

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Přídavné dálkové ovládání boosteru**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Antonín LÁVIČKA**  
Osobní číslo: **E15B0073P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**  
Název tématu: **Přídavné dálkové ovládání boosteru**  
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

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

1. Popište zapojení dálkového ovládání boosteru v laboratořích EL 101.
2. Navrhněte přídavné dálkové ovládání boosteru z pultu D106.
3. Realizujte zapojení a odzkoušejte.
4. Shrňte dosažené výsledky.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

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

Seznam odborné literatury:

- 1. Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Doc. Ing. Bohumil Skala, Ph.D.**


Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání bakalářské práce: **10. října 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2018**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předložená bakalářská práce se zabývá popisem zapojení dosavadního dálkového ovládání boosteru v laboratořích EL 101 a návrhu přídatného dálkového ovládání boosteru. Dále je popsáno k čemu vlastně booster slouží a fyzikální princip boosteru. V navazujících částech je popsán způsob realizace přídatného dálkového ovládání, a to na základě navrhnutého zapojení. A v závěrečné části je uveden uživatelský manuál k tomuto přídatnému ovládání, závěrečné odzkoušení funkčnosti a shrnutí dosažených výsledků.

## **Klíčová slova**

Dálkové ovládání, natáčivý transformátor, booster, ovládací obvod, silový obvod

## **Abstract**

The presented bachelor thesis deals with description of wiring of the existing remote control of the booster transformer in the laboratories EL 101 and the design of the additional remote control of the booster. It also describes what is the purpose of booster and the physical principle of booster. In the following section is description of realisation of additional remote control, which is based on presented design. In the final part of bachelor thesis is user manual to this remote control, the final test of functionality and a summary of achieved results.

## **Keywords**

Remote control, induction voltage regulator, booster, control circuit, power circuit

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 1.6.2018

Antonín Lávička

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Bohumilovi Skalovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, pomoc při realizaci, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval svým drahým rodičům a mé drahé sestře za trpělivost a podporu ve studiu.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>1</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>2</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>1 POPIS STÁVAJÍCÍHO OVLÁDÁNÍ BOOSTERU</b> .....	<b>4</b>
1.1 ZAPOJENÍ ROZVADĚČŮ R 02 I. A R 02 II.....	4
1.2 ZAPOJENÍ PULTŮ D10X.....	6
<b>2 BOOSTER NEBOLI NATÁČIVÝ TRANSFORMÁTOR</b> .....	<b>7</b>
2.1 PRINCIP BOOSTERU.....	7
2.2 PARAMETRY BOOSTERU T108.....	10
<b>3 VLASTNÍ NÁVRH DODATEČNÉHO DÁLKOVÉHO OVLÁDÁNÍ</b> .....	<b>11</b>
3.1 POPIS STÁVAJÍCÍ SITUACE.....	12
3.2 NÁVRH JIŠTĚNÍ A DIMENZOVÁNÍ NA PROUD.....	13
3.3 NÁVRH ZAPOJENÍ OVLÁDACÍHO OBVODU.....	15
3.4 NÁVRH ZAPOJENÍ SILOVÉHO OBVODU.....	17
3.5 ODZKOUŠENÍ OVLÁDACÍ LOGIKY POMOCÍ SOFTWARE.....	19
<b>4 REALIZACE</b> .....	<b>20</b>
4.1 VÝBĚR INSTALAČNÍHO ROZVADĚČE.....	21
4.2 REALIZACE SAMONOSNÉHO KRYTU USMĚRŇOVAČE.....	23
4.3 PŘÍPRAVA CHLADÍČÍHO BLOKU NA MONTÁŽ.....	25
4.4 KOMPLETACE CHLADÍČÍHO BLOKU A JEHO KRYTU.....	26
4.5 PŘÍSTROJE ZAJIŠŤUJÍCÍ MĚŘENÍ ELEKTRICKÝ VELIČIN.....	27
4.6 VYBAVENÍ INSTALOVANÉ NA DVEŘÍCH ROZVADĚČE.....	28
4.7 INSTALAČNÍ OTVORY NA POVRCHU ROZVADĚČE.....	29
4.8 VNITŘNÍ VYBAVENÍ ROZVADĚČE.....	30
4.9 ROZLOŽENÍ VNITŘNÍHO VYBAVENÍ ROZVADĚČE.....	31
4.10 ZÁVĚREČNÁ KOMPLETACE.....	32
<b>5 ODZKOUŠENÍ</b> .....	<b>34</b>
<b>6 UŽIVATELSKÝ MANUÁL</b> .....	<b>35</b>
6.1 BEZPEČNOSTNÍ POKYNY.....	35
6.2 VŠEOBECNĚ.....	37
6.3 INSTALACE ZAŘÍZENÍ.....	37
6.4 PŘIPOJENÍ ELEKTROINSTALACE.....	38
6.5 ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ.....	38
6.6 FUNKCE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ ZAŘÍZENÍ.....	39
6.7 OBSLUHA ZAŘÍZENÍ.....	40
6.8 ODSTRAŇOVÁNÍ PORUCH.....	41
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>42</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>43</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>1</b>



## Seznam symbolů a zkratek

$L1, L2, L3$ .....	fázové vodiče napájecí soustavy
$N$ .....	střední pracovní vodič napájecí soustavy
$PE$ .....	ochranný vodič
$f$ .....	frekvence [Hz]
$s$ .....	skluz [-]
$p$ .....	počet pólů [-]
$n$ .....	otáčky rotoru [ot/min]
$R_2'$ .....	odpor rotorového vinutí přepočtený na stator [ $\Omega$ ]
$U$ .....	efektivní hodnota napětí [V]
$I$ .....	efektivní hodnota proudu [A]
$i$ .....	okamžitá hodnota proudu [A]
$X$ .....	reaktance [ $\Omega$ ]
$\alpha$ .....	úhel [ $^\circ$ ]
$k$ .....	přepočítávací činitel [-]
$M$ .....	metrický závit
$\check{C}SN$ .....	česká státní norma
$EN$ .....	evropská norma
$IEC$ .....	International Electrotechnical Commission
$IP$ .....	stupeň krytí
$TN-S$ .....	soustava s vodiči PE + N + L (3 nebo 5 vodičů)
$NO$ .....	normally open
$NC$ .....	normally closed
$SM$ .....	Spencerova membrána
$USB$ .....	Universal Serial Bus
$\cos\varphi$ .....	účinník [-]

## Úvod

Pro téma této bakalářské práce jsem se rozhodl, jelikož kombinuje několik oborů, o které se zajímám. Tyto obory jsou automatizace, výkonová elektronika a rozvod elektrické energie v síti nízkého napětí. Samozřejmě mně i zaujala zajímavá praktická část práce. Ta spočívá v následné realizaci přídavného dálkového ovládání.

Důvodem zadání této bakalářské práce bylo zajistit možnost plynulé regulace napětí pomocí boosteru pro laboratoř EK 009. Aby bylo možné toto realizovat je potřebné dálkové ovládání, jež bude booster ovládat navrhnout a zhotovit. Samotný booster se ovšem nachází ve zdrojovně laboratoří EK 101. Jelikož je potřeba přídavné dálkové ovládání pro booster navrhnout, je nutné reverzně prozkoumat zapojení, které je již v EK 101 realizováno. Plynulá regulace napětí pro EK 009 je požadována, protože je tu potřeba provádět měření na elektrických strojích točivých i netočivých, a to napájených střídavě či stejnosměrně. Jelikož je zde požadováno i stejnosměrné napájení, je potřeba aby dálkové ovládání obsahovalo i část, jež toto splní. O to se konkrétně postará usměrňovač, v podobě třífázového neřízeného diodového můstku. K usměrňovači bude připojena i nulová dioda. Kvůli chlazení výkonových polovodičových prvků jsou veškeré polovodiče osazeny na masivním hliníkovém chladícím bloku, čímž dosáhneme dostatečný odvod tepla. Teplotu bloku chladiče bude kontrolovat Spencerova membrána, která zajistí včasné vypnutí napájení v případě hrozícího přehřátí. Přídavné dálkové ovládání je nutno také kompletně fyzicky zrealizovat. Z důvodu prostorové náročnosti, hmotnosti a bezpečnosti bude vše realizováno uvnitř nebo na povrchu vlastního rozvaděče. Funkčnost tohoto celého zkompletovaného zařízení bude poté odzkoušena. V závěrečné části se bude věnovat uživatelskému manuálu pro zhotovené přídavné dálkové ovládání.

# 1 Popis stávajícího ovládání boosteru

Booster T108 je fyzicky umístěn ve zdrojovně laboratoří EK 101. Jeho ovládání je tvořeno dvěma částmi. Jedna část ovládání je umístěna v rozvaděčích R02 a druhá část je umístěna v laboratorních pultech D10X. Tyto dvě části ovládání fungují jako jeden celek, zajišťující bezpečné a spolehlivé používání boosteru T108.

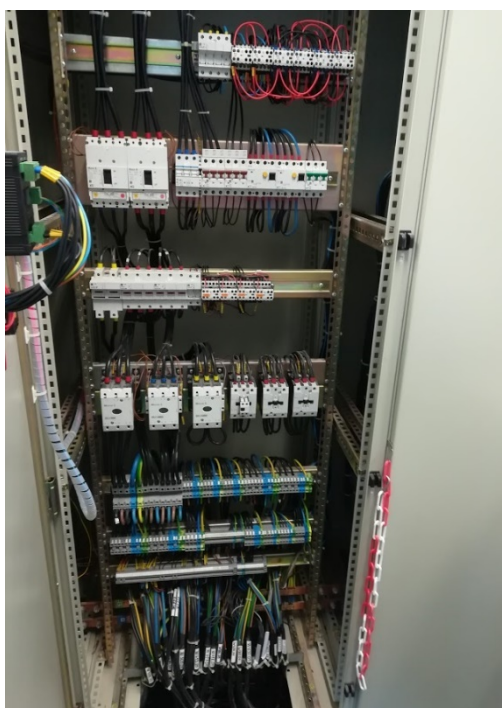
## 1.1 Zapojení rozvaděčů R 02 I. a R 02 II.

Uvnitř rozvaděče R02 I. je umístěn hlavní otočný vypínač 3x400V, zajišťující napájení silových a ovládacích obvodů. Silové obvody jsou poté taženy přes jistící prvky a stykače. Tyto stykače zajišťují sepnutí požadovaného zdroje napájení. Za zdroj napájení v laboratoří EK 101 považujeme: autotransformátor, asynchronní motor pohánějící dynamo, usměrňovač, běžnou síť 3x400/230 V či zmiňovaný booster. Na rozvaděči je osazeno tlačítko spínající stykač, sepnutí stykače je signalizováno bílou signálkou. Stykač následně spíná ovládací obvod pro všechny zdroje napájení. Dále je osazen vačkový přepínač S2, který plní funkci přepínání ovládání pro jednotlivé pulty, tak aby bylo možné booster ovládat vždy jen z jednoho pultu. Přepínač S2 přepíná dva obvody najednou, jeden obvod zajišťuje napájení ovládacích prvků v pultu a druhý obvod, který napájí cívku stykače K2. Sepnutí stykače K2 je dokončeno v jednotlivých pultech. Stykač K2 spíná přívod napájení boosteru T108. Pokud je přepínač přepnut na jakýkoliv pult, rozsvítí se signálka H1 signalizující tento stav. Ovládací obvod dále pokračuje na příslušné svorkovnice v řadě X4. Na rozvaděči R02 I. jsou umístěny i další ovládací a jiné prvky. Mezi těmito prvky například jsou další přepínače sloužící pro jiné napájecí zdroje, oddělovací transformátor, jenž napájí veškeré ovládací obvody a tlačítko pro nouzové vypnutí.



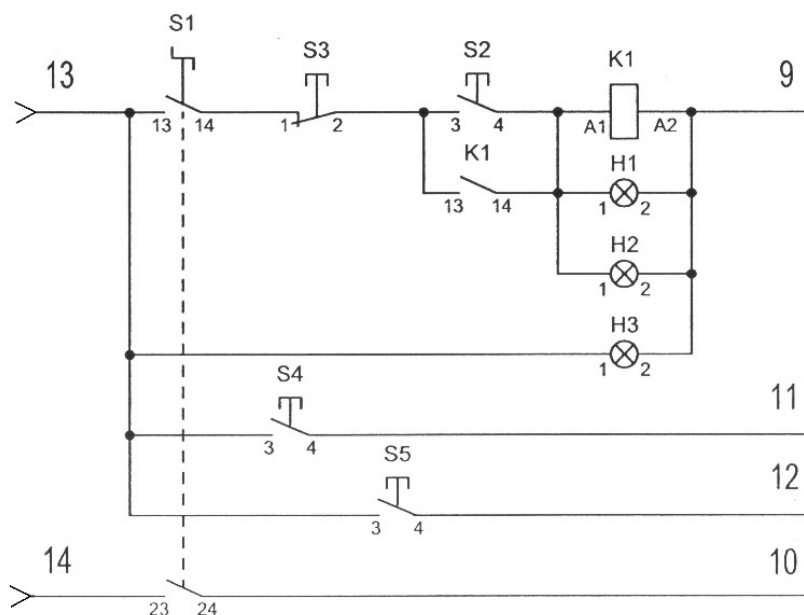
Obr. 1.: Rozvaděč R02 I.

V rozvaděči R02 II. se nachází svorkovnice, na které je příslušnými vodiči přivedena sekundární strana (stator) boosteru. Na tyto svorkovnice jsou připojeny vodiče pokračující dál do laboratorních pultů. Jedná se konkrétně vodiče o L1, L2, L3, N a PE. V rozvaděči je i umístěno několik stykačů, které zajišťují spínání napájení boosteru a jeho regulaci. Konkrétně stykač K1 připíná napájení k boosteru, stykače K3 a K4 zajišťují natáčení boosteru pomocí motorku, čímž regulují hodnotu napětí nahoru a dolů. Napájení cívek stykačů je vyvedeno v rozvaděči na svorkovnice nacházející se v řadě X4. V rozvaděči jsou dále umístěny nepřímé jisticí prvky, jako jsou jističe a proudové chrániče. Na rozvaděči je také umístěn digitální měřicí přístroj od firmy Lovato.



Obr. 2.: Zapojení uvnitř rozvaděče R02 II.

## 1.2 Zapojení pultů D10X



Obr. 3.: Ovládací schéma uvnitř pultu D103

Při následujícím popisu zapojení ovládacího schématu boosteru, jenž se fyzicky nachází v každém pultu D10X, bude vycházeno ze schématu na obrázku číslo 3. Do pultů je celkem přivedeno 6 vodičů, které zajišťují ovládání boosteru prostřednictvím tlačítek nacházejících se na pultech. Dva vodiče jsou přivedeny z rozvaděče R02 I., konkrétně vstupy číslo třináct a čtrnáct. Vstup číslo třináct je napájecí, napájí stykač K1 uvnitř stolu. Vstup třináct napájí i signálky a stykače spínající motůrek natáčející rotor boosteru. Vstup čtrnáct je pak výstup napájecí cívky stykače K2. Na pultu je nainstalováno několik tlačítek, a i jeden otočný spínač s aretací. Otočný spínač S1 spíná jak obvod stykače K1, tak i obvod, jenž napájí stykač a spíná i vstupní napájení boosteru. Tudíž pokud je ovládání přepnuto na pult a není sepnut spínač S1 je možno natáčet rotor boosteru dálkově pomocí motorku, ale booster není napájen a nelze sepnout stykač, jenž připíná napájení na výstupní svorky pultu. Dále tlačítka S4 a S5 po stisknutí přivedou napájení přes výstupy 11 či 12 na příslušný stykač napájející motorek, jenž natáčí rotor boosteru. Signálka H3 signalizuje připojení ovládání na konkrétní pult. Přesuneme se dále k popisu části spínající stykač K1 uvnitř pultu. Tlačítko S3 je v sérii se spínačem S1 a rozpíná obvod stykače, hned za tlačítkem S1 je v sérii zapojeno tlačítko S2, které ale naopak spíná příslušný obvod. Pomocný kontakt NO stykače K1 sepne, pokud je pomocí tlačítka S2 přivedeno napájení na cívku stykače a zůstane sepnut. Pokud je naopak

přerušeno napětí napájející cívku stykače K1, buďto tlačítkem S3, spínačem S1 anebo vypnutím celého ovládacího systému bude stykač K1 rozpojen. Signálky H1 a H2 signalizují, že je stykač sepnut a na výstupní svorky pultu je přivedeno napájení z boosteru. Obvod se stykačem se poté přes výstup číslo 9 vrací zpátky do rozvaděče. Přes výstup číslo 10 se uzavírá obvod cívky stykače v rozvaděči R02 II. Výstup z boosteru je v pultu veden přes stykač K1 a poté vyveden na svorky. Na pultu se nachází i analogový voltmetr, který měří napětí boosteru před stykačem, aby bylo možné nastavit požadované napětí bez připojené zátěže.

## 2 Booster neboli natáčivý transformátor

Booster známý taky jako natáčivý transformátor je v podstatě asynchronní motor s vinutou kotvou. Ovšem rotor musí být při zatížení zabrzděn, jelikož by se díky svému momentu rozbíhal. Primární strana, která většinou bývá tvořena rotorem, se připojí na neregulovatelnou síť, sekundární strana je spojena s napětím neregulovatelné sítě v sérii. Natáčením rotoru se mění fáze indukovaného napětí. Fázově posunuto je i výsledné napětí, tuto nevýhodu odstraňují dvojité natáčivé transformátory [1]. Natáčení je prováděno přes šnekový převod ručně nebo malým motorem.

Nejčastěji se používá ve zkušebnách, dále pro stabilizaci při kolísání napětí v síti, jako zdroj regulovatelného napětí a pro řízení teploty v odporových pecích.

Mezi největší výhody natáčivého transformátoru patří plynulá regulace napětí, a to bez vzniku vyšších harmonických kmitočtů, jednoduchá regulace, odolnost proti přetížení, téměř bezúdržbový provoz a dlouhodobá životnost.

### 2.1 Princip boosteru

Při nulové rychlosti ( $s=1$ ) se v rotoru asynchronního motoru indukuje napětí o síťovém kmitočtu, Tato skutečnost vyplývá z rovnice pro výpočet kmitočtu kotvy  $f_2$  asynchronního stroje:

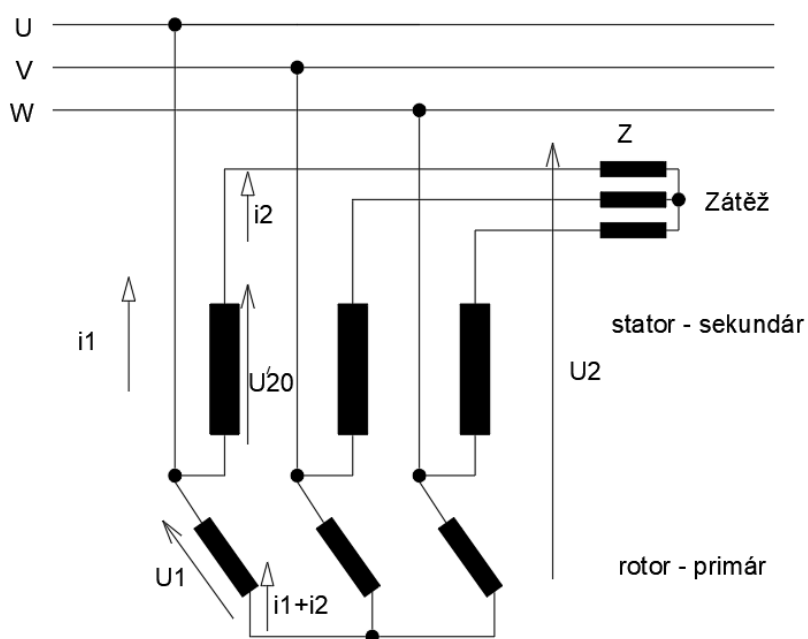
$$f_2 = (n_s - n) p = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot n_s p = s f_1 \quad (1)$$

Proto se může indukční stroj s vinutým rotorem používat jako transformátor, který oproti běžnému trojfázovému transformátoru má zajímavou vlastnost, pootáčením rotoru se mění fáze sekundárního napětí o libovolný úhel. Pro takovýto transformátor budou platit stejné rovnice a náhradní schéma jako pro asynchronní motor. Ovšem s tím rozdílem, že na sekundární straně namísto odporu

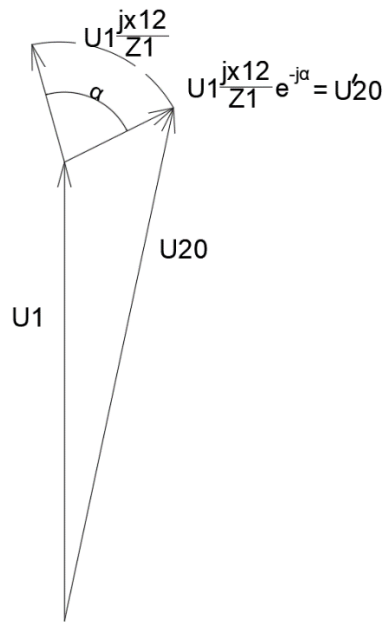
$$\frac{R_2'}{s} = R_2' + \frac{1-s}{s}R_2' \quad (2)$$

bude impedance  $R_2' + Z'$ , kde  $Z'$  je na primární stranu redukována zatěžující impedancí. Jak již bylo zmíněno, transformátor se používá pro měřicí účely, pokud chceme spojitě měnit fázi sekundárního napětí. Protože jinak by měl transformátor oproti standartním třífázovým transformátorům nevýhodu. Tato nevýhoda spočívá ve velkém magnetizačním proudu způsobeného vzduchovou mezerou [1].

Nevýhoda velkého magnetizačního proudu ovšem odpadá, pokud se používá indukční stroj jako tzv. natáčivý transformátor neboli booster (indukční regulátor), v tomto zapojení se s ním dá řídit napětí [1]. Nejjednodušší zapojení má jednoduchý trojfázový natáčivý transformátor, jehož schéma zapojení je vidět na obrázku 4.



Obr. 4.: Schéma trojfázového jednoduchého natáčivého transformátoru



Obr. 5.: Vektorový diagram napětí jednoduchého natáčivého transformátoru ve stavu naprázdno

Na obrázku 5 je vidět příslušný vektorový diagram napětí ve stavu naprázdno, je z něj patrné, že koncový bod výsledného napětí

$$U_{20} = U_1 + U'_{20} \quad (3)$$

( $U'_{20}$  je napětí indukované v rotoru) se pohybuje při natáčení rotoru po kružnici, z čehož vyplývá, že v tomto konkrétním zapojení se může napětí na regulované straně měnit souvisle od rozdílu tak i do součtu [1].

$$U_{20min} = U_1 - U'_{20} \quad (4)$$

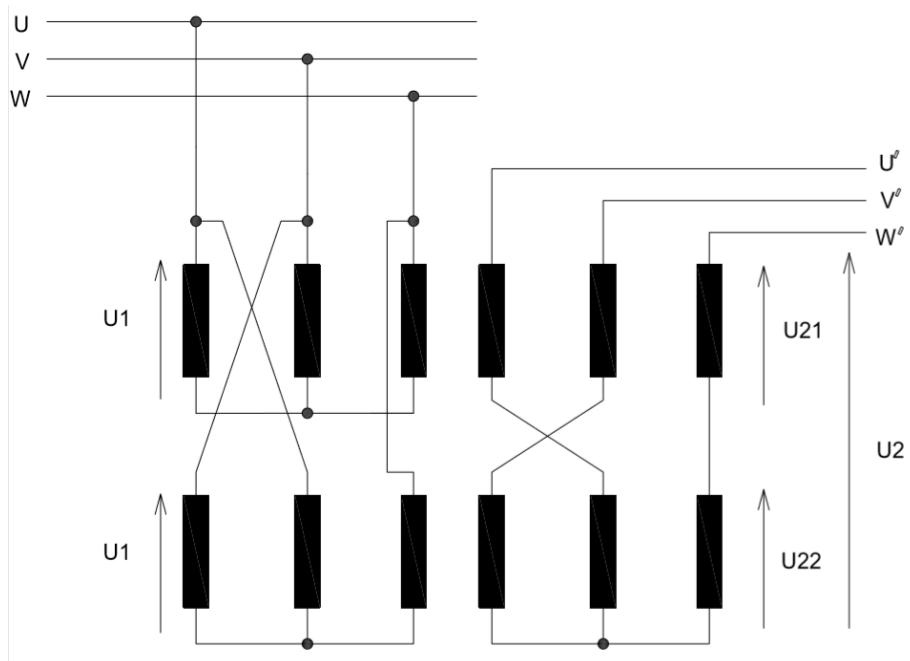
$$U_{20max} = U_1 + U'_{20} \quad (5)$$

Z rovnic 4 a 5 je patrné že je možnost transformovat napětí na vyšší hodnotu, než je jmenovité napětí v síti, ale zároveň nemůžeme klesnout s napětím na nulovou hodnotu.

Pokud bychom požadovaly, aby výsledné napětí nebylo fázově posunuto, museli bychom použít dvojitý natáčivý transformátor, jež tento požadavek splňuje a stále umožňuje regulovat napětí natáčením rotoru. Dvojitý natáčivý transformátor se skládá ze dvou zabrzděných indukčních strojů, které jsou na společné hřídeli. Primární strany jsou spojeny



paralelně tak, aby se jejich magnetická pole otáčela proti sobě. Schéma zapojení dvojitého natáčivého transformátoru je uvedeno na obrázku 6.



Obr. 6.: Schéma zapojení dvojitého natáčivého transformátoru

## 2.2 Parametry boosteru T108

Booster, pro který je dodatečné ovládání navrhováno se nachází ve zdrojovně laboratoří EI 101, v této zdrojovně se nachází i ostatní zdroje jako jsou transformátory a dynama. Tento booster můžeme označovat jako T108. Fotka onoho boosteru je k vidění na obrázku 7.



Obr. 7.: Booster T108

Booster vyrobila firma TES Vsetín s.r.o. a je ho možné ovládat jak dálkově pomocí motorku natáčející přes šnekový převod rotor nebo po odpojení motorku i manuálně. Jedná se o typ NTA 64-2, což znamená, že se jedná o třífázový jednoduchý natáčivý transformátor. Zdánlivý výkon je roven 21 kVA, napájecí napětí  $U_1$  je 380 V a napětí sekundáru  $U_2$  se může pohybovat v rozmezí 30–780 V, jmenovitý vstupní proud  $I_1$  je roven 67 A a jmenovitý výstupní proud  $I_2$  je 30 A. Napájecí frekvence je 50 Hz a  $\cos\varphi=0,8$ . Booster byl vyroben v roce 2005, třídu krytí má IP23 a hmotnost činí 305 kg.



Obr. 8.: Štítek a evidenční číslo boosteru T108

### 3 Vlastní návrh dodatečného dálkového ovládání

Následující část se zabývá návrhem dodatečného dálkového ovládání k boosteru T108. Ovládání musí splňovat následující požadavky:

- musí spolehlivě a bezpečně ovládat booster T108
- součástí ovládání musí být i zařízení, které zajistí měření potřebných elektrických veličin a být schopno tyto elektrické veličiny pomocí osobního počítače exportovat do elektronické podoby
- součástí ovládání bude i usměrňovač, který bude boosterem napájen a usměrněné napětí z usměrňovače bude dostupné prostřednictvím průmyslové zásuvky

- zregulované napětí z boosteru bude dostupné prostřednictvím průmyslové zásuvky
- zkompletované ovládání musí mít takové rozměry, aby se vešlo do instalačního prostoru
- usměrňovač musí být chlazen chladícím blokem a zároveň chladící blok musí být sám dostatečně chlazen, na chladícím bloku bude instalována ochrana zajišťující včasné vypnutí v případě přehřátí
- a celé zařízení musí splňovat příslušné normy jako je ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33 2000-4-43 a ČSN 33 2000-5-52

### 3.1 Popis stávající situace

Ovládání a výstup boosteru je připojeno na několik laboratorních pultů, jak je popsáno v kapitole 1. Veškerá kabeláž, ať již ovládací nebo silová je vedena od rozvaděčů k pultům prostřednictvím kabelových kanálů, které jsou zapuštěny v podlaze laboratoří. Tyto kabelové kanály umožňují protažení potřebné kabelizace, která je pro funkci dodatečného dálkového ovládání nutná, až do místa, kde bude dálkové ovládání nainstalováno. Kabeláž pro ovládání z kabelových kanálů v laboratořích EK 101, musí procházet protipožárními průchodkami, které ústí nad podhledy stropu o patro níž. Téměř přímo pod tímto místem bude rozvaděč s celým požadovaným vybavením nainstalován. V blízkosti se nachází laboratoř EK 009.

Původně bylo zamýšleno, že ovládání a silové obvody budou vedeny od pultu D106. Toto řešení je také proveditelné. A to tak, že k otočnému spínači by byla přidána poloha dva, která by přepínala ovládání k dodatečnému ovládání o patro níže. Nutné by také bylo v pultu zdvojit vstupní i výstupní svorky. Nicméně bylo zvoleno řešení, které je na provedení jednodušší. Toto řešení spočívá v použití volné pozice vačkového přepínače S2, který se nachází v rozvaděči R02 I. Vedení a připojení potřebné kabeláže od rozvaděčů je proveditelné jednodušeji než to samé provádět od pultu D103. Další výhodou je, že dodatečné ovládání bude mít na přepínači ovládání vlastní pozici. Celý návrh ovládání je

použitelný pro oba způsoby. Jak již ale bylo zmíněno, bylo zvoleno jednodušší vedení kabeláže od rozvaděčů R02 I. a R02 II.

### 3.2 Návrh jištění a dimenzování na proud

Nejdříve se budeme zabývat silovým obvodem. Jelikož je jmenovitý proud sekundárního obvodu boosteru 30 A, volíme jistící prvek, který se svojí jmenovitou hodnotou rovná anebo je nejbližší pod touto jmenovitou hodnotou proudu. Jako jistící prvek volíme elektrický 3 pólový jistič. Poněvadž budou zkoušeny různé motory, volíme jistič s vypínací charakteristikou jističe C, která zajistí, že jistič v době rozběhu jistič nevybaví. Jelikož jistič se jmenovitou hodnotou 30 A není sériově vyráběn, tak volíme nejbližší nižší hodnotu což je 25 A. Výsledek tedy je, že silový obvod bude chráněn třípólovým jističem se jmenovitou hodnotou proudu 25 A a vypínací charakteristikou jističe C, těmto parametrům vyhovuje například jistič od firmy Schneider electric iC60L - 3P - 25A, mechanická životnost tohoto jističe je 20000 cyklů a elektrická životnost 10000 cyklů.

Dále budeme volit průřez vodičů uvnitř kabelu s ohledem na protékající proud. Při tomto dimenzování se budeme řídit dle normy: ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení. Kvůli jednodušší manipulaci s kabelem, musí být jeho izolace z chloroprenové pryže a vodiče musí být slané. Tudiž kabel, který je podle nového značení značen H07RN-F nebo dle starého značení také CGTG. Maximální dovolená provozní teplota pryžové izolace je 90°C.

Poněvadž se nacházíme v třífázové síti TN-S, musí kabel obsahovat celkem pět jednotlivých vodičů, v barevném provedení žluto-zelená pro ochranný vodič PE, tmavě modrá pro střední vodič N a kombinace barev: hnědá, černá, šedá pro pracovní vodiče L1, L2, L3. Vodiče PE a N se musí svým průřezem shodovat s průřezem vodičů L1, L2 a L3.

Nejdříve určíme dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 způsob uložení vedení, z normy bylo zjištěno že uložení kabelu odpovídá položce číslo 51 – více žilový kabel uložený v elektroinstalačním kanále, který je uložený v podlaze – uložení B2. Toto bylo zjištěno z tabulky, jenž se v normě nachází. Dále zvolíme přibližný průřez, o kterém si myslíme že je dostačující. Případně pokud jsme průřez naddimenzovali nebo poddimenzovali, zvolíme větší či menší průřez.

Volím průřez  $S = 4 \text{ mm}^2$ , z normy zjistím, že pro konkrétní průřez a izolaci kabelu je maximální proud 35 A pro okolní teplotu  $30^\circ\text{C}$ .

Z přílohy B, která se nachází v normě, zjistíme přepočítávací činitel pro seskupení více než jednoho mnohožilového kabelu pro náš konkrétní průřez a uložení typu B, v našem případě pro více jak 9 souběžných kabelů odpovídá součinitel  $k_s=0,73$ .

Dále zjistíme přepočítávací činitel pro teplotu  $25^\circ\text{C}$ , jelikož v kabelových kanálech bývá maximálně tato teplotní hodnota okolního vzduchu. Příslušný teplotní součinitel  $k_t = 1,04$ .

Nyní spočítáme celkový přepočítávací součinitel  $k$ .

$$k = k_s k_t \quad (6)$$

Výsledný přepočítávací součinitel je roven 0,759. Kterým vynásobíme maximální proud tímto výsledným přepočítávacím činitelem a zjistíme maximální proud, který vodičem může soustavně téci, v případě našeho uložení kabelu.

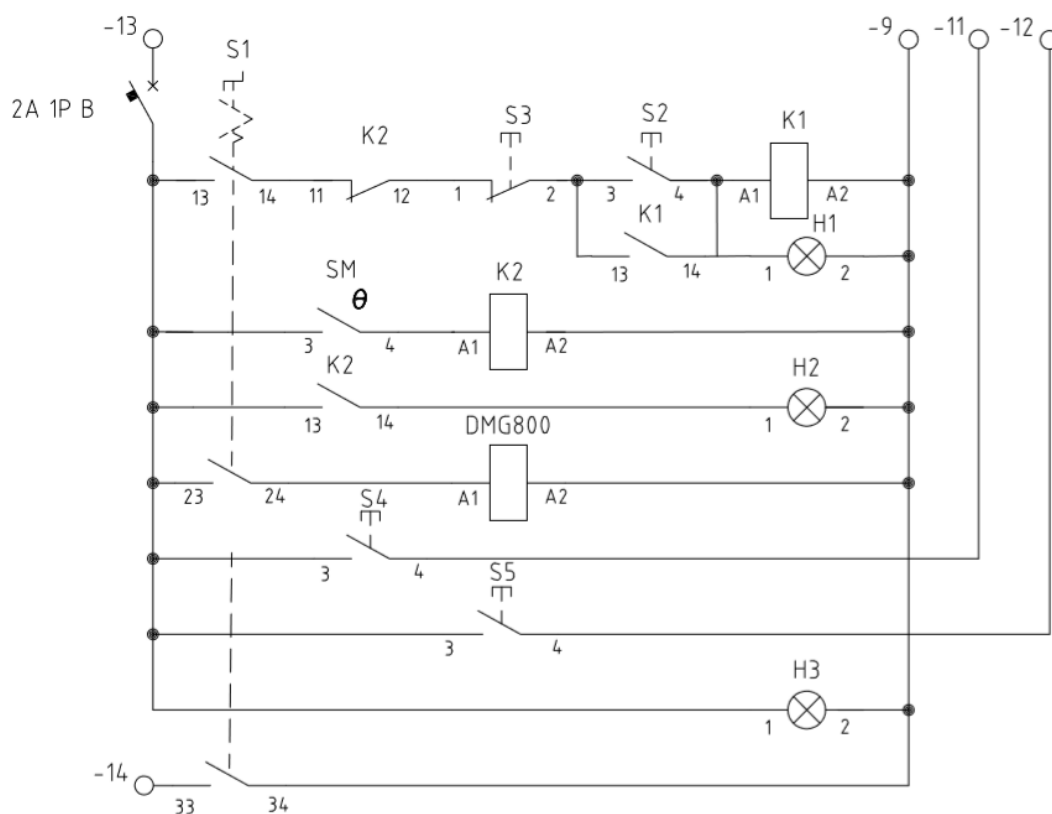
$$I_{vys} = I_{30} k \quad (7)$$

Po dosazení a výpočtu, dostaneme výsledný proud 26,57 A. Tento výsledný proud odpovídá maximálnímu proudu, jenž může jednotlivými vodiči kabelu trvale protékat. Nyní porovnáme tento proud se jmenovitým proudem zvoleného jističe. Ten je 25 A, jmenovitý proud jističe je menší než výsledný proud. Tudíž je vše v pořádku a průřez je možné použít.

Nyní přejdeme k ovládacímu obvodu. Norma ČSN 33 2000-5-52 dále uvádí, že pro ohebné kabely určené pro ovládání a jenž mají sedm a více žil, je hodnota minimálního průřezu rovna  $0,9 \text{ mm}^2$ . Minimální průřez, který je v provedení H07RN-F vyráběn pro námi požadovaný počet vodičů je  $1,5 \text{ mm}^2$  a proto volíme tento průřez. Minimální počet vodičů pro ovládání je 5, ovšem pro jistotu volíme raději 7. Výsledný ovládací kabel tedy bude H07RN-F 7x1,5. Jmenovitou hodnotu jističe volíme 2 A, což je dostačující hodnota, vypínací charakteristiku jističe B a jistič je samozřejmě jednopólový. Můžeme použít například jistič Schneider electric iC60H – 1P – 2 A – B.

### 3.3 Návrh zapojení ovládacího obvodu

Při návrhu zapojení ovládacího obvodu je vycházeno z již existujících zapojení nacházejících se v pultech D10X. Toto zapojení musí být ovšem doplněno dle požadavků, které musí přídavné ovládání plnit. Bylo zjištěno, že v původním schématu se vývody číslo 9 a 10, v určitém bodě mimo pult sjednotí, a tudíž je možno je sjednotit již dříve, a to je i v tomto návrhu provedeno, jak je vidět na schéma na obrázku 9.

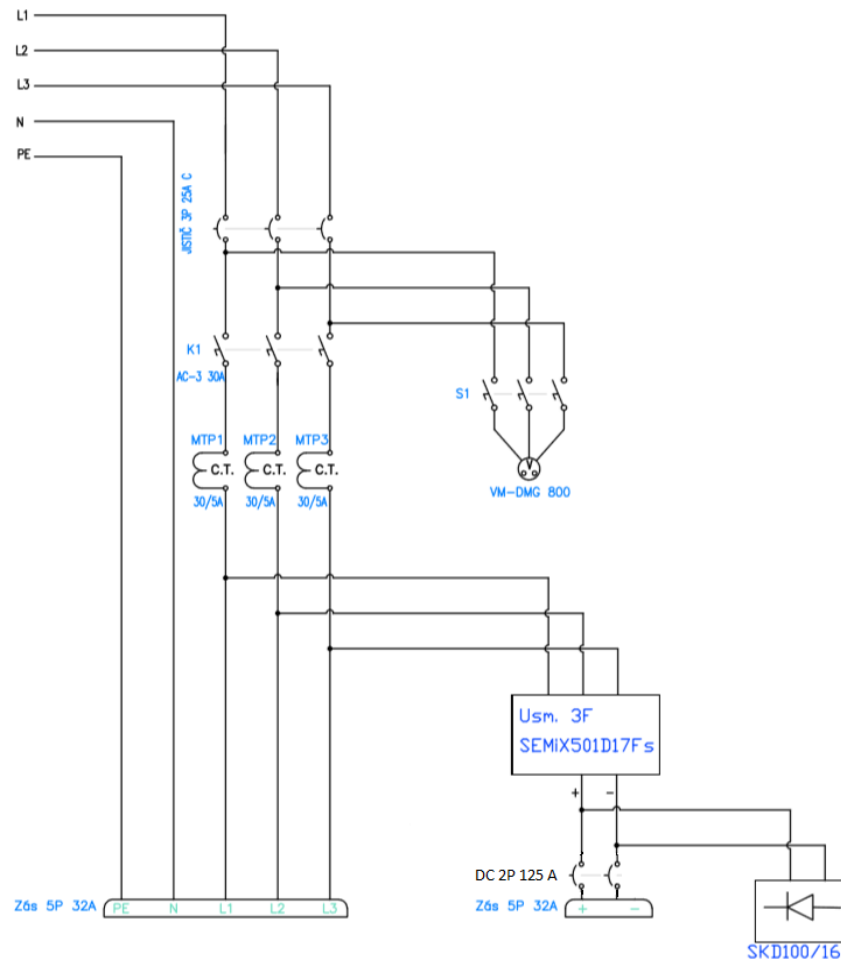


Obr. 9.: Navrhnuté ovládací schéma

Nyní popíšeme jak celé ovládací schéma (obr. 9) vlastně funguje. Jistič se jmenovitým proudem 2 A zajišťuje ochranu proti nadproudům a přetížení napájecího vodiče, jenž napájí ovládací, signalizační a měřící prvky uvnitř přídavného dálkového ovládacího obvodu. Signálka H3 signalizuje, že bylo z rozvaděče R02 I. přepnuto ovládání na toto konkrétní přídavné dálkové ovládání a je možné booster ovládat. Dále otočný spínač s aretací po otočení umožní napájet stykač K1. Otočný spínač zároveň přivede napájení i k panelovému měřiči výkonů DMG800 a ještě k tomu sepne stykač uvnitř rozvaděče R02. Tento stykač v rozvaděči R02 II. zajišťuje spínání napájení boosteru. Spínač S2 také má funkci spínat napájení k digitálnímu voltmetru

(viz schéma zapojení silového obvodu). Na schématu se pod zkratkou SM skrývá Spencerova membrána, která sepne jen tehdy pokud teplota na chladícím bloku stejnosměrného usměřovače dosáhne teploty 45°C. Po sepnutí Spencerovy membrány je přivedeno napájení na cívku ovládacího relé K2, to zapřičiní rozepnutí jeho kontaktu NC a rozpojí obvod stykače. Dále se sepne kontakt NO a rozsvítí se signalizace H3 v podobě červené signálky. Signálka H3 obsluze ohlásí poruchu, která je zapřičiněna zahřátím chladícího bloku třífázového usměřovače nad bezpečnou úroveň. Jelikož má Spencerova membrána určitou hysterezi, tak se její spínací kontakt rozepne při teplotě nižší jak 45°C. Po rozepnutí kontaktu je možno opět pokračovat v používání ovládání. Tlačítko S3 rozpíná obvod cívky stykače K1, tlačítko S2 ho naopak spíná, po sepnutí cívky stykače se sepne kontakt stykače NO. Signálka H1 signalizuje sepnutí stykače a přivedení napájení na výstupy v podobě průmyslových zásuvek. Tlačítka S3 a S4 spínají stykače které se nacházejí v rozvaděči R02 II., čímž zapřičiní natáčení boosteru a zvýšení nebo pokles výstupního napětí.

### 3.4 Návrh zapojení silového obvodu



Obr. 10.: Návrh zapojení silového obvodu

Na obrázku číslo 10 je navrhnuté zapojení silového obvodu. Jelikož se nacházíme v síti TN – S, je přivedeno celkem 5 vodičů. Nejprve napájecí obvod vstupuje do třípólového jističe se jmenovitým proudem 25 A a charakteristikou jističe C. Jistič chrání obvod proti nadproudům a přetížení. Poté pokračuje přes třípólový stykač se jmenovitým průchozím proudem 30 A, kategorie AC-4. Tento stykač spíná a rozpíná obvod pokračující dál k průmyslové zásuvce a usměrňovači. Obvod poté pokračuje dál skrz transformátory proudu, jenž měří průchozí proud s převodem 30:5, sekundární obvod transformátorů pokračuje do panelového měřidla DMG800. Po průchodu měřícími transformátory proudu se obvod rozdělí, jedna část pokračuje dál společně s ochranným a středním vodičem do průmyslové pětipólové zásuvky 32 A a ta druhá část směřuje do třífázového neřízeného diodového usměrňovače. Paralelně k usměrňovači je připojena nulová dioda, která zlepšuje vlastnosti usměrňovače jako je hodnota účinníku. Stejnoseměrný obvod dále pokračuje přes



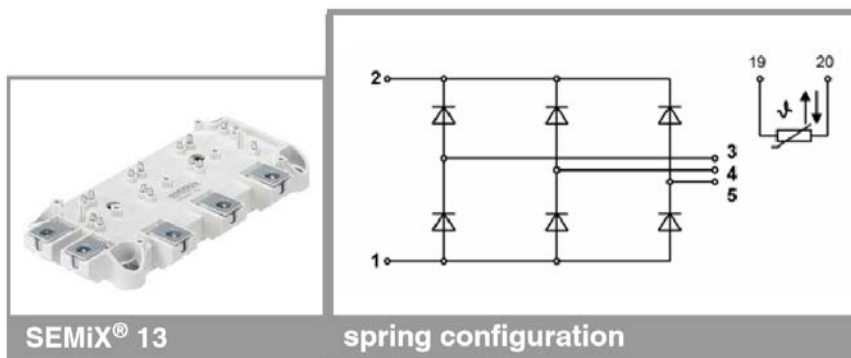
stejnoseměrný dvojpólový jistič se jmenovitou hodnotou 125 A. Stejnoseměrný obvod je nakonec zakončen v průmyslové zásuvce.

Jako neřízený třífázový usměrňovač bude použit SEMiX501D17Fs od firmy Semikron, s parametry, jež jsou vidět v tabulce 1.

Tab. 1.: Parametry SEMiX501D17Fs [2]

Absolute Maximum Ratings				
Symbol	Conditions		Values	Unit
<b>Rect. Diode</b>				
$I_D$	$T_j = 150\text{ °C}$ sinus 180°	$T_c = 85\text{ °C}$	494	A
		$T_c = 100\text{ °C}$	417	A
$I_{FSM}$	10 ms	$T_j = 25\text{ °C}$	2740	A
		$T_j = 150\text{ °C}$	2140	A
$i^2t$	10 ms	$T_j = 25\text{ °C}$	37538	A <sup>2</sup> s
		$T_j = 150\text{ °C}$	22898	A <sup>2</sup> s
$V_{RSM}$			1700	V
$V_{RRM}$			1700	V
$T_j$			-40 ... 150	°C
<b>Module</b>				
$T_{stg}$			-40 ... 125	°C
$V_{isol}$	AC sinus 50Hz	1 min	4000	V
		1 s	4800	V

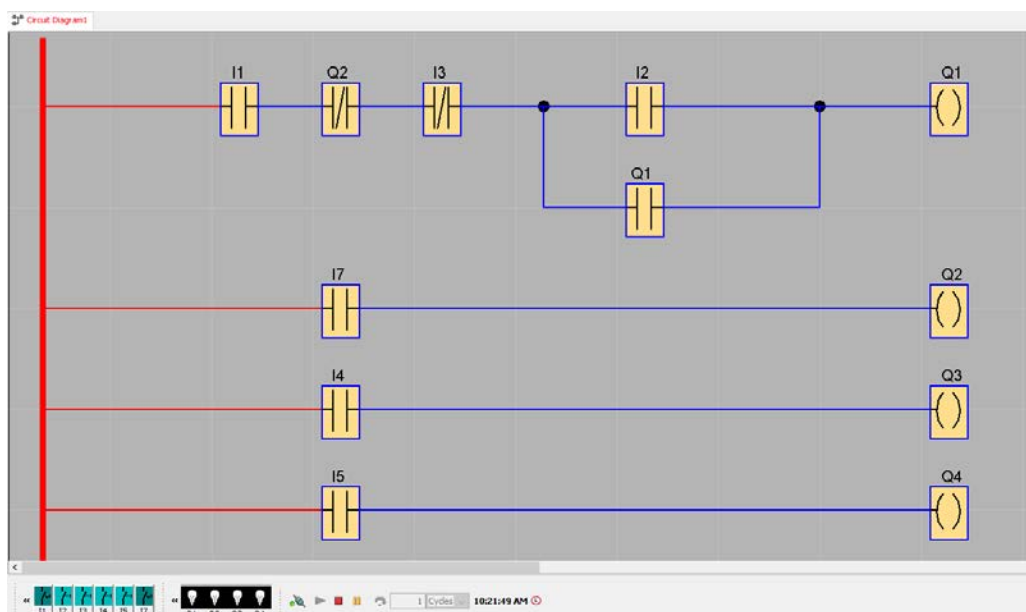
Vnitřní zapojení usměrňovače a pouzdro usměrňovače SEMiX501D17Fs je pak vidět na obrázku číslo 11.



Obr. 11 Vnitřní zapojení a pouzdro SEMiX501D17Fs [2]

### 3.5 Odzkoušení ovládací logiky pomocí softwaru

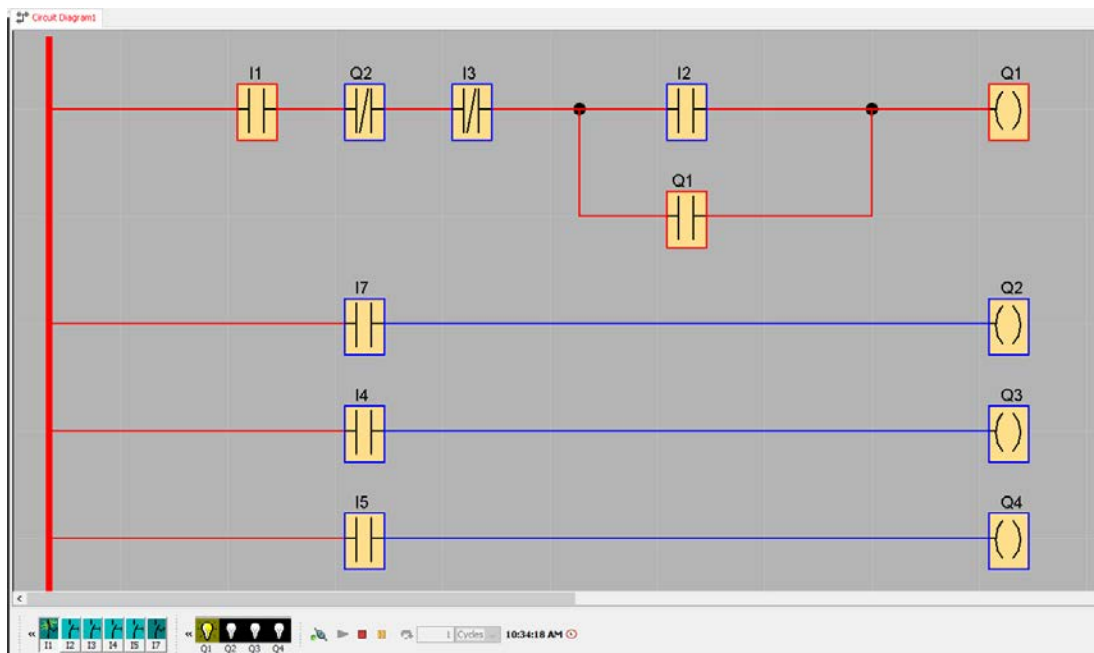
K odzkoušení funkčnosti ovládací logiky návrhu je použit program od firmy Siemens, a to konkrétně program LOGO!Soft Comfort. Na obrázku 12 vidíme sestavenou část schématu, na které je zkoušena řídicí logika, vstupní napájení je přivedeno na vstup, ale všechny ovládací prvky jsou ve vypnutém stavu.



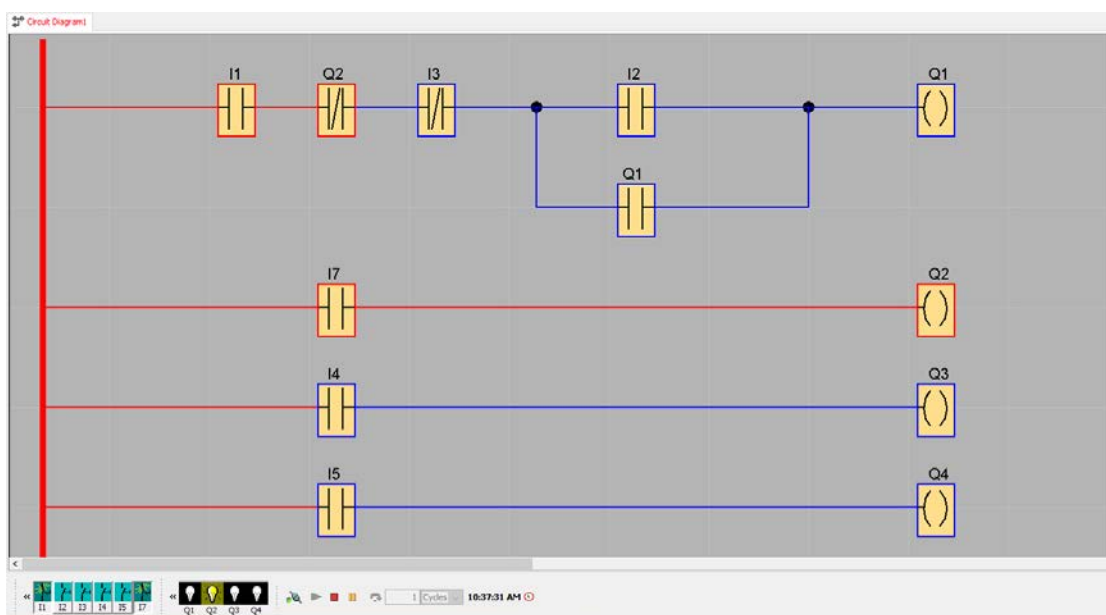
Obr. 12.: Simulace ovládacího schématu ve stavu rozepnuto

Kontaktní prvky, jež jsou na obrázcích 12,13 a 14 umístěny, zastupují příslušné prvky umístěné na schématu z obrázku číslo 9. Například kontakt I1 zastupuje spínač S1, cívka Q1 je stykač K1, dále cívka Q2 je ovládací relé K2 a cívky Q3 a Q4 jsou stykače umístěné v rozvaděči R02 II. Kontakt I7 je spínací kontakt Spencerovy membrány,

Na obrázku 13 je simulováno sepnutí cívky Q2, tudíž připojení napájení na koncové svorky. Na obrázku 14 je naopak simulována porucha, v podobě přehřátí bloku chladiče, na němž je stejnosměrný usměrňovač umístěn.



Obr. 13.: Simulace ovládacího schémata ve stavu spuštěno



Obr. 14.: Simulace ovládacího schémata ve stavu porucha

## 4 Realizace

Tato kapitola se zabývá vlastní fyzickou realizací ovládání včetně všech jeho částí, které jsou požadovány pro jeho bezpečný a spolehlivý provoz. Tyto části zahrnují vlastní ovládání, spínání výstupu z boosteru na koncové svorky, ochrany, měření a stejnosměrný usměrňovač s chlazením v podobě chladicího bloku.

## 4.1 Výběr instalačního rozvaděče

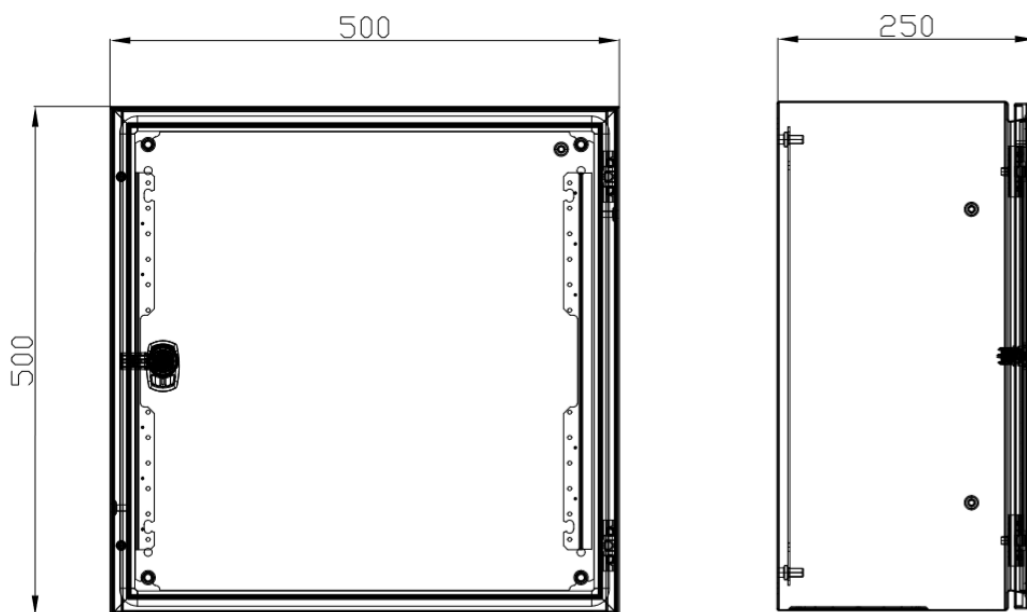
Rozvaděč, do něhož bude vše instalováno, musí splňovat tyto podmínky:

1. jeho rozměry nesmí překročit rozměry místa, jež je pro instalaci připraveno: maximální hloubka 350 mm, maximální šířka 700 a maximální výška 1000 mm
2. rozměry rozvaděče musí umožnit instalaci veškeré vnitřní i vnější výzbroje
3. materiál z něhož je rozvaděč vyroben musí umožnit, aby na rozvaděči mohli být realizovány instalační a montážní otvory pro jeho vybavení, jenž to vyžaduje
4. samotná konstrukce rozvaděče musí být dostatečně pevná, aby bylo možné na vrchní stranu instalovat nosnou konstrukci usměrňovače a chladicího bloku
5. rozvaděč musí splňovat minimálně stupeň krytí IP44
6. samotný rozvaděč musí obsahovat montážní desku, na kterou budou pomocí samořezného šroubu přichyceny rozvaděčové instalační žlaby a instalační lišty DIN
7. rozvaděč musí být pro okolí i obsluhu bezpečný a splňovat požadavky normy ČSN EN 62208

Minimální rozměry rozvaděče, které splňují podmínku číslo dvě, jsou výška a šířka 500 mm, hloubka 250 mm. Tyto rozměry zároveň splňují instalační rozměry v podmínce jedna, a to i s určitou rezervou. Materiál, z něhož je rozvaděč vyroben a splňuje podmínky číslo 3 a 4, je ocelový lakovaný plech s tloušťkou minimálně 2 mm. Ocelový plech tloušťky dva milimetry je dostatečně pevný, aby unesl hmotnost stejnosměrné části, která činí přibližně 10 kilogramů a zároveň není příliš velké tloušťky, která by znemožňovala vrtání a řezání

instalačních otvorů. Za pomoci těchto parametrů můžeme vybrat sériově vyráběný rozvaděč.

Rozvaděč, který byl vybrán má označení NSYS3D5525P a je vyráběn firmou Schneider electric. Tento rozvaděč obsahuje výrobcem osazenou montážní desku, čímž splňuje podmínku číslo 6. Podmínku číslo 5 tedy krytí IP44 (zařízeno je chráněno před vniknutím pevných cizích těles o průměru 1 mm a větších a před dotykem pomocí drátu; taktéž je chráněno proti stříkající vodě), nejenom že rozvaděč tyto podmínky splňuje, ale i převyšuje, rozvaděč má totiž stupeň krytí IP66 (zařízení je prachotěsné a chráněno před dotykem pomocí drátu; taktéž je chráněno proti intenzivně tryskající vodě). Výrobce deklaruje, že rozvaděč splňuje podmínky normy EN 62208, tato norma je zapracována v normě ČSN EN 62208. Certifikát, jenž dokládá splnění této normy, je k vidění v příloze A.



Obr. 15.: Nákres rozvaděče NSYS3D5525P [4]

Jelikož v rozvaděči nebudou umístěny prvky, které by zvyšovaly vnitřní teplotu, tak rozvaděč nemusí mít jak aktivní chlazení, tak ani pasivní chlazení v podobě pasivního proudění vzduchu vnitřními částmi rozvaděče. Nehledě na to, že tyto způsoby chlazení by snížily stupeň krytí.

Rozvaděč je určen k montáži na stěnu, to bude realizováno pomocí čtyř samořezných šroubů M8 odpovídající délky. Pod šrouby budou také umístěny podložky. V případě, že rozvaděč bude vystaven nadměrným vibracím, tak budou použity i pérové podložky, jež zajistí, že šrouby se vlivem vibrací nebudou povolovat. Se šrouby musí být použity i vhodné hmoždinky, které jsou určeny pro použití do materiálu (beton, pórobeton, pálená cihla s dutinami atd.), z něhož je instalační stěna vyrobena.

## 4.2 Realizace samonosného krytu usměrňovače

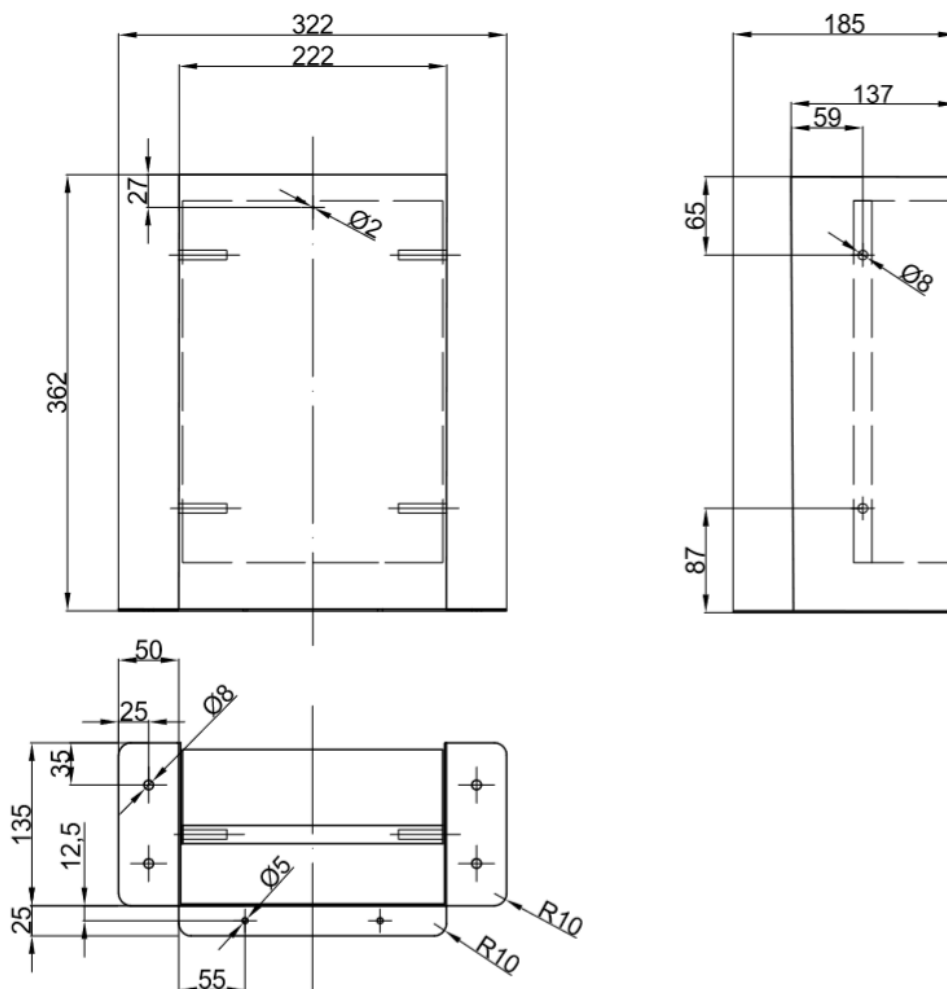
Protože usměrňovač při připojení k zátěži vytváří nezanedbatelné odpadní teplo, které vytváří výkonové diody, které jsou v pouzdru samotného usměrňovače instalovány. Musí být usměrňovač instalován na chladícím bloku, který zajistí odvod tohoto tepla. Pokud by tak nebylo učiněno, teplota by překročilo dovolenou mez, což by způsobilo destrukci výkonových polovodičových diod. Proto bude usměrňovač společně s diodovým můstkem (plní funkci nulové diody) a Spencerovou membránou (kontroluje teplotu chladícího bloku) osazeny na chladícím bloku ze slitiny AlMgSi s tepelným odporem  $0,19 \text{ }^\circ\text{K/W}$ . Tento chladící blok má rozměry uvedené v tabulce 2.

Tab. 2.: Rozměry chladiče

W – Šířka [mm]	L – Délka [mm]	H – Výška [mm]	T – Tloušťka [mm]
216	300	83	15

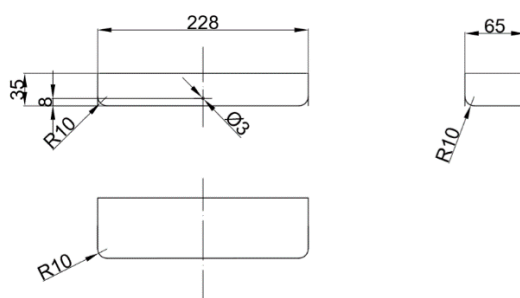
Z těchto rozměrů vyplývá, že chladící blok bude dost masivní, proto není možná jeho instalace do vnitřních částí rozvaděče. Pokud by byla vnitřní instalace vůbec provedena, bylo by navíc vyžadováno aktivní chlazení vnitřních částí rozvaděče. Proto musí být chladící blok instalován na vnějšku rozvaděče, nejlépe na vrchní části. Ovšem kvůli lepšímu ochlazení bloku chladiče přirozeně proudícím vzduchem, nemůže být blok umístěn v pozici horizontální. Nejlépe je umístit blok ve svislé poloze 5 cm nad povrchem rozvaděče. Poloha 5 cm nad rozvaděčem zajistí dostatečné přirozené proudění vzduchu skrz žebra chladiče. Tyto podmínky musí být splněny a zároveň musíme zajistit zakrytí všech živých částí osazených prvků. Proto musí být pro chladící blok vyroben samonosný kryt, jenž zajistí uchycení chladícího bloku nad plochou rozvaděče a zároveň bude zajištěno, že živé části na usměrňovači nebudou přístupné dotyku. Blok chladiče je od přední strany krytu vzdálen 50 mm, čímž je zajištěn dostatečný prostor k umístění kabelových průchodek pro vodiče (nebo kabely), jenž spojují rozvaděč a prvky osazené na chladícím bloku.

Samotný kryt je vyroben z pozinkovaného plechu o tloušťce 1,5 mm. Plech byl nejdříve vyříznut dle rozměrů na obrázku 16, poté byl na ohýbán do výsledné podoby. Dále byly vyvrtány otvory pro uchycení samotného chladiče, otvory sloužící k uchycení na povrch rozvaděče a otvory pro uchycení vrchní části krytu.



Obr. 16.: Výrobní výkres krytu usměrňovače

Kvůli požadavku na dostatečné krytí musí být kryta i vrchní část chladiče, ovšem kvůli náročnosti na výrobu musel být kryt vyroben bez vrchní části. Proto musela být vrchní část krytu vyrobena jako samostatný kus, tato vrchní část je potom k samotnému krytu uchycena pomocí samořezného šroubu. Výrobní výkres vrchní část je k vidění na obrázku číslo 17.



Obr. 17.: Výrobní výkres vrchní části krytu

Vzhledově není pozinkovaný plech příliš dobrý, proto je vhodné ho upravit pomocí základové nátěrové vrstvy určené pro pozinkované plechy a povrchové barvy natřít na bílo. Bílá barva byla zvolena z estetických důvodů, barva krytu se bude totiž po aplikaci všech vrstev nátěru shodovat s barvou stěny v pozadí. Ovšem dokonalé řešení by vyžadovalo, aby se barva shodovala s barvou nanesenou na rozvaděči, bohužel tato barva nebyla ve variantě pro pozink k dostání. Na obrázku 18 je k vidění vyrobený a natřený kryt bez vrchní části.

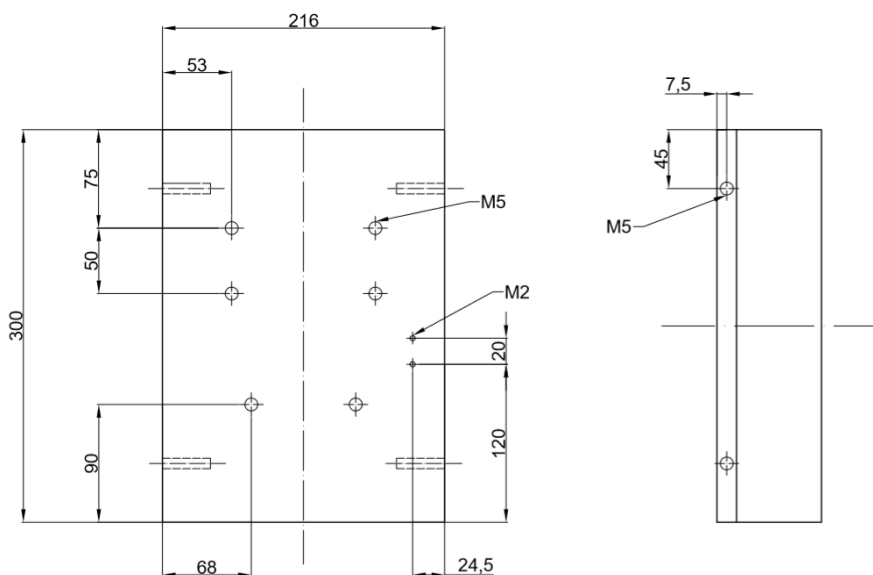


Obr. 18.: Kryt bez vrchní části

### 4.3 Příprava chladícího bloku na montáž

Než mohou být osazeny všechny prvky na chladící blok, musí být realizovány otvory, díky kterým bude chladič upevněn ke krytu, a také otvory, jež jsou nutné k osazení všech instalovaných prvků. Ve všech otvorech musí být proveden příslušný metrický závit, jelikož způsob montáže neumožňuje jiné řešení, které by mělo výhody jako použití šroubových spojů. Na obrázku 19 je pak rozkresleno umístění otvorů. Ve všech otvorech bude proveden závit pro šroub M5. Tedy až na otvory pro uchycení Spencerovy membrány, ta bude uchycena šrouby M2.





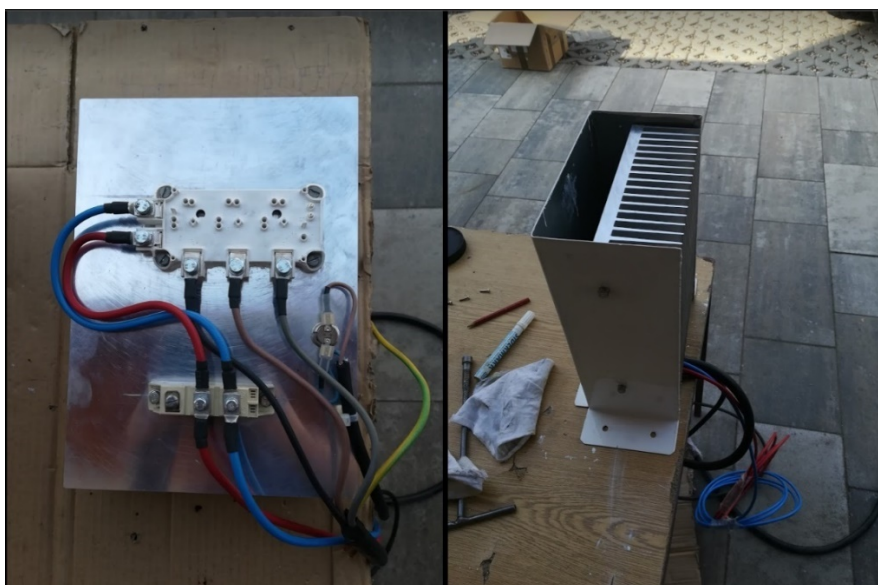
Obr. 19.: Rozvržení otvorů na chladícím bloku

#### 4.4 Kompletace chladícího bloku a jeho krytu

Na chladící blok musí být nejdříve osazeny všechny polovodičové či ochranné prvky. Před jejich osazením však na ně musí být nanесena teplovodivá pasta, jež zvýší tepelnou vodivost v místě styku s blokem chladiče. Usměrňovač a můstek jsou uchyceny pomocí šroubů o průměru M5. Spencerova membrána bude uchycena dvěma šrouby o průměru M2. Veškeré šrouby budou použity s obyčejnými i pérovými podložkami. Po přimontování všech prvků na chladící blok budou připojeny všechny příslušné vodiče. Pro připojení napájení pro usměrňovač bude použit kabel H07RN-F 4G4, čtvrtý vodič bude sloužit k ochrannému spojení krytu a chladiče. Pro připojení výstupu usměrňovače budou použity vodiče H07V-K 10 rudé a tmavomodré barvy. Spencerova membrána pak bude připojena kabelem H07RN-F 2x1,5. Jelikož jsou všechny vodiče slané, musí být k připojení použity lisovací kabelová oka odpovídající průřezu vodičů a průměru připojovacích šroubů. Všechny připojovací šrouby, jež se na usměrňovači a diodovém můstku nacházejí, jsou šrouby o průměru M6. Opět budou šrouby doplněny podložkou, a to jak obyčejnou, tak i pérovou. Pérová podložka zajistí stálé dotažení šroubů, což je nutné, jelikož tato část již nebude bez provedení složité demontáže dostupná. Spencerova membrána má připojení v podobě dvou konektorů typu faston, z toho vyplývá, že konektory faston musí být

nalisovány i na přípojovací vodiče. Kabelová oka a konektory faston budou zaizolována pomocí smršťovacích bužírek.

Po provedení veškerých úkonů, jež jsou popsány výše je možné chladicí blok s výbavou instalovat do krytu. Instalace ke krytu bude opět provedena za pomoci šroubů o průměru M5, s pérovými i obyčejnými podložkami. Mezi chladičem a krytem bude provedeno ochranné spojení s PE za pomoci připraveného vodiče s kabelovým okem. Na závěr bude namontována vrchní část krytu, pomoci vhodného samořezného šroubu. Po dokončení této finální operace je možno zkompletovaný celek přimontovat k rozvaděči. Na obrázku 20 je vidět osazení prvků na chladicím bloku s již zapojenými vodiči, dále je možné vidět chladicí blok již namontovaný uvnitř krytu.

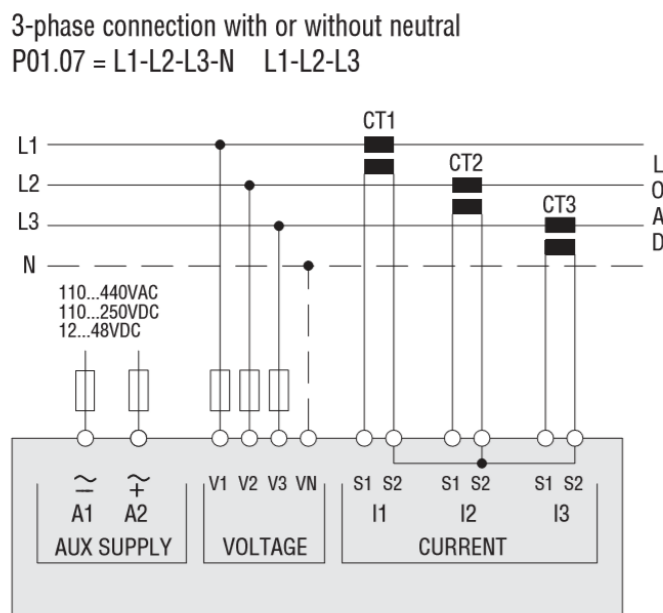


Obr. 20.: Montáž chladicího bloku

#### 4.5 Přístroje zajišťující měření elektrický veličin

Výsledná sestava musí být schopna měřit různé elektrické veličiny (napětí, proud, kmitočet atd.). Měření těchto elektrických veličin může být prováděno buďto několika přístroji anebo jedním multimetrem, který je schopen všechny požadované veličiny měřit. Digitální multimetry jsou i schopny naměřené veličiny exportovat do osobního počítače. Tato vlastnost se obzvláště hodí, pokud je potřeba rychle měřit několik veličin najednou. Přístroj, který tedy bude zajišťovat měření je digitální multimetr DMG800 od firmy Lovato. Digitální multimetr DMG800 je schopný zobrazovat na velkém grafickém LCD displeji

vysoce přesná měření, což umožňuje ovládat systémy distribuce elektrické energie. Zařízení je schopné měřit napětí (fázové i sdružené), proud (fázové hodnoty), výkon (zdánlivý, činný a jalový), účinník (fázový a celkový), kmitočet a celkové harmonické zkreslení. Harmonickou analýzu napětí a proudu je možné provádět až do 31. řádu. K DMG800 je možné připojit i různé přídavné moduly, například různá relé či komunikační porty. Aby bylo možné komunikovat s DMG800 za pomoci osobního počítače je potřeba multimetr vybavit komunikačním modulem s USB portem. Pro samotné měření proudu musí být použity proudové transformátory. Proudové transformátory zajistí přetransformování měřeného proudu na hodnotu sekundárního proudu 5 A, která je kompatibilní s proudovými vstupy digitálních multimetrů. Použity budou tři proudové transformátory DM1TP 0060 od firmy Lovato. Jedná se o přesné proudové transformátory třídy 0.5s bez primárního vinutí a běžně se používají pro vysoké hodnoty primárního proudu. Primární proud transformátorů je 60 A. Jelikož jmenovitý proud sekundáru boosteru je 30 A, je vhodné vytvořením dvou smyček na transformátoru, primární proud snížit právě na 30 A. Samotný počet smyček nemění přesnost transformátorů. Na obrázku 21 je uvedeno schéma zapojení DMG800 a transformátorů proudů.



Obr. 21: Schéma zapojení DMG800 [5]

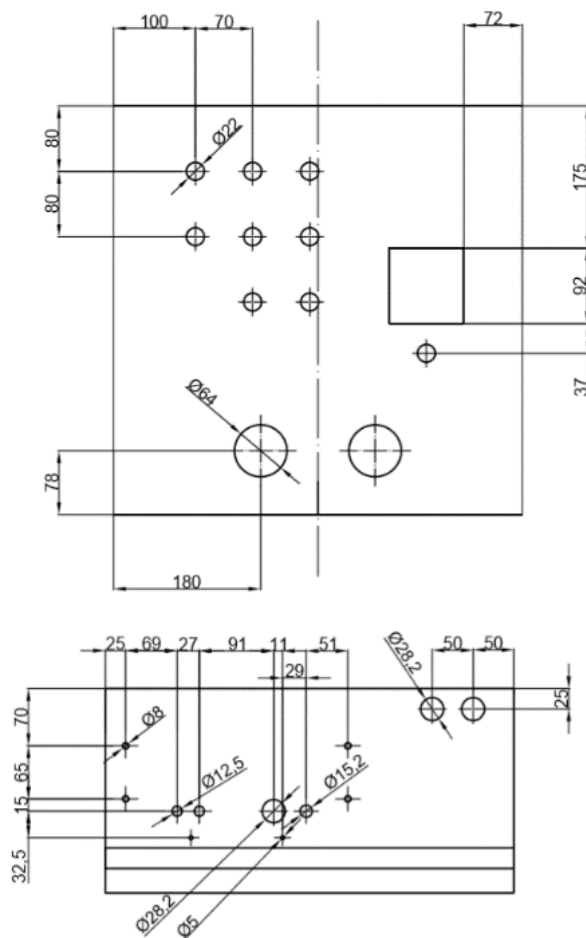
## 4.6 Vybavení instalované na dveřích rozvaděče

Vybavení, jenž bude na dveřích rozvaděče instalované, bude sloužit k ovládání, měření a rozvodu elektrické energie. Pro ovládání byly zvoleny ovládací prvky od firmy Eaton,

jedná se o řadu produktů M22 (tyto hlavice vyžadují instalační otvor o průměru 22 mm). Osazeny tedy budou ovládací hlavice: 1x M22-D-G, 1x M22-D-R, 2x M22-D-S, 1x M22-WRK. Pro signalizaci budou použity dvě kompaktní signálky M22-LC-W a jedna signálka M22-LC-R, která slouží pro signalizaci poruchy. Pro měření bude osazeno měřicí zařízení od firmy Lovato DMG 800 a s ním i USB port, jenž bude sloužit k exportu naměřených dat do elektronické podoby pomocí osobního počítače. Pro rozvod energie budou sloužit dvě pětipólové průmyslové zásuvky se jmenovitým proudem 32 A. Jedna bude sloužit k rozvodu střídavého napájení a druhá zase stejnosměrného napájení. Použití pětipólové průmyslové zásuvky pro rozvod stejnosměrného napájení bylo použito z nutnosti. A to proto, že cenově dostupná průmyslová stejnosměrná zásuvka pro hladinu stejnosměrnou napětí, jenž bude na výstupu, nebyla v době realizace k dostání. Aby se zamezilo zaměnění střídavého a stejnosměrného výstupu, bude otvor PE v zásuvce stejnosměrného výstupu zaslepen, což znemožní vsunutí připojovací hlavice, jež pro tento vstup nebude určena. Pro zajištění lepšího rozložení stejnosměrného proudu skrz zásuvku bude kladný i záporný pól na zásuvce zdvojen.

#### **4.7 Instalační otvory na povrchu rozvaděče**

Na povrchu rozvaděče musí být vyříznuty instalační otvory, které budou sloužit k osazení tlačítek, signálek, měřicího příslušenství, kabelových průchodek s pancéřovým závitem a průmyslových pětipólových zásuvek. Kabelové průchodky s pancéřovým závitem, které jsou instalovány, mají velikost Pg7, Pg9 a Pg21. Také budou vytvořeny i otvory které poslouží k přichycení krytu bloku chladiče. Veškeré tyto otvory budou vytvořeny pomocí obyčejných a vykružovacích vrtáků určených pro vrtání ocele. Jedinou výjimkou je instalační otvor pro DMG 800, který musí být vyřezán pomocí flexi s řezacím kotoučem. Každý instalační otvor musí být začištěn od kovových ořepků. Rozvržení instalačních otvorů je k vidění na obrázku 22.



Obr. 22.: Rozložení děr

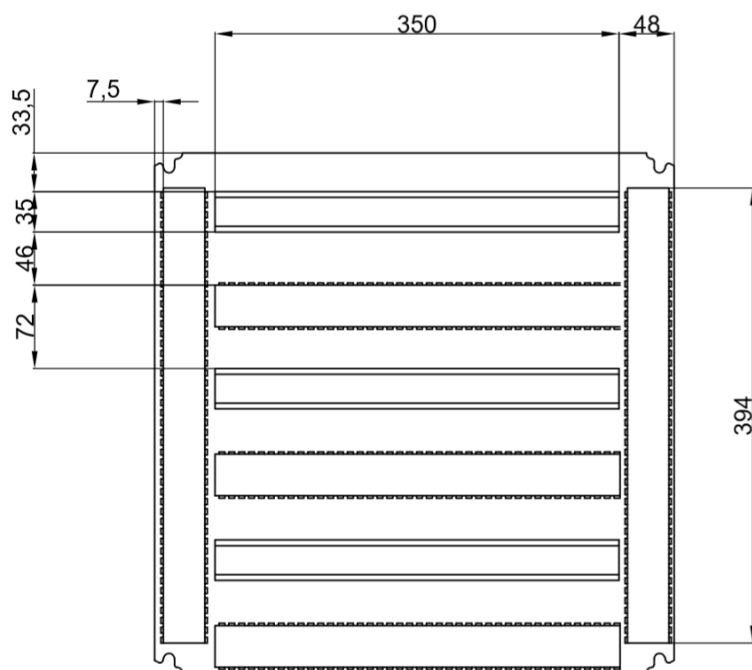
#### 4.8 Vnitřní vybavení rozvaděče

Vybavení umístěné uvnitř rozvaděče slouží hlavně k jistění jednotlivých obvodů, ovládání, spínání, měření elektrického proudu a rozvodu elektrické energie. K jistění třífázového obvodu je použit třípólový jistič se jmenovitým proudem 25 A a s vypínací charakteristikou C. Ovládací obvod je jistěn jednopólovým jističem se jmenovitým proudem 25 A a s vypínací charakteristikou B. Pro jistění stejnosměrného okruhu je použit stejnosměrný jistič se jmenovitým proudem 125 A, vypínací charakteristika jističe je C. Stejnosměrné napětí, pro které je jistič navrhnut je od 12 V do 440 V (jistič s vyšším napětím nebyl v době realizace k dostání). Pro měření proudu třífázového okruhu jsou použity transformátory proudu pro průměr vodiče 28 mm. Jmenovitý proud sekundáru transformátoru je 5 A a jmenovitý proud primáru je 60 A. Jelikož jmenovitý proud boosteru je 30 A, tak je vhodné každý vodič, v němž je měřen proud provléct transformátorem dvakrát (jednou ho obtočit), což zajistí, že jmenovitý měřený proud transformátorem bude 30 A. K ovládání a spínání je umístěn třípólový stykač se jmenovitým proudem 30 A a kategorie

AC-4. Dále je k ovládání použito ovládací relé, jehož napájecí vstup je připojen ke Spencerově membráně. K uchycení veškerého vnitřního vybavení, jež to umožňuje je použita lišta DIN. K rozvětvení a připojení vodičů slouží dva druhy řadových svorek. První druh svorek, které jsou určeny pro silový obvod, je řadová svorka pro maximální průřez vodiče 10 mm<sup>2</sup>. Pro střední ochranný vodič musí být ovšem použity svorky s odpovídající barvou, tedy tmavomodrou a zelenožlutou. Pro ovládací obvod jsou použity řadové svorky pro maximální průřez vodiče 2,5 mm<sup>2</sup>. K uložení všech vodičů jsou použity rozvaděčové kanály s úzkou perforací rozměrů 40 mm a 40 mm.

#### 4.9 Rozložení vnitřního vybavení rozvaděče

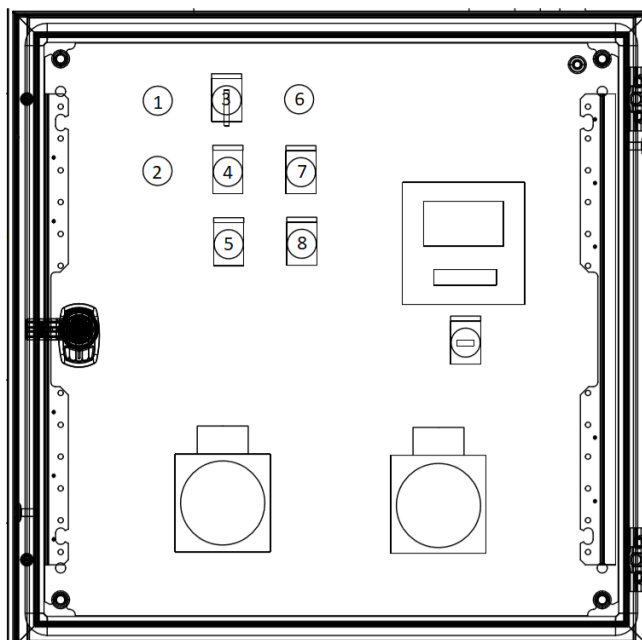
Rozvaděčové kanály a lišty jsou rozmístěny podle výkresu na obrázku 23. Rozmístění jednotlivého vybavení je provedeno dle následujícího popisu. Na vrchní liště DIN je úplně vlevo umístěn dvoupólový stejnosměrný jistič, zhruba uprostřed je spínací relé a úplně vpravo je pak třípólový jistič. Na prostřední liště jsou zleva postupně umístěny tři proudové transformátory a vpravo od nich je umístěn stykač. Spodní lišta slouží k montáži všech řadových svorek, svorky jsou vedle sebe vyskládány zhruba uprostřed. Vpravo od řadových svorek se pak nachází jednopólový jistič.



Obr. 23.: Rozložení instalačních prvků na instalační desce

## 4.10 Závěrečná kompletace

Závěrečná kompletace musí být provedena dle postupů, zásad a schémat, jež byli uvedeny v předchozích kapitolách.



Obr. 24.: Pozice ovládacích hlav na rozvaděči

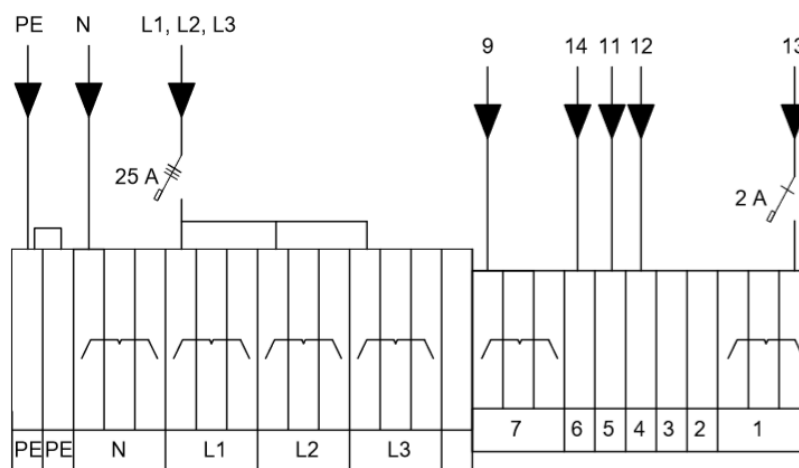
Na obrázku 24 jsou jednotlivým ovládacím hlavicím a signálkám přiřazeny číselné pozice. Na pozici 1 a 2 jsou umístěny kompaktní signálky M22-LC-W. Na pozici 3 je umístěna otočná hlavice M22-WR, pozice 4 je určena pro zelenou hlavici M22-D-G a pozice 5 je vyhrazena pro červenou hlavici M22-D-R. Pozice 6 je opět kompaktní signálka, která je ovšem zbarvena červeně, jedná se o typ M22-LC-R. A poslední pozice 7 a 8 jsou určeny pro hlavice M22-WS, které mají černou barvu.

Po osazení hlavic na správné pozice je potřebné, je osadit ze zadní strany příslušnými rozpínacími či spínacími kontakty. Otočná hlavice na pozici 3 musí být osazena 6 spínacími kontakty. Každá hlavice na pozicích 4, 7 a 8 je osazena jedním spínacím kontaktem. Poslední hlavice na pozici 5 je osazena jedním rozpínacím kontaktem.

Po osazení hlavic na dveře rozvaděče, je osazeno i ostatní vybavení, jenž má být na rozvaděči umístěno. Poté musí být umístěno veškeré vnitřní vybavení a kabelové průchodky, a to na správná místa.

Jakmile je vše umístěno, je možno instalovat kryt chladícího bloku. Ovšem nejprve musí být skrz kabelové průchodky protaženy vodiče a kabely, jež jsou v krytu umístěny. Po protažení je nutné kryt přimontovat k rozvaděči pomocí vhodných šroubů a matek.

V závěrečné fázi je nutné vše zapojit dle schémat, jež se nachází na obrázku 9 a 10. Pro drátování ovládacího obvodu je vhodné použít vodič H07V-K 1,5 hnědé barvy. Pro silový obvod musí být použit vodič H07V-K s průřezem minimálně 4 mm<sup>2</sup>, hnědé barvu pro přívodní vodiče, tmavomodrou pro střední vodič a zelenožlutou pro ochranný vodič. Pro stejnosměrný obvod je opět použit vodič H07V-K ovšem o přířezu 10 mm<sup>2</sup>, barvy vodičů musí být rudá a tmavomodrá. Jelikož je vodič H07V-K slaněný musí být na zakončeních umístěny lisovací dutinky vhodné pro daný průřez.



Obr. 25: Schéma připojení přívodních vodičů na řadové svorky

Pokud to situace dovolí, musí být všechny vodiče taženy skrz rozvaděčové kanály. Veškeré vodiče, jež přecházejí z rozvaděče na dveře rozvaděče, musí být umístěny v ohebné trubce o průměru 60 mm. Umístění vodičů v této trubce zajistí ochranu vodičů. Samotná ochranná trubka a vodiče, které jsou na dveřích rozvaděče umístěny, musí být uchyceny pomocí samolepících držáků a stahovacích pásek.

Po provedení celkové kompletace je vhodné zapojení odzkoušet pomocí multimetru s funkcí prozvánění elektrických obvodů. Tím můžeme odhalit některé chyby, jež během zapojování mohly vzniknout.



Na obrázku 26 a 27 je k vidění kompletně zkompletovaný vnitřní a vnější část rozvaděče.



*Obr. 26.: Zkompletovaný vnitřek rozvaděče*



*Obr. 27.: Zkompletovaný vnějšek rozvaděče*

## 5 Odzkoušení

Po realizaci a před samotnou instalací kompletu na místo, je vhodné nejdříve odzkoušet funkčnost celého zapojení. To bylo i provedeno. Zapojený a zkompletovaný rozvaděč byl připojen ke všem příslušným svorkám, jenž se nachází v rozvaděči R02. Zkouška, která byla provedena, potvrdila správnou funkčnost celého zapojení. Booster bylo možné spínat a

natáčet jeho rotor pomocí ovládacích prvků, jenž se nachází na zhotoveném rozvaděči. Na obrázku 28 je vidět průběh zkoušky.



Obr. 28.: Zkouška funkčnosti

Tato zkouška potvrdila funkčnost zapojení, nyní je možné přídavné dálkové ovládání umístit na místo jeho trvalé instalace a začít ho neomezeně používat. A to ke všem účelům, k jakým byl navržen.

## 6 Uživatelský manuál

### 6.1 Bezpečnostní pokyny

Před začátkem užívání tohoto zařízení je zapotřebí si pečlivě přečíst všechny následující bezpečnostní pokyny a upozornění.

- Toto zařízení obsahuje části, které pracují pod nebezpečným elektrickým napětím. Nedodržení upozornění nebo pokynů, uvedených v tomto manuálu, může ohrozit život a způsobit těžká poranění nebo značné věcné škody.
- S tímto zařízením může pracovat pouze kvalifikovaná anebo zaškolená osoba, která je seznámená se všemi bezpečnostními předpisy a pokyny v tomto návodu.
- Instalaci, opravu a údržbu zařízení smí vykonávat jen kvalifikovaný personál.

- Dovoleno je pouze pevný síťový přívod. Přístroj musí být uzemněný (IEC 60536 a další vhodné normy).
- Při práci na vnitřních částech zařízení odpojte z bezpečnostní důvodů napájení všech jeho částí.
- Zařízení je vybaveno ochrannými přístroji, které mohou způsobit v případě poruchy zablokování zařízení. Příčinnou poruchy může být nadproud v obvodu, přetížení, přehřátí zařízení anebo jiné poruchy v síti.
- Při instalaci zařízení dbejte náležitě opatrnosti. Zajistěte, aby během instalace nemohlo dojít k úrazu osob nebo poškození okolních zařízení.
- Obzvláště je pak třeba dodržovat všeobecné nebo regionální instalační a bezpečnostní směrnice ohledně prací na zařízení s nebezpečným napětím (např. EN 50178); také příslušná nařízení z hlediska správného používání nástrojů a osobních ochranných prostředků.

#### Pozor

- Je třeba zabránit přístupu k zařízení, resp. manipulaci s přístrojem dětem a jiným nepovolaným osobám.
- Zařízení neinstalujte v prostorách s možným působením nárazů, elektromagnetického záření, korozních plynů nebo prachu.
- Zakrytí otvorů určených pro chlazení částí zařízení může způsobit zničení těchto částí anebo způsobit i požár.
- Tento návod musí být uložený u zařízení nebo u koncového uživatele.
- Přístroj lze používat pouze pro účely, k nimž zařízení konstrukčně určeno. Nedovolené změny a použití neschválených nebo nedoporučených náhradních

dílů a příslušenství může případně způsobit požár, ohrožení elektrickým proudem nebo poranění.

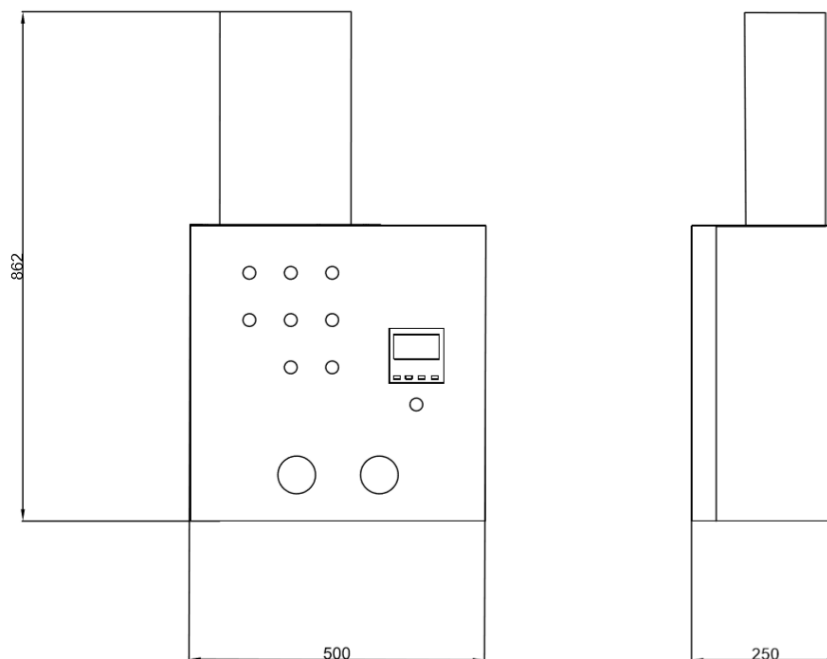
Zhotovitel tohoto zařízení nenese odpovědnost za porušení norem, národních nebo mezinárodních předpisů nebo případné poškození dodaného zařízení a dalších elektrických zařízení, jež jsou k tomuto zařízení připojena, pokud jsou způsobeny neodbornou instalací nebo obsluhou zařízení neodbornou osobou.

## **6.2 Všeobecně**

Tento manuál je určený pro rychlé a jednoduché uvedení přídavného ovládání boosteru do provozu. Dále popisuje, jak se přídavné dálkové ovládání ovládá. Jaké údržbové úkony je na zařízení nutné provádět a také jak často je nutné tyto údržbové úkony provádět. Mimo jiné je i uvedeno, jak postupovat v případě odstranění poruch, jež se na zařízení mohou vyskytnout.

## **6.3 Instalace zařízení**

Instalace zařízení musí být provedena na místo, jež poskytuje dostatečný prostor pro instalaci zařízení, přitom nad zařízením musí být dostatek volného místa, alespoň 400 mm. Pokud by nad rozvaděčem nebyl dostatečný volný prostor, nebylo by zajištěné dostatečné proudění vzduchu, jež ochlazuje potřebné části zařízení. Zařízení je určeno k nástěnné instalaci. Materiál, z něhož je instalační stěna zhotovena, musí být dostatečně pevný, aby unesl hmotnost zařízení a zároveň musí být nehořlavý. Způsob montáže také musí zajistit pevné uchycení na instalační stěně. Na obrázku 29 jsou nekreslené rozměry zařízení, z těchto rozměrů je třeba vycházet při výběru místa, na němž bude zařízení umístěno.



Obr. 29.: Rozměry zařízení

## 6.4 Připojení elektroinstalace

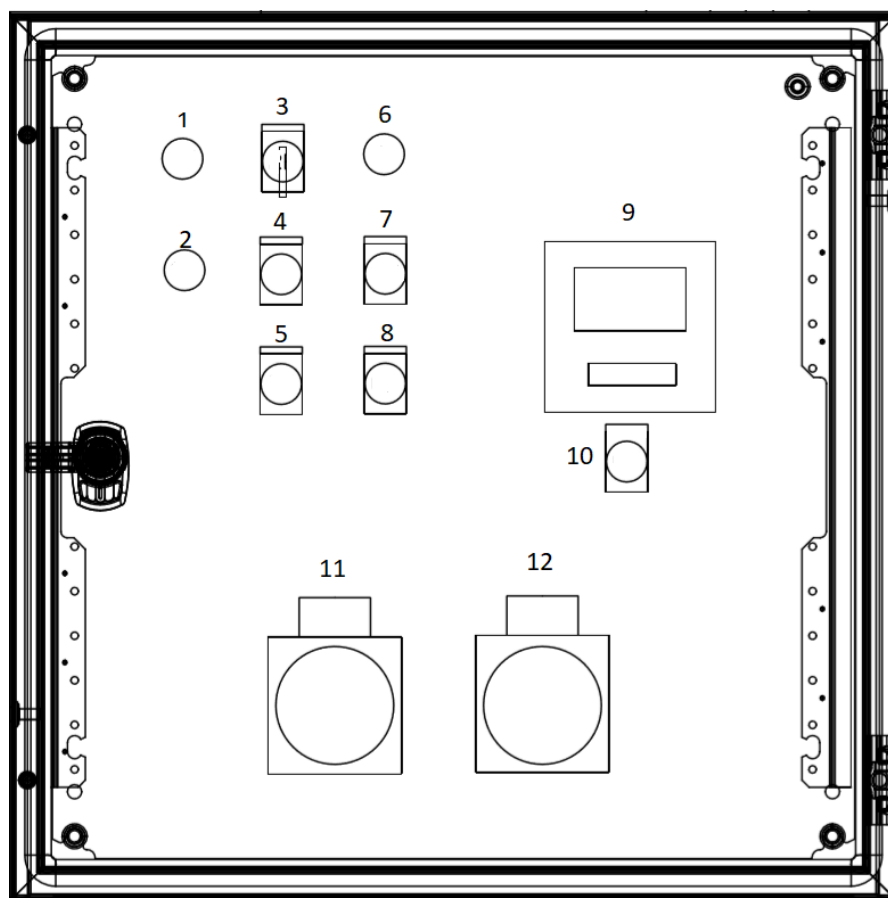
Připojení zařízení k stávající instalaci musí provést kvalifikovaná osoba. Připojení musí být provedeno pomocí vhodné kabeláže. Samotné kabely musí do zařízení vstupovat přes kabelové průchodky s pancéřovým závitem. Vodiče musí být připojeny na jistící prvky a příslušné řadové svorkovnice, jež se v zařízení nacházejí. Po připojení k elektroinstalaci je nutné ověřit správnou a bezpečnou funkčnost zařízení. Pokud nebude ověření funkčnosti provedeno, může provoz zařízení ohrozit život a způsobit těžká poranění nebo značné věcné škody.

## 6.5 Údržba zařízení

Ve vhodně zvolených časových intervalech je nutno na zařízení provést zkoušku funkčnosti a bezpečnosti. Minimálně jednou za rok je nutné provést odstranění vrstvy prachu, jenž se usadil na větracích otvorech zařízení. Odstranění vrstev prachu zajistí správné chlazení příslušných částí zařízení. Při samotném odstraňování vrstev prachu, však musí být zařízení odpojeno od zdrojů napájení. K odstranění vrstvy prachu je vhodné použít proud vzduchu o dostatečné intenzitě. Pokud je v místě instalace zařízení zvýšený výskyt vibrací, je vhodné jednou za půl roku zkontrolovat dotažení všech šroubových spojů, tato práce musí být také prováděna s odpojenými zdroji napětí.

## 6.6 Funkce jednotlivých částí zařízení

Na obrázku 30 je každému prvku, jenž je na rozvaděči umístěn přiřazen číselný kód.



Obr. 30.: Popis částí zařízení

- 1- Signálka signalizující, že je ovládání předvoleno
- 2- Signálka signalizující připojení vývodů
- 3- Otočný spínač s polohou 0 a 1
- 4- Spínač S02
- 5- Spínač S01
- 6- Červená signálka signalizující přehřátí DC
- 7- Spínač určen k zvýšení hodnoty výstupního napětí (+)

8- Spínač určen k snížení hodnoty výstupního napětí (-)

9- Měřicí přístroj

10- USB výstup

11- Stejnoseměrný vývod

12- Střídavý vývod

## 6.7 Obsluha zařízení

Pokud je vyžadováno spuštění a používání zařízení, je nutné zapnout a přepnout ovládání na toto zařízení pomocí nadřazeného rozvaděče (R02). Pokud tyto úkony byly úspěšně splněny, tak se na přídavném dálkovém ovládaní rozsvítí signálka (1) signalizující předvolení přídavného dálkového ovládaní. Nyní je tedy přídavné dálkové ovládání přepojeno k ovládaní boosteru. Po přepnutí otočného spínače (3) z pozice 0 na pozici 1 se rozsvítí měřicí přístroj (9), nyní již je tedy možné měřit napětí, jež se vykytuje na střídavém třífázovém výstupu s frekvencí 50 Hz (12). Pomocí stisku tlačítek plus (7) a mínus (8) je možné hodnotu měřeného napětí měnit nahoru anebo dolů. Po nastavení požadovaného napětí je možné stiskem tlačítka S02 (4) připojit toto naměřené napětí na výstupy, kterými jsou buď zásuvka určená pro střídavý proud (12) nebo na vstup třífázového usměrňovače, jenž je částí přídavného dálkového ovládaní. Tento stav je i signalizován pomocí signálky (2). Po usměrnění napětí za pomoci usměrňovače je výsledné usměrněné napětí o odpovídající hodnotě přivedené na výstup v podobě zásuvky určené pro střídavý proud (11). Stále můžeme pomocí tlačítek plus a mínus ovlivňovat hodnotu výstupního napětí. Pomocí tlačítka S01 (5) můžeme výstupy odpojit od zdroje napájení. Po skončení práce na zařízení přepneme otočný spínač (3) zpět do polohy 0 a vypneme napájení v nadřazeném rozvaděči (R02).

Pomocí zařízení pro měření (9) můžeme měřit různé veličiny jako je napětí, proud a tak dále. Všechny tyto veličiny můžeme zaznamenat pomocí osobního počítače s příslušným softwarovým vybavením. Tento osobní počítač musí být pomocí USB kabelu připojen k USB výstupu měřícího zařízení (10).

## 6.8 Odstraňování poruch

Na zařízení se může vyskytnout několik druhů poruch. Tyto poruchy však mohou být odstraněny.

- Porucha: Svítí červená signálka (6); Popis poruchy: Teplota usměrňovací části zařízení překročila bezpečnou mez. Není možné připojit napájení k výstupům.; Odstranění závady: Počkejte, dokud teplota na usměrňovači neklesne pod kritickou mez. Po klesnutí teploty zhasne signálka (6) a je možné na zařízení opět pracovat.
- Porucha: Ovládání vůbec nereaguje na příslušné pokyny.; Popis poruchy: Zařízení vůbec nereaguje po zmačknutí či otočení jakéhokoli tlačítka. Také nesvítí signálka pro předvoleno (1); Odstranění závady: Zkontrolujte, zda je v nadřazeném rozvaděči (R02) ovládání zapnuto a přepnuto na správné přídavné ovládání. V případě že ano, zkontrolujte jistící prvek pro ovládací okruh. Je-li i zde vše v pořádku, zkontrolujte jistící prvky v nadřazeném rozvaděči.
- Porucha: Na výstupech se i po připnutí napájení neobjevuje napětí; Popis závady: Po připojení napájení na výstupy pomocí stykače, se napětí na výstupech neobjevuje. Měřicí přístroj ukazuje nulové vstupní napětí. Odstranění závady: Zkontrolujte stav jistícího prvku pro napěťové výstupy. V případě že je jistící prvek v poloze vypnuto, sepnete ho do polohy zapnuto. V případě že je již jistí prvek v poloze zapnuto a porucha stále trvá, je vhodné zkontrolovat i stav jistících prvků v nadřazeném rozvaděči (R02).

V případě jakýchkoliv jiných poruch, kontaktujte příslušného odborného pracovníka.



## Závěr

Obsahem této bakalářské práce bylo navrhnout a poté zrealizovat přídavné dálkové ovládání pro booster, jež se nachází v laboratořích EK 101. Návrh obsahuje schéma zapojení pro ovládací a výstupní silovou část, návrh jištění, dimenzování na protékající proud a softwarové odzkoušení ovládacího schématu. Při návrhu zapojení bylo vycházeno ze schémat zapojení z existujícího ovládání boosteru. Po návrhu bylo potřeba přídavné ovládání fyzicky zrealizovat a to tak, aby splňovalo všechny požadované funkce.

Samotná realizace byla dost náročná, jelikož téměř všechny části, z nichž se ovládání skládá, musely být vyrobeny úplně od nuly nebo museli být výrazně upraveny. Větší část práce zahrnovaly zámečnické úkony (vrtání, ohýbání plechů, tvorba závitů). Na závěr bylo nutné zapojit všechny vnitřní části ovládání dle navržených schémat. I přes mnohé obtíže, které se během realizace vyskytly, bylo dálkové ovládání zrealizováno do funkční podoby.

V závěrečné části práce bylo provedeno testování a odzkoušení funkčnosti. Z výsledku zkoušky lze vyvodit závěr, že zkompletované přídavné dálkové ovládání pracuje dle stanovených požadavků. Jediným nedostatkem je nemožnost využít usměrňovač nad hodnotu usměrněného napětí 440 V. Touto hodnotou napětí jsme omezeni, jelikož jistící prvek stejnosměrného výstupu má jmenovitou hodnotu napětí maximálně 440 V. Tento nedostatek by mohl být odstraněn, použitím jistícího prvku s hodnotou vyššího jmenovitého stejnosměrného napětí.

V úplném závěru práce je napsán manuál pro zhotovené přídavné dálkové ovládání. Tento manuál obsahuje bezpečnostní pokyny, které je nutné při práci či obsluze na zařízení dodržovat. Je v něm i uvedeno, jak provádět případnou údržbu na zařízení. Dále je v manuálu umístěno schéma, které popisuje jednotlivé části zařízení. A v závěrečné části manuálu je popsáno, jak zařízení obsluhovat a jak odstraňovat případné poruchy, jenž se můžou na zařízení vyskytnout.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BAŠTA, J., CHLÁDEK, J., MAYER, I.: *Teorie elektrických strojů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1968. s. 461-466
- [2] SEMIX501d17fs datasheet [online]. [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.semikron.com/products/product-lines/semix/semix-spring.html>
- [3] Certificate of conformity to IEC/EN 62208 of Spacial S3D-S3DB-S3DM and S57 [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.com/en/product/NSYS3D5525P=>
- [4] NSYS3D5525P\_3d.dwd [online]. [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://bit.ly/2J4eT2T>
- [5] DIGITAL MULTIMETER, INSTRUCTIONS MANUAL DMG800 [online]. [cit. 2018-05-30]. Dostupné z: <https://bit.ly/2kzQTqn>

## Přílohy

## Příloha A



## ATTESTATION DE CONFORMITÉ CERTIFICATION OF CONFORMITY

N° 97022 – 593000 A

A la norme NF EN 62208 (2004) concernant les enveloppes vide  
To NF EN 62208 (2004) standard dealing with the empty enclosures

DÉLIVRÉ À : SAREL  
ISSUED TO : 52, avenue de Phalsbourg  
B.P. 106  
67269 SARRE – UNION Cedex

Produit – Product : Gamme de coffrets acier électriques IP66 et IP55 – IP66 and IP55 electric steel boxes range.

Constructeur – Manufacturer: SAREL  
Marques – Trademarks : SCHNEIDER ELECTRIC  
Type – Model : Coffrets acier SPACIAL 3D – SPACIAL 3D steel boxes

Information complémentaire - Additional information :

Appareil de la même famille – Apparatus of the same family :

Norme de référence/Reference standard : NF EN 62208 édition 2004 / NF EN 62208 edition 2004.

Les conditions et résultats des essais sont consignés dans les rapports d'essai LCIE N° 60056820 – 557658, 36209020 et 36209020 A.

Tests conditions and results are given in the LCIE test reports N° 60056820 – 557658, 36209020 and 36209020 A.

Cette attestation comprend : 1 page - This attestation contains: 1 page

Date de délivrance :  
Issue date:



Jean – Luc SALMON

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Toute reproduction partielle ou toute insertion de résultats dans un texte d'accompagnement en vue de leur diffusion doit recevoir un accord préalable et formel du LCIE.

Ce document résulte d'essais effectués sur un spécimen, un échantillon ou une éprouvette. Il ne préjuge pas de la conformité de l'ensemble des produits fabriqués à l'objet essayé. Sauf indication contraire, la décision de conformité prend en compte l'incertitude de mesure.

This document shall not be reproduced, except in full, without the written approval of the LCIE.

This document contains results related only to the items tested. It does not imply the conformity of the whole production to the items tested.

Unless otherwise specified, the decision of conformity takes into account the uncertainty of measures.

LCIE	33, av du Général Leclerc	Tel : +33 1 40 95 60 60	Société par Actions Simplifiée
Laboratoire Central	IP 8	Fax : +33 1 40 95 86 56	au capital de 15 745 984 €
des Industries Electriques	92266 Fontenay-aux-Roses cedex	contact@lcie.fr	RCS Nanterre B 408 363 174
Une société de Bureau Veritas	France	www.lcie.fr	

TEST049641/0

4/11

Obr. A1: Certifikát o shodě s normou EN 62208 [3]