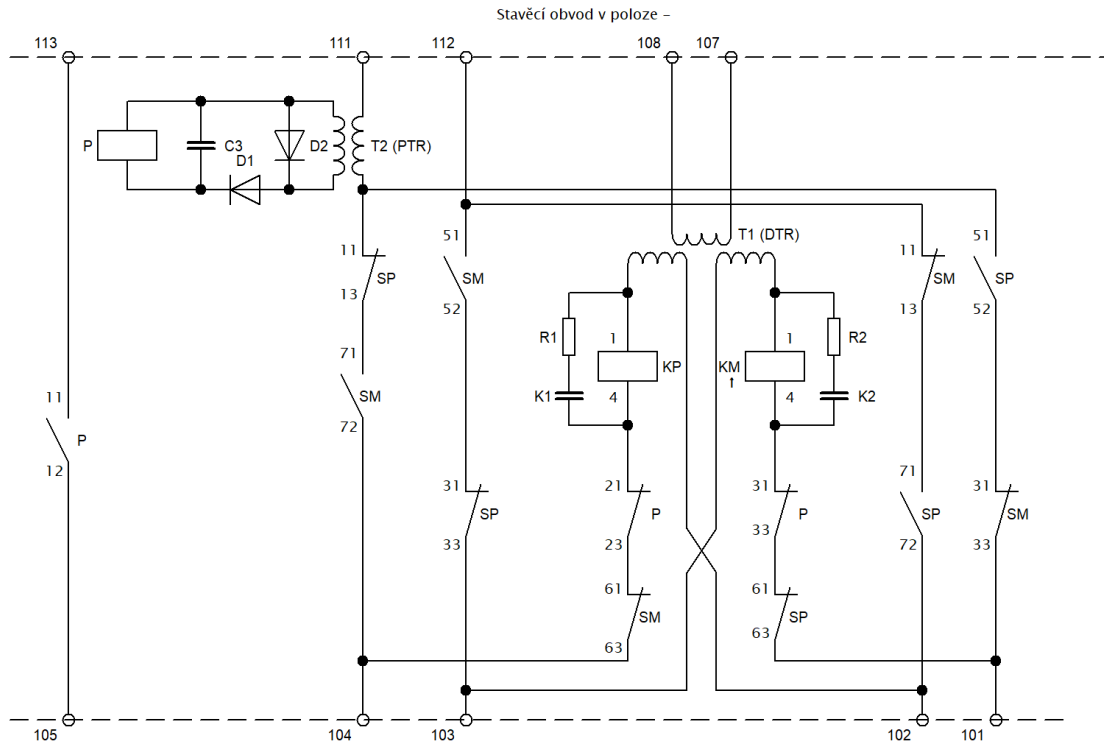


Příloha 3

Schémata reléového bloku V v mezipoloze dle [11], značky ve schématu dle [1].

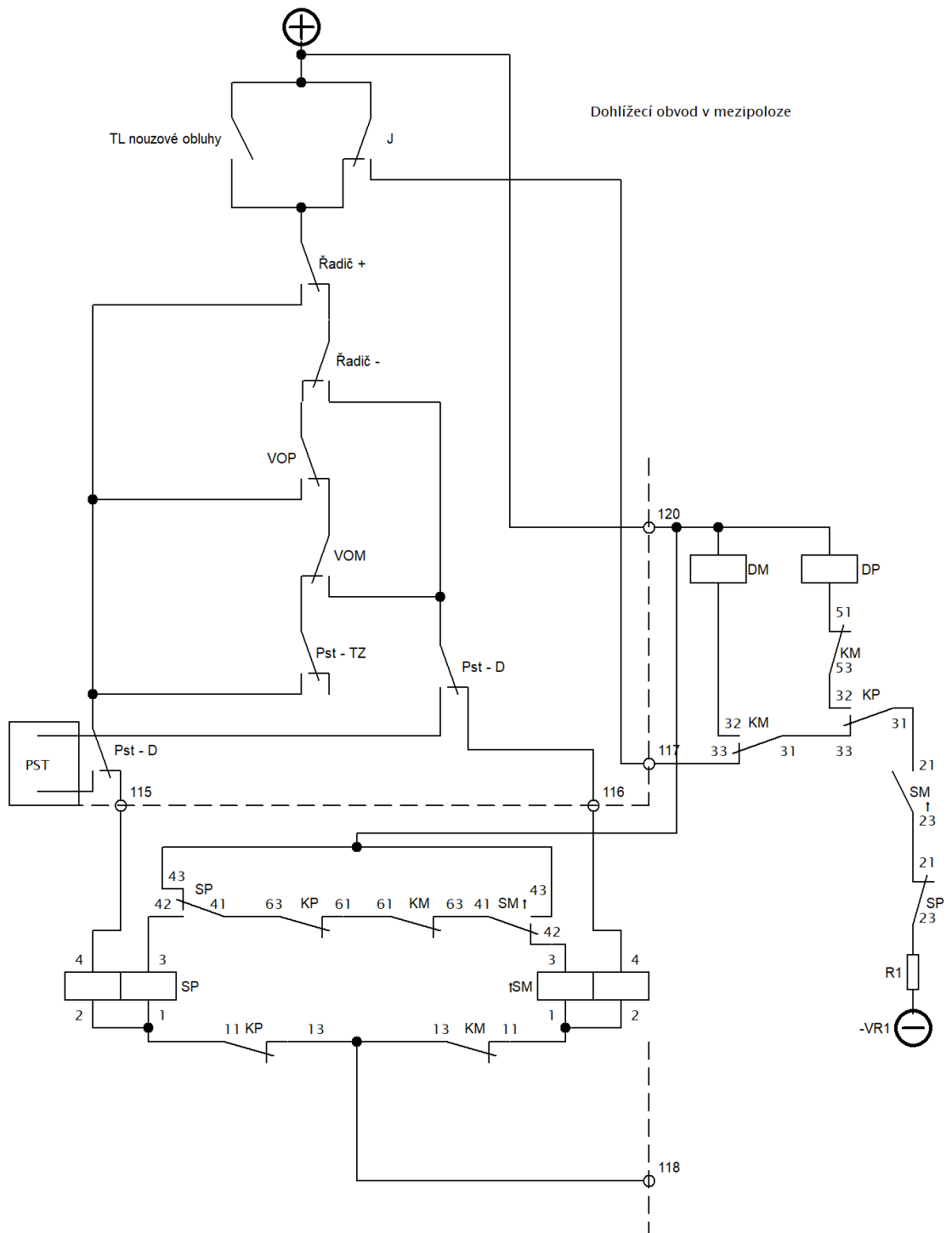


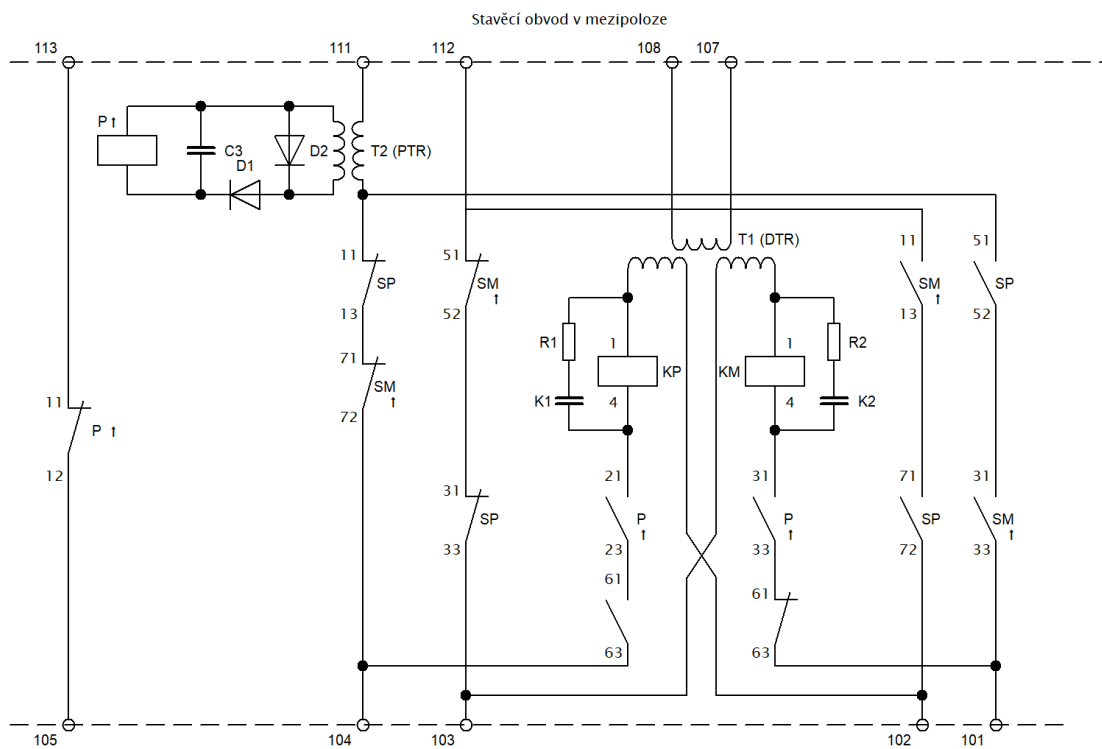




Příloha 6

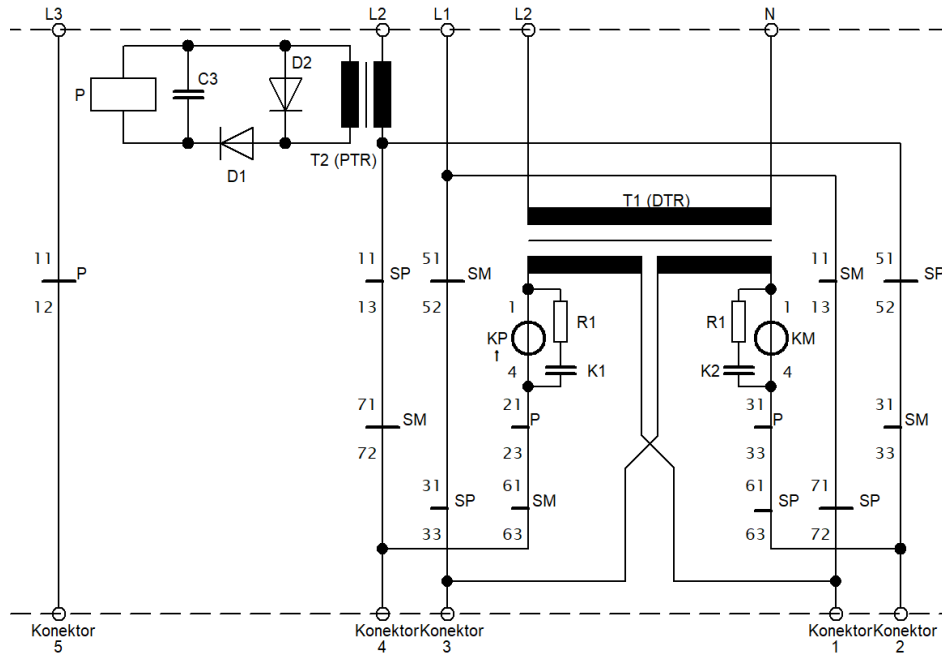
Schémata reléového bloku V v mezipoloze dle [11], s elektrotechnickými značkami.





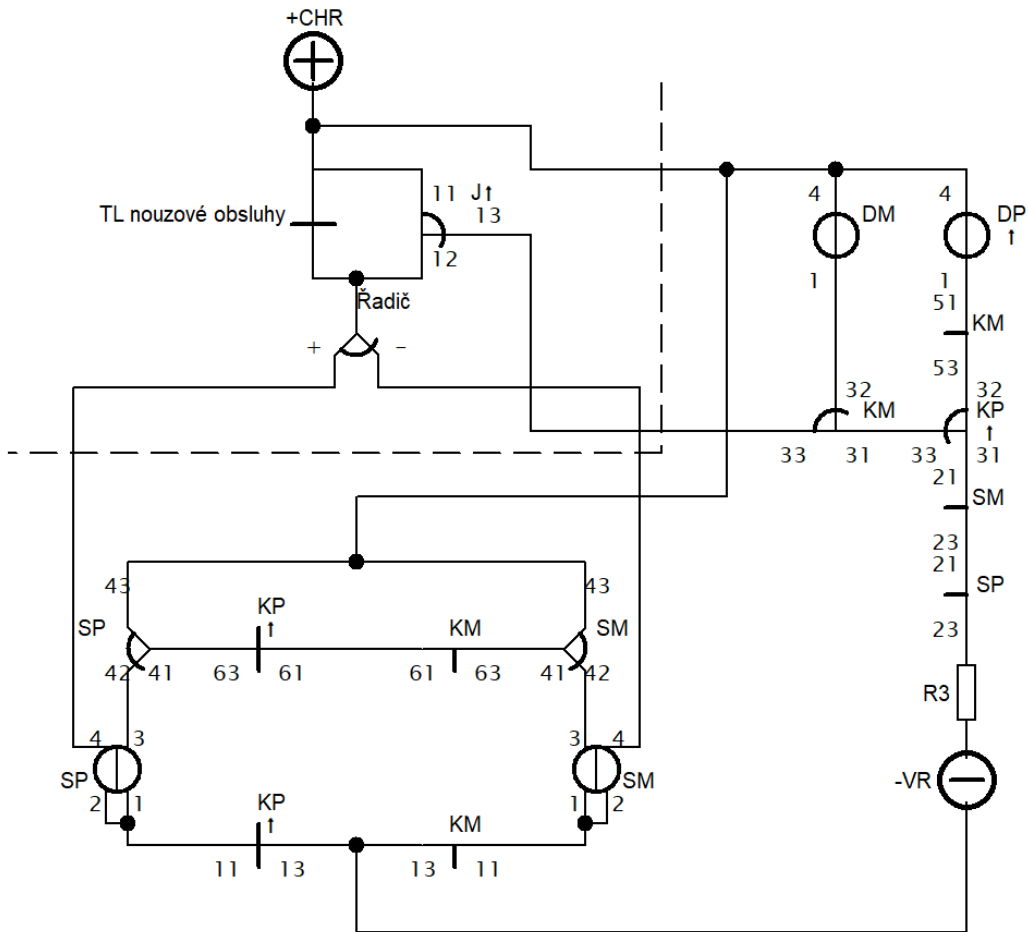
Příloha 7

Schéma skutečného zapojení stavěcího obvodu se značkami dle [1].



Příloha 8

Schéma skutečného zapojení dohlížecího obvodu se značkami dle [1].



Příloha 9

Schéma zapojení obvodu reliéfu a světelných a výstražných prvků se značkami dle [1].

