

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ LABORATORNÍHO PULTU

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF A LABORATORY COUNTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Hoferek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. František Veselka, CSc.

BRNO 2016



Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Student: Jiří Hoferek

ID: 164732

Ročník: 3

Akademický rok: 2015/16

NÁZEV TÉMATU:

Komplexní posouzení laboratorního pultu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s obsahovým zaměřením revize el. zařízení podle ČSN.
2. Zpracujte postup revize laboratorního pultu v laboratoři ÚVEE, místnost 2.19.
3. Prohlídku a měření realizujte pro zadaný zdroj napájení.
4. Vyhodnoťte technické parametry pultu

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Honys, V.: Bezpečná elektrotechnika, IN – EL Praha 1998, ISBN 80 – 86230 – 00 -7
- [2] Veselka, F., Huzlík, R.: Inspekční a revizní činnost, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, ISBN 978 – 80 – 7204 – 568 – 6
- [3] Veselka, F., Huzlík, R.: Inspekční a revizní činnost, Laboratorní a numerická cvičení, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, ISBN 978 – 80 – 7204 – 567 – 9
- [4] Heřman, J., Trinkewitz, Z. a kol.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace, Verlag Dashöfer, nakladatelství s.r.o., ISBN 80-86897-06-0,
- [5] Odpovídající normy ČSN

Termín zadání: 21.9.2015

Termín odevzdání: 31.5.2016

Vedoucí práce: doc. Ing. František Veselka, CSc.

Konzultant bakalářské práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D., předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Práce je věnována problematice revizí elektrických zařízení a instalace nízkého napětí dle norem ČSN 33 1500 a ČSN 33 2000-6. Dále se pak práce zabývá provedením a zapojením laboratorních pultů, konkrétně laboratorním pultem na Ústavu výkonové elektrotechniky a energetiky, a jeho ergonomickým provedením.

Abstract

The work is dedicated to the review of electrical equipment and low-voltage installation according to standards ČSN 33 1500 and ČSN 33 2000-6. Furthermore, the work deals with making and wiring of laboratory desks, specifically laboratory desk of the Department of power electrical and electronic engineering, and his ergonomic design.

Klíčová slova

Revize; Laboratorní pult; Modul; Ergonomie;

Keywords

Review; Laboratory desk; Module; Ergonomics;

Bibliografická citace

HOFEREK, J. *Komplexní posouzení laboratorního pultu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2016. 54 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. František Veselka, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Problematika revize laboratorního pultu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

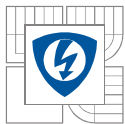
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Františku Veselkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

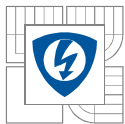
V Brně dne

Podpis autora

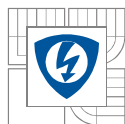


OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	11
1 ÚVOD.....	12
2 OBSAHOVÉ ZAMĚŘENÍ REVIZE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ PODLE ČSN.....	13
2.1 VÝCHOZÍ REVIZE	13
2.2 PRAVIDELNÁ REVIZE	14
2.3 KDO MŮŽE PROVÁDĚT REVIZE.....	14
2.4 LHŮTY PRAVIDELNÝCH REVIZÍ	14
2.5 REVIZNÍ ZPRÁVA	15
2.6 PROHLÍDKA	15
2.7 ZKOUŠENÍ	15
2.8 ZNAČENÍ VODIČŮ A SVOREK.....	17
2.8.1 ZNAČENÍ HOLÝCH VODIČŮ.....	17
2.8.2 ZNAČENÍ IZOLOVANÝCH VODIČŮ	18
2.8.3 IDENTIFIKACE PÍSMENO-ČÍSLICOVÝM ZÁPÍSEM.....	19
3 POSTUP REVIZE LABORATORNÍHO PULTU	22
3.1 PŘEDMĚT REVIZE.....	22
3.2 POPIS LABORATORNÍHO PULTU	22
3.3 STANOVENÍ PROSTŘEDÍ	23
3.4 VYBAVENÍ LABORATORNÍHO PULTU.....	23
3.4.1 MODUL M36A	23
3.4.2 MODUL MU6-P2.....	24
3.4.3 MODUL MC-1	25
3.4.4 MODUL MT1.....	26
3.4.5 MODUL MMV-3	27
3.4.6 MODUL MSP-5	28
3.4.7 MODUL M25A	29
3.4.8 MODUL M45	30
3.4.9 MODUL MSP-6	31
3.4.10 MODUL M21	32
3.4.11 MODUL M32-B	33
3.5 ODPOJENÍ PULTU OD ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE	34
3.6 DEMONTÁŽ A PROHLÍDKA PULTU	35
4 MĚŘENÍ IZOLAČNÍCH ODPORŮ	43
5 ERGONOMIE	44
5.1 DEFINICE, POJETÍ A CÍL ERGONOMIE	44
5.2 ČLOVĚK	45
5.3 STROJ.....	45
5.3.1 POHLAVÍ A STÁŘÍ ČLOVĚKA.....	45
5.3.2 PRACOVNÍ POLOHA	46

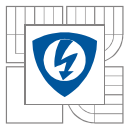


5.3.3 POHYBOVÝ PROSTOR	47
5.3.4 ZORNÉ PODMÍNKY	47
5.3.5 SPECIÁLNÍ PODMÍNKY PRÁCE	48
5.3.6 SDĚLOVAČE	49
5.3.7 BARVA	49
5.3.8 BEZPEČNOST	50
6 ZÁVĚR.....	51
7 LITERATURA	52
8 PŘÍLOHA	53
8.1 REVIZNÍ ZPRÁVA	53

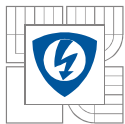


SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 2.8.3-1 Jediný prvek se dvěma svorkami</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 2.8.3-2 Jediný prvek se čtyřmi svorkami - dvě koncové a dvě mezilehlé</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 2.8.3-3 Třífázový předmět se šesti svorkami</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 2.8.3-4 Tříprvkový předmět s dvanácti svorkami - šest koncových, šest mezilehlých</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 2.8.3-5 Třífázový předmět se dvěma skupinami prvků</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 3.1-1 Laboratorní pult VARIOLAB+</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 3.5.1-1 Panel modulu M36A</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 3.5.1-2 Schéma zapojení modulu M36A</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 3.5.2-1 Panel modulu MU6-P2</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 3.5.2-2 Schéma zapojení modulu MU6-P2</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 3.5.3-1 Panel modulu MC-1</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 3.5.3-2 Schéma zapojení modulu MC-1</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 3.5.4-1 Panel modulu MT1</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3.5.4-2 Schéma zapojení modulu MT1</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3.5.5-1 Panel modulu MMV-3</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 3.5.5-2 Schéma zapojení modulu MMV-3</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 3.5.6-1 Panel modulu MSP-5</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 3.5.6-2 Schéma zapojení modulu MSP-5</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 3.5.7-1 Panel modulu M25A</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 3.5.7-2 Schéma zapojení modulu M25A</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 3.5.8-1 Panel modulu M45</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 3.5.8-2 Schéma zapojení modulu M45</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 3.5.9-1 Panel modulu MSP-6</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 3.5.9-2 Schéma zapojení modulu MSP-6</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 3.5.10-1 Panel modulu M21</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 3.5.10-2 Schéma zapojení modulu M21</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 3.5.11-1 Panel modulu M32B</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 3.5.11-2 Schéma zapojení modulu M32B</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 3.6-1 Ověření beznapěťového stavu</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 3.7-1 Štítek laboratorního pultu</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 3.7-2 Oddělený zadní panel</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 3.7-3 Demontáž odkládací desky</i>	<i>36</i>

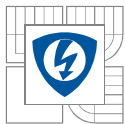


<i>Obrázek 3.7-4 Kovová konstrukce k uchycení odkládací desky</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 3.7-5 Přívodní svorkovnice</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 3.7-6 Hlavní svorkovnice pultu</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 3.7-7 Zapojení modulu MC-1.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 3.7-8 Zapojení modulu MT-1</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 3.7-9 Přístrojové vybavení modulu M25A</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 3.7-10 Zapojení modulu MMV-3</i>	<i>41</i>
<i>Obrázek 3.7-11 Svorka ID/S6AR-N-B4S</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 5.3.1-1 Výškové rozměry jednotlivých rovin</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 5.3.2-1 Ukázka dosahu rukou při pracovní poloze v sedě</i>	<i>47</i>



SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 2.7-1 Minimální hodnoty izolačních odporů</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 2.8.1-1 Stejnoseměrná soustava</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 2.8.1-2 Třífázová soustava</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 2.8.1-3 Trakční vedení.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 4-1 Naměřené hodnoty izolačních odporů</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 8.1-1 Údaje měřicího přístroje Imeg.....</i>	<i>54</i>

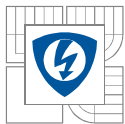


1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval problematikou Komplexního posouzení laboratorního pultu.

V průběhu zpracování revize laboratorního pultu jsem využíval jako základní metodický materiál normy, které slouží jako výchozí bod při provádění revize elektrických zařízení a instalace nízkého napětí. Jako revidovaný objekt byl vybrán laboratorní pult používaný při výuce a měření v laboratoři SA 2.19 na Ústavu výkonové elektrotechniky a elektroniky, včetně jeho vnitřního zapojení a přístrojového vybavení. S tímto laboratorním pultem se setkávám již od druhého ročníku, a protože se jedná o nové a na první pohled zajímavé zařízení, vždy mě lákalo nahlédnout „pod pokličku“ těchto pultů a podívat se, co se skrývá uvnitř.

Zaměřil jsem se nejen na provedení elektrické části pultu podle norem ČSN 33 1500 (Elektrotechnické předpisy - revize elektrických zařízení) a ČSN 33 2000-6 (Elektrická instalace nízkého napětí, část 6: Revize), ale také na konstrukční provedení pultu a jeho jednotlivých modulů. Dále jsem se zaměřil na posouzení kvality jeho provedení, izolačních odporů vodičů a v poslední části své práce jsem provedl rozbor ergonomického řešení laboratorního pultu.



2 OBSAHOVÉ ZAMĚŘENÍ REVIZE ELEKTRICKÉHO ZAŘÍZENÍ PODLE ČSN

V následující kapitole jsou zpracovány základní náležitosti a postupy při revizi elektrických zařízení a instalace nízkého napětí. V kapitole je čerpáno ze zdrojů [1], [2], [5], [7] a [8].

2.1 Výchozí revize

Bezpečnost nových elektrických zařízení se musí před uvedením do provozu ověřit výchozí revizí, případně doložením dokladu o souladu elektrického zařízení s požadavky stanovenými zvláštními právními předpisy. Za tyto doklady se považují:

- označení státní značkou jakosti, případně schvalovací, nebo certifikační značkou,
- osvědčení o jakosti a kompletnosti zařízení,
- záznam (protokol) o kusové zkoušce výrobce.

Elektrická zařízení nebo části těchto zařízení, které nemohou být ze závažných důvodů během provádění rekonstrukce bez napětí, lze provozovat během těchto prací aniž by byla provedena výchozí revize. Je nutné zajistit na těchto částech elektrického zařízení potřebná opatření a kontroly, aby nebyla ohrožena bezpečnost. O provedených opatřeních se musí vyhotovit písemný záznam s podpisem pověřeného pracovníka. Výchozí revize se provede na těchto částech elektrického zařízení až po dokončení všech prací. V ostatních případech se rekonstruovaná zařízení smí uvést do provozu až po výchozí revizi.

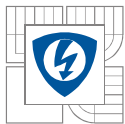
Rozšíření existujícího obvodu nízkého napětí, kdy není nutná změna jištění, se nepovažují za nová ani rekonstruovaná zařízení. Vyhotoví se pouze záznam o kontrole s podpisem pověřeného pracovníka.

Elektrické zařízení se může uvést pod napětí ještě před dokončením výchozí revize, pokud to vyžadují potřebná měření a zkoušky. Musí se však provést taková opatření, aby nebyla ohrožena bezpečnost.

U zařízení, jež je sestavováno z jednotlivých částí na jeho místě uvedení do provozu, lze výchozí revizi provést po jednotlivých částech. U částí jejichž stav byl ověřen a doložen příslušným dokladem se výchozí revize neprovádí. Tyto doklady slouží jako podklad výchozí revize celého elektrického zařízení.

Pokud elektrické zařízení mění svou polohu, a jeho přemístění na nové stanoviště, doprava nebo skladování mohou vést ke změně elektrických nebo funkčních vlastností nebo ke změně zapojení proti původní dokumentaci, musí se provést před uvedením do provozu kontrola tohoto zařízení a vyhotovit písemný záznam s podpisem pověřeného pracovníka. V případě, kdy je zařízení na místě sestavováno z částí, musí se provést jeho výchozí revize.

Pokud byly na zařízení provedeny práce charakteru oprav, jež by mohly mít vliv na bezpečnost, lze zařízení dále provozovat jen v případě, pokud byl stav elektrického zařízení nebo jeho částí ověřen kontrolou a o této kontrole byl vyhotoven písemný záznam s podpisem pověřeného pracovníka.



2.2 Pravidelná revize

Pravidelná revize se musí provádět u všech elektrických zařízení a elektrické instalace, kde se to vyžaduje. Kdykoliv je to možné, musí se brát v úvahu záznamy z předešlých pravidelných revizí. Náplní pravidelné revize je podrobné přezkoumání elektrické instalace a provedení příslušných zkoušek a měření. To se provádí pokud možno bez demontáže, případně s částečnou demontáží. Při měření musí být zajištěna bezpečnost osob a užitkových zvířat proti účinkům úrazu a popálení elektrickým proudem a ochrana před poškozením majetku ohněm nebo tepelnými účinky vzniklými při poruše na elektrickém zařízení. V případě, kdy není k dispozici zpráva z předchozí revize, musí se provést podrobnější přezkoumání elektrické instalace. Podrobnějším přezkoumáním se rozumí, že pravidelná revize bude provedena v rozsahu revize výchozí. Zjištěné nedostatky uvedené ve zprávě, je poté nutno podle normy ČSN 33 1500 odstranit. Použité měřicí přístroje, zařízení ke zjišťování stavu instalace a zkušební metody musí být zvoleny v souladu s předepsanými normami. Pokud tomu tak není, nesmí být při jejich používání snížen stupeň bezpečnosti a užitných vlastností.

Rozsah a výsledek pravidelné revize elektrické instalace musí být zaznamenán. Zaznamenat se musí jakékoliv poškození, zhoršení stavu od předchozí revize, závady nebo nebezpečné podmínky.

2.3 Kdo může provádět revize

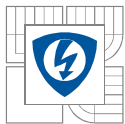
Podle normy ČSN 33 2000-6 smí revizi provádět osoby znalé, které jsou pro revizi kvalifikovány. Podle složitosti revidovaného systému nebo instalace mohou být k revizi mimo pracovníka pro provádění revizí přizváni příslušní specialisté. Takovým specialistou může být například osoba kvalifikovaná pro provádění určitých měření nebo zkoušek.

2.4 Lhůty pravidelných revizí

Lhůty pravidelných revizí se určují podle druhu instalace a zařízení, jejího použití a způsobu provozu, četnosti a kvality údržby a také s ohledem na vnější vlivy, které na instalaci působí. Nejdelší lhůta mezi pravidelnými revizemi může být stanovena národními právními předpisy nebo normami. Tato lhůta může být i několik let. Vyjimku tvoří následující případy:

- 1) Pracoviště nebo místa s nebezpečím úrazu elektrickým proudem, požáru nebo výbuchu v důsledku chemické degradace.
- 2) Pracoviště nebo místa, kde jsou vedle sebe jak instalace vysokého, tak i nízkého napětí.
- 3) Staveniště.
- 4) Instalace pro bezpečnostní účely.

Pro byty, obydli a příbytky jsou vhodné i delší lhůty, například 10 let. Revize elektrické instalace obytných prostor se doporučuje zejména při výměně nájemníků, majitelů nebo při zvýšení jmenovité hodnoty hlavního jističe před měřeným zařízením. Lhůty pravidelných revizí předepisuje norma ČSN 33 1500:1990.



2.5 Revizní zpráva

Po dokončení revize je zhotovena revizní zpráva pro provozovatele instalace. Tento dokument vymezuje, čeho se revize týkala a musí obsahovat informace o všech částech instalace. Její součástí je i záznam prohlídky, který obsahuje zjištěné závady a výsledky zkoušek. Zpráva může být doplněna o doporučené opravy a vylepšení, aby instalace vyhovovala současným normám. Je vhodné také uvést všechny nápravné úkony, které byly revizním technikem v průběhu revize provedeny. Zprávu o revizi musí zpracovat a podepsat osoba, která je k provádění revizí oprávněna.

2.6 Prohlídka

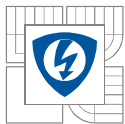
Prohlídka se obvykle provádí před započítím zkoušení, když je celá instalace bez napětí. Prohlídka se musí provést tak, aby se potvrdilo, že nepřetržitě připojené elektrické přístroje vyhovují bezpečnostním požadavkům příslušných norem pro zařízení. Tyto přístroje musí být řádně zvoleny a zapojeny v souladu s návody výrobců a nesmí být viditelně poškozeny tak, že by to mohlo ohrozit jejich bezpečnost. Dále se musí ověřit veškeré speciální požadavky pro jednoúčelové elektrické instalace nebo jejich umístění ve zvláštních objektech. Prohlídka musí v místě, kde je to účelné, zahrnovat ověření alespoň těchto náležitostí:

- Způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem.
- Použití protipožárních přepážek a jiných opatření na ochranu před šířícím se ohněm a před tepelnými účinky procházejícího proudu.
- Volby vodičů s ohledem na jejich proudové zatížení a úbytek napětí.
- Volby a seřízení ochranných a kontrolních přístrojů.
- Použití a vhodné umístění vhodných odpojovacích a spínacích přístrojů.
- Volbu předmětů, zařízení a ochranných opatření přiměřených vnějším vlivům.
- Správné označení použitých vodičů (především ochranného a nulového).
- Vybavení schématy, varovnými nápisy nebo dalšími podobnými informacemi.
- Označení obvodů, přístrojů jistících před nadproudy, spínačů, svorek, apod.
- Použití a odpovídající parametry ochranných vodičů včetně vodičů ochranného a doplňujícího pospojování.
- Přístup k zařízení z hlediska jeho ovládání, značení a údržby.

2.7 Zkoušení

Měřicí přístroje a zkušební metody se musí volit tak, aby vyhovovaly příslušným normám. Při použití jiné měřicí techniky nesmějí poskytovat nižší stupeň bezpečnosti ani nižší úroveň funkčních vlastností. V místech, kde je to z hlediska ověření nutné, se provádějí uvedené zkoušky a to přednostně v tomto pořadí:

- 1) Spojitost ochranných vodičů a spojitost doplňkového pospojování. Provádí se u ochranných vodičů, včetně vodičů ochranného a doplňujícího pospojování. U kruhových koncových obvodů a také fázových vodičů.



2) Izolační odpor elektrické instalace. Měří se mezi každým pracovním vodičem a ochranným vodičem spojeným se zemnicem. Při této zkoušce se můžou všechny pracovní vodiče, fázové vodiče a nulový vodič, mezi sebou spojit. Doporučuje se ověřit izolační odpor i mezi jednotlivými fázovými vodiči.

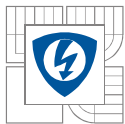
Tabulka 2.7-1 Minimální hodnoty izolačních odporů

Jmenovité napětí v obvodu (V)	Zkušební stejnosměrné napětí (V)	Izolační odpor (MΩ)
SELV, PELV	250	$\geq 0,5$
Do 500 V včetně (včetně FELV)	500	$\geq 1,0$
Nad 500 V	1000	$\geq 1,0$

3) Ochrana SELV a PELV nebo elektrickým oddělením obvodu. U ochran SELV a PELV se kontroluje oddělení živých částí od ostatních obvodů a země. To se provede změřením izolačních odporů. Naměřené hodnoty musí odpovídat minimálním hodnotám (*Tabulka 2.7-1*). V případě, že je obvod PELV uzemněn, musí se před začátkem měření toto spojení přerušit. Ochrana elektrickým oddělením se také ověřuje měřením izolačního odporu. Pokud je elektricky oddělen více než jeden spotřebič, musí se výpočtem nebo měřením ověřit, že při současném výskytu dvou poruch se zanedbatelnou impedancí mezi různými vodiči vedení a mezi vodičem ochranného pospojování nebo neživými částmi připojenými k tomuto vodiči, musí být alespoň jeden z obvodů s poruchou odpojen. Doba odpojení musí odpovídat předepsané době odpojení pro ochranu automatickým odpojením od zdroje.

4) Odpor podlahy a stěn. Odpor (impedance) podlahy a stěn se měří síťovým napětím proti zemi při jmenovitém kmitočtu sítě.

5) Ochrana automatickým odpojením od zdroje. V síti TN se ochrana automatickým odpojením může ověřit změřením impedance poruchové smyčky z důvodu ověření podmínky automatického odpojení pomocí proudového chrániče. Tím se ověřuje automatické odpojení obvodu při poruše před chráničem a spojitost vodičů v obvodu. Pokud je impedance malá a měření by bylo nepřesné, ověří se charakteristika a/nebo účinnost ochranných přístrojů. To se provádí u nadproudových ochranných přístrojů prohlídkou a u proudových chráničů prohlídkou a zkouškou. V síti TT se ochrana automatickým odpojením ověří změřením odporu zemniče neživých částí instalace. Pokud to není možné, lze toto měření nahradit měřením impedance poruchové smyčky. Další možností je ověření charakteristik a/nebo účinnosti předřazeného ochranného přístroje stejným postupem jako u sítě TN. Pro síť TN i TT se doporučuje, aby se ověřily požadavky na dobu odpojení. Požadavky na dobu odpojení se musí ověřit v případě znovu použitého proudového chrániče. V síti IT se ochrana ověřuje výpočtem nebo měřením proudu, který vznikne v případě první poruchy na vodiči vedení nebo na nulovém vodiči. Dále se prohlídkou ověří, jestli není žádný pracovní vodič zařízení přímo uzemněn a neživé části jsou spojeny s ochranným vodičem. Také se zkontroluje použití přístroje na hlídání stavu izolace.



2.8 Značení vodičů a svorek

2.8.1 Značení holých vodičů

Holé vodiče (s výjimkou venkovního nebo trakčního vedení) se rozlišují poznávacími barvami a musí být těmito barvami označeny na všech místech, kde je to potřeba k provozu zařízení nebo k zajištění bezpečnosti osob a věcí.

a) Stejnosměrná soustava

Holé vodiče a přípojnice se ve stejnosměrné soustavě značí barvami dle tabulky 2.8.1-1.

Tabulka 2.8.1-1 Stejnosměrná soustava [7]

Vodič, přípojnice	Poznávací barva
kladný pól	tmavěčervená
záporný pól	tmavěmodrá
střední	světlemodrá
ochraný	zelená/žlutá

b) Střídavá soustava

Holé vodiče a přípojnice se ve trojfázové soustavě značí barvami dle tabulky 2.8.1-2.

Tabulka 2.8.1-2 Trojfázová soustava [7]

Vodič, přípojnice	Poznávací barva
1. fáze	oranžová (popř. s doplňkovým označením)
2. fáze	
3. fáze	
střední	světlemodrá
ochraný	zelená/žlutá

Doplňkové označení se použije v případě, kdy je potřeba rozlišit vodiče jednotlivých fází. Doplňkové značení se přednostně provádí úzkými příčnými černými pruhy, jedním pruhem pro 1. fázi, dvěma pruhy pro 2. fázi, třema pruhy pro 3. fázi.

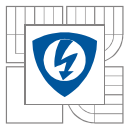
U jednofázové nebo dvoufázové soustavy se barevné značení provede podle tabulky 2.8.1-2, případně doplňkovým značením fáze.

Holé vodiče a přípojnice elektrického trakčního zařízení provozovaného stejnosměrným proudem se značí barvami podle tabulky č.1, elektrická trakční zařízení provozovaná jednofázovým proudem podle tabulky č.3.

Tabulka 2.8.1-3 Trakční vedení [7]

Vodič, přípojnice	Poznávací barva
vodič připojený ke kolejovému vedení (odváděcí vedení)	žlutá
vodič připojený ke k trolejovému vedení (napájecí vedení)	fialová

Pracovní vodiče měnící polaritu nebo fázi se označí barvou odpovídající polaritě nebo fázi za stavu provozu zařízení. Tento stav je pro dané zařízení zvolen jako základní.



c) Nenatřené vodiče

Nenatřené holé vodiče se označí poznávací barvou na koncích a na nápadném a dobře viditelném místě u spoje (odbočka vedení, připojení přístroje apod.), ale minimálně jednou v každé sekci rozvodného zařízení a u vodičů v uzavřených krytech a všech přístupných místech (např. kontrolních).

d) Natřené vodiče

Natřené holé vodiče jsou označeny poznávací barvou, až na místa určená pro stroje a připojení vodičů, po celé délce vodiče. Ochranný vodič je označen po celé své délce zelenou barvou a na dále určených místech se provede označení kombinací příčných pruhů žlutá/zelená. Doplňkové označení se realizuje černými příčnými pruhy s poměrem šířky k výšce 1 : 4.

e) Holá lana

Označení holých lan poznávacími barvami, případně doplňkovým označením se provede např. zavěšením štítků. V případě nutnosti je možné použít kombinaci barevného značení s kombinací např. písmenovým označením.

f) Náhodné ochranné vodiče

Pokud je použita kovová konstrukce jako náhodný ochranný vodič, označí se kombinací pruhů stejně jako u natřených vodičů a to v místě připojení, u spojů konstrukce a případně na koncích konstrukce.

2.8.2 Značení izolovaných vodičů

Označení izolovaných vodičů se musí provádět u konců vodiče, přednostně se však značí po celé délce vodiče. Značení se provádí barvou izolace nebo barevnými značkami (markéry). Doplňkové značení, jako písmeno-číslicové, je možné použít za předpokladu, že barevné značení zůstane nejednoznačné.

a) Vodiče vedení ve střídavé síti

Vodiče ve střídavé síti jsou přednostně označovány černou, hnědou a šedou barvou. Uvedený sled barev je abecední a neurčuje doporučené fázování ani směr otáčení.

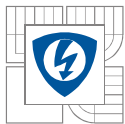
b) Nulové vodiče nebo vodiče středního bodu

Pokud se v obvodu nachází barevně označený nulový vodič nebo vodič středního bodu, barva k jeho označení musí být modrá. Nejvhodnější odstín je nesyťá modrá, nazývaná tzv. jako „světle modrá“. Modrá barva se nesmí použít k označení jakéhokoliv jiného vodiče, kde by kvůli tomu mohlo dojít k záměně.

V případě, kdy nulový vodič nebo vodič středního bodu v systému není, může být označení modrou barvou použito pro jiné účely, nikdy však jako ochranný vodič.

c) Ochranné vodiče

Ochranný vodič musí být označen dvoubarevnou kombinací zelená a žlutá. Je to jediná možná barevná kombinace k identifikaci ochranného vodiče. Tato kombinace se provede tak, aby na každých 15 mm délky vodiče, kde je použito barevné označení, jedna z těchto barev tvořila alespoň 30 %, ale ne výše než 70 % povrchu vodiče. Druhá barva potom pokrývá zbytek tohoto povrchu.



U vodičů typu PEN, PEL a PEM se vyžaduje doplňkové barevné značení. V místech, kde se dá ochranný vodič snadno určit podle tvaru, konstrukce nebo polohy, nemusí být vodič barevně označený po celé své délce, ale konce vodičů nebo přístupná místa musí být jasně označeny grafickou značkou $\oplus$ nebo dvoubarevnou kombinací zelená/žlutá nebo písmeno-číslíkovým zápisem PE.

d) Vodiče PEN

Vodiče PEN se značí dvěma způsoby:

- kombinací zelené a žluté po celé délce vodiče s doplňujícím barevným značením modrou na koncích vodiče
- modrou barvou po celé délce vodiče s doplňujícím barevným značením kombinace zelené a žluté na koncích vodiče

e) Vodiče PEL

Vodiče PEL musí být označeny v celé své délce kombinací zelené a žluté, s doplňkovým barevným značením modrou na koncích vodičů. V případě, kdy hrozí záměna s vodičem PEN nebo PEM, musí být konce vodičů PEL označeny doplňkovým písmeno-číslíkovým značením PEL.

f) Vodiče PEM

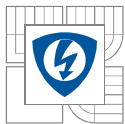
Vodiče PEM musí být označeny v celé své délce kombinací zelené a žluté, s doplňkovým barevným značením modrou na koncích vodičů. V případě, kdy hrozí záměna s vodičem PEN nebo PEL, musí být konce vodičů PEM označeny doplňkovým písmeno-číslíkovým značením PEM.

g) Vnitřní spoje elektrických předmětů a zařízení

U vnitřního zapojení elektrických předmětů (strojů, přístrojů apod.) a zařízení (rozvodných aj.) provedeného jednožilovými vodiči se doporučuje použít jediné barvy, a to přednostně černé barvy. Ochranný vodič musí být označen kombinací zelené a žluté a střední vodič světle modrou.

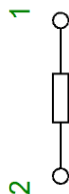
2.8.3 Identifikace písmeno-číslíkovým zápisem

- Používají se pouze velká latinská písmena a číslice musí být arabské.
- Písmena „I“ a „O“ se nesmí používat, aby nedošlo k záměně s číslicí „1“ a „0“.
- Samostatně použité číslice 6 a 9 musí být podtržené, aby nedošlo k záměně.
- Všechny písmeno-číslíkové zápisy musí být kontrastně odlišné od barvy izolace.
- Značení musí být jasně čitelné a nesmazatelné.



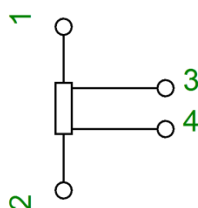
Značení svorek probíhá podle následujících zásad:

a) Oba konce prvku se rozlišují postupnými referenčními čísli, lichá čísla je nižší než sudá, např. 1 a 2.



Obrázek 2.8.3-1 Jediný prvek se dvěma svorkami [6]

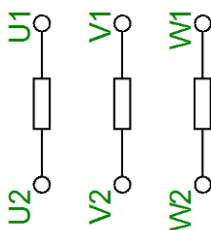
b) U jediného prvku se mezilehlé body rozlišují referenčními číslicemi, přednostně v numerickém pořadí. Číslice označující mezilehlé body musí být vyšší než číslice označující koncové body. Jejich číslování začíná v bodě, který leží nejbližší koncovému bodu s nižší číslicí.



Obrázek 2.8.3-2 Jediný prvek se čtyřmi svorkami – dvě koncové a dvě mezilehlé [6]

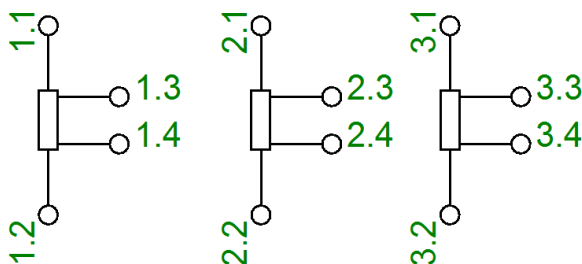
c) Při sloučení několika stejných prvků do skupiny se používá jeden z uvedených způsobů značení:

- Dva koncové body a mezilehlé body se rozliší písmeny předřazenými před referenčními číslicemi, například U, V, W odpovídající fázím trojfázové soustavy.

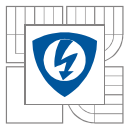


Obrázek 2.8.3-3 Trojfázový předmět se šesti svorkami [6]

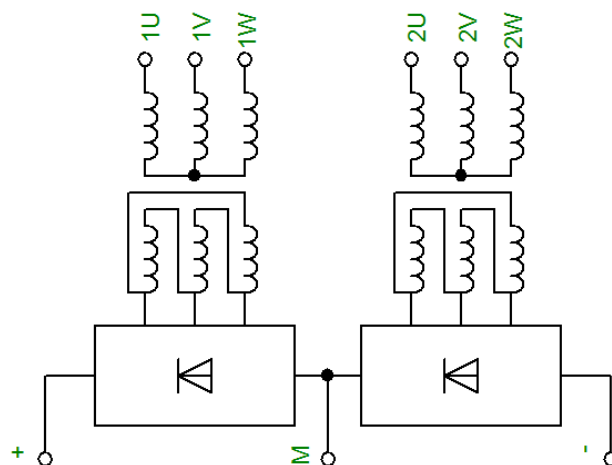
- V případě, kdy označení fází není nutné nebo možné, dva koncové body a mezilehlé body se označí číslicemi předřazenými před referenčními číslicemi. Tyto číslice se oddělují tečkou.



Obrázek 2.8.3-4 Tříprvkový předmět s dvanácti svorkami – šest koncových, šest mezilehlých [6]



d) Podobné skupiny prvků se stejnými referenčními písmeny se rozliší číslicí předřazenou před referenčními písmeny.



Obrázek 2.8.3-5 Trojfázový předmět se dvěma skupinami prvků [6]

3 POSTUP REVIZE LABORATORNÍHO PULTU

V následující kapitole jsou popsány jednotlivé moduly, prohlídka pultu a kontrola zapojení modulů. V této kapitole je čerpáno ze zdrojů [3], [4] a [9].

3.1 Předmět revize

Předmětem revize je laboratorní stůl č.8 VARIOLAB+ sloužící k výuce v laboratoři ÚVEE v místnosti SA2.19, konkrétně jeho elektrická instalace a přístrojové vybavení.



Obrázek 3.1-1 Laboratorní pult VARIOLAB+

3.2 Popis laboratorního pultu

Laboratorní pult je tvořen sektorově. Vpředu se nachází svorkové pole spolu s ovládacími prvky modulů a pracovní plocha stolu o rozměrech 0,75 x 1,5 m ve výšce 0,92 m. V levém horním rohu pod stolem se nachází autotransformátor. Nad pultem se dále nachází odkládací plocha o rozměrech 0,4 x 1,5 m ve výšce 1,6 m. Na zadní stěně pultu je svorkové pole některých modulů, dále je pak za pultem odkládací prostor pro zkoušené zařízení. Na pravém boku se nacházejí tři jednofázové zásuvky. Laboratorní pult obsahuje zdroje síťového napětí, regulační transformátor, usměrněné napětí a také je schopen dodávat napětí o velikosti sekundárního napětí dvou transformátorů. Všechny spoje jsou provedeny flexibilními vodiči. Přívodní kabel je veden kabelovým kanálem v podlaze a ústí uvnitř stolu, na opačné straně je zapojen v rozvaděči laboratorní místnosti SA2.19.

3.3 Stanovení prostředí

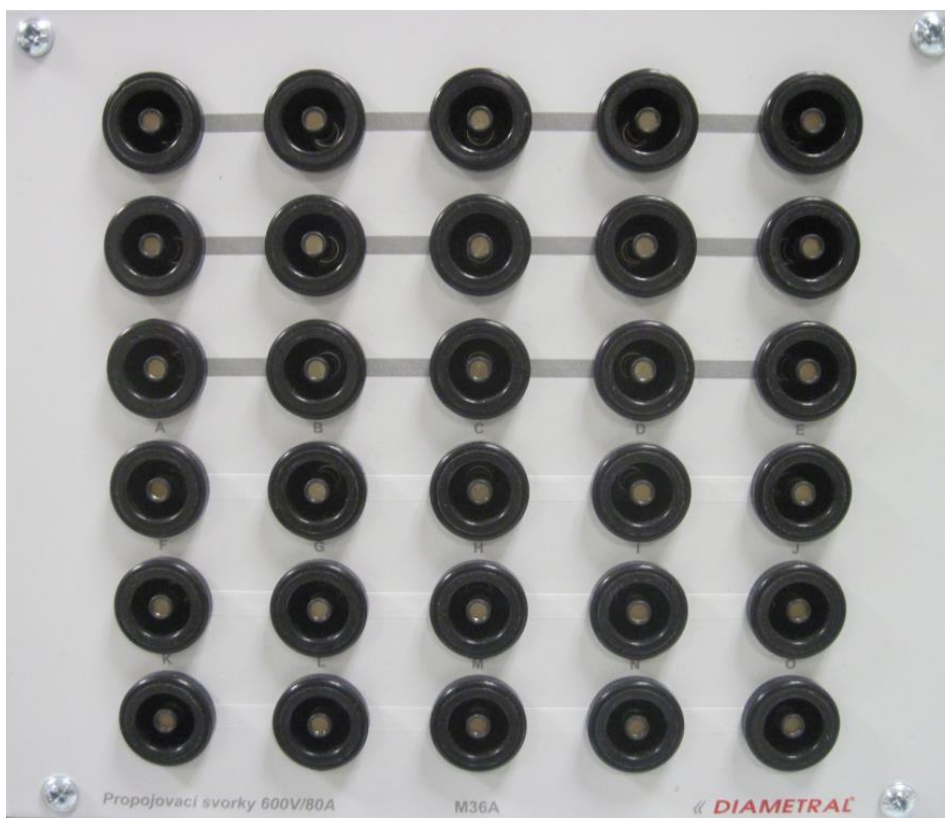
Zařízení je určeno pro prostředí normální dle normy ČSN 33 2000-3 ed.2 o stanovení základních hledisek a charakteristik v instalaci nízkého napětí.

3.4 Vybavení laboratorního pultu

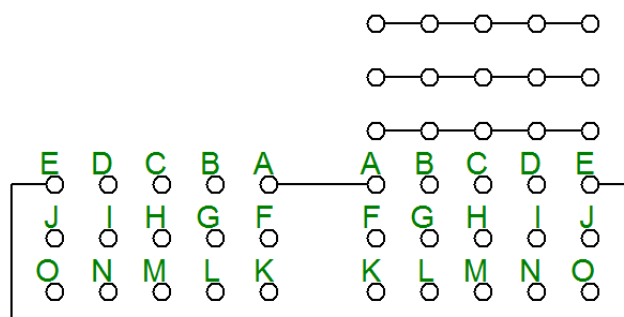
V následující podkapitole jsou popsány jednotlivé moduly laboratorního pultu.

3.4.1 Modul M36A

- propojovací svorky 600 V/80 A



Obrázek 3.5.1-1 Panel modulu M36A



Obrázek 3.5.1-2 Schéma zapojení modulu M36A

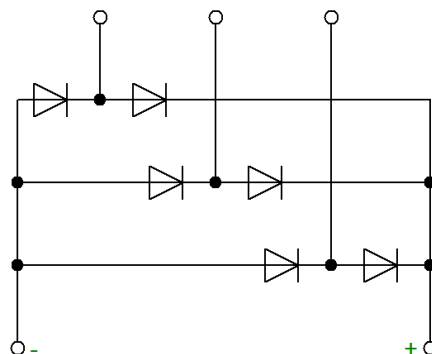
Modul se skládá z propojovacích svorek, které slouží k elektrickému propojení elektrických přístrojů, případně k distribuci napětí z laboratorních zdrojů. Spodní polovina svorek (svorky A až O) je propojena se svorkami, souhlasně označenými, na zadní stěně pultu. Horní polovina svorek je spojena propojkami, tak jak je graficky znázorněno na krytu modulu.

3.4.2 Modul MU6-P2

- třífázový usměrňovač 400 V/63 A



Obrázek 3.5.2-1 Panel modulu MU6-P2



Obázek 3.5.2-2 Schéma zapojení modulu MU6-P2

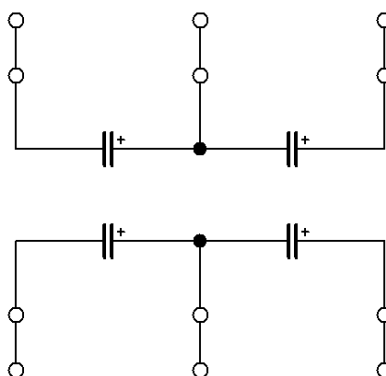
Šestipulsní usměrňovač s maximálním dovoleným proudem 60 A. Modul není spojen s žádnými jinými moduly pultu.

3.4.3 Modul MC-1

- propojovací svorky se čtyřmi kondenzátory



Obrázek 3.5.3-1 Panel modulu MC-1

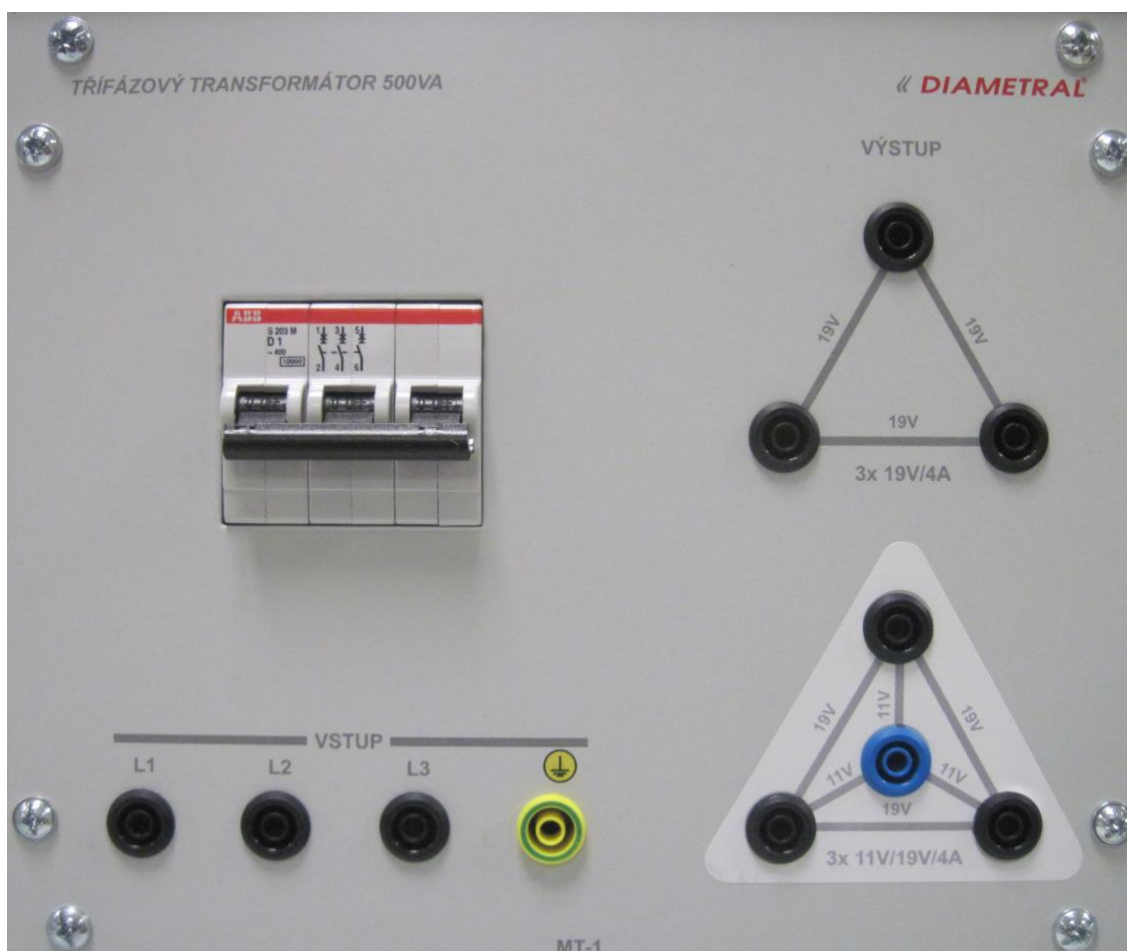


Obrázek 3.5.3-2 Schéma zapojení modulu MC-1

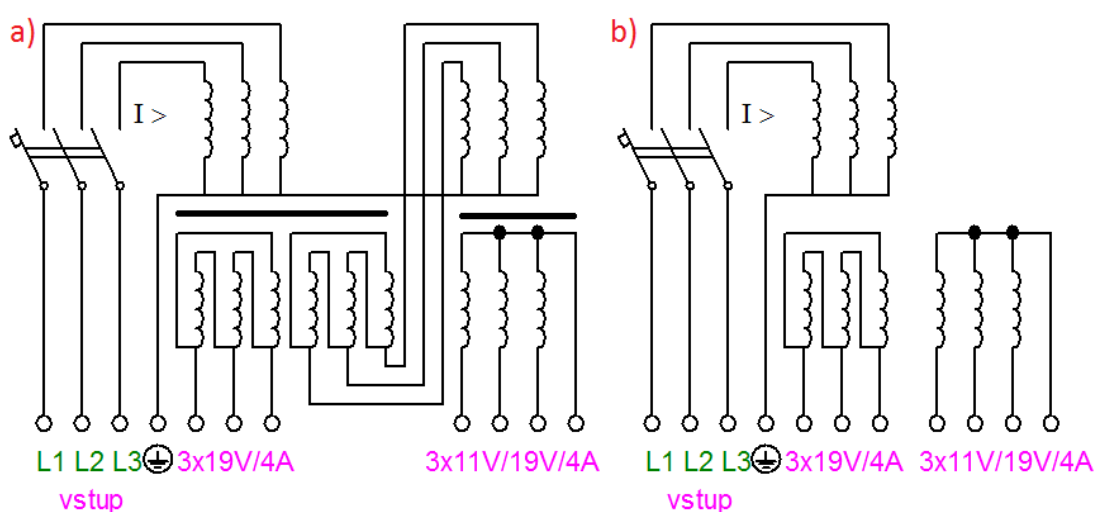
Tento modul je opět zcela autonomní, není spojen se zdrojem elektrické energie ani žádným jiným modulem. Všechny svorky jsou zdvojené a umožňují připojit dva spotřebiče na jeden vývod. Modul obsahuje čtyři kondenzátory o kapacitě $1000 \mu\text{F}$ s tolerancí $\pm 20 \%$ na napětí 400 V . Umožňují sériové i paralelní zapojení. Polarita kondenzátorů je naznačená na panelu.

3.4.4 Modul MT1

- třífázový transformátor 500 VA



Obrázek 3.5.4-1 Panel modulu MT1



Obrázek 3.5.4-2 Schéma zapojení modulu MT1

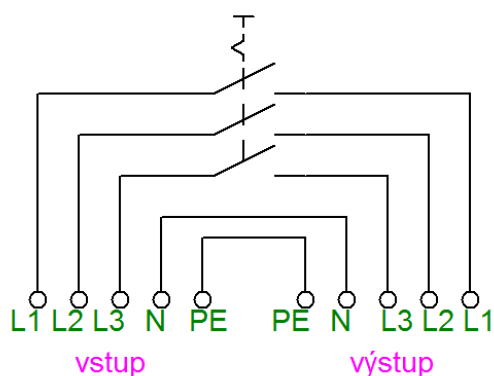
Modul je vybaven dvěma transformátory, které slouží k transformaci napětí 3x400 V na napětí 3x19 V v zapojení do hvězdy nebo trojúhelníku. Tento modul není spojen s žádnými jinými moduly ani se zdrojem elektrické energie. Obsahuje také vlastní jistič. Schéma a) odpovídá reálnému zapojení modulu, schéma b) je schéma uvedené v technické dokumentaci.

3.4.5 Modul MMV-3

- motorový spínač 63 A



Obrázek 3.5.5-1 Panel modulu MMV-3



Obrázek 3.5.5-2 Schéma zapojení modulu MMV-3

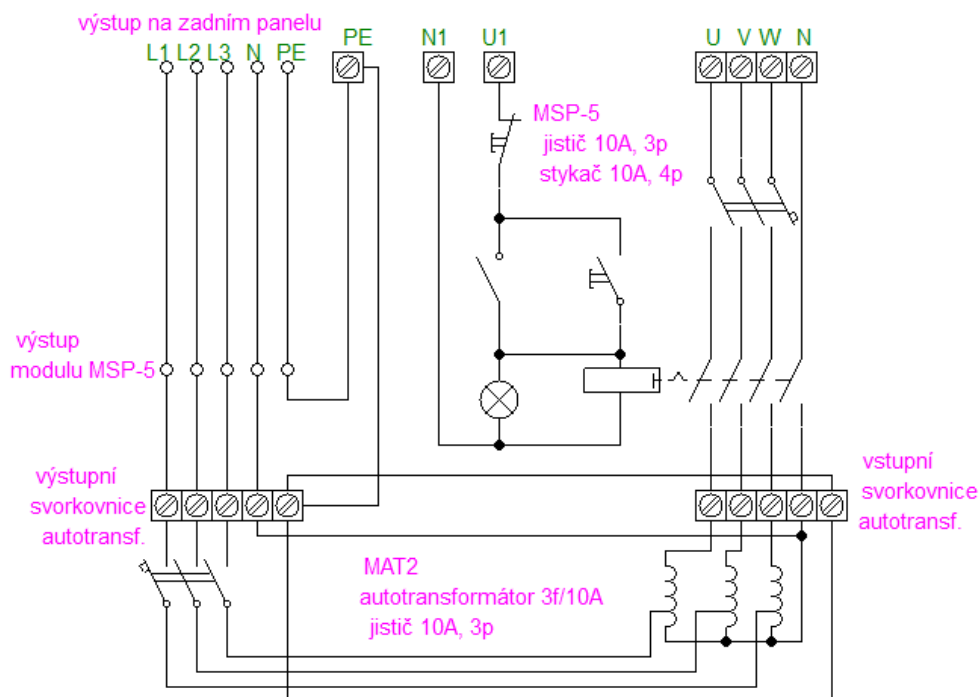
Modul slouží ke spínání např. střídavého elektromotoru a to mechanickým spínačem. Na spodní svorky se přivede napájecí napětí, horní svorky jsou připojeny ke spotřebiči. Ochranné svorky a svorky pro nulové vodiče jsou vzájemně spojeny.

3.4.6 Modul MSP-5

- výstup autotransfornátoru 3x400/230 VAC/10 A



Obrázek 3.5.6-1 Panel modulu MSP-5



Obrázek 3.5.6-2 Schéma zapojení modulu MSP-5

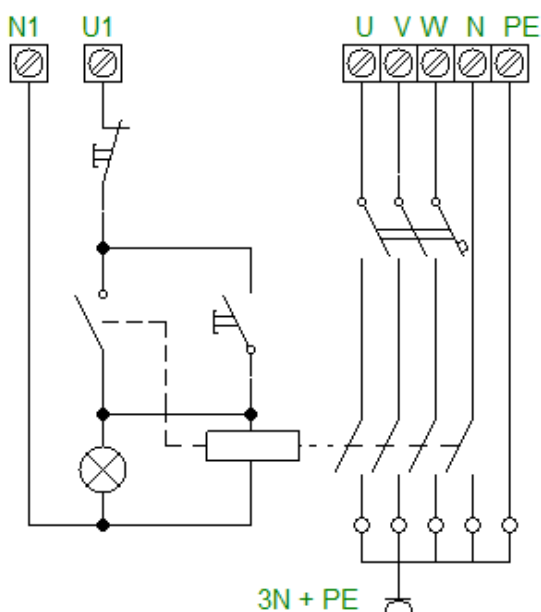
Tento modul je výstupem autotransfornátoru, který je umístěn pod pracovní deskou pultu a je tedy mimo přístrojovou nástavbu pultu. Je vybaven tlačítky pro zapnutí a vypnutí, světelnou signalizací zapnutí a vlastním jističem. Svorky jsou výstupem autotransfornátoru a jsou propojeny se svorkami na zadní straně pultu.

3.4.7 Modul M25A

– třífázová zásuvka 0-500/290 VAC/32 A



Obrázek 3.5.7-1 Panel modulu M25A



Obrázek 3.5.7-2 Schéma zapojení modulu M25A

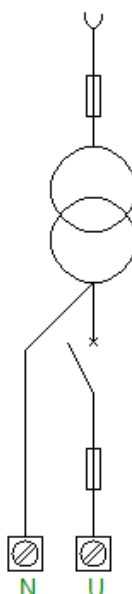
Modul je vybaven třífázovou zásuvkou 32 A (5 kolíků), zapínacím a vypínacím tlačítkem a světelnou signalizací zapnutí modulu. Napětí je do modulu přivedeno z vnitřní svorkovnice pultu. Modul je také vybaven vlastním třífázovým jističem, který je umístěn uvnitř pultu.

3.4.8 Modul M45

- oddělovací transformátor 230 V / 10 A



Obrázek 3.5.8-1 Panel modulu M45



Obrázek 3.5.8-2 Schéma zapojení modulu M45

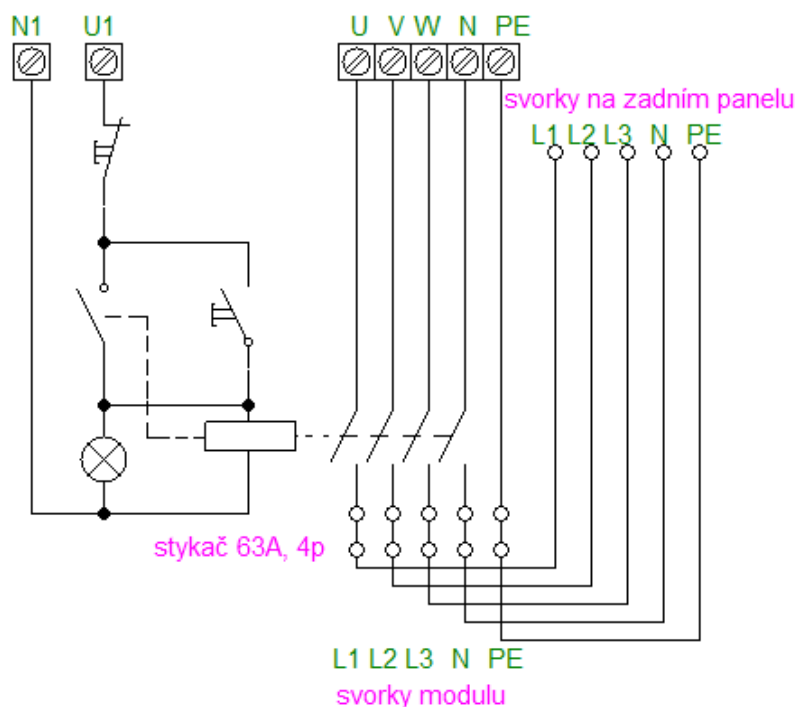
Modul je vybaven oddělovacím transformátorem pro oddělení síťového napětí od připojeného zařízení. Umožňuje napájet zařízení s maximálním odběrem 10 A. Výstupem je zásuvka na 230 V bez vyvedeného kolíku pro ochranný vodič, která je chráněna tavnými pojistkami. Modul se zapíná podsvětleným vypínačem, který tak plní i roli signalice zapnutí.

3.4.9 Modul MSP-6

- modul distribuce napájecího napětí 3x400/230 VAC/63 A



Obrázek 3.5.9-1 Panel modulu MSP-6



Obrázek 3.5.9-2 Schéma zapojení modulu MSP-6

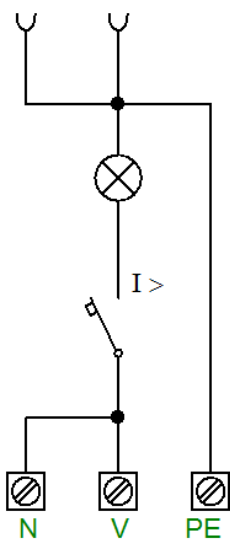
Modul je vybaven tlačítkem pro zapnutí a vypnutí, které spínají a rozpínají čtyřpólový stykač a světelnou signalizací zapnutí. Napájení je řešeno z hlavní svorkovnice uvnitř pultu. Svorky všech fází, nulového i ochranného vodiče jsou zdvojené a vzájemně propojené.

3.4.10 Modul M21

- jednofázové zásuvky 230 V



Obrázek 3.5.10-1 Panel modulu M21



Obrázek 3.5.10-2 Schéma zapojení modulu M21

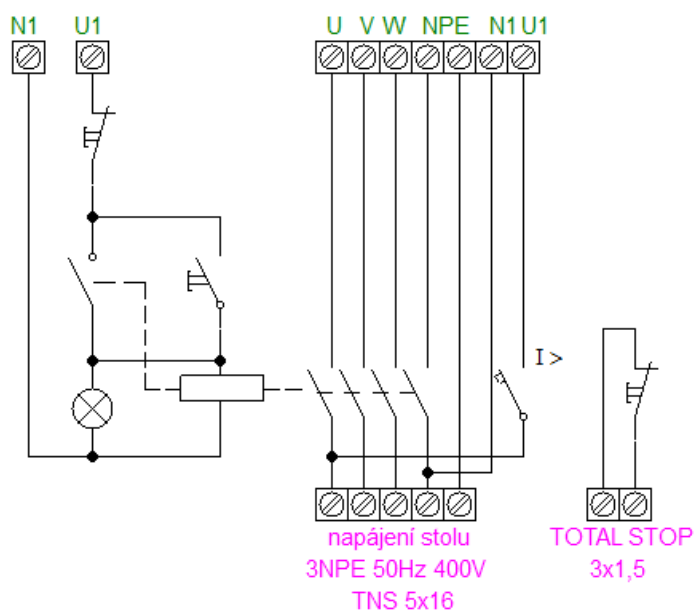
Modul obsahuje dvě jednofázové zásuvky 230 V/6 A, vlastní jistič a světelnou signalizaci zapnutí. Napájení je řešeno z vnitřní svorkovnice pultu. Zásuvky jsou pootočený o 45 ° pro lepší manipulaci s vidlicí.

3.4.11 Modul M32-B

- ovládací modul laboratorního pultu



Obrázek 3.5.11-1 Panel modulu M32B



Obrázek 3.5.11-2 Schéma zapojení modulu M32B

Základní modul celého laboratorního pultu. Zapnutím nebo vypnutím modulu se zároveň zapíná nebo vypíná napětí pro všechny moduly, které jsou napájeny ze svorkovnice pultu. Dále je vybaven STOP tlačítkem, které je vlastním kabelem připojeno do rozvaděče v místnosti SA2.19 a při jeho zmáčknutí se okamžitě odpojí celý stůl od elektrické energie. Jeho součástí je také světelná signalizace zapnutí, jistič a set sběrnic pro připojení elektricky podřízených modulů.

3.5 Odpojení pultu od zdroje elektrické energie

- Jako první je nutné odpojit laboratorní pult v rozvaděči RL2.2 v místnosti SA2.19. Z bezpečnostních důvodů je vhodné ještě stlačit STOP tlačítko.
- Protože rozvaděč není vybaven panelem, který by ukazoval napěťový stav, je nutné se přesvědčit zkoušečkou na svorkách některého modulu napájeného ze svorkovnice stolu, že se na nich skutečně nevyskytuje napětí (Obrázek 3.6-1).
- Pokud je vše v pořádku, je možné přistoupit k manipulaci s pultem.

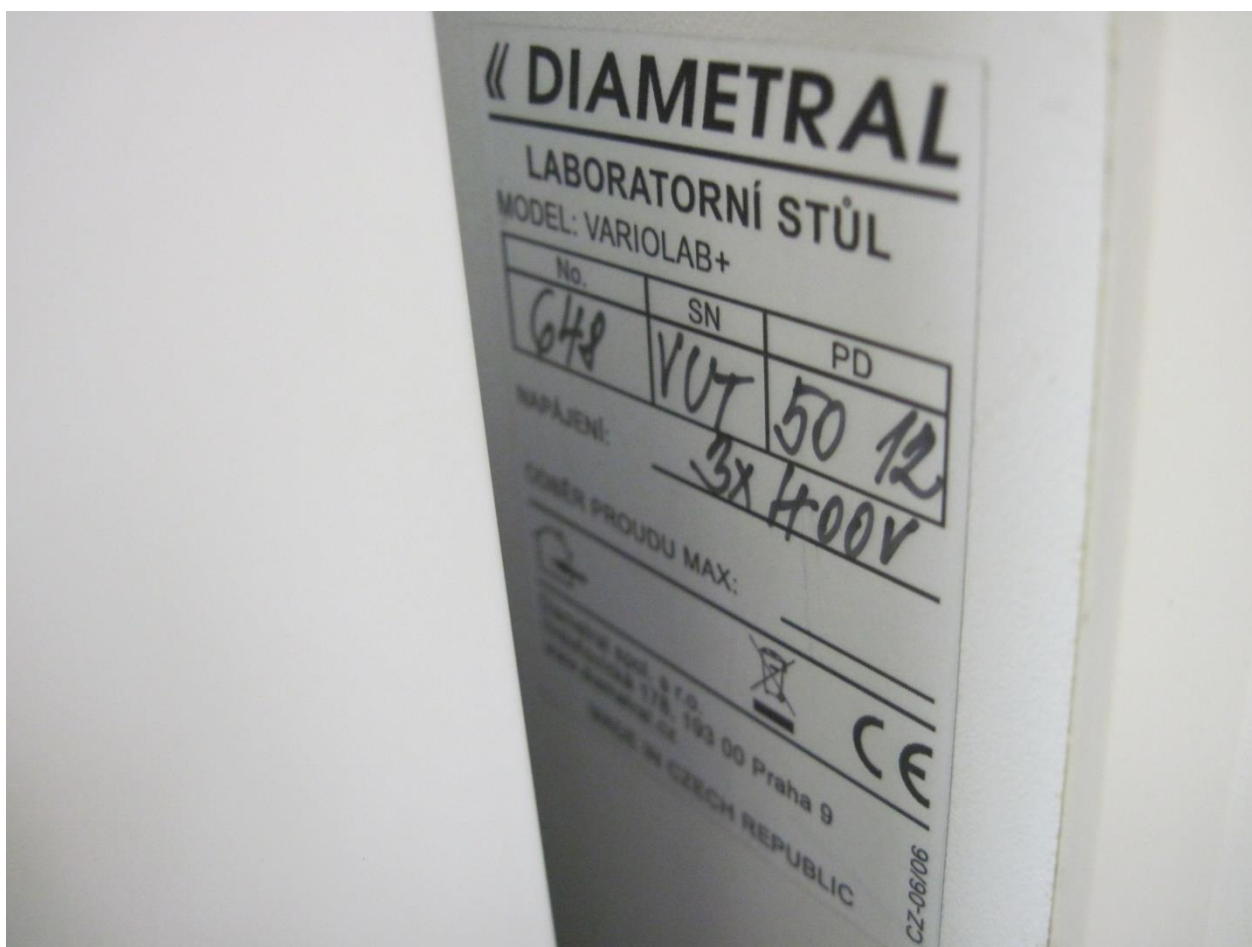


Obrázek 3.6-1 Ověření beznapěťového stavu třífázového vývodu modulu MSP-6

3.6 Demontáž a prohlídka pultu

Při prohlídce pultu je vizuálně kontrolováno přístrojové vybavení a zapojení, případně poškození jeho částí, provedení spojení modulů ke kostře pultu a dalších jeho mechanických částí.

- Při bližším ohledání pultu lze nalézt jeho štítek, který je ale nevhodně umístěn a lze ho velmi snadno přehlédnout.
- Tento štítek navíc obsahuje informace pouze o napájecím napětí a označení zakázky podle výrobce. Chybí informace o frekvenci napájecího napětí, úrovni krytí IP apod.



Obrázek 3.7-1 Štítek laboratorního pultu

- Panel na zadní straně pultu, s vyvedenými svorkami modulů z přední části, nelze při odšroubování dostatečně vzdálit, což je způsobeno malou délkou připojených vodičů.
- Pro bližší prohlídku přístrojového vybavení a zapojení pultu je takto vytvořený otvor (Obrázek 3.7-2) naprosto nedostačující, dokonce neumožní ani zkontrolovat propojení samotného panelu s ostatním vybavením a moduly.
- Pro další postup je nutné sundat horní kryt (desku) pultu a odkládací desku, která je umístěná ještě nad ní.
- Jako první se musí odšroubovat krycí deska pultu a až potom deska sloužící k odkládání. Je to způsobeno tím, že krycí deska pultu je přichycena vruty s hlavičkou na imbusový klíč, kdežto odkládací deska je připevněna šrouby s hlavičkou na křížový šroubovák.

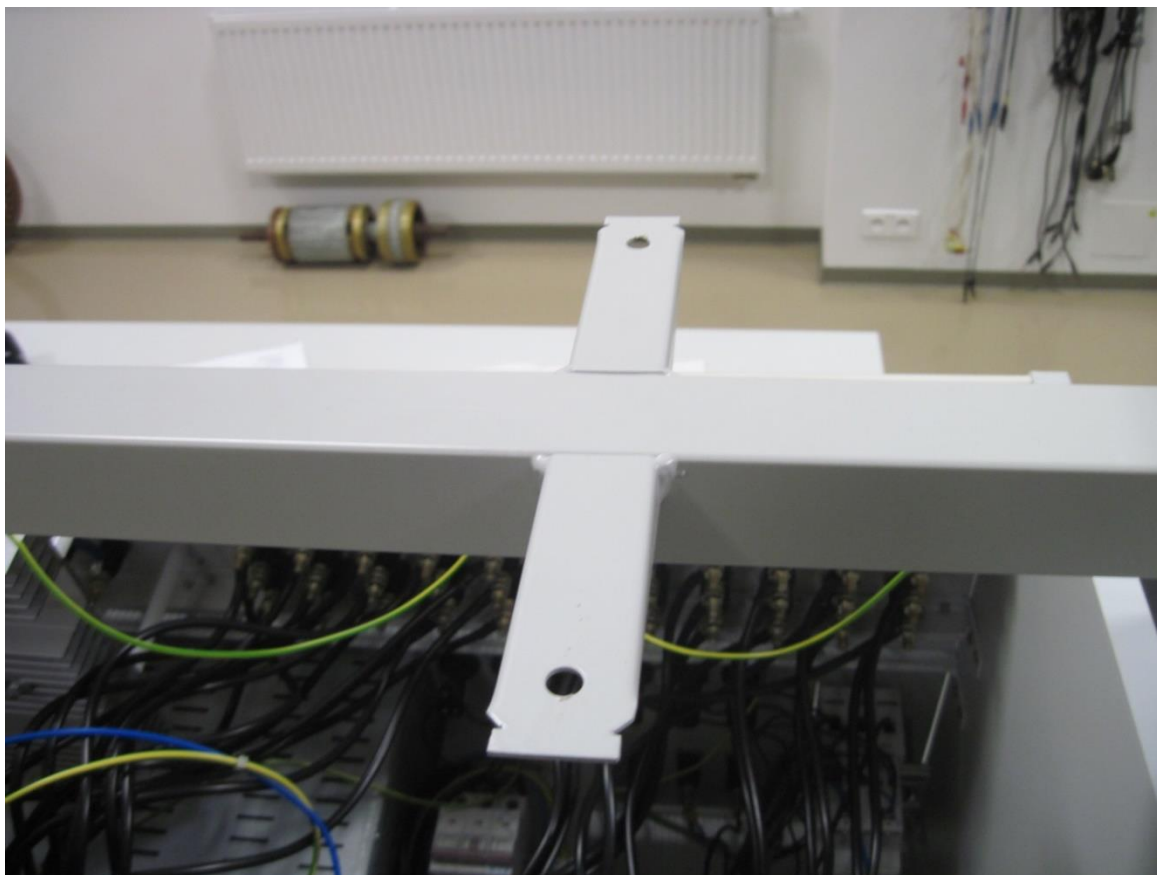


Obrázek 3.7-2 Oddělený zadní panel



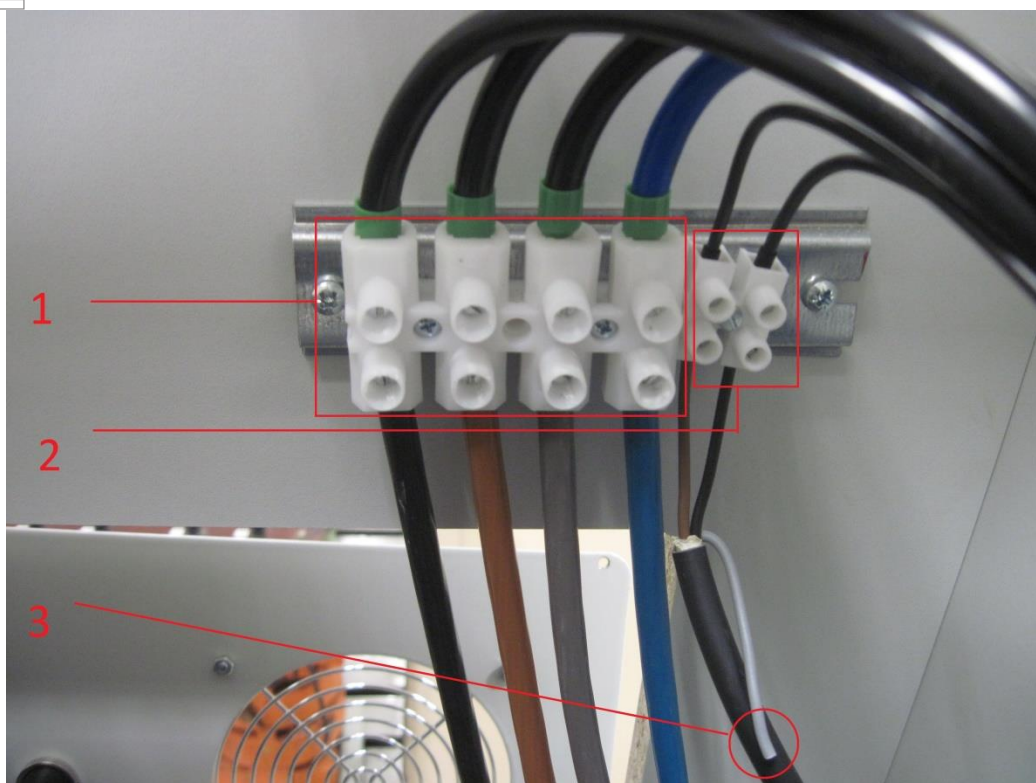
Obrázek 3.7-3 Demontáž odkládací desky

- Odkládací deska právě proto nejde odšroubovat jako první (*Obrázek 3.7-3*), protože při manipulaci se šroubovákem je zasahováno do vnitřního prostoru pultu. Tento problém by stačilo vyřešit použitím šroubů s hlavičkou pro imbusový klíč i pro odkládací desku.
- Teprve po odstranění krycí a odkládací desky lze získat přístup k přístrojovému vybavení a zapojení pultu. V přístupu k přístrojovému vybavení modulů nám na obou krajích pultu částečně zavazí konzole (*Obrázek 3.7-4*) na přichycení desky k odkládání. Člověk se o tyto železné části s ostrými hranami může při chvilce nepozornosti velmi snadno udeřit.



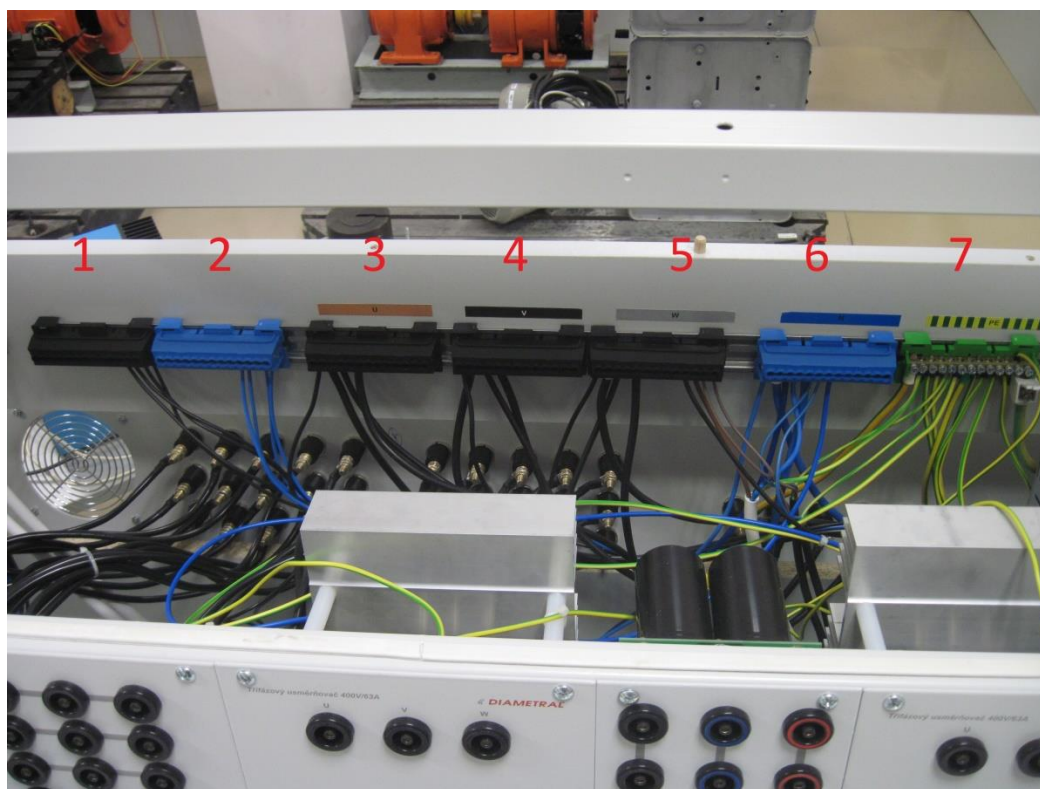
Obrázek 3.7-4 Kovová konstrukce k uchycení odkládací desky

- Odstranění bočních stěn, případně zadní stěny pultu, už není tak lehké a znamenalo by vážný zásah do konstrukce pultu. S ohledem na tyto okolnosti, se nadále pracuje s takto vytvořeným přístupovým otvorem, který umožňuje dostatečný přístup ke kontrole zapojení svorkovnice stolu, jednotlivých modulů i kontrole jejich přístrojového vybavení.
- Před kontrolou zapojení a vybavení pultu, je ještě jednou pomocí zkoušečky ověřen beznapěťový stav na svorkovnici, do které je zapojen přívodní kabel (*Obrázek 3.7-5*).
- Do svorky je kromě přívodního kabelu CYKY-J 5x16, připojen také kabel pro STOP tlačítko, které odpojuje v případě stlačení celý stůl v hlavním rozvaděči RL2.2 v místnosti 2.19. STOP tlačítko je připojeno kabelem CYKY-O 3x1,5. Šedá žíla, která není připojena ke svorkovnici je nezaizolovaná a hrozí nebezpečí dotyku s živou částí, což nevyhovuje normě ČSN 33 2000-4-41 ed.2 o ochraně před úrazem elektrickým proudem (*Obrázek 3.7-5*).
- Ze svorek jsou fázové vodiče a nulový vodič vedeny do modulu M32-B, který obsahuje čtyřpólový stykač, jenž zapíná napětí pro celý pult, a zněj na hlavní svorkovnici pultu (*Obrázek 3.7-6*).



Obrázek 3.7-5 Přívodní svorkovnice

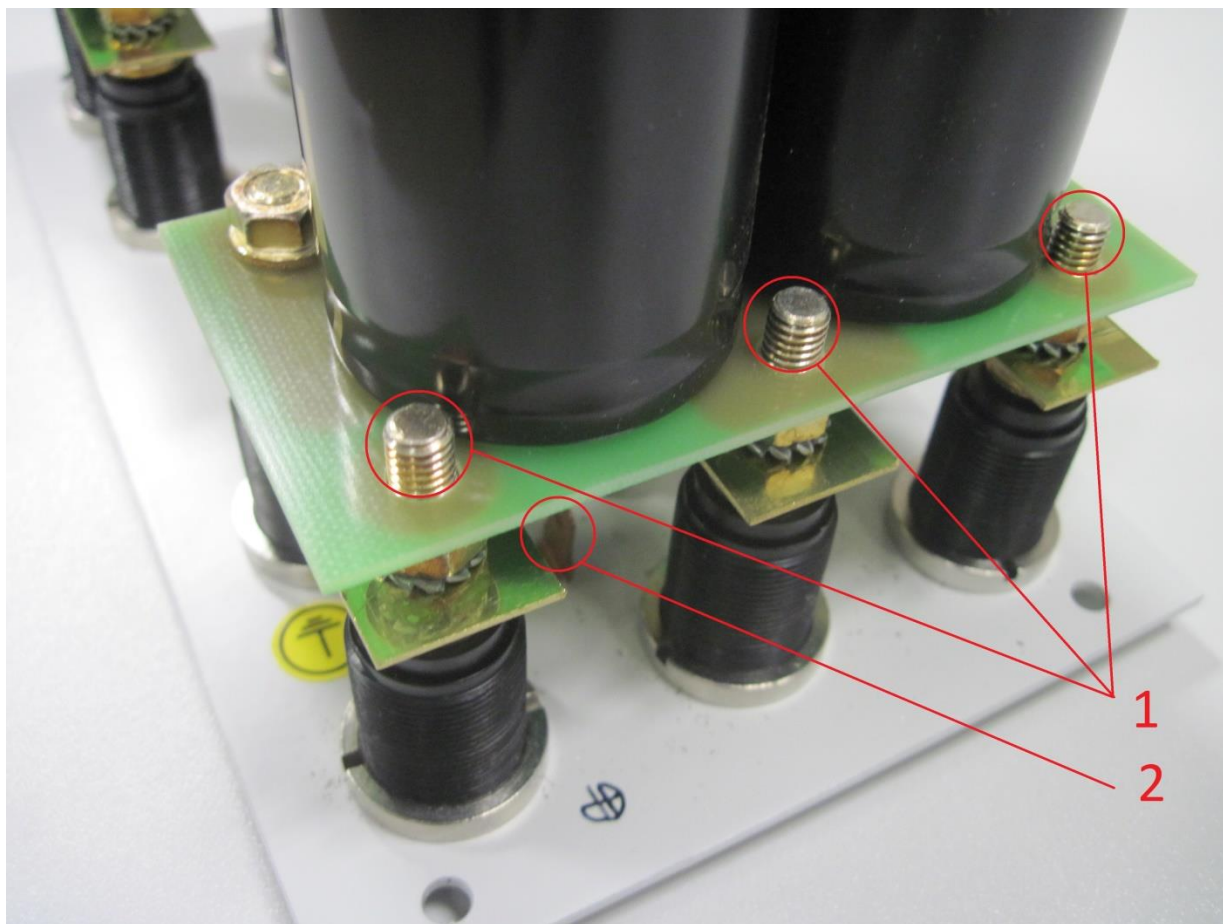
Legenda: 1) připojení napájecího kabelu; 2) připojení kabelu STOP tlačítka; 3) nezaizolovaná žíla



Obrázek 3.7-6 Hlavní svorkovnice pultu

Legenda: 1) pomocná svorkovnice fáze U; 2) pomocná svorkovnice nulového vodiče; 3) svorkovnice fáze U; 4) svorkovnice fáze V; 5) svorkovnice fáze W; 6) svorkovnice nulového vodiče; 7) svorkovnice ochranného vodiče

- Z této svorkovnice je realizováno připojení a napájení jednotlivých modulů.
- Vlevo se nacházejí dvě neoznačené svorkovnice (*Obrázek 3.7-6*), jedna modrá a jedna černá. Po prozkoumání zapojení je možné zjistit, že černá svorkovnice je druhou svorkovnicí fáze U a modrá je druhou svorkovnicí nulového vodiče. Z těchto dvou neoznačených svorkovnic je realizováno napájení modulů MSP-6, MSP5 a M25A.
- Jednožilové spojení fázovými a propojovacími vodiči uvnitř pultu je provedeno kabely černé barvy dle ČSN 33 0165-7 o barevném značení vnitřních spojů elektrických předmětů a zařízení. Spojení nulovým vodičem je provedeno kabelem modré barvy a spojení ochranným vodičem je provedeno kabelem žlutozelené barvy. Vše vyhovuje ČSN EN 60445-6 ed.4 o barevné identifikaci vodičů.
- Všechny výstupní svorky modulů byly označeny písmeny, nulové svorky pak ještě modrou barvou a ochranné svorky barvou žlutozelenou. Vzájemně propojené svorky jsou označeny tlustou tmavě šedou nepřerušovanou čarou. Označení svorek odpovídá normě ČSN EN 60445-7 ed.4 o písmeno-číslíkové identifikaci svorek.
- Byla provedena kontrola těsnosti šroubových spojů na svorkách.
- Prohlídku přístrojového vybavení je vhodné provést vyjmutím modulů z pultu. To umožní detailní prozkoumání zapojení a vybavení modulu, a zároveň je možné se přesvědčit o pevnosti a kvalitě uchycení modulů na konzoli pultu.



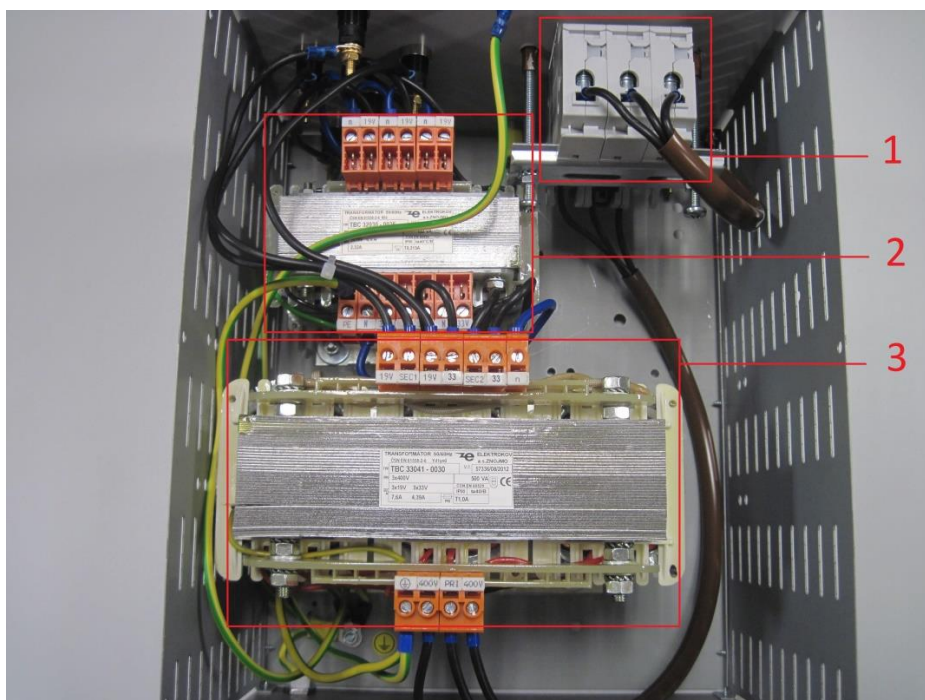
Obrázek 3.7-7 Zapojení modulu MC-1

Legenda: 1) chybějící matice na závitech svorek; 2) nezapojená svorka ochranného pospojování

- Při prohlídce modulu MC1 byly zjištěny dva nedostatky (*Obrázek 3.7-7*):

- 1) Chybějící matičky na šroubech spojených se svorkami, ke kterým je přichycená deska s kondenzátory.
- 2) Nepřipojení předního panelu modulu k ochrannému vodiči, což nevyhovuje normě ČSN 33 2000-4-41 ed.2 o ochraně před úrazem elektrickým proudem pospojováním.

- Modul MT-1 obsahuje dva transformátory a celý je umístěn v plechovém krytu, takže je patřičně těžký, váží 13,1 kg, a jeden člověk by ho jen stěží přichytil nebo demontoval. A protože je uchycen pouze čtyřmi šrouby skrz přední plechový panel a uvnitř pultu není podepřen ani jinak jištěn, je tento úkon pro jednoho člověka naprosto nemožný, aniž by nedošlo k poškození některé části modulu (*Obrázek 3.7-8*).



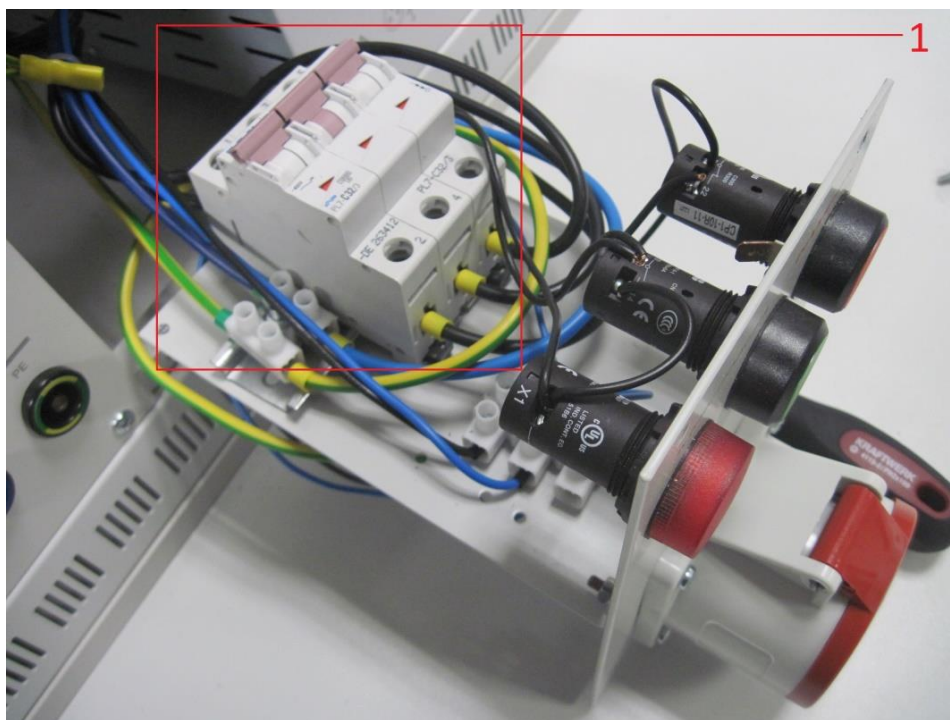
Obrázek 3.7-8 Zapojení modulu MT-1

Legenda: 1) třípólový jistič; 2) transformátor napájející svorky 3x19V/4A; 3) transformátor napájející svorky 3x11V/19V/4A

- Modul M45 je stejně jako modul MT-1 umístěn v plechovém krytu a je velmi těžký. Je umístěn v dolní řadě a je uchycen opět čtyřmi šrouby skrze čelní panel. Uvnitř pultu je ale na rozdíl od modulu MT-1 podepřen, takže celá váha nevysí jenom na již zmiňovaných šroubech jimiž je připevněn k čelní straně pultu. I přesto se modul nepodařilo z pultu vyjmout. To by šlo jen v případě zásahu do konstrukce pultu a nebylo tedy možné zkontrolovat přístrojové vybavení a zapojení modulu.

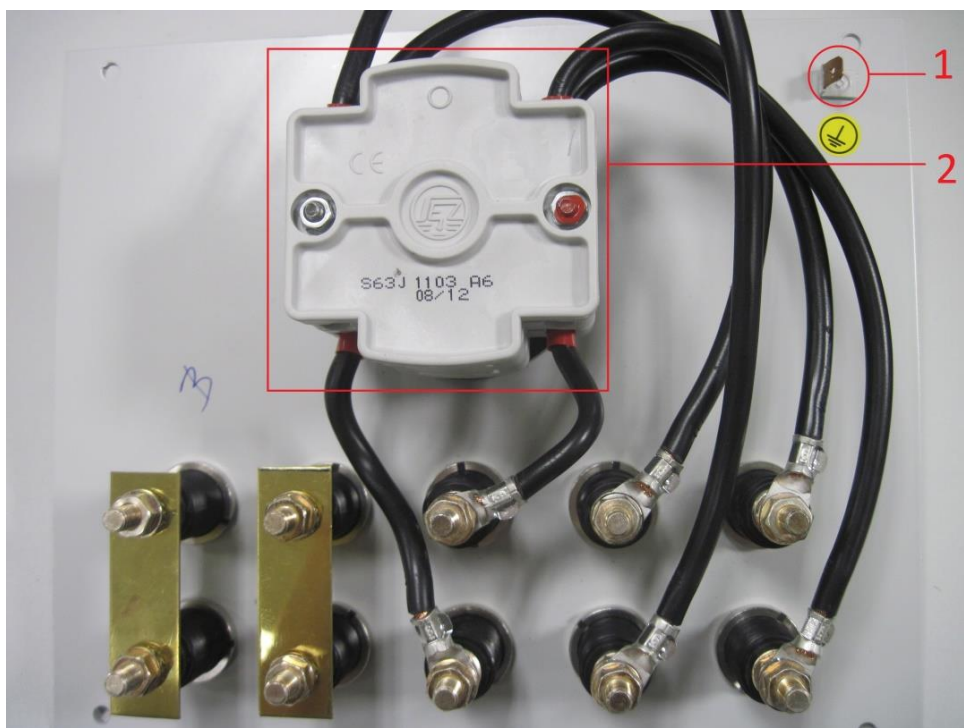
- Modul M25A je vybaven samostaným jističem, který není vyveden na panel modulu, ale je umístěn uvnitř pultu. Pokud tedy nastane porucha a jistič vypne, musí se vyšroubovat celý modul, jistič znovu nahodit a potom zpátky našroubovat na své místo. Při tomto úkonu se musí ještě odpojit svorka vodiče ochranného pospojování napojená na plechový panel, protože vodič spojující tuto svorku je příliš krátký. Při zpětném instalování modulu se nesmí zapomenout na tuto svorku a musí se připojit zpátky (*Obrázek 3.7-9*). Třífázová zásuvka je provedena dle normy ČSN 33 2030 o instalaci nízkého napětí.

- Při prohlídce modulu MMV-3 bylo zjištěno, že svorka panelu není připojená na vodič ochranného pospojování, což nevyhovuje normě ČSN 33 2000-4-41 ed.2 o ochraně před úrazem elektrickým proudem pospojováním (Obrázek 3.7-10).



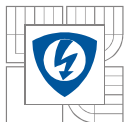
Obrázek 3.7-9 Přístrojové vybavení modulu M25A

Legenda: 1) třífázový jistič umístěný uvnitř pultu



Obrázek 3.7-10 Zapojení modulu MMV-3

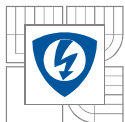
Legenda: 1) nezapojená svorka ochranného pospojování; 2) motorový spínač



- Na celém laboratorním pultu jsou použity svorky ID/S6AR-N-B4S na vyšší napětí a proudy z produkce švýcarské firmy Multi-Contact. Tyto svorky umožňují kromě použití speciálních šňůr, také použití klasických šňůr s banánky o průměru 4 mm (Obrázek 3.7-11).



Obrázek 3.7-11 Svorka ID/S6AR-N-B4S [4].

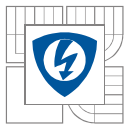


4 MĚŘENÍ IZOLAČNÍCH ODPORŮ

Kontrola izolačních odporů, měření bylo provedeno přístrojem MEGMET Imeg 1000 N pomocí stejnosměrného napětí 500 V mezi fázovými vodiči a ochranným vodičem.

Tabulka 4-1 Naměřené hodnoty izolačních odporů

Modul MMV-3 vstupní/výstupní svorky		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje
Modul MSP-5 přední/zadní svorky		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje
Modul MT1		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje
Modul M21		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L1	> 500	Vyhovuje
Modul MMV-3 vstupní/výstupní svorky		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje
1-f zásuvky na boční straně pultu		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L1	> 500	Vyhovuje
L1	> 500	Vyhovuje
Modul MSP-6 dolní a horní řada svorek		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje
Modul MSP-6 svorky na zadním panelu		
Svorka	Izolační odpor [MΩ]	Celkový stav
L1	> 500	Vyhovuje
L2	> 500	Vyhovuje
L3	> 500	Vyhovuje



5 ERGONOMIE

V této kapitole jsou popsány základní souvislosti ergonomie a je zde posouzeno ergonomické provedení laboratorního pultu. V celé kapitole je čerpáno ze zdrojů [6] a [9].

5.1 Definice, pojetí a cíl ergonomie

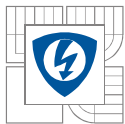
Obecně lze ergonomii specifikovat jako problematiku vztahů mezi člověkem-strojem-pracovním prostředím. Podrobněji lze ergonomii definovat jako interdisciplinární systémový obor. Ergonomie totiž využívá poznatků z celé řady vědních disciplín, a to jak humanitních, jako je psychologie a sociologie, tak technických, kde se řadí statistika, konstruování, řízení a další. Snaží se komplexně řešit systém jako celek se všemi podsystémy, ale také přistupovat k jednotlivým problémům, které vyžadují hluboké znalosti v dané problematice. To všechno ve vztahu člověka ke stroji a jeho okolí, kde jako stroj lze označit vše, co člověk používá k činnosti vytvářející hodnoty a okolím se rozumí vše, co člověka obklopuje a má vliv na jeho činnost. To všechno za jediným účelem, optimalizovat psychickou a fyzickou zátěž člověka.

Ergonomie se snaží systémovým přístupem řešit problematiku člověka ve výrobním procesu. Snaží se chápat systém vznikající spojením člověka se strojem a pracovním prostředím, jako novou kvalitu s unikátními vlastnostmi a potřebami, ne jenom jako pouhou skladbu výše zmíněných elementů. Obecně lze systém popsat jako skupinu prvků, jenž jsou spolu účelově propojeny a mezi nimiž jsou vazby, díky kterým lze z daných vstupů získat požadované výstupy. Každý systém nebo uskupení se dá hodnotit a klasifikovat podle mnoha kritérií. Systém člověk-stroj-pracovní prostředí lze určit jako dynamický, otevřený systém. Příznačností tohoto systému je člověk, který je jeho součástí. Na člověka se nahlíží jako určující a omezující část systému, která má vliv na jeho výsledné chování. Pozornost ergonomie se tedy více zaměřuje na úlohu člověka v systému, a to nejen v mezích člověk-stroj, ale také s ohledem na sociální interakci v systému s větším počtem lidí. Základní kroky systémového přístupu lze popsat těmito body:

- 1) Určení rozlišovací úrovně.
- 2) Definice složek systému, jejich vlastností a souvislostí mezi nimi.
- 3) Analýza systému za účelem objevení jeho neznámého chování.
- 4) Ověření poznatků získaných analýzou o chování jevu, pomocí jiného vědeckého postupu.
- 5) Vyhledání vyhovujících podmínek pro průběhy jevů nebo patřičná úprava systému.

U ergonomického systému se poté hodnotí následující kritéria:

- 1) Rychlost systému - odvíjí se od jeho složitosti a organizace práce.
- 2) Produktivita systému - udává se jako objem užitečné práce za časovou jednotku. Může mít za cíl zvýšit produktivitu vykonané práce při zachování stejné zátěže pracovníka, nebo zachování stejné produktivity při snížení psychické a fyzické zátěže člověka.
- 3) Spolehlivost systému - lze ji obecně definovat jako schopnost včasného a bezchybného plnění určené činnosti.
- 4) Ekonomičnost systému - udává se v podobě finančních nákladů na produkci, pořizovací a provozní náklady.
- 5) Fyzická namáhavost systému.



6) Psychická namáhavost systému.

7) Nebezpečnost systému.

8) Hygieničnost systému.

9) Estetičnost systému.

5.2 Člověk

Člověka lze charakterizovat jako biologický pravděpodobnostní systém, který se snaží dosáhnout vyrovnaného stavu mezi vlastním vnitřním prostředím a prostředím vnějším. V systému člověk-stroj-pracovní prostředí účinkuje jako subsystém. A je tím nejpodstatnějším a většinou nejslabším subsystémem celého systému člověk-stroj-pracovní prostředí. Ikdyž můžou být rozdíly mezi lidmi velké, vlastnosti lidí jsou více méně omezeny do úzké tolerance. Stroj i pracovní prostředí se na rozdíl od toho můžou diametrálně lišit. Při návrhu systému je tedy nutné správně přiřadit funkce na dílčí subsystémy. Člověk svými vlastnostmi předčí stroj schopností správně reagovat na nepředvídatelné situace, vnímat (zrakem, sluchem a čichem), schopností vyvodit závěr z neúplných informací, improvizovat, logicky myslet a v neposlední řadě o něm lze říci, že je ekonomicky a energeticky nenáročný. Stroj má na rozdíl od člověka schopnost vnímat podněty, které člověk nezachytí (rádiové vlny, ultrazvuk, infračervené záření), má větší fyzickou výkonnost, dokáže rychleji zpracovat složité výpočty, vykonávat více činností najednou, pracovat v podmínkách nemožných pro člověka a hlavně spolehlivě vykonávat opakovanou činnost. Obecně lze říci, že schopnost nebo vlastnost, která je předností člověka, je slabinou stroje a naopak.

5.3 Stroj

Rozměrové řešení stroje musí vyhovovat rozměrům a pohyblivosti lidského těla. Musí respektovat pohlaví a věk člověka, polohu při práci, pohybový prostor na pracovišti, zorné podmínky a také některé speciální pracovní podmínky.

5.3.1 Pohlaví a stáří člověka

Rozměrové řešení pracovního stroje závisí na tom, jaká populace bude tento stroj používat. Pokud je stroj určen pro jednoho konkrétního člověka, jsou rozměry stroje navrhovány tak, aby co nejlépe vyhovovali této osobě. Většinou se strojem pracují různí lidé, kteří se liší rozměry, ale i silou. Rozměrové řešení stroje by pak mělo zajistit pracovní pohodu pro většinou osob, které budou daný stroj používat. V praxi se stroje navrhují podle rozměrů průměrné postavy muže. Toto řešení ovšem nevyhovuje ženám a mužům menší postavy, protože nedosáhnou na panel a stůl je pro ně vysoko. Naopak člověk vysokého vzrůstu zase nedostane kolena pod stůl a špatně se mu sedí. Při navrhování rozměrového řešení stroje tedy nelze vycházet pouze z průměrné hodnoty. Proto je nutné navrhnout některé prvky nastavitelné (například židle).

Laboratorní pult má po ergonomické stránce důmyslné provedení a design, jen v některých ohledech diskriminuje osoby nižšího vzrůstu. Jde o odkládací desku, která je umístěná ve výšce 1,6 m. Většina měření probíhá na strojních zařízeních umístěných za laboratorním pultem. V tomto případě jsou měřicí přístroje nebo napájecí zdroje (v případě, že nevyhovuje žádný ze zdrojů na laboratorním pultu) umístěny na této odkládací ploše a manipulace s nimi je pro osoby nižšího vzrůstu obtížná a fyzicky namáhavá. Dalším případem je modul M25A, tedy třífázová zásuvka. Při odpojování vidlice ze zásuvky musí člověk již tak

vyvinout značnou sílu. Pro osoby nižšího vzrůstu to může být mnohonásobně větší problém, protože se při vypořádání vidlice musí natahovat přes pracovní plochu o šířce 0,75 m, která je umístěná ve výšce 0,92 m.



Obrázek 5.3.1-1 Výškové rozměry jednotlivých rovin

Legenda: 1) Odkládací plocha ve výšce 1,6 m; 2) Horní kryt pultu ve výšce 1,45 m; 3) Pracovní plocha ve výšce 0,92 m

5.3.2 Pracovní poloha

Pracovní poloha je ovlivněna především rozměrovým řešením stroje. Nejběžnější pracovní polohou je sed nebo stoj, ale je možné pracovat i v kleku, v lehu nebo dřepu. Za ideální stoj je považována poloha, kdy je páteř v krční a bederní oblasti konkávně (vydutě) zakřivená. Jedná se vlastně o dynamické vyvažování těla ve svislé poloze. Hlavní výhodou polohy ve stoje je větší dosah končetin, větší síla a bdělost, možnost střídání poloh a pracovišť. Za ideální sed se považuje z anatomického hlediska ten, kdy má páteř stejné zakřivení jako při ideálním stoji a přitom stehna svírají s trupem úhel menší než 135 °. Poloha v sedě je výhodnější menší energetickou náročností, jemnějšími a přesnějšími pohyby, odlehčením nohou. Je snaha, aby pracovník pracoval v sedě. Tato poloha je totiž po fyziologické stránce výhodnější, protože není tak energeticky náročná jako poloha ve stoje a dolní končetiny nejsou trvale zatíženy.

Při měření na strojních zařízeních za laboratorním pultem osoby zaujímají vždy polohu ve stoje. Pokud probíhá měření na pracovní ploše, můžou osoby zaujímat polohu v sedě. Pracovní plocha je ale umístěna ve výšce 0,92 m a židličky nacházející se v laboratoři nemají dostatečnou výškovou nastavevitelnost, proto může být práce v sedě, a to především pro osoby nižšího vzrůstu, velmi nepříjemná, protože mají po celou dobu natažené ruce přibližně v úrovni svých ramen. Obsluha vybavení na pracovním ploše je tedy obtížná a v této poloze se nedá pracovat dlouhodobě.



Obrázek 5.3.2-1 Ukázka dosahu rukou při pracovní poloze v sedě

5.3.3 Pohybový prostor

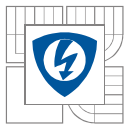
Pohybový prostor je místo, kde se může provádět pracovní činnost. Tento prostor se dále dělí na manipulační (ruční) a pedipulační (nožní). Základním prvkem je manipulační rovina. Jde o rovinu procházející místem, kde dochází k provádění většiny úkonů. Poloha manipulační roviny je dána svislou vzdáleností od podlahy. Výška pracovního stolu (desky) je stejná s výškou manipulační roviny jen tehdy, pokud předměty, s kterými je manipulováno, a tedy i rovina práce, nejsou vyšší než 5 cm.

Pohybový prostor je po stranách omezen dalšími laboratorními pulty, pohybový prostor za pultem je pak vymezen ocelovou základovou deskou, na které jsou umístěny strojní zařízení (motory, autotransformátory). Manipulační prostory se pak u laboratorního pultu vyskytují dva, horní odkládací plocha, která se využívá při měření na strojních zařízeních, a plocha stolu při měření aplikací k tomu vhodných. Na horní odkládací ploše s rozměry 0,4 x 1,5 m umístěné ve výšce 1,6 m však nelze provádět žádné operace. Manipulační prostor stolu o rozměrech 0,75 x 1,5 m na první pohled zajišťuje dostatečný prostor, ale svým umístěním ve výšce 0,92 m od podlahy je velká část pracovní plochy při poloze v sedě nedosažitelná (Obrázek 5.32-1). Jedinou výhodou je zajištění dostatečného pedipulačního prostoru.

5.3.4 Zorné podmínky

Kvalitu zraku ovlivňuje několik faktorů, závisí na věku člověka, jeho fyzickém stavu (nemoc, únava), psychické pohodě a v neposlední řadě také na osvětlení. Podmínky pro dobré zrakové vnímání jsou velmi důležité, protože více než 80 % informací získává člověk pomocí zraku. Určují se tři základní zorné podmínky :

1. Zorná vzdálenost (a)
2. Osa pohledu (úhel α)
3. Zorné pole (úhel β)



1. Zorná vzdálenost

Jedná se o vzdálenost mezi okem a pozorovaným předmětem (detailem), vyjadřuje se v cm. Optimální zorná vzdálenost závisí na kvalitě zraku a velikosti kritického detailu, který musíme rozpoznat. Kritickým detailem se rozumí velikost objektu, který musí člověk jasně určit, aby mohl přijmout rozpoznávanou informaci (např. počet rysek na stupnici). Podle velikosti kritického detailu se určují přibližné minimální zorné vzdálenosti. Člověk by měl pracovat v co možná nejvhodnější fyziologické poloze. Pokud jsou zrakové nároky vysoké (malý kritický detail) je potřeba zvýšit manipulační rovinu nebo i pracovní plochu.

2. Osa pohledu

Osu pohledu lze definovat jako polopřímku, která vychází z oka, pokud se hlava a oční bulva nachází v přirozené poloze. Tato polopřímka spolu s horizontálou vedenou okem svírá úhel α . Velikost úhlu α se liší pokud člověk stojí nebo sedí, protože se odvíjí od polohy krční páteře. Při konstrukci se uvažuje přibližné hodnoty pro polohu v sedě $\alpha = 40^\circ$, pro polohu ve stoje $\alpha = 30^\circ$. Je důležité, aby sdělovací prvky a části, ze kterých člověk odečítá, respektovali správnou polohu hlavy. Toho se docílí pokud jsou tyto části kolmé na osu pohledu.

3. Zorné pole

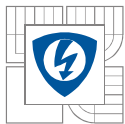
Fyziologicky jako zorné pole považujeme oblast, kterou lze spatřit, aniž člověk pohne okem. V ergonomii se jedná o oblast, ve které je člověk schopný vykonávat zrakově náročnou činnost. Za optimální zorné pole se považuje úhel 20° , normální 60° , funkční 120° a maximální při otočení hlavy 220° . Schopnost lidského oka vnímat různé barvy ovlivňuje velikost zorného pole. Zelená barva je vidět jen ve středu zorného pole, kdežto bílá je vidět v nejširším poli. Používání barev na pracovišti vychází právě z této nerovnoměrnosti vnímání barev lidským okem.

V celé laboratoři je provedeno osvětlení zářivkami, které jsou i přímo nad laboratorním pultem, v kombinaci s osvětlením denním. Při měření na strojních zařízeních za laboratorním pultem bývají měřicí přístroje umístěny na horní odkládací ploše. V případě analogových měřicích přístrojů nebo i osciloskopu umístěném na této ploše, může zorná vzdálenost působit problém se čtením na měřicích přístrojích osobám nižšího vzrůstu. Celý přední panel se všemi moduly je oproti svislé poloze skloněn o 10° , což zlepšuje osu pohledu.

5.3.5 Speciální podmínky práce

Prostorové a rozměrové řešení zařízení může výrazně ovlivnit například velikost pracovního předmětu (opravovaná součástka), jeho vlastnosti (hmotnost, křehkost), množství lidí na pracovišti, úroveň bezpečnosti na pracovišti, úroveň vybavení na pracovišti (jeřáb, držáky, polohovadla) a také časová náročnost práce (pro krátkodobou činnost lze některé parametry zrealizovat v nižších hranicích tolerance).

V laboratorní místnosti není žádný jednoduchý jeřáb, vysoko zdvižný vozík ani jiné manipulační prostředky. Laboratorní místnost navíc není pro tyto zařízení vůbec přizpůsobena. V případě nutnosti vyjmutí a přemístění některého ze strojních zařízení by se musela vyklidit většina laboratoře.



5.3.6 Sdělovače

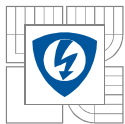
Sdělovače obstarávají předání kódovaných informací o stavech provozovaného zařízení jeho obsluze. Sdělovače se dělí podle několika základních kritérií. Může to být dle energie, která je využita k předání informace - mechanická, elektrická, hydraulická, pneumatická, podle smyslu, kterým je informace předána - zrakový, sluchový, hmatový. Dále podle obsahu informace rozlišujeme formu sdělovače - kvantitativní, který udává konkrétní objem informací, např. teploměry, otáčkoměry apod., a kvalitativní, který informuje o jakosti informace typu ano/ne. Do této skupiny se řadí např. signály, nápisy apod. Další možnost dělení vychází ze způsobu kódování informace, kde se sdělovače dělí dle charakteru. U vizuálních sdělovačů je to dáno polohou, tvarem, barvou nebo velikostí, u akustických výškou nebo silou tónu, kolísáním nebo přerušováním tónu, a u dotykových tvarem, teplotou, velikostí nebo např. drsností. Poslední kritérium, podle kterého je možné sdělovače rozdělit je trvání informace - trvalé (značka, nápis), dočasné (informace je poměrně stejná v určitém období), proměnlivé (informace se mění, ale je možné ji přesně odečítat), okamžité (informace se plynule mění).

Na laboratorním pultu se vyskytují různé druhy sdělovačů, některé z těchto sdělovačů plní primárně roli ovladačů, ale zároveň poskytují informaci o stavu modulu. Moduly MSP-5, MSP-6, M21, M25A a M32B jsou vybaveny červenou kontrolkou. Pokud je modul pod proudem, kontrolka svítí jasnou červenou barvou, pokud modulem neprotéká proud, tak je kontrolka vyplá a nesvítí. Zapnutí a vypnutí modulu stykačem je zároveň doprovázeno typickým zvukovým efektem. Světelná kontrolka je tedy sdělovač elektrický-barevný-kvalitativní, protože kontrolka udává pouze dva stavy. Stykač lze nazvat sdělovačem mechanicko-akustickým. Modul M45 je vybaven vypínačem, který je osvětlený a v seplé poloze svítí červenou barvou, jedná se tedy o zdělovač elektrický-polohový-barevný. Některé moduly obsahují samostatný jistič, který je vyvedený na panel a plní roli mechanicko-polohového sdělovače. Moduly, které nejsou napájeny z hlavní svorkovnice stolu, neobsahují žádné sdělovače, až na moduly MT-1 a MMV-3. Modul MT-1 je vybaven jističem a modul MMV-3 motorovým spínačem, oba tedy zastávají funkci mechanicko-polohových sdělovačů. Pokud jsou spuštěné stroje za laboratorním pultem, všechny akustické sdělovače ztrácí účinnost, protože je přes hluk produkovaný stroji nelze slyšet.

5.3.7 Barva

Zužitkování barev má velký smysl. Vhodným použitím barev lze ovlivnit psychiku člověka, čímž se ovlivní kvalita a výkon jeho vykonané práce, ale také bezpečnost a pořádek na pracovišti. Barva se vyznačuje třemi základními jevy - tón, sytost a světlost (jasnost). Z psychologického hlediska určujeme tři základní barvy : červená (aktivita, teplo), modrá (klid, chlad) a žlutá (soulad, vyrovnanost).

Celý laboratorní pult je provedený v bílé barvě, která působí uklidňujícím dojmem, vyvolává pocit čistoty, příjemného prostředí a podporuje soustředění. Ovládací prvky jsou pak provedeny zelenou a červenou barvou, svorky černou.

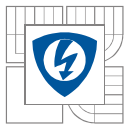


5.3.8 Bezpečnost

Na podlaze před pracovní deskou laboratorního pultu je provedena ochrana doplňkovou izolací (pryžovým kobercem). Na pracovišti za laboratorním pultem, kde jsou umístěny strojní zařízení, většinou s krytím IP00, na ocelových základových deskách je provedeno ochranné pospojování.

Na laboratorním pultu, ale i na autotransformátoru umístěném v levém horním rohu pod stolem, je provedeno ochranné krytí IP20. Obě zařízení jsou tedy chráněna před vniknutím pevných těles s průměrem větším než 12,5 mm a zajišťují ochranu před nebezpečným dotykem živých částí před dotykem prstu. Zařízení však nejsou nijak chráněna proti vniknutí vody. Tři jednofázové zásuvky umístěné na pravém boku laboratorního pultu jsou podloženy nehořlavou podložkou z materiálu CEMVIN o tloušťce 3 mm.

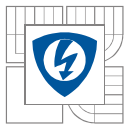
Každý modul napájený z hlavní svorkovnice laboratorního pultu je chráněn samostatným jističem. Funkci doplňkové ochrany zde plní proudový chránič v rozvaděči pro laboratorní místnost. Dále jsou panely modulů doplněny ochranným pospojováním. Bezpečnostní funkci zde plní i sdělovače, které informují osoby obsluhující laboratorní pult, zda je daný modul pod napětím. Laboratorní pult je dále vybaven STOP tlačítkem, které bezpodmínečně odpojí pult od zdroje napětí přímo v rozvaděči laboratorní místnosti SA2.19. Toto STOP tlačítko je umístěno na pravém okraji předního panelu, což není ideální řešení pokud probíhá měření na strojních zařízeních za laboratorním pultem. Pokud dojde k poruše, při které nevybaví žádná z automatických ochran a je nutné strojní zařízení odpojit od zdroje napětí ručně, musí pracovník oběhnout celý pult, aby mohl STOP tlačítko zmáčknout.



6 ZÁVĚR

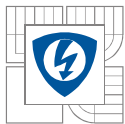
Ve své bakalářské práci jsem se zabýval revizí elektrických zařízení a instalací nízkého napětí, konkrétně laboratorního pultu od firmy DIAMETRAL používaného v laboratorní místnosti SA2.19 na Ústavu výkonové elektrotechniky a elektroniky. V práci popisuji postup při prohlídce laboratorního pultu a následnou demontáž krycích částí pultu. Po demontáži a získání dostatečného operačního prostoru uvnitř pultu jsem provedl kontrolu zapojení elektrické instalace, a po dohodě s vedoucím práce také kontrolu zapojení a přístrojového vybavení některých modulů. To vyžadovalo seznámení se základními normami pro revizi elektrických zařízení a instalací nízkého napětí. Při provádění kontrole jsem zjistil, že u modulu M25A je umístěn jistič uvnitř laboratorního pultu, na modulu MC1 chybí šroubové spojení u desky s kondenzátory, nebo že na některých panelech modulů chybí ochranné pospojování. Po dokončení prohlídky jsem provedl měření stavu izolačních odporů u fázových vodičů. Izolační odpory všech vodičů vyhovují minimální hodnotě $1\text{ M}\Omega$ uvedené v normě ČSN 33 2000-6. V poslední části jsem se zaměřil na ergonomické provedení pultu, což vyžadovalo seznámení se základními poznatky tohoto vědního oboru. Svým rozměrovým řešením, především pracovním stolem a horní odkládací deskou, ale nevyhovuje osobám menšího vzrůstu, pro které je provádění práce na těchto rovinách velmi problematické. Z poznatků získaných prohlídkou a kontrolou elektrické instalace lze vyvodit závěr, že zařízení je schopno bezpečného provozu až po odstranění uvedených chyb.

Práce pro mě byla přínosem v tom, že jsem si ověřil praktické provádění jednotlivých postupů při revizi elektrického zařízení. Odhalení nedostatků je z hlediska bezpečnosti přínosem pro ostatní studenty používající tento laboratorní pult. Provádění revize na laboratorním pultu bylo usnadněno tím, že na pultu jsme provedli již dříve řadu měření v jiných předmětech. Bylo pro mě také poučení ta skutečnost, že doposud jsem neměl příležitost se s ním blíže seznámit.



7 LITERATURA

- [1] ČSN 33 1500: *Elektrotechnické předpisy, Revize elektrických zařízení*. 1991 [cit. 2015-12-30].
- [2] ČSN 33 2000-6: *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize*. 2007 [cit. 2015-12-30].
- [3] *Katalog systému VARIOLAB+* [online]. [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: <http://www.variolab.cz/pdf/KatalogVLC.D.pdf>
- [4] *Katalog konektorů* [online]. [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: [http://www.multi-contact.com/AcroFiles/Catalogues/IS_Power-2_\(de-en-fr\)_hi.pdf](http://www.multi-contact.com/AcroFiles/Catalogues/IS_Power-2_(de-en-fr)_hi.pdf)
- [5] *Inspekční a revizní činnost*. VUT FEKT Brno: doc. Ing. František Veselka, CSc., Ing. Rostislav Huzlík, Ph.D., 2007 [cit. 2016-05-22].
- [6] *Ergonomie*. Prof. Ing. Lubor Chundela, DrSc.: ČVUT, 2001 [cit. 2016-05-22].
- [7] ČSN EN 60445 ed. 4: *Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů*. 2011 [cit. 2016-05-22].
- [8] ČSN 33 0165: *Značení vodičů barvami nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení*. 1992 [cit. 2016-05-22].
- [9] *Vít Majtás: v.majtas@diametral.cz* [online]. Komunikace ze dne 18.11.2015 a 26.2., 18.4., 19.4., 1.5., 3.5. 2016 [cit. 2016-05-22].



8 PŘÍLOHA

8.1 Revizní zpráva

Druh revize

- Jednalo se o revizi provedenou v rozsahu revize výchozí.

Datum revize

- Revize probíhala v době od 20.10.2015 do 16.12.2015.

Jméno a příjmení revizního technika

- Jiří Hoferek, ID: 164732
- Osvědčení : §6 vyhlášky 50/1978 Sb.

Vedoucí práce

- doc. Ing. František Veselka, CSc.

Zadavatel

- doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Vlastník

- Vysoké učení technické v Brně, Antonínská 548/1, 601 90 Brno

Revidovaný objekt

- Laboratorní pult č.8 v laboratoři elektrických strojů SA2.19, ÚVEE, Technická 12, 616 00 Brno

Zdroj napájení

- Moduly laboratorního pultu jsou napájeny z vnitřní svorkovnice pultu. Ta je napájena z přívodní svorkovnici, která je napájena z rozvaděče RL2.2 v laboratorní místnosti SA2.19.

Napěťová soustava a druh napájecí sítě

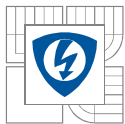
- Připojení svorkovnice je provedeno rozvodem typu 3 NPE TN-S. Napájecí napětí 230/400 V, frekvence 50 Hz.

Ochrana před nebezpečným dotykem

- Základní ochrana na laboratorním pultu i autotransformátoru je provedena krytím IP20.
- Při poruše je to samočinným odpojením od zdroje.
- Doplňkovou ochranu tvoří ochrana proudovým chráničem a ochranné pospojování

Rozsah revize

- Předmětem revize byla elektrická instalace laboratorního pultu č.8 v laboratoři SA 219 na Ústavu výkonové elektrotechniky a elektroniky, a přístrojové vybavení a zapojení některých jeho modulů (podrobněji v kapitole 3.6). Dále ověřit měřením hodnotu izolačních odporů fázových vodičů.



Provedené úkony

- Vnější prohlídka a ohledání laboratorního pultu. Kontrola značení vodičů a svorek, pevnosti šroubových spojení svorek. Kontrola zapojení elektrické instalace pultu a také některých jeho modulů s technickou dokumentací (podrobněji v kapitole 3.6). Měření izolačních odporů fázových vodičů pomocí přístroje Imeg (podrobněji v kapitole 4).

Použité přístroje

- Zkoušečka napětí
- MEGMET Imeg 1000 N, e.č. 001000198742-0000

Tabulka 8.1-1 Údaje měřicího přístroje Imeg

Pozice přepínače	500 V
Rozsah měření	1 : 500 MΩ
Zkušební napětí	500 V ss, +/- 5 %
Přesnost měření	+/- 2,5 % z konce stupnice
Měřicí proud	5 mA
Doba měření pro C zátěž	0,5 s/μF
Přetížení	600 V ss, stř

Zjištěné závady a nedostatky

- Jistič jistící třífázovou zásuvku modulu M25A je umístěný uvnitř laboratorního pultu.
- Chybějící ochranné pospojování na modulech MC-1 a MMV-3.
- Chybějící šroubové spojení na desce s kondenzátory na modulu MC-1.
- Nezaizolovaný a neoznačený vodič u přívodní svorkovnice stolu.
- Reálné schéma zapojení modulu MT1 neodpovídá technické dokumentaci.

Závěr revize

- Zařízení je schopno bezpečného provozu po odstranění výše uvedených závad.