

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta pedagogická

Bakalářská práce

Výukové pomůcky v praxi učitele odborného výcviku

Jan Doležel

Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku

Léta studia 2010 - 2013

Vedoucí práce: Mgr. Jan Krotký

Plzeň 2013

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně
a použil pouze uvedené prameny a literaturu.

V Plzni

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji Mgr. Janu Krotkému za vedení mé práce a za podnětné připomínky při jejím zpracování. Také děkuji panu Ing. Karlu Hajžmanovi ze SPŠE v Plzni, který mi pomohl s ověřením výukové pomůcky kompenzace jalového výkonu v praxi.

Obsah

1	Úvod	2
2	Historie používání výukových pomůcek	3
2.1	Pohled na využívání výukových pomůcek obecně	4
2.2	Výukové pomůcky v odborné učebně elektrotechniky	6
2.3	Příprava učitele odborného výcviku na výuku	9
3	Specifické výukové pomůcky v elektrotechnice	11
3.1	Bezpečnost při používání pomůcek v elektrotechnice	12
4	Praktické ověření využitelnosti pomůcky při výuce	15
5	Konkrétní výukové pomůcky	17
5.1	Kompenzace jalového výkonu	17
5.1.1	Krátký pohled do historie	17
5.1.2	Popis pomůcky	18
5.1.3	Vývoj pomůcky a její výroba	19
5.1.4	Používání pomůcky při výuce	20
5.1.5	Didaktický cíl při používání této pomůcky	21
5.2	Diagnostika závad na asynchronním motoru	22
5.2.1	Popis pomůcky	24
5.2.2	Vývoj pomůcky a její výroba	25
5.2.3	Používání pomůcky při výuce	26
5.2.4	Didaktický cíl při používání této pomůcky	28
6	Závěr	29
	Seznam použité literatury	32
	Seznam příloh	33
	Resumé	34

1 Úvod

Už je tomu hodně dávno, kdy jsem se zamýšlel nad tím, jakým způsobem vysvětlit některé zajímavé a dosti těžko srozumitelné jevy v elektrotechnice. Nebyl jsem spokojený s tím, že tyto jevy byly vysvětlovány pomocí různých vektorů, kruhových diagramů nebo pomocí matematických operací. Jednalo se také o celkem jednoduché věci, jako je např. působení nadproudové ochrany motoru nebo funkce jističe v elektrickém obvodu. Z pohledu zkušeného elektrikáře se jedná o naprostou banalitu, ale pokud se dovedeme vcítit do situace těch, kteří pozvolna nasávají vědomosti z oblasti elektrotechniky a mají potom působit v praxi, je najednou situace trochu jiná. Vždyť takový elektrikář by měl vědět proč dělá určité věci právě tak a ne jinak, proč se vyplácí dodržovat určité zásady, potřebuje mít určitý vhled do elektrotechnického zákulisí. Sám z vlastní zkušenosti vím, jak mi dlouho trvalo, než jsem plně pochopil určitou zákonitost, kterou jsem do té doby bral jako pravdu, ale ne pravdu mnou pochopenou. Dokáži se vžít do mladého a nezkušeného člověka (v mém případě elektrikáře), který se dívá na spoustu jevů a požadavků v elektrotechnice s velikým otazníkem nad hlavou. A protože jsem se zabýval tím, jak určitá témata objasnit na konkrétních praktických výukových modelech, rozhodl jsem se nakonec tyto modely - pomůcky vytvořit. Netušil jsem, že jednoho dne se rozhodnu pro studium na pedagogické fakultě a že tyto moje zkušenosti použiji při vytváření právě této bakalářské práce. Pro svoji práci jsem zvolil oblast silnoproudé elektrotechniky, konkrétně kompenzaci jalového výkonu a základní diagnostiku asynchronního motoru.

2 Historie používání výukových pomůcek

Používání výukových pomůcek sahá do hluboké historie pedagogické činnosti. Z počátku si lidé ani neuvědomovali, že jsou prvními pedagogy a jejich předvádění určitých jevů se stává výukou v určité vědní oblasti. Když je zaujal konkrétní, pro ně do té doby neznámý a nevysvětlitelný jev, zhotovovali praktické, z počátku velmi jednoduché, demonstrační pomůcky. Jako příklad lze uvést první seznamování se s elektřinou již Thaletem z Milétu v 6.století př.n.l. [1] Předváděl jednoduché ukázky něčeho, čemu ještě sám neporozuměl, ale zřejmě tušil, že jevy, které pozoroval, mohou být prvními krůčky k objevování dalších, do té doby neznámých zákonitostí vnitřního uspořádání hmoty a z toho vyplývající poznávání elektřiny. Díky hloubavému lidskému duchu neupadly tyto první jednoduché ukázky působení elektřiny do zapomnutí a byly vytvářeny nové, dnes bychom řekli učební (výukové) pomůcky. Jakou váhu přikládali těmto pomůckám (přístrojům) si můžeme představit, když si pozorně prohlédneme nádherné řemeslné zpracování jednotlivých dílů i celého přístroje. Pro připomínku uvedu jednotlivé modely třech elektrických (Hawskbeeho, Otty von Guericka, Wintrova) nebo Leydenskou láhev. [2] Fantazie, s jakou byly vytvářeny tyto pomůcky, neznala mezí, a tak se školní fyzikální kabinet plnil nejrůznějšími zařízeními, která pracovala na principu oddělených kladných a záporných nábojů. Jako příklad uvádím elektrický větrník, krupobití, zvonkohru a pod. Nádhernými ukázkami řemeslného zpracování jsou staré měřicí přístroje. Bez jejich sestavení by bylo velice obtížné prokázat (doložit) existenci například napětí nebo proudu v elektrickém obvodu. Díky těmto přístrojům bylo možné odhalit úžasné zákonitosti působení elektřiny. Z prvních opravdu využitelných "elektrických hraček" snad nejvíce obdivujeme modely elektrických motorků. Nechci mluvit přímo o motorech, protože velikostí byly opravdu velice malé, dnes bychom je označili za stolní elektromotory. Jako první se v této oblasti objevily velice pěkně pojaté stejnoseměrné motorky. Řemeslně, téměř umělecky

ztvárněné základny, na kterých bylo uchyceno celé nádherné provedení motorku z mosazi a železa. Motorky byly sestaveny tak, že umožňovaly vysvětlit funkčnost jednotlivých dílů a vyložit princip jejich činnosti. (Právě tato "otevřenost" některým současným výukovým pomůckám chybí - např. funkce stykače nebo jističe). A jako další připomenu pěkné funkční ukázky střídavého elektromotoru, dříve nazývaného indukční motor. Význam obou výrazů je totožný a elektrotechnik znalý věci dobře ví, o co jde. Ještě je potřeba zmínit se o možném rozdělení střídavých elektromotorů na synchronní a asynchronní. V podstatě se jedná o rozdělení podle otáček magnetického pole statoru a rotující části - kotvy motoru. My se budeme zabývat pouze motorem asynchronním.

Při provozu střídavých elektromotorů dochází k určitým jevům, které nelze pozorovat pouhým okem. Lze je odvodit a dokázat pomocí grafického řešení nebo pomocí matematických výpočtů. Jedním z těchto jevů je takzvaný jalový výkon neboli účinník (pozor - neplést si ho s účinností!!!).

Otázka zní: Co to je jalový výkon? A může následovat spousta dalších otázek: Kdy k němu dochází? Co ho způsobuje? Je dobrý nebo špatný? **Jak ho jednoduše demonstrovat na výukové pomůcce?** Zamýšlel jsem se nad tím a postupem času vytvořil poměrně jednoduchou pomůcku pro vysvětlení výše uvedených otázek. Případně se dá na této pomůcce provádět další nejrůznější měření. A tím se dostávám k vlastnímu tématu mé bakalářské práce.

2.1 Pohled na využívání výukových pomůcek obecně [3]

Začal bych výrokem J.A.Komenského: "*Všecko vlastní a ustavičnou praxí žáků*".

Jistě si dovedeme vzpomenout na hodiny fyziky, kdy nám byly předváděny různé fyzikální pokusy a demonstrace pro objasnění nejrůznějších zákonitostí a jevů

v reálném světě okolo nás. Využívání výukových pomůcek bylo velice odvislé od osoby učitele. Některý učitel byl pečlivě připraven na hodinu fyziky a se zaujetím předváděl nejrůznější pokusy. Jeho demonstrace a z nich vyvozené závěry nepostrádaly logiku věci. Bohužel jsme zažili také učitele fyziky, kteří vysvětlovali probíranou látku pouze pomocí učebnice, bez doprovodných pokusů a jen sporadicky provedli nějakou "malůvku" na tabuli. Hodnocení vyučujících podle úrovně podávaných informací přenechám jiným a pokusím se trochu ponořit do problematiky tzv. demonstračního vyučování [4].

O určité fyzikální pravdě víme, ale není vždy možné ji pozorovat přímo v přírodě, pouhým zrakem nebo za pomoci jiných našich smyslů. Pokud není známa určitá zákonitost a hledáme ji, můžeme nazvat tento druh pokusů *heuristický* (řecky heureo - hledám) [5]. Pokud ale chceme ověřit platnost určitého zákona, který byl objeven např. pomocí dedukce, mluvíme o *ověřovacím pokusu*.

A právě ověřovací pokus, se kterým se pravděpodobně budeme nejvíce setkávat, má za úkol obeznámit nás s určitým jevem již známým nebo novým a nebo připomenout a dokázat jevy nutné pro pochopení dalšího učiva. V každém případě má ověřovací pokus v jistém smyslu povahu didaktickou [6].

Jen okrajově se chci zmínit o heuristickém pokusu ve vyučování. Pro vyučujícího, který zná určitou zákonitost, problematiku fyzikálního jevu, se zdají určité pokusy a důkazy možná zbytečné. Ale z pohledu žáka, který poznává a přijímá nový poznatek se jedná o pokus povahy heuristické. Žák, případně učitel žáku, objevuje nové zákonitosti, poznatky. Proto nelze podceňovat také význam jednotlivých heuristických pokusů. Jako příklad ověřovacího pokusu uvedu důkaz platnosti Ohmova zákona. Žák matematicky spočítá spoustu jednoduchých příkladů, ale pomocí ověřovacího pokusu si zcela určitě tuto zákonitost snadněji zapamatuje. Pokud se sám podílí přímo svojí aktivitou na instalaci pokusu (propojení jednotlivých přístrojů), získá tím nesrovnatelně více, než když bude pokus pouze pozorovat z lavice.

Chci se také zmínit o *demonstračním pokusu*, tedy o experimentu, který slouží k

lepšímu výkladu a porozumnění učiva. Jedná se o experiment navozený za určitých podmínek, sloužící k objasnění a výkladu určitých nových fyzikálních poznatků. Demonstrační pokus zpravidla provádějí sami žáci pod vedením svého učitele. Je to jeden z nejdůležitějších zdrojů získávání nových poznatků žákem. Už samo slovo demonstrace navozuje myšlenku, že se nemusí vždy jednat pouze o přímý demonstrační pokus, ale že můžeme mluvit o didaktické činnosti, kdy je užíváno názorných prostředků. Obecně lze také používat provádění pokusů při výkladu učiva, při jeho opakování a prohlubování a při kontrole vědomosti žáků. Jedná se především o upevnění poznatků předkládaných žákovi, který samozřejmě nemá možnost ověřit si nabyté vědomosti pomocí smyslového vnímání. Jde hlavně o jevy elektrické (nebudu se zmiňovat o dalších fyzikálních jevech, které nesouvisí s jevy elektrickými, např. nauka o teple nebo o šíření vlnění a pod.). A opět se dostávám k tématu své práce - jakým způsobem vysvětlit průběh určitých jevů v elektrotechnice, konkrétně co to je jalový výkon a co způsobuje. Ale ještě několik myšlenek k obsahu této kapitoly.

Mnohé poznatky v elektrotechnice jsou abstraktní, těžko představitelné pro ty, kteří se s nimi teprve seznamují. Proto je používání demonstračních pomůcek tak důležité a mělo by se stát neoddelitelnou součástí výuky. Velice přínosné je provádění frontálních demonstrací, kdy žáci sami mohou být spoluvůrci vyučovacího procesu manuálně i mentálně. Je to sice náročnější na čas, ale didaktický přínos je nesrovnatelně větší, než když demonstraci předvádí učitel sám.

2.2 Výukové pomůcky v odborné učebně elektrotechniky

Odborná učebna elektrotechniky v sobě skrývá pro mnohé zvědavé žáky veliké kouzlo. Zpravidla se jedná o jednoduché výukové pomůcky pro demonstraci základních jevů v elektrotechnice.

Nechci se zmiňovat o základních pomůckách, které lze najít téměř v každém solidně

vybaveném školním kabinetu fyziky, jako například pomůcky pro demonstraci statické elektřiny. Chci se spíše věnovat výukovým pomůckám používaných při odborném vzdělávání v elektrotechnice na středních průmyslových školách nebo odborných učilištích. Potřeba využívání nejrůznějších pomůcek při výuce je dána samou povahou elektrické energie. Sama o sobě není vidět ani slyšet, necítíme ji, ale můžeme sledovat nebo i sami na sobě pocítit její účinky. A tím už je dopředu dáno, co se od výukových pomůcek očekává. Je to samozřejmě jednoduchost (pokud je to ovšem možné), dostupnost, správné použití a bezpečnost. V praxi se můžeme setkat s různými přístupy k vybavenosti odborné učebny. Výukovou pomůcku škola pořídí (koupí již hotovou včetně didaktické příručky, jak pomůcku využívat) nebo nechá vyrobit nějakou firmou podle svých představ a nebo si ji sama vyrobí. Spíše bych řekl, že "zanícený učitel" si ji vyrobí sám. Má to své výhody i nevýhody. Výhoda - učitel si ji vyrobí přesně podle svých představ pro demonstraci naprosto konkrétního jevu, případně si vyrobí několik jednotlivých pomůcek, které mu umožňují variabilní využití pomůcky při vysvětlování nejrůznějších jevů. Jako příklad mohu uvést používání rozměrově stejných cívek s různým počtem závitů, které se dají využít jak k vysvětlení elektromagnetické indukce, tak k vysvětlení principu transformátoru, vysvětlení pojmu převod transformátoru, případně i jako cívek pro vysvětlení točivého elektrického pole. Nevýhoda spočívá zpravidla v tom, že velkou námahu, kterou zhotovitel pomůcky - sám učitel - vynaloží, zpravidla málokdo ocení. A to už nemluvíme o finanční podpoře - běžně to zafinancuje "zapálený" učitel.

Pomůcky používané při výuce elektrotechniky bych rozdělil do dvou oblastí. Jedny pomůcky jsou svojí povahou pasivní - statické (obrazové materiály, PC technika) a druhé aktivní - předvádějí nějakou činnost, demonstrují nějaký úkaz, mají nejrůznější pohyblivé části, jsou činné. Je to podobné rozdělení jako rozlišení součástek v elektronice na součástky aktivní a pasivní.

Obrazové materiály jsou stále používány, přestože díky PC technice lze zobrazit téměř cokoli z této oblasti. Ale žáci jsou doslova "přesyceni" informacemi podávanými pomocí počítače, výklad pomocí této techniky je dosti pasivní a málo motivující. Oproti

tomu přímý kontakt s pomůckou umožňuje pochopit výklad a udržet pozornost žáka. Taková pomůcka musí být jednoduchá a hlavně bezpečná. Bezpečnost se dá dnes velice dobře ošetřit používáním nejrůznějších izolačních materiálů, bezpečných zdrojů napájení nebo různých ochranných přístrojů, např. citlivých proudových chráničů. Ještě se zmíním o zdrojích elektrické energie potřebných pro vlastní předvádění pokusů nebo nejrůznějších demonstrací. Tyto zdroje můžeme rozdělit na pevně zabudované a přenosné. Pevně zabudované zdroje se používají především v odborné učebně, která je zařízena přímo pro předvádění nejrůznějších aplikací ověřovacích nebo dokazovacích pokusů. Do této učebny přicházejí žáci na výuku elektrotechniky a opět odcházejí do jiné učebny. Učebna je celým svým pojetím zaměřena pouze na výuku elektrotechniky a všech možných jevů s ní souvisejících. V této učebně na žáky přímo vyzařuje a působí nezaměnitelná atmosféra nutná pro výuku elektrotechniky. Skříně jsou plné nejrůznějších měřicích přístrojů a přípravků, bez kterých je opravdu kvalitní výuka nemyslitelná. Přenosné zdroje slouží především k výuce mimo specializovanou učebnu elektrotechniky. Slovo *přenosné* bych zaměnil spíše za slovo *převozné*. Vždyť i jednoduchý jednofázový autotransformátor je na přenášení dost těžký, nehledě na to, že je zapotřebí ještě spousta dalších komponentů. Pokud je to možné, používá se demonstrační stůl na kolečkách. Mívá zpravidla dvě patra s ohrádkami, ve kterých se ukládají vodiče na propojování přístrojů, nejrůznější přípravky pro spojování vodičů do požadovaných sestav, cívky, spínače, jističe a pod. Nezmiňuji se o měřicích přístrojích, které jsou velice citlivé na otřesy a nedoporučuje se převážet je bez otřesuvzdorného uložení. Jedná se o měřicí přístroje, které mají otočné měřicí soustavy, např. magnetoelektrická, feromagnetická (elektromagnetická nebo elektrodynamická) soustava. Netýká se to digitálních měřicích přístrojů. To ale neznamená, že se s nimi může zacházet nešetrně. Ale díky svému provedení snáší dobře určitou míru otřesů.

Chci připomenout jednu dost opomíjenou skutečnost. Málo se dbá na to, aby všichni žáci mohli sledovat předváděné demonstrace. Proto měřicí přístroje mají mít dostatečnou velikost a přehledné stupnice umožňující odečet bez používání přepočítávacích konstant. Je též potřebná dostatečná vzdálenost mezi jednotlivými

přístroji demonstrace, aby vše nesplývalo v jednu velikou nepřehlednou směsici. Dalo by se napsat ještě mnoho dalších postřehů, ale to již přímo nesouvisí s předmětem této práce. Výše uvedené bylo spíše připomínkou toho, co se obecně ví a na co by se nemělo zapomínat.

2.3 Příprava učitele odborného výcviku na výuku

Příprava na výuku je různě náročná časově i odborně. Více námahy stojí příprava začínajícího učitele, který se snaží uplatnit všemožné postupy, které si osvojoval při vlastním studiu. Nemá léty zažitou praxi, při které zjistí, že žáci se velice liší v přístupu k výuce a to ještě není ročník jako ročník. S každou třídou se pracuje jinak. Stačí několik nadšených jedinců a učitel pocítuje sám u sebe uspokojivý vnitřní pocit, že námaha vynaložená na přípravu nebyla marná. Ale další rok může být vše jinak. Takže lze říci, že příprava na výuku se odvíjí od toho, jak jsou žáci pro daný obor vnímaví, jak jsou pro něj nadšení, jakou mají předcházející přípravu, jaký mají vhlad do přednášené problematiky a pod. Toto zcela jistě dokáží poznat zkušení učitelé mající léta praxe již po několika hodinách strávených se svými žáky.

Nechci se zabývat technickou připraveností kabinetu, který má učitel k dispozici. Předpokládám, že tato oblast je vyřešena a že základní vybavení je k dispozici. Pro zajištění zdárného průběhu pokusu je důležitá dobrá technická připravenost každé demonstrace. Lze stanovit několik základních pravidel vycházejících ze zkušeností [7].

První pravidlo: Každý, i jednoduchý pokus nebo i jednoduchou demonstraci, je lépe předem připravit a vyzkoušet.

Druhé pravidlo: Je dobré vše potřebné připravit alespoň den dopředu. Někdy se stane, že to, co má své stálé místo najednou chybí. Tak se vytvoří potřebná časová rezerva sehnat vše potřebné.

Třetí pravidlo: Pokud se na přípravě pokusu nebo demonstrace podílejí pomocníci (i z řad žáků), je dobré provést namátkovou kontrolu funkčnosti určitých celků, které jsou nejvíce náchylné na možnou lidskou chybu nebo technickou závadu.

Čtvrté pravidlo: Všechny pomůcky a přístroje musí být v pořádku a plně funkční. Při zjištění poruchy přístroje nebo poškození přípravku je nutné řešit opravy hned a neodkládat jejich provedení. Zkrátka - pořádek se vždy vyplatí.

Páté pravidlo: Velmi se osvědčilo zapisování jednotlivých pokusů nebo demonstrací. Lze si vytvořit kartotéku, ve které uvádíme vše, co umožňuje bezproblémové provedení. Zapisujeme, co se osvědčilo jako výborné, na co si dát pozor, které přípravky a pomocný materiál jsou nejlepší a pod. Ušetří nám to někdy mnoho času a přemýšlení.

Do přípravy bych chtěl také zahrnout tzv. výstup z hodiny. Jakým způsobem se chci přesvědčit o tom, zda žáci porozuměli mému výkladu, zda moje sdělení byla srozumitelná a zda opravdu stavím na tom, co již žáci ví a na co jsou předem připraveni. Některé pokusy a demonstrace vyžadují nutně alespoň základní znalost dané problematiky, bez které není možné novou látku zcela dobře pochopit. Mohu si dopředu připravit jednoduché kontrolní otázky nebo během předvádění kladu takové dotazy, které předjímají další vývoj předváděného pokusu nebo demonstrace.

3 Specifické výukové pomůcky v elektrotechnice

V kapitole 2.2 Výukové pomůcky v odborné učebně elektrotechniky jsem se zabýval hlavně technickým vybavením pro provádění demonstrací a pokusů. Teď bych se zaměřil spíše na určité *specifické* výukové pomůcky a chci zdůraznit jejich odlišnost oproti ostatním pomůckám, jako jsou měřicí přístroje, reostaty, různé zátěže a pod. Technický pojem *pokus* bych téměř vůbec nepoužíval. Vysvětlování určitých jevů v elektrotechnice je možné především demonstrací. Určitou pravdu nebo zákonitost nějakého jevu zpřítomním takovým způsobem, který má reálný základ v provozních podmínkách, v praxi. Právě demonstrace těchto jevů vyžaduje dosti specifické pomůcky. Spíše bychom mohli mluvit o celých sestavách, protože zde nevystačíme s jedním přístrojem a jedním přípravkem. Jedná se často o složitější zařízení, zpravidla dosti jednoúčelová. Také je třeba si uvědomit, že předváděcí sestavy zpravidla jsou určeny pro demonstraci určitého jevu učitelem a nejsou určeny pro práci samotného žáka, aby s nimi jakkoliv manipuloval.

Určité specifické pomůcky mohou být vymyšleny velice šikovně. Jako příklad uvedu nejrůznější demonstrace principu a používání transformátoru. Na jednom rozebíratelném jádru lze libovolně osazovat jednotlivé cívky s různým počtem závitů, a tak demonstrovat princip transformátoru, transformační poměr, transformace směrem nahoru i dolů. Přitom jednotlivých cívek lze také využívat při demonstracích principu elektromotoru nebo indukčního ohřevu (indukční pece). Našlo by se více příkladů specifických výukových pomůcek, ale já se chci věnovat pomůcce pro vysvětlení kompenzace jalového výkonu. Tato pomůcka je trochu složitější, ale dá se využít i pro jiné demonstrace, případně i pro nejrůznější měřicí úlohy v hodinách elektrického měření. Jednoduchá brzda elektromotoru, který je součástí této pomůcky, umožňuje velice snadno nastavit jmenovitý proud motoru, případně přetížení. Toho můžeme využít při vysvětlování např. jisticích prvků, nadproudových ochran a pod. Také je možné vypočítat činný výkon nebo jalový výkon a potom měřením zjistit správnost

vypočítané hodnoty. Více o této specifické pomůcce v 5. kapitole. Chci se ještě zmínit o jedné pomůcce, která souvisí rovněž s elektromotory. Blíže o ní pojednám též v 5. kapitole. Jedná se o pomůcku pro diagnostiku asynchronního motoru. Na této pomůcce lze simulovat nejrůznější poruchy elektromotoru, se kterými se setkává každý elektrikář, elektroúdržbář nebo elektromontér. Naučit se správně určit závadu na elektromotoru umožňuje právě tato pomůcka. K výrobě těchto specifických pomůcek jsem se rozhodl právě pod vlivem okolností, když jsem osobně v praxi poznal, jak si v této oblasti mnoho elektrikářů neví rady. Jejich neznalost této problematiky může mít dvojí příčinu. Buď se tato praktická oblast elektrotechniky málo nebo nevhodně přednáší, nebo dotyčný elektrikář nemá takový zájem a nevdává mu, že si neví rady s poruchami tolik rozšířených elektrických motorů. Vyučuje se těmito poznatkům a dovednostem takovým způsobem, který dokáže nadchnout pro získání právě těchto znalostí? To by měly umožnit výše jmenované specifické vyučovací pomůcky. Vždy jsou při vyučování důležité dvě množiny: jednu tvoří učitel a druhou žáci. Učitel se může dobře připravit na hodinu nebo vyučovací blok. Může sám přednášené problematice rozumět - nejlépe z vlastní praxe - a umět danou látku podat zajímavým způsobem, který strhne žáky na "jeho" stranu. Zpětnou vazbu, jak se mu to podařilo, mu dají žáci. Ti jsou ale různí. Ale tento problém patří do jiné oblasti pedagogiky a proto zpět k našim výukovým pomůckám.

3.1 Bezpečnost při používání pomůcek v elektrotechnice

Bezpečnost při pokusech a demonstracích s elektřinou má svá určitá pravidla. Samozřejmostí je znalost první pomoci při úrazech elektřinou. Chci se krátce zmínit spíše o tom, jak těmto úrazům předcházet. Jako základ pro toto zamyšlení zvolím učebnu odborného výcviku na odborném elektrotechnickém učilišti. Jedná se o místnost vybavenou potřebnými panely pro vyučování a získávání praktických dovedností žáků.

Po jedné straně učebny jsou rozmístěny lavice pro deset žáků (klasické lavice pro dva žáky). Učitel odborného výcviku přednáší probíranou látku a na montážních dílenských panelech demonstruje přednášené. Někdy se demonstrace provádí na stole umístěném před lavicemi a pro lepší viditelnost jsou žáci v bezprostřední blízkosti demonstrace. Každý pedagog ví, jak jsou žáci vynalézaví v touze leccos zkusit, něco si ohmatat, sáhnout si ... Uvedu základní bezpečnostní opatření při provádění demonstrací při výkladu vyučovacích témat.

1. Demonstrační pomůcky, přístroje a propojovací vodiče (kabely) musí být nepoškozené, dostatečně dimenzované a izolované.
2. Zdrojem elektrické energie - pokud to jde - je napájení přes bezpečnostní transformátor. Pokud se jedná o malé napětí do 50V, tak s tím nebude problém. Vyšší napětí se zpravidla získává z autotransformátoru, který ale neposkytuje bezpečné napětí proti zemi. Proto - pokud nejsou nároky na velký příkon nad cca 500VA - lze použít za autotransformátor oddělovací transformátor v poměru 1 : 1. Další možností je využití citlivého proudového chrániče. Všechny možnosti jsou ale odvislé od technických možností učiliště a zkušeností vyučujícího.
3. Pokud je nutné a vhodné upozornit na některé detaily např. v zapojení obvodů, doporučuji využívat izolační ukazovátka, např. z laminátu (používaný u rybářských prutů). Pro dobrou přehlednost může být konec ukazovátka označen např. bílou barvou. Poukazovat na detaily je velice důležité, protože říci ..."všimněte si způsobu zapojení a ukostření proudového transformátoru" je sice věcná poznámka, ale pokud je použito více transformátorů, tak pro žáky, kteří se teprve seznamují s novými poznatky je velice důležité neztratit souvislosti výkladu a onen zmíněný transformátor ihned identifikovat a povšimnout si způsobu ukostření svorky sekundáru ozn. *k*.
Ukazovat prstem je nevhodné a ne vždy bezpečné.
4. Při demonstračních ukázkách např. přetížení vodičů mějme na paměti, že měď je velice dobrý vodič tepla a snadno může dojít k úrazu popálením.
5. Velice působivé demonstrace zkratu v elektrickém obvodu a následné vybavení po-

jistek nebo jističů se někdy neobejde bez nekontrolovatelných záblesků, jiskření nebo prsknutí roztavené mědi. Proto doporučuji podobné demonstrace provádět pod plastovým průhledným krytem.

6. Zapnuté rukávy košile nebo blůzy při demonstracích s napětím sítě považuji za samozřejmé a nebudu se o tom více zmiňovat.
7. Na závěr mého zamyšlení nad bezpečností chci připomenout to, co se běžně dělává nazačátku školního roku při zahajování výuky v odborných učebnách. A to je vlastní poučení žáků a písemné potvrzení, že vše, co jim bylo řečeno, berou na vědomí a tím se nezříkají zodpovědnosti za svoje činy. Ale vše do určité míry, neboť vždy je tam učitel, který má více zkušeností než žáci, dovede reakce žáků dopředu odhadnout a vhodným způsobem předcházet nežádoucímu chování a úrazům.

4 Praktické ověření pomůcky při výuce

Každý výrobek, pokud má sloužit svému určení, je potřeba podrobit určitým zkouškám, abychom se přesvědčili, zda splňuje očekávané parametry a má určitou užitnou hodnotu. U školní výukové pomůcky je to trochu složitější. Konkrétně u pomůcky pro vysvětlení kompenzace jalového výkonu. Na této pomůcce se dá vymyslet mnoho měřicích úloh a demonstrovat různé zákonitosti v elektrotechnice. Proto jsem se rozhodl tuto pomůcku podrobit "provozním zkouškám" přímo ve výuce na Střední průmyslové škole elektrotechnické v Plzni. Bylo ale nutné přihlédnout k učebnímu plánu školy a učebním osnovám předmětu *elektrická silnoproudá měření*. Výuková pomůcka byla testována ve výuce po celý školní rok 2011 - 2012. Po ukončení výuky jsem požádal pana Ing. Karla Hajžmana, zda by mohl od jednotlivých vyučujících zjistit jejich názor na oprávněnost takové pomůcky ve výuce. Původně jsem chtěl sám hovořit s jednotlivými vyučujícími, ale moje dlouhodobá nemoc, hospitalizace a náročná operace mi to neumožnily.

Předně jsem se zajímal o měřicí úlohy, které v rámci osnov prováděli. Jednalo se o tyto měřicí úlohy:

- měření činného výkonu při proměnné zátěži
- měření jalového výkonu při proměnné zátěži
- kompenzace jalového výkonu

Byl jsem velmi zvědavý, jak tuto pomůcku přijímali samotní žáci. Potěšilo mne, že vzhledem ke komplexnosti celé výukové pomůcky byli žáci spokojeni s přehledným zobrazením všech informací na poměrně malé ploše. Vzhledem k okamžité odezvě vestavěných přístrojů bylo pro studenty měření velice názorné.

Dále mě zajímalo, zda pomůcka pomohla nějakým způsobem k lepšímu pochopení probírané látky a také zda pomohla učitelům při výuce. Zjistil jsem, že zcela jednoznačně ano díky své názornosti. Učitel měl k dispozici reálné výsledné hodnoty

během okamžiku po sestavení přípravku a mohl tak podpořit teoreticky vypočítané hodnoty, buď přímo své vlastní nebo získané studenty při hodině teorie. Přípravek je možné přenášet za pomoci dvou studentů přímo do učebny a vysvětlit na něm teoretické principy týkající se měření výkonů, účinníku a kompenzace jalové energie.

Na další otázku, jak učitelé hodnotí rozmanité možnosti využití této pomůcky, se mi dostalo následující odpovědi: Učitelé byli s pomůckou velmi spokojeni a vzhledem k tomu předpokládají její pořízení případně i ve větším počtu kusů.

Na závěr jsem chtěl slyšet vlastní názor vyučujících na používání - využívání - podobných výukových pomůcek v elektrotechnice. Odpověď byla celkem jednoznačná: Praktické názorné použití pomůcky potvrdilo platnost teoretických závěrů. Bez pomoci podobných přípravků nelze na střední průmyslové škole výuku elektrotechniky efektivně vůbec provádět.

Jsem velice rád, že moje úsilí o vytvoření této výukové pomůcky přineslo skutečné plody v podobě kladného hodnocení právě od vyučujících, kteří tuto pomůcku používali. Těší mne to tím více, že jsem pouze obyčejný elektrotechnik a vymýšlení různých pomůcek mě naplňuje opravdovým uspokojením.

5 Konkrétní výukové pomůcky

Pro svoji bakalářskou práci jsem si zvolil dvě výukové pomůcky z oblasti silno-proudé elektrotechniky. První se zabývá vysvětlením kompenzace jalového výkonu a druhá základní diagnostikou asynchronního motoru. K vytvoření první pomůcky mě vedla snaha co nejjednodušeji a přitom prakticky ověřit těžko představitelnou jalovou složku v obvodu s elektrickým asynchronním motorem. Druhá pomůcka slouží pro kontrolu a ověření pochopení určitých hodnot elektrických veličin, které mají bezprostřední vliv na správnou funkci asynchronního motoru. Kdo pochopí důležitost těchto naměřených hodnot a jejich vliv na správnou funkci asynchronního motoru, snadno dokáže využít těchto znalostí i při jiných aplikacích podobných motorických pohonů.

5.1 Kompenzace jalového výkonu [8]

Toto téma bývá ve výuce většinou zmiňováno pouze okrajově. Někteří učitelé si sami nejsou dostatečně jisti svým výkladem a případné otázky z řad žáků je mohou velice zaskočit. Teoreticky se kompenzace vysvětluje pomocí grafického znázornění - jak vektory proudů svírají různé úhly podle provozního zatížení motoru a pod. Následně se vyvodí závěry, že pokud je úhel "takový", je to v normě, pokud je "onaký", musíme kompenzovat. Je samozřejmé, že konkrétní hodnoty jalového proudu nemohu osahat ani očichat, ale mohu je pomocí měřicích přístrojů co nejvíce přiblížit a prokázat.

5.1.1 Krátký pohled do historie

Již roku 1894 se užívá vzorec pro výpočet výkonu střídavého proudu $P = U \times I \times \cos\varphi$ (uvádím současné písmenné označení, dříve se např. výkon značil N, proud J a napětí E). Že se elektrický výkon vlivem fázového posunu proudu oproti napětí snižuje,

bylo známo již roku 1888. Fyzik Dolivo-Dobrovolský uvádí v roce 1891 pro tu část proudu, která se na výkonu nepodílí, pojem "bezvattový proud". O rok později přichází v Anglii Blakesley se Swinburnem na myšlenku kompenzovat fázový posun pomocí kondenzátoru. V roce 1913 se němečtí elektrotechnici dohodli, že newattovému výkonu budou říkat "Blindleistung" (slepý výkon, asi něco jako slepé střevo, které je v podstatě také k ničemu). Američané si zvolili jiné vyjádření - Power Factor - reaktivní výkon, nejspíše jako protiváhu k aktivnímu výkonu. Na zasedání IEC v Norsku (Mezinárodní elektrotechnická komise) byl za jednotku jalového výkonu zvolen VAR (Volt-Ampere-reaktiv), který byl v posledních letech upraven na **var**. Myslím si, že pro představu, co znamená jalový výkon v elektrotechnice, toto malé dějinné ohlédnutí stačí.

Právě tato těžká uchopitelnost jalového výkonu mě vedla k myšlence poukázat pomocí měřicích přístrojů na tuto skutečnost. Pokud zatěžuji vedení jalovým výkonem, teče proud určité velikosti přívodním vedením. Pokud jalový výkon vykompenzuji pomocí kondenzátorů, proud mezi induktivní zátěží způsobující fázový posun mezi proudem a napětím klesá, přívodní vedení je odlehčeno, proud mezi induktivní zátěží a kompenzací zůstává stejný. A právě toto umí představovaná pomůcka. Samozřejmě se dá použít pro mnohem více různých měřicích úloh. Ale o tom pojednám níže.

5.1.2 Popis pomůcky

Tato pomůcka byla vyrobena z běžně dostupných komponentů. Není zhotovena "profesionálně", ale takříkajíc "na koleně, podomácku". Nosná konstrukce přístrojů je vyrobena z perforovaných úhelníků, části laminátových podlahových desek a rozvaděčových perforovaných plechů pro uchycení přístrojů. Přívodní, vývodní a meziobvodové svorky jsou osazeny na pertinaxovém pásu. Jako zdroj jalové energie je použit starý motor 380V/0,75kW, který je opatřen mechanickou brzdou vyrobenou z brzdového bubnu předního kola motocyklu JAWA 50. Toto je nejstručnější nástin vzhledu pomůcky. Nyní ale podrobněji.

Obecná konstrukce

Čelní panel je zhotovený z laminátových odřezků plovoucí podlahy. Obsahuje hlavní vypínač, signálku zapnutého stavu, ampermetr vřazený do přívodního vedení, fázoměr a tlačítkové ovladače pro: motor zapnuto, vykompenzování, překompenzování. Nad tlačítkovými ovladači jsou osazeny signálky. Na perforovaném rozvaděčovém panelu jsou umístěny tyto přístroje: jistič ovládání, motorový spouštěč pro motor s brzdou, pojistky pro odjištění kondenzátorů a 3 stykače - motor, vykompenzování a překompenzování. V obvodu motoru je vřazena nadproudová ochrana dimenzovaná na jmenovitý proud motoru. V nejspodnější části je osazen pertinaxový pás se svorkami pro přívod 3x400V/230V, meziobvodové svorky pro možné připojení externích ampermetrů, watmetru, případně klešťového fázoměru a vývodní svorky pro připojení motoru s brzdou.

V zadní části panelu jsou osazeny přístrojové pojistky pro předřadník fázoměru, svorka proudového obvodu měření a kompenzační kondenzátory. Veškeré propoje panelu, motoru s brzdou a přívodu je možné realizovat běžnými měřicími (laboratorními) vodiči ukončenými typizovanými banánky.

Motor je uložen na ocelové konstrukci společně s brzdou ovládanou brzdícím mechanismem pomocí šroubu. Rotující části jsou z důvodu bezpečnosti pod ochranným plastovým průhledným krytem.

5.1.3 Vývoj pomůcky a její výroba

Hotová pomůcka působí dojmem, že její výroba je snadná. V podstatě ano, ale ... Takových ale by mohlo být nespočet. Zřejmě největším problémem bylo vyřešit nějaký motorický pohon, který by bylo možné přibrzďovat podle potřeby až do úplného zastavení. Dá se sehnat motorická elektronická brzda s plynulou regulací brzdného účinku. Stojí ale několik desítek tisíc korun. Tato varianta byla zavržena hned v samém

zárodku. Bylo zřejmé, že musím vyvíjet vlastní brzdicí zařízení. Při pohledu na staré kolo z pionýra Jawa mě napadla právě tato možnost, která nakonec doznala realizace. Bylo nutné vyřešit uchycení brzdového bubnu na ložisko, uchycení tzv. reakce brzdy a v neposlední řadě plynulou regulaci brzdění motoru. Použitý pákový mechanismus se zdá po dohotovení snadný, ale teprve při výrobě se ukázalo, že je zapotřebí více kloubových míst, než jsem předpokládal. Nakonec se podařilo vše dotáhnout do zdárného konce a brzda splnila moje představy. Nevýhodou tohoto způsobu je opotřebovávání brzdového obložení a poměrně velké tepelné účinky při delším brzdění. Ale pro výukové účely je tato nevýhoda v podstatě zanedbatelná.

Vlastní elektrické zapojení se také jeví jako snadné (ve skutečnosti je), ale bylo nutné je vymyslet tak, aby bylo použitelné právě při výuce, aby bylo možné vřazovat do určitých míst obvodu různé měřicí přístroje podle požadovaného měření. Instalovat větší množství měřicích přístrojů do panelu mi nepřipadalo z didaktických důvodů vhodné. Při připojování externích měřicích přístrojů si žáci ještě lépe osvojí způsoby zapojování přístrojů a jsou nuceni trochu více přemýšlet nad tím, co právě dělají a proč to tak dělají. Pomocná ruka učitele je i zde nutná a určitý pedagogický přístup umocní poznatky žáků. Svorky jsou dostatečně přehledně popsány a v případě jejich nevyužití jsou propojeny jednoduchými banánkovými propoji. Možné varianty měřicích úloh uvádím ve statí 5.1.4 Používání pomůcky při výuce.

Celkově byla pomůcka koncipována pro možné přenášení. I váha jednotlivých komponentů je pro učitele nebo žáky v normě pro přenosné spotřebiče.

5.1.4 Používání pomůcky při výuce

Pomůcka je koncipována tak, že neobsahuje veškeré měřicí přístroje nutné pro předvedení základní úlohy, tj. kompenzace jalového výkonu. V podstatě se jedná o jeden měřicí přístroj - ampermetr - který by mohl být vřazený přímo u výstupních svorek do okruhu měření proudu motoru. Ale tím by vznikl další prostor pro pasivitu

žáka, který by se stal pouze divákem při "divadelním představení učitele". Pomůcka nabízí možnost použít měřicí přístroj - ampermetr - jak stolní laboratorní, tak klešťový. Žák má možnost vyzkoušet si obě možnosti, případně použít oba dva přístroje najednou. To záleží hlavně na učiteli, na jeho odborném přístupu a v neposlední řadě na jeho zaujetí pro výuku. Také je možné provádět současně měření klešťovým fázoměrem např. PK 231, na kterém se žák může naučit rozlišovat jalový proud kapacitní nebo induktivní. Právě schopnost této pomůcky - plynule regulovat zatížení motoru od běhu naprázdno až do skutečného přetížení - umožňuje učiteli vysvětlovat různé průběhy proudu a $\cos \varphi$ v závislosti na zatížení motoru. Je možné některé hodnoty změřit, dosadit je do příslušného vzorce a vypočtený výsledek ověřit přeměřením na přípravku. Jedná se především o základní měřicí úlohy:

- měření výkonu
- měření účinníku $\cos \varphi$
- měření proudu
- vybavení nadproudové ochrany v čase
- měření a výpočet odebrané energie (elektrická práce)

Samozřejmě lze vytvářet nejrůznější měřicí úlohy též v oblasti nejzákladnější diagnostiky motoru v provozních podmínkách, např. chod motoru při výpadku jedné fáze a následné vybavení nadproudové ochrany. Také je možné - díky svorkám pro připojování vnějších přístrojů - vřadit do obvodu motoru např. proudové relé spínající při průchodu proudu určité velikosti další přístroje, jako je stykač a pod. Může se tak provést zapojení používané v praxi např. zapnutí motoru odsávače pilin až po spuštění hlavního motoru hoblovky a pod. Možností je mnoho, velmi záleží na fantazii a zkušenostech vyučujícího.

5.1.5 Didaktický cíl při používání této pomůck

Cílem je pochopení kompenzace jalového výkonu (v praxi se zpravidla řeší v rámci energetiky většího provozu). Z žáka, který se s touto problematikou setkal ve škole

nejen teoreticky, nýbrž i prakticky, se může stát elektrikář znalý věci. Pochopení problému kompenzace je také důležité při údržbě a opravách kompenzačních rozvaděčů. Také při seřizování kompenzačního zařízení lze uplatnit pochopené téma kompenzace včetně souvislostí propojených přístrojů. Neméně důležitá je také možnost provádět na pomůcce různá měření, kterými si může žák sám ověřit svoje znalosti právě v této dost opomíjené oblasti, kterou kompenzace jalového výkonu bezesporu je. Po absolvování základních měření jej určitě napadnou další otázky, na které může dostat odpověď v podobě dalších možných měřicích úloh, jako např.: Jak se chová měření odběru elektrické energie při velkém a nebo naopak při malém účinníku $\cos\varphi$? Mohu si ověřit naměřené hodnoty také výpočtem při dosazení známých naměřených hodnot do příslušných vzorců? Jaké dopady může mít překompenzování elektrického elektromotoru? Co způsobuje fázový posun $\cos\varphi$? Jak se mění $\cos\varphi$ se zatížením motoru? Co je to výkon činný, zdánlivý a jalový? Proč se má ke stroji instalovat motor jen takového výkonu, aby byl při své činnosti zatížen jmenovitým proudem? Toto vše se dá ověřit na této jednoduché pomůcce a záleží především na zkušenostech učitele a jeho nadšení pro danou problematiku.

5.2 Diagnostika závad na asynchronním motoru [9]

Pojem *diagnostika závad na asynchronním motoru* je velice široký. Na toto téma by mohla být vypracována samostatná odborná práce. Závady mohou být nejrůznějšího charakteru. Základní diagnostiku závad lze rozdělit na závady mechanického rázu a závady elektrické. Nás budou zajímat především závady elektrické způsobované poklesem izolačního odporu vinutí motoru, mezifázové zkraty ve vinutí a možné závitky nakrátko v jednotlivých fázích vinutí.

Právě tyto závady se nejvíce vyskytují při provozu elektromotorů. Jak ale toto téma

zpřístupnit těm, kteří teprve nasávají vědomosti o funkcích a provozních stavech elektromotorů? Záměrně uvádím diagnostiku závad na asynchronním motoru, abych alespoň trochu zúžil rozsah tohoto tématu. Při diagnostice - vyhledávání závad - hraje velikou roli zkušenost a znalost problematiky.

Elektrotechnik při vyhledávání závady se mnohdy podobá lékaři, který se snaží správně a co nejpřesněji diagnostikovat pacientovy potíže, odhalit příčinu nemoci a určit správnou a efektivní léčbu. Lékař prohlédne pacienta - elektrotechnik prohlédne motor, lékař změří pacientovi tlak a teplotu, elektrotechnik změří izolační odpory a případné nadměrné oteplení. Lékař provede odběr krve a z laboratorního rozboru může určit příčinu nemoci, elektrotechnik demontuje propoje na svorkovnici, případně vyjme celou svorkovnici z motoru a proměří jednotlivá vinutí, zjistí jejich "zdravé" hodnoty nebo "nemocné" hodnoty: neodpovídající ohmické odpory jednotlivých skupin cívek vinutí, velmi malý izolační odpor vinutí mezi fázemi nebo mezi vinutími a kostrou motoru, propálená svorkovnice mezi jednotlivými svorníky nebo na kostru motoru. Potom může vyslovit závěr opírající se o diagnostické údaje. Lékař určí nemoc - elektrotechnik určí poškození motoru. Někdy může být léčba snadná - např. výměna prohořelé svorkovnice, jindy se jedná o vážnou nemoc a pacient - motor - musí na operační sál. Tím je navijárna motorů, kde se vyoperují vadné vnitřnosti - vinutí a nahradí se novými. V nejhorším případě jde o exitus a motor putuje do šrotu. Podávám to s trochou humoru, protože vím, že žáky takové podání mnohem více zaujme a lépe si zapamatují jednotlivé základní kroky při prvním diagnostikování závady. Nejdůležitější roli zde hraje zkušenost, kterou žák nebo začínající elektrotechnik teprve získává. Proto jsem sestrojil poměrně jednoduchou pomůcku pro vyhledávání závad na elektrickém motoru. Na ní se dají tato témata vysvětlovat i zkoušet. Je zde také možné ověřit si, zda přednesené bylo správně pochopeno.

Samozřejmostí je dobrá teoretická příprava na požadovaná měření s vysvětlením základních požadavků na provozuschopnost motorů. Neméně důležité je seznámení se základními požadavky na měřicí přístroje pro měření jak izolačního odporu, tak měření ohmického odporu jednotlivých cívek.

5.2.1 Popis pomůcky

Pomůcka je vyrobena z běžně dostupných materiálů. Základnu tvoří deska z lamina síly 20mm, na které je osazen malý elektromotor 3x400V/180W, připojovací zdířky umístěné ve tvaru svorkovnice motoru a malá plastová skříňka s přepínači, kterými je možné volit jednotlivá měření - jednotlivé poruchy motoru. Lze volit mezi poruchovými stavy a bezporuchovými stavy. Celkem jsou osazeny čtyři přepínače. Přepínač *A* slouží k volbě mezi bezporuchovým stavem motoru a volbou různých hodnot izolačního odporu $-R_{iz}$. Přepínačem *B* je možné zvolit bezporuchový stav motoru nebo různé hodnoty ohmického odporu jednotlivých cívek (fází) motoru. Přepínač *C* a přepínač *D* mají každý dvanáct poloh, kterými je možné měnit hodnoty odporů. Přepínačem *C* měníme hodnoty izolačního odporu motoru a přepínačem *D* měníme tři hodnoty izolačního odporu a devět hodnot ohmického odporu cívek (fází) motoru. Všechny učitelem nastavené hodnoty se odměřují na přístrojových svorkách umístěných vedle motoru ve tvaru skutečné svorkovnice motoru. Víčko svorkovnice motoru (armatury) je provedeno z plexiskla, aby žák měl jasnou představu o skutečném rozmístění svorek uvnitř armatury svorkovnice motoru. Učitel má k dispozici zalaminovaný list s hodnotami nastavitelnými jednotlivými přepínači (označení listu NASTAVENÍ HODNOT PRO DIAGNOSTIKU ELEKTROMOTORU - viz. Příloha k BP). Žák obdrží při výuce list formátu A4 - označení listu MĚŘENÍ NA ELEKTRICKÉM MOTORU - viz. Příloha k BP, který obsahuje: jméno žáka, datum, třídu, zadání úkolu, hodnoty motoru udané v bezporuchovém stavu. Do připravené tabulky učitel uvede kódování, které nastavil na jednotlivých přepínačích (např. A1 - B2 - C6 - D1). Je zřejmé, že když učitel nastaví např. na přepínači B polohu 2 (motor O.K.), tak nastavení jakékoliv polohy na přepínači D zůstává bez odezvy, polohy přepínače nemohou ovlivnit žádnou hodnotu elektromotoru. Na listu je připravená tabulka pro doplnění naměřených hodnot izolačního odporu a ohmického odporu jednotlivých cívek (fází).

Jako poslední je uveden rámeček, ve kterém má žák stanovit na základě zjištěných hodnot diagnózu motoru a jednoduchý jednoznačný závěr. Je rovněž vyhrazeno okénko pro ohodnocení žákovy práce učitelem odborného výcviku.

5.2.2 Vývoj pomůcky a její výroba

Také tato jednoduchá pomůcka vznikla z potřeby naučit se provádět měření na elektromotoru. Ze zkušenosti - z praxe - jsem poznal, že spousta i letitých elektrikářů si nedovede správně poradit s určením, zda motor je vpořádku nebo vykazuje nějakou závadu. Máme mnoho závad, některé jsou snadno odstranitelné, jiné nikoliv. Proto mě vedla snaha vnést do diagnostikování závady trochu světla. Snadnější je procvičit si a vysvětlit si jednotlivé závady v podmínkách učebny, než v praxi. Pokud žák pochopí, jakým způsobem má provádět základní měření motoru, poradí si s ním i ve složitějších podmínkách v reálném provozu (prach, špína, nepřístupnost, odměření přímo v rozvodně, pokud to nelze snadno provést přímo u motoru a pod.).

Když jsem poznal, jakým způsobem se běžně vyučuje praktické měření na motoru - myslím tím základní zjištění hodnot izolačního odporu a odporu jednotlivých cívek (fází) motoru, tak mě - jako praktika s třicetiletou praxí - nepříjemně udivilo, že žáci provádějí stále dokola měření na novém, naprosto "zdravém" elektromotoru. Učitel jenom doplní, že v případě poruchy se mohou jednotlivé hodnoty lišit (jak moc a v jakém reálném rozsahu se žáci ale nedozví).

Pomůcku jsem záměrně koncipoval tak, aby se měření dala snadno provádět. Kdo měří motory v reálných podmínkách tak ví, že je mnohdy problematické uchytit měřicí svorky nebo hroty na svorkách elektromotoru. Proto jsem umístil měřicí svorky vedle motoru a ve stejném uspořádání, jako jsou uspořádány svorky na svorkovnici motoru. Žák může připojovat měřicí šňůry zakončené jak banánky, tak vidličkami nebo hroty. V podstatě lze použít při měření libovolný měřicí přístroj splňující podmínky pro požadovaná měření. Aby bylo možné seznámit žáky s označením na svorkovnici v

reálu, je hliníkové víčko nahrazeno průhledným plexisklem.

Volbu jednotlivých měřených hodnot jsem situoval do malé plastové krabičky. Měl jsem trochu problém s místem, ale nakonec jsem vymyslel osazení jednotlivých součástek na cuprexitu uvnitř krabičky. V podstatě se jednalo pouze o odpory, které jsou na desce zapájeny a pomocí slaněných vodičů propojeny s přepínači.

Pomůcku jsem vyrobil pro výuku v beznapěťovém stavu, i když by bylo možné připojit motor na napětí 3x400V při správné volbě jednotlivých přepínačů. Přednostně je ale počítáno s použitím bez externího napájení, protože vlastní provoz motoru není nutnou podmínkou určení správné diagnostiky elektromotoru.

5.2.3 Používání pomůcky při výuce

Na této pomůcce lze provádět tyto měřicí úlohy:

Měření izolačního odporu motoru (jednotlivé cívky /fáze/ na kostru, mezi sebou)

Dostatečně velký izolační odpor motoru je základní podmínkou jeho provozuschopnosti. Měříme izolační odpor mezi vinutím motoru a kostrou (železem) a izolační odpor jednotlivých cívek (skupin cívek) motoru mezi sebou. Základní požadavky pro měření: Přístroj musí měřit napětím 500V ss a proudem min.1mA.

Měření ohmického odporu jednotlivých cívek /fází/

Každá cívka (v našem případě fáze) vinutí motoru musí mít stejný ohmický odpor. Někdy jsou rozdíly v hodnotách jednotlivých fází dány způsobem vinutí (např. polohové vinutí má malé rozdíly ohmického odporu oproti soustřednému vinutí). Tato skutečnost může být objasněna žákům právě v souvislosti s měřením ohmického odporu jednotlivých cívek.

Odměření motoru v zapojení Y nebo D (hvězda nebo trojúhelník)

Na těchto úlohách má učitel možnost vysvětlit, jakým způsobem lze přeměřit motor, který má na svorkovnici propojeny svorky do trojúhelníku nebo do hvězdy. Zpravidla se jedná o motor, který je těžko přístupný, např. vysoko nebo ve stroji.

Naučit se najít konce a začátky vinutí (jednotlivých cívek)

Tato měřicí úloha patří mezi obtížnější, náročnější na pochopení pro žáky. Aby motor byl schopen správného provozu, je nutné, aby na svorkovnici byly správně připojeny začátky a konce jednotlivých cívek vinutí (jednotlivých fází). Uvedu pouze jednu metodu, která se mi jeví jako přijatelná a poměrně snadno pochopitelná. . Použijeme pro ni jednoduchý přípravek složený ze šesti vodičů, které jsou zakončeny banánky a připojeny do stávající svorkovnice výukové pomůcky.

Přípravek umožňuje provádět jednoduché měření a snadnou manipulaci s vodiči při vyhledávání začátků a konců jednotlivých cívek (fází) vinutí motoru.

Metoda pro ověření správnosti zapojení začátků a konců vinutí motoru na svorkovnici

Uvádím jednotlivé kroky této metody:

- a) Pomocí okružové zkoušečky nebo ohmmetru najdeme jednotlivé cívky (fáze) motoru
- b) Libovolně si určíme jednu fázi jako první a její dva vývody si označíme - jeden vývod si určíme jako začátek - U1 a druhý vývod jako konec - U2.
- c) Vývod, který jsme si označili jako U2 spojíme s jedním vývodem druhé fáze.
K tomuto seriovému zapojení cívek připojíme střídavé napětí, zpravidla postačuje do 24V (podle odporu jednotlivých cívek motoru - u motoru malého výkonu cca 180W se to projevuje dosti malou výchylkou na měřicím přístroji).
- d) Na zbývající - třetí fázi - změříme voltmetrem napětí. Naměříme-li na vývodech třetí fáze napětí, potom označíme napájený vývod druhé fáze koncem vinutí - V2 a druhý vývod - propoj s U2 - začátkem vinutí V1. Nenaměříme-li na vývodech třetí fáze

napětí, bude označení vývodů fáze V obrácené.

- e) Při určování začátku a konce třetí fáze postupujeme podobně. Cívku první fáze propojíme s cívkou třetí fáze a další postup zůstává stejný.

Výše uvedené měřicí úlohy poskytují učiteli mnoho možností, jak seznámit žáky s různými druhy motorů. Zároveň se žáci učí, jak uvedená měření na těchto motorech aplikovat.

5.2.4 Didaktický cíl při používání této pomůcky

Elektrický motor je stále nejvíce zastoupenou pohonnou jednotkou různých strojů a zařízení. Proto se domnívám, že umět správně určit, zda motor je v pořádku nebo vykazuje poruchové hodnoty, je velice důležité. I když dnes existuje mnoho elektromotorů zcela netypického provedení, stále je nejvíce zastoupen asynchronní elektromotor s kotvou na krátko nebo s kotvou vinutou. Žák, který si osvojí základní dovednosti v oblasti diagnostiky elektromotorů, může tím posílit vlastní sebevědomí a získat určitou míru sebejistoty při nástupu do praxe. V každém případě zde platí výrok A.V. Suvorovova, který řekl: "Těžko na cvičišti - lehké na bojišti". Vždyť práce elektromontéra v terénu je mnohem těžší než práce žáka v teple školní třídy. V terénu bude navíc mnohdy pozorně sledován svým okolím, což jeho rozhodnutí o tom, zda je nebo není motor v pořádku, nijak neusnadní.

6 Závěr

Na závěr své práce se chci zamyslet nad přístupem žáků k poznatkům, které mohli načerpat při výuce doprovázené výše uvedenými pomůckami. Tyto pomůcky jsou v podstatě něco jako trenažér v autošколе. Ale jsem přesvědčen o tom, že ani nejlepší pomůcka nemůže přispět k lepší výuce, k pochopení a osvojení si potřebných znalostí a dovedností, pokud se žák neotevře přijímání nových poznatků. V této souvislosti se mi přímo nabízí zmínka se o tzv. taxonomii kognitivních cílů podle Blooma. [10] Zmíním se krátce o revidované taxonomii (původní 1956, revidovaná Andersonem a Krathwohem 2001), která mně připadá velice aplikovatelná právě na efektivní používání výukových pomůcek, které jsem ve své práci předvedl. Na začátku se předpokládá, že žák má určitou sumu nějakých zkušeností, vědomostí, na kterých může stavět. Má určité konkrétní znalosti, ať už získané ve škole nebo mimo školu v oboru jeho zájmu. Můžeme mluvit o určité dimenzi poznatků. Další kognitivní cíle lze nazvat dimenzí kognitivních procesů. Při vysvětlování nové látky za použití výukových pomůcek si žák má *zapamatovat* podstatu probíraného jevu, přičemž učitel by měl žákovi předat právě to nejdůležitější a nejzákladnější, co se týká přednášené problematiky. Potom mohou očekávat od žáka, že *porozuměl* přednášenému, umí popsat důvody probíraného jevu, umí jej vysvětlit. Pokud žák opravdu porozuměl přednášenému, je schopen *aplikovat* získané poznatky a vědomosti v další praxi. Umí vybrat správné nebo vhodné řešení podobných úloh. Dalším cílem je umět správně *analyzovat*, t.j. umět uvést podrobnosti, vyjmenovat části nějakého celku opět ve vztahu k přednášenému. Aby ale veškeré kroky byly smysluplné a praktické, je velice důležitým cílem umět správně *vyhodnotit* získané informace, umět pracovat s argumenty pro a proti, umět obhájit svoje závěry (např. motor je provozuschopný, protože ..., motor není schopen provozu, protože ...). Jako poslední kognitivní cíl je uváděna *tvořivost*. Žák by měl umět získané poznatky tvořivě přetavit do praktického života, kde bude muset sám hledat různá řešení právě např. při diagnostice elektromotoru nebo si bude muset poradit s odstraněním závady na zařízení pro kompenzaci jalového výkonu.

Nechci zavírat oči před skutečností, že žáci dost často přistupují k přijímání nových poznátků velmi lhostejně a při hodinách se chovají nezúčastněně. Tady je velký úkol pro přednášejícího učitele, jakým způsobem bude novou látku podávat. To je také z části dáno od jeho zkušeností a v neposlední řadě také časovou dotací konkrétního předmětu. Již ve třicátých letech se uskutečnil průzkum [11], při němž bylo 8000 žáků dotazováno, jakých vlastností si na učiteli nejvíce váží. Jednou z nejčastěji uváděných byla "schopnost trpělivě vysvětlovat obtížnější látku". Myslím si, že to platí i dnes a to dvojnásob. Z vlastní zkušenosti vím, co mi dá někdy práce vymýšlet stále nové a nové příklady, příměry a podobenství, na kterých se dá vysvětlit přednášená látka. Chce to také kus určitého talentu umět výstižně nakreslit to, co žák právě není schopen pochopit (pokud to nedělá schválně, ale to se dá při troše praxe snadno odhalit). Kreslení na papír nebo na tabuli má svoji nezastupitelnou roli a žádná presentace na PC je nemůže nahradit. Jedná se o činnost velice osobní, při které mohu ihned reagovat na souhlasy či pochybovací poznámky. A zkušený učitel může okamžitě zareagovat a na tabuli znázornit přednášenou látku jiným způsobem. Sám jsem se někdy podivil, když jsem někomu něco vysvětloval a on nebyl schopen proniknout do problému, že mě napadlo jiné řešení, jiný přístup, jiné grafické znázornění vysvětlované látky. V každém případě si ale myslím, že při výuce je ve hře mnoho proměnných. Někdy se může sejít dobrá a vnímavá skupina bez rušivého jedince, který by na sebe strhával veškerou pozornost. Učitel se pak může plně věnovat své práci. Taková práce je radostná a pomáhá vyučujícímu ve vymýšlení dalších a dalších způsobů, jak co nejlépe podat přednášenou látku.

Nejvyšším cílem každého učitele odborného výcviku a zároveň největší odměnou je, když si žák zamiluje studovaný obor a sám převezme zodpovědnost za svůj další rozvoj. Za naprostou samozřejmost u elektrotechnika totiž považuji další celoživotní vzdělávání, při kterém se dá využít velké množství dobré odborné literatury. [12] Také existují přednášky a semináře zabývající se nejrůznějšími odbornými tématy. Konají se v rámci elektrotechnického cechu nebo jiných organizací. Bylo by dobré, kdyby o nich mladí lidé nejen věděli, ale zároveň je chápali jako nabídku pro sebe a ne jako záležitost

jiné generace. To už ale nepatří k mému tématu. Přesto bych na závěr ještě rád krátce zmínil jednu úvahu:

Byl bych nerad považován za člověka, který uvízl ve starých časech, za odpůrce nových technologií, PC techniky a digitálních měřicích přístrojů. Přesto si troufám tvrdit, že učební pomůcky klasického typu jsou nezastupitelné a sice ze dvou důvodů:

Za prvé - tyto pomůcky jsou mnohem názornější a souvislost mezi sledovaným jevem a tím, co vidíme na panelech, je mnohem zřejmější.

Druhý důvod je tento: Dnes ve společnosti vládne trend, který prohlubuje již tak velký rozdíl mezi obyčejným řemeslníkem a odborníkem - teoretikem. Oba dva si bohužel ke škodě věci myslí, že vystačí s tím "svým". Práce řemeslníka není společností tak ceněna, což se projevuje i velkými rozdíly v odměňování. Není proto divu, že mnoho rodičů vyvíjí na své děti tlak, aby studovaly. Na tom samozřejmě není nic špatného, pokud k tomu děti mají předpoklady.

Existuje ale mnoho dětí, které nejsou studijními typy, přesto oplývají přirozenou inteligencí a zvědavostí a často jsou manuálně zručné. O těchto svých přednostech mnohdy ani nevědí, protože se doposud od nich očekávaly jiné kvality, kterým nemohly dostát.

A právě těmto dětem hlavně jsou mé učební pomůcky určeny. Aby probouzely jejich zájem a skryté schopnosti, aby jim pomohly najít kladný vztah ke svému oboru a k práci vůbec.

Já sám bych si přál pomáhat mladým lidem, aby objevili kouzlo řemesla, aby byli skutečnými odborníky a řemeslu jako takovému vrátili ztracenou čest.

Seznam použité literatury

- [1] HOLAN, E.: Jiskra, která dobyla světa. Praha: Karel Synek. 1936
- [2] MIKEŠ, J., EFMERTOVÁ, M.: Elektřina na dlani. Praha: MILPO MEDIA, 2008
ISBN 978-80-87040-08-9
- [3] KAŠPAR, E. a kolektiv autorů., Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978, s.306
- [4] KAŠPAR, E. a kolektiv autorů., Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978, s.181
- [5] KAŠPAR, E. a kolektiv autorů., Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978, s.185
- [6] KAŠPAR, E. a kolektiv autorů., Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978, s.185
- [7] KAŠPAR, E. a kolektiv autorů., Didaktika fyziky. Praha: SPN, 1978, s.197
- [8] KOREC, V., HOLOUBEK, J.: Kompenzace jalového výkonu. Praha: IN-EL, 1999
- [9] HAVELKA, J., DRESLER, J., JÍLEK, V.: Montáž, údržba a opravy elektrických strojů
točivých. Praha: IN-EL, 1995
- [10] ČÁBALOVÁ, D.: Pedagogika. Praha: Grada, 2011, ISBN 978-80-247-2993-0
- [11] PETTY, G.: Moderní vyučování. Praha: Portál, 1996, ISBN 80-7178-978-X, s.120
- [12] MIKEŠ, J.: Elektrotechnická měření pro montéry. Praha: SNTL, 1969
- ROUBÍČEK, O.: Elektrické motory a pohony. Praha: BEN, 2004, ISBN 80-7300-
092-X
- BEN.: Elektrotechnická měření. Praha: BEN - technická literatura, 2002
ISBN 80-7300-022-9

Seznam příloh

Příloha č.1	List pro nastavení hodnot diagnostiky elektromotoru
Příloha č.2	List pro vyhodnocení diagnostiky elektromotoru žákem
Příloha č.3	Fotodokumentace výroby pomůcky pro diagnostiku elektromotoru
Příloha č.4	Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku č.1
Příloha č.5	Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku č.2
Příloha č.6	Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku č.3
Příloha č.7	Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku č.4
Příloha č.8	Fotodokumentace pomůcky pro kompenzaci jalového výkonu č.1
Příloha č.9	Fotodokumentace pomůcky pro kompenzaci jalového výkonu č.2
Příloha č.10	Schema zapojení pomůcky pro kompenzaci jalového výkonu č.1
Příloha č.11	Schema zapojení pomůcky pro kompenzaci jalového výkonu č.2

Resumé

Tato práce pojednává o výukových pomůckách v praxi učitele odborného výcviku. Na začátku je proveden krátký pohled do historie používání výukových pomůcek a jejich využívání obecně. Dále se práce zabývá výukovými pomůckami v odborné učebně elektrotechniky a přípravou učitele na výuku. V další kapitole je zmínka o specifických výukových pomůckách používaných při výuce elektrotechniky a je zmíněna bezpečnost při používání těchto pomůcek. Jedna kapitola se věnuje praktickému ověření výukové pomůcky pro vysvětlení kompenzace jalového výkonu při výuce na SPŠE v Plzni. Další kapitoly jsou věnovány dvěma výukovým pomůckám: kompenzaci jalového výkonu a diagnostice závad na asynchronním elektromotoru. Je popsána výroba těchto pomůcek, jejich používání při výuce a didaktický cíl při jejich používání. V přílohách jsou fotografie zmiňovaných pomůcek a schémata jejich zapojení.

Summary

The bachelor thesis deals with educational aids in the practice of a teacher of technical training. Introduction briefly summarizes history of utilization of teaching aids and their function in general. Teaching aids in a special classroom of electrical engineering are addressed in following sections together with teacher's preparation for the lessons. Next chapter mentions specific electrical teaching aids with emphasis on safety measures during their use. The following chapters are devoted to specific teaching aids serving for compensation of the wattless output and diagnostics of an asynchronous motor, respectively.

Making of these educational aids, their utilization in the classroom and didactic purpose of their use are described into details. Snapshots of the teaching aids and their respective schematic diagrams are included in appendices.

NASTAVENÍ HODNOT PRO DIAGNOSTIKU ELEKTROMOTORU

PŘEPÍNAČ A

	1	MĚŘENÍ R_{iz}
POLOHA	0	
	2	MOTOR O.K.

PŘEPÍNAČ B

	1	MĚŘENÍ $R_{cívек}$ motoru
POLOHA	0	
	2	MOTOR O.K.

PŘEPÍNAČ C - měření R_{iz}

		nastavená hodnota
POLOHA	1	U - PE 150 k Ω
POLOHA	2	U - PE 200 k Ω
POLOHA	3	U - PE 500 k Ω
POLOHA	4	U - PE zkrat
POLOHA	5	V - PE 550 k Ω
POLOHA	6	V - PE 4,8 M Ω
POLOHA	7	V - PE 7 M Ω
POLOHA	8	V - PE zkrat
POLOHA	9	W - PE 2,8 M Ω
POLOHA	10	W - PE 5,5 M Ω
POLOHA	11	W - PE 14 M Ω
POLOHA	12	W - PE zkrat

PŘEPÍNAČ D - měření R_{iz} + $R_{cívек}$

		nastavená hodnota
POLOHA	1	U - W zkrat
POLOHA	2	W - V zkrat
POLOHA	3	V - U zkrat
POLOHA	4	W1 - W2 8,5 Ω
POLOHA	5	W1 - W2 23,4 Ω
POLOHA	6	W1 - W2 45,8 Ω
POLOHA	7	V1 - V2 26 Ω
POLOHA	8	V1 - V2 31,2 Ω
POLOHA	9	V1 - V2 49,5 Ω
POLOHA	10	U1 - U2 52,5 Ω
POLOHA	11	U1 - U2 54 Ω
POLOHA	12	U1 - U2 55,2 Ω

Měření na elektrickém motoru

Jméno		Datum		Třída	
-------	--	-------	--	-------	--

Zadání	Rozhodněte na základě zjištěných (naměřených) hodnot izolačního odporu a odporu jednotlivých cívek motoru, zda motor je v pořádku a schopen provozu. Diagnostikujte případnou poruchu.
--------	--

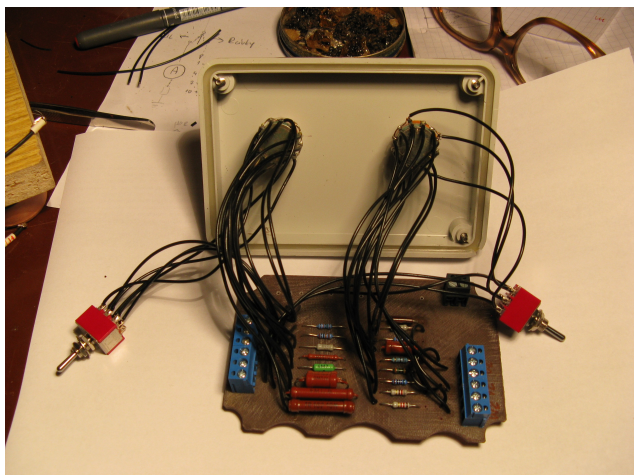
Hodnoty naměřené v bezporuchovém stavu	Kódování		
	A		
R_{iz} na kostru = $3 \times 100 \text{ M}\Omega$	B		
R_{iz} mezi fázemi (cívkami) = $3 \times 100 \text{ M}\Omega$	C		
$R_{jednotlivých\ civek}$ = $58\Omega (\pm 1,5\%)$	D		

Uveďte naměřené hodnoty

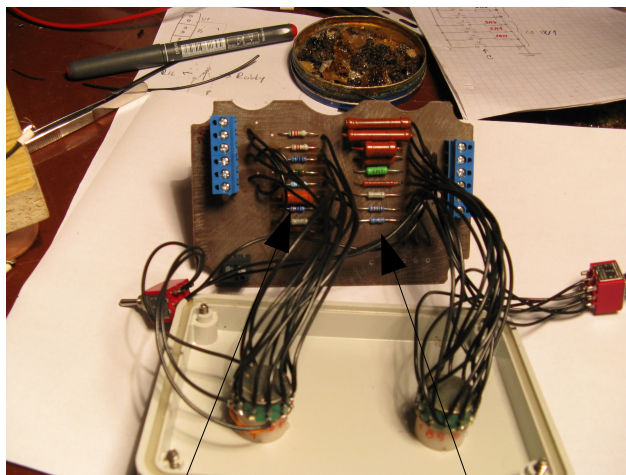
R_{iz}		R_{civek}	
L1 - PE		U1 - U2	
L2 - PE		V1 - V2	
L3 - PE		W1 - W2	
L1 - L2			
L2 - L3			
L3 - L1			

Z naměřených hodnot stanovte diagnózu motoru a jednoduchý jednoznačný závěr.

Hodnocení učitele OV

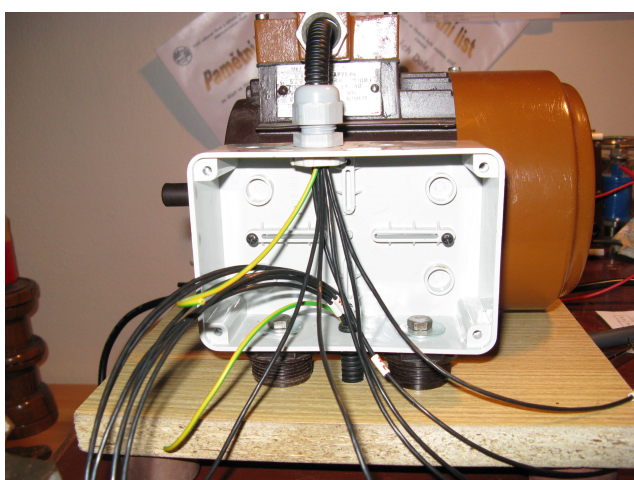


Deska se simulačními odpory a přepínači

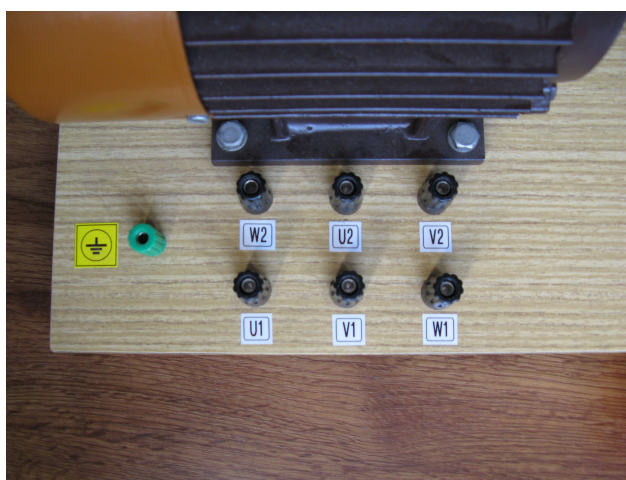


odpory pro R_{civek}

odpory pro R_{iz}



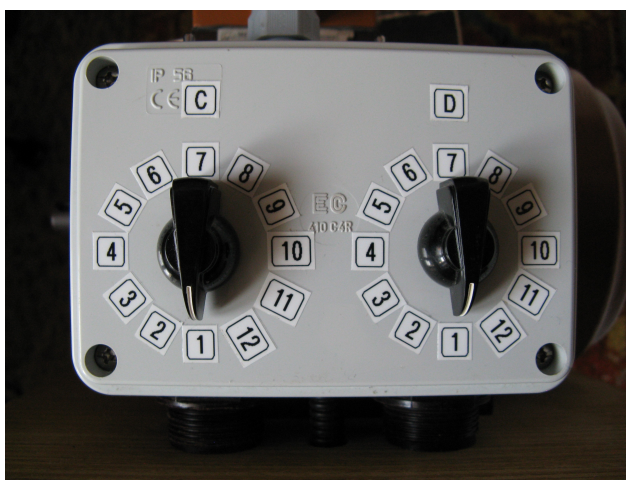
Vývody ze svorkovnice motoru a měřicích svorek



Pohled ze strany měřicích svorek

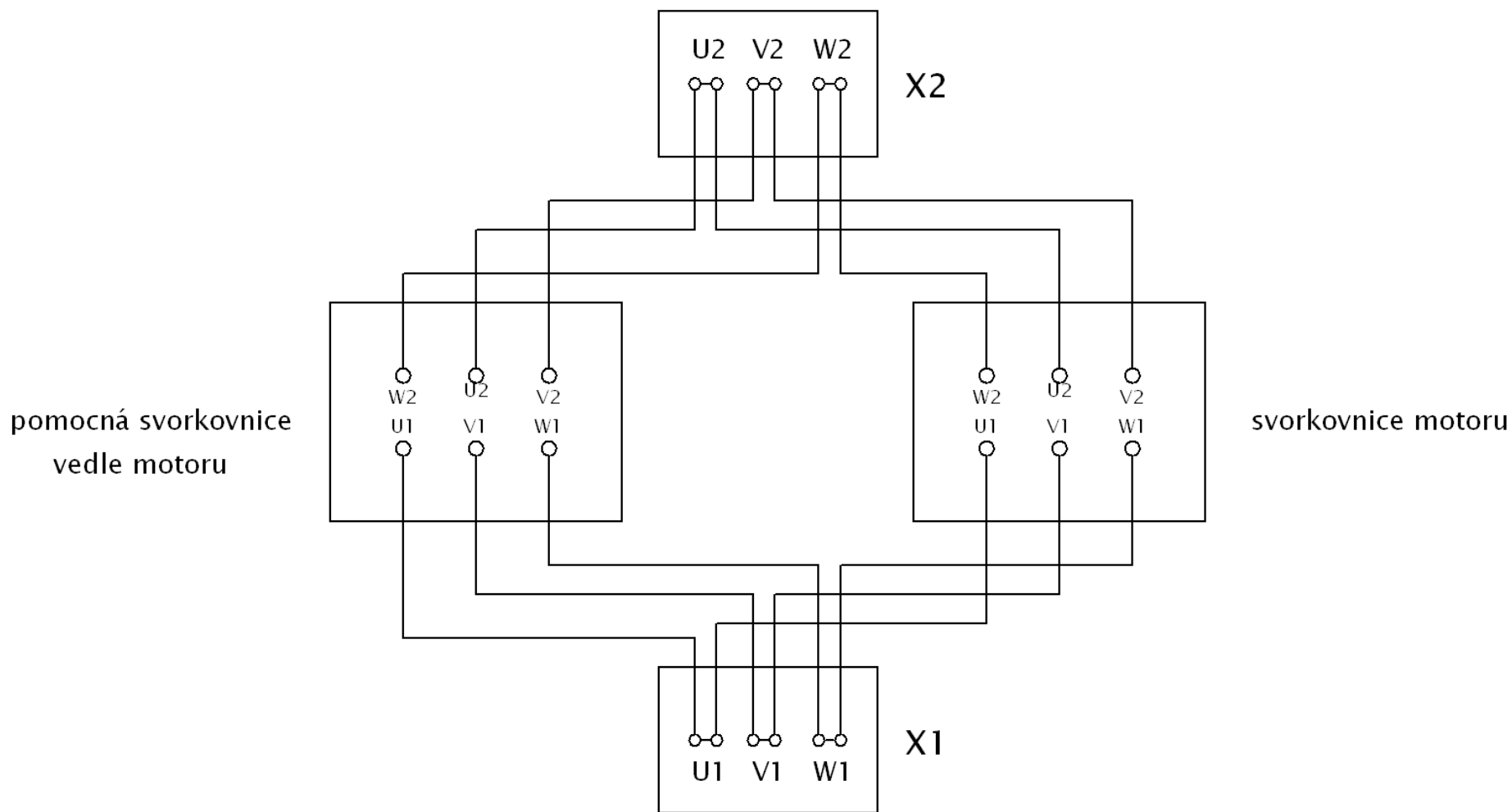


Spodní část pomůcky



Čelní panel s přepínači

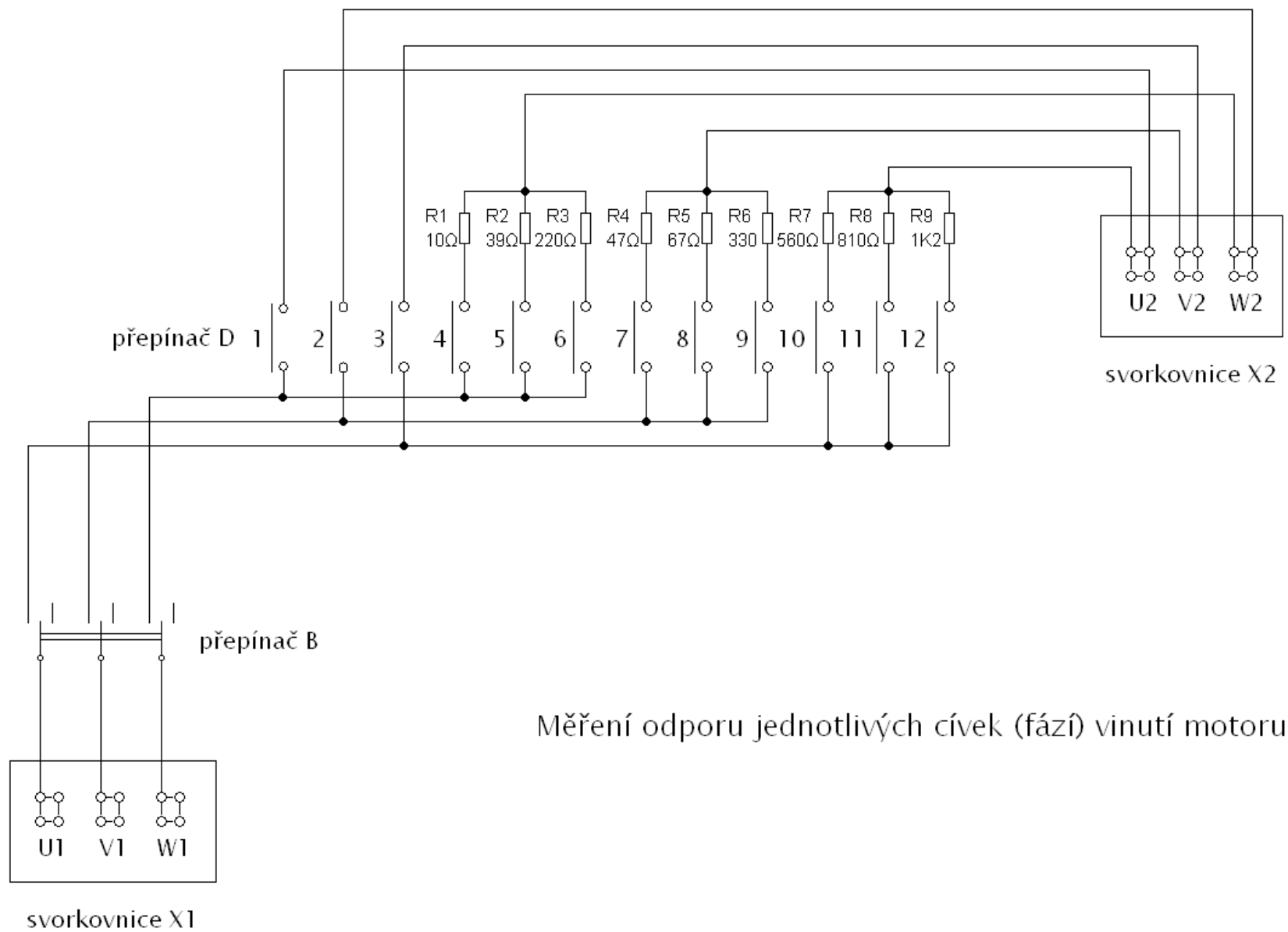
svorkovnice na desce s odpory



svorkovnice na desce s odpory

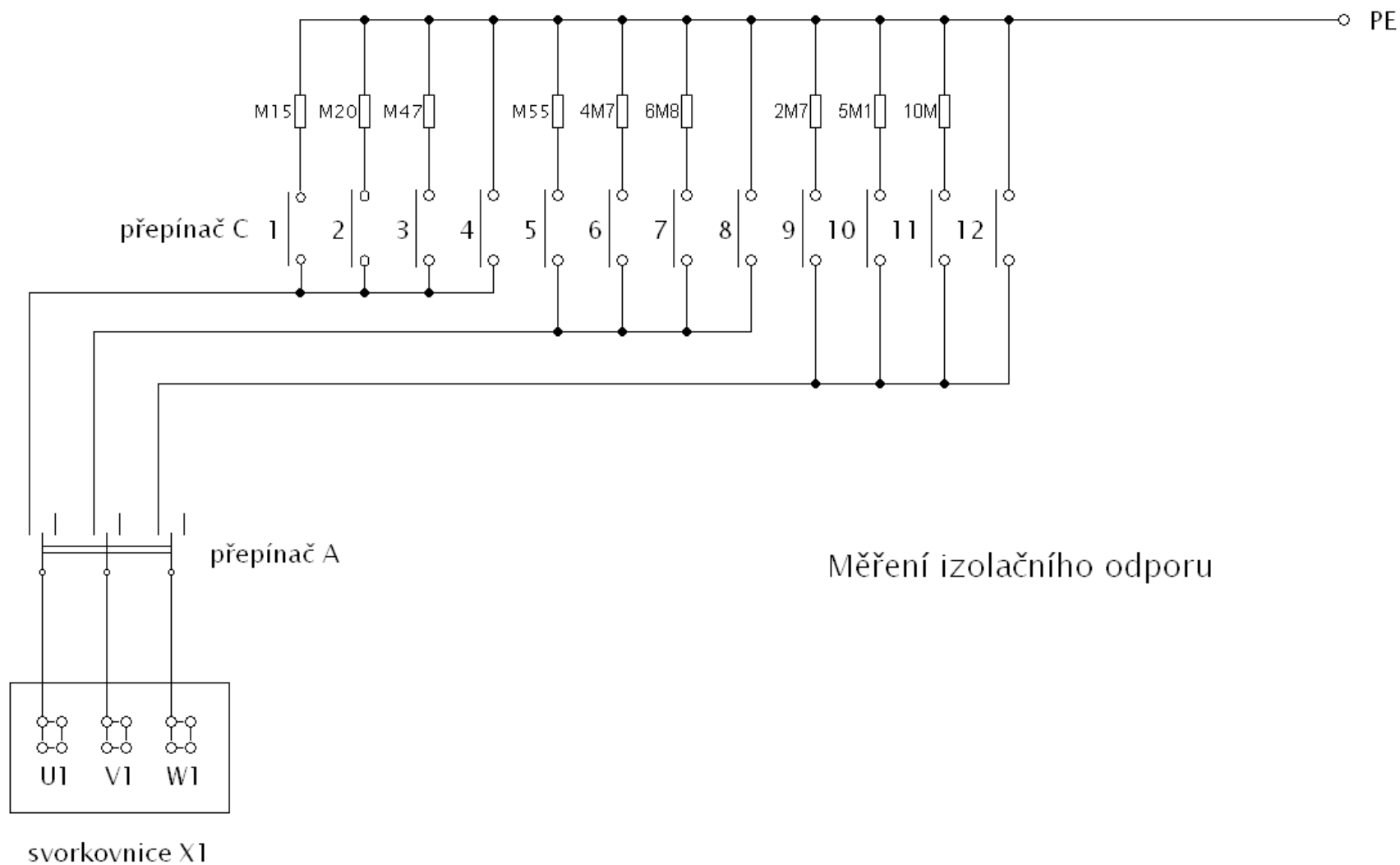
Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku motoru č.1

Příloha č.4



Měření odporu jednotlivých cívek (fází) vinutí motoru

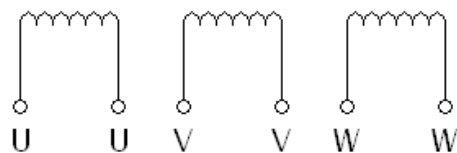
Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku motoru č.2



Schema zapojení pomůcky pro diagnostiku motoru č.3

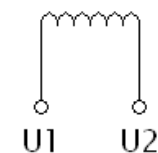
1.krok

Výchozí situace – změření jednotlivých cívek



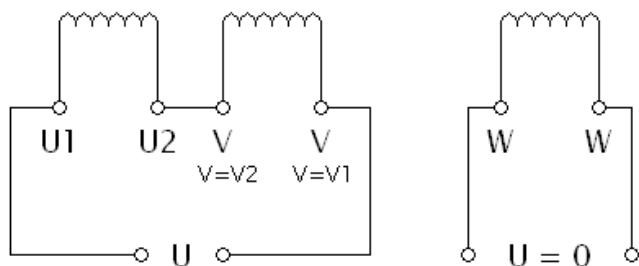
2.krok

Zvolíme si libovolně začátek a konec cívky U



3.krok

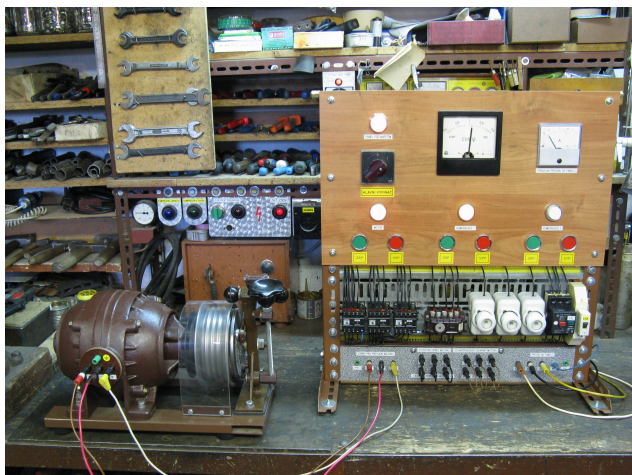
připojíme-li napětí a na třetí cívce nenačteme naindukované napětí, bude konec cívky V spojený s koncem U2 koncem V2



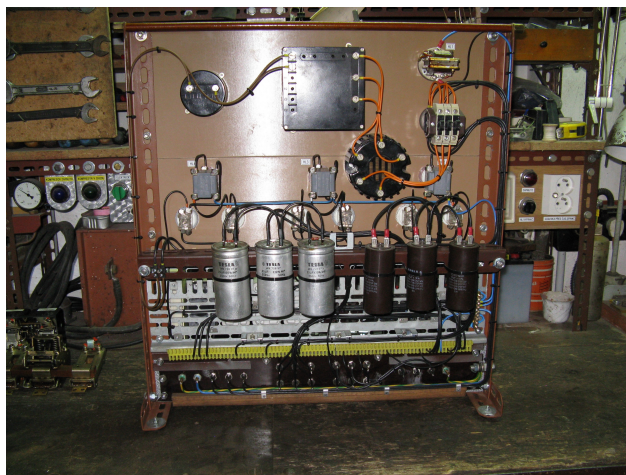
4.krok

připojíme-li napětí a na třetí cívce naměříme naindukované napětí, bude konec cívky V spojený s koncem cívky U2 začátkem cívky V1

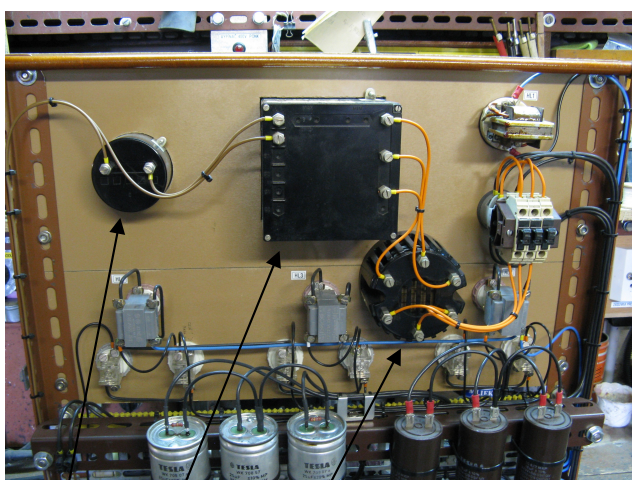
Při určení poslední cívky W postupujeme stejně, jako při určování cívky V



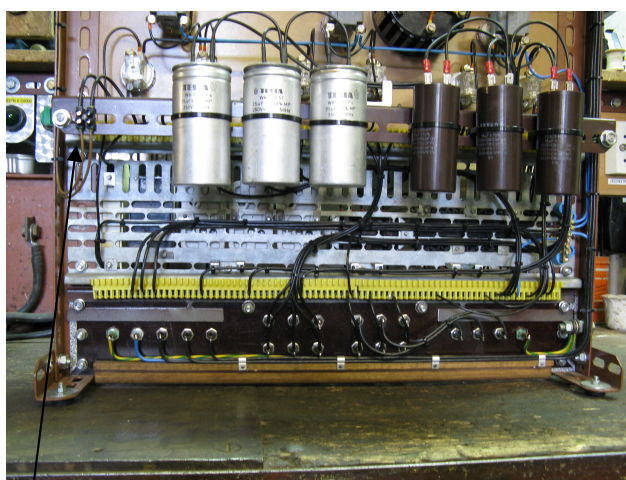
Celkový pohled na sestavu
(v dílně při zkoušce funkčnosti)



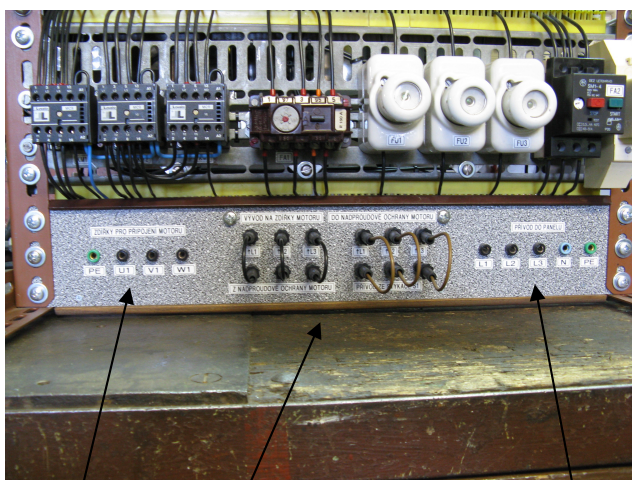
Pohled zezadu



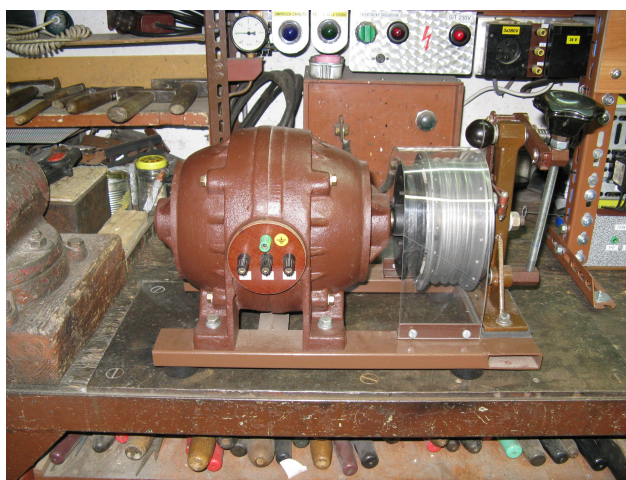
ampermetr fázoměr předřadník fázoměru
pro překompenzování pro vykompenzování



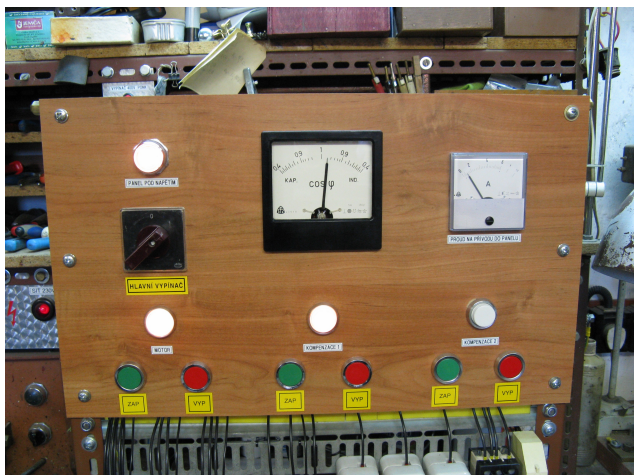
svorky proudového okruhu ampermetr - fázoměr - motor



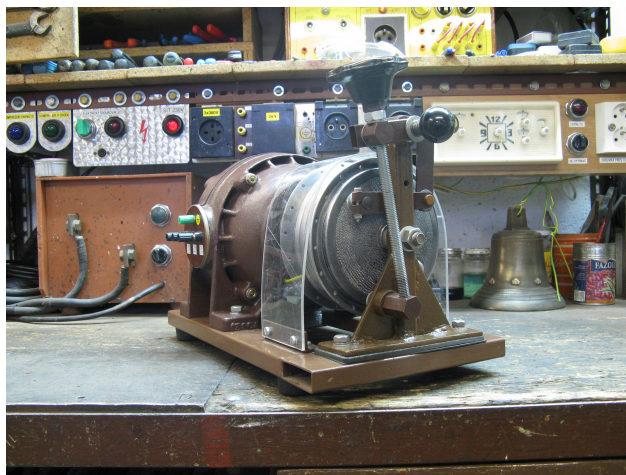
vývod na motor možnost vřadit ampermetry, watmetry
(případně klešťový fázoměr a pod.) přívod



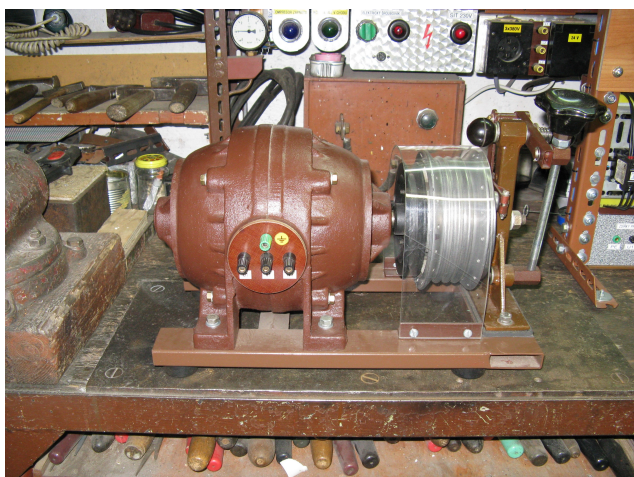
motor s brzdou
ANFW 66 E 0,75kW cosφ 0,82 380V/2A 1310 ot.



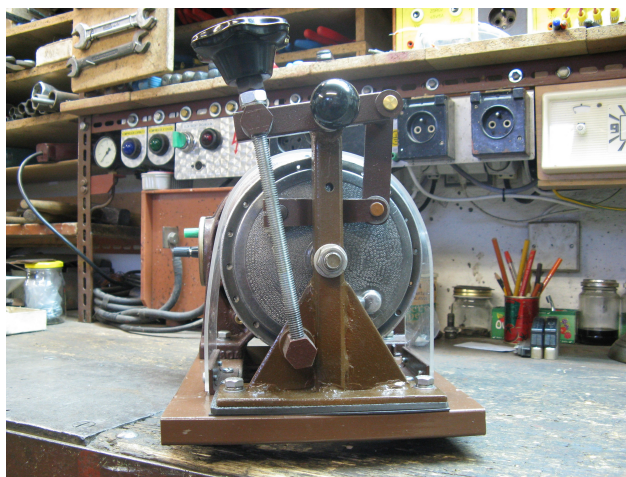
Celkový pohled na panel



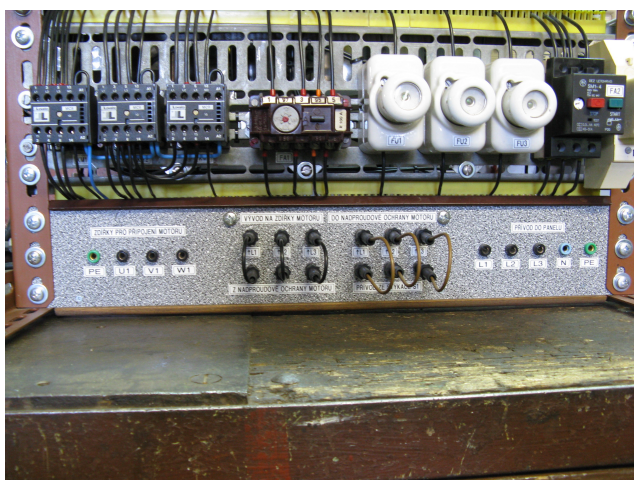
Motor s brzdou boční pohled



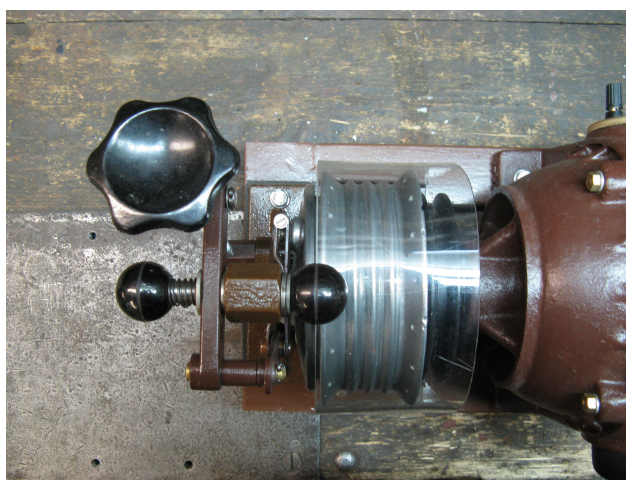
Motor se zdírkami a mechanickou brzdou



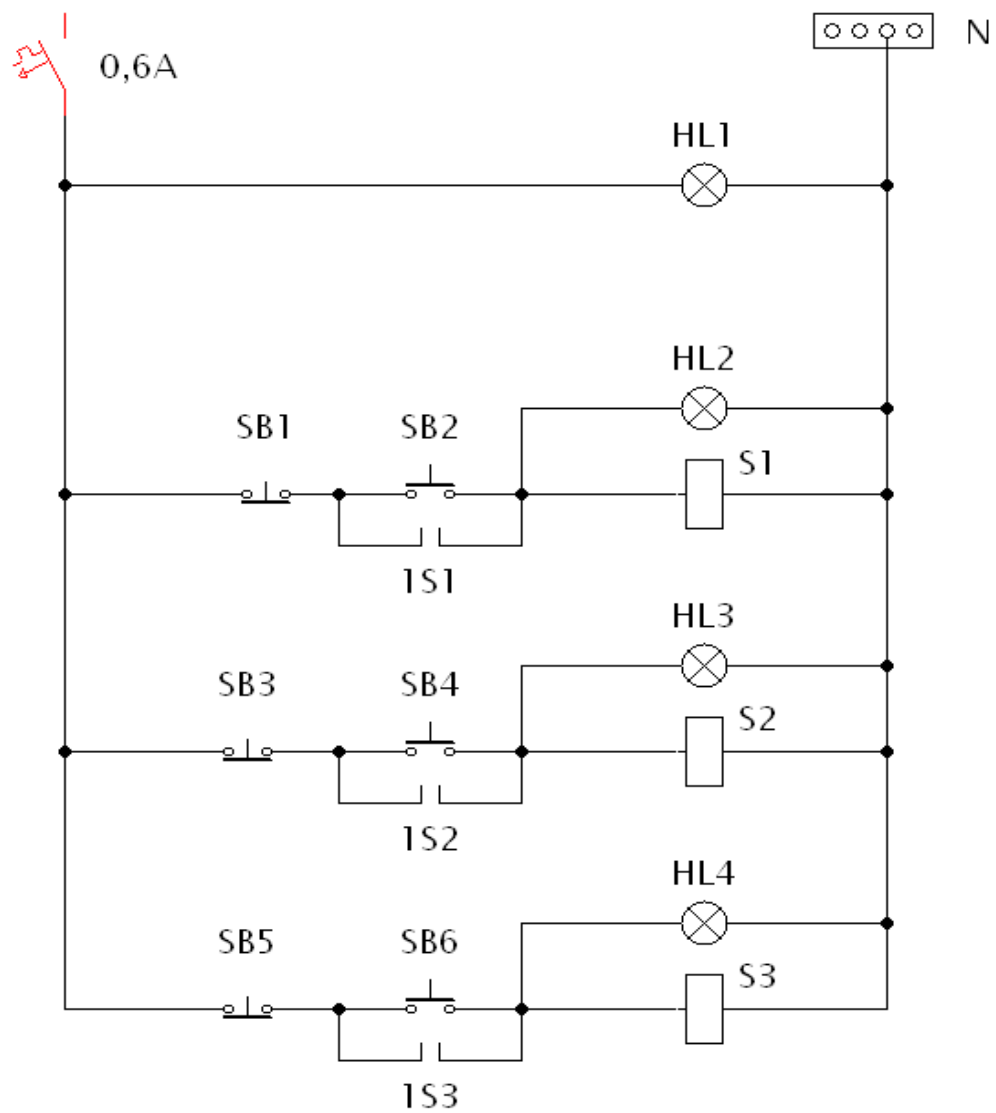
Pákové převody mechanické brzdy



Pohled na vstupní a výstupní svorky



Pohled na mechanickou brzdu shora



SCHEMA OVLÁDÁNÍ KOMPENZACE