

Elektrické pohony s aplikací ve výuce

Milan Koutný

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Milan KOUTNÝ
Studijní program: B 3909 Procesní inženýrství
Studijní obor: Technologická zařízení

Téma práce: Elektrické pohony s aplikací ve výuce

Zásady pro vypracování:

- 1. Seznámení s problematikou elektrických pohonů.**
- 2. Jejich využití.**
- 3. Měření daných veličin.**
- 4. Problémy a aplikace měření ve výuce.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Jan Přibyslavský Elektrické pohony asynchronními motory

R.Balák ,F.Fetter Silnoproudá zařízení

F.Desort,L.Kule Elektrická zařízení

Webové stránky

Vlastní úvaha

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Volek, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. června 2010

Ve Zlíně dne 19. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.

děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.

vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 24. 05. 2010

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou elektrických pohonů a charakteristikou problémových metod vyučování na naší SOŠ. Metodami výuky při elektrických měřeních a řešení chyb, kterých se žáci při měření dopouštějí.

V teoretické části jsem se zaměřil na úvod elektrických pohonů a na charakteristiku a znaky problémových metod vyučování.

Praktická část se ztotožňuje přímo se řešení těchto vyučovacích metod na naší škole a vyhodnocením dosažených úspěchů při těchto metodách vyučování.

Klíčová slova: Pohon, výuka, problémové vyučování.

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the problematic of electric drives and with the characteristic of the problematic methods of teaching at our SOŠ, with electrical measurements teaching methods as well as with handling the mistakes made by the pupils taking these measurements.

The theoretical part is focused on introducing electric drives and on characteristic features of the problematic teaching methods.

The practical part identifies with solution of these teaching methods at our school as well as with evaluation of achievements of these teaching methods.

Keywords: traction, teaching, teaching problem

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Františku Volkovi CSc. za ochotu, pomoc cenné rady při vedení v průběhu realizace této bakalářské práce. Dále pak bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům Střední odborné školy Otrokovice za konzultace.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ELEKTRICKÝ POHON	12
1.1 ZÁKLADNÍ VELIČINY JEDNOTKY A VZTAHY	12
1.2 MECHANIKA ELEKTRICKÉHO POHONU	12
1.3 MECHANIKA POHONŮ S PŘEVODEM	13
1.3.1 USTÁLENÝ CHOD A STATICKÁ STABILNOST.....	13
1.4 HNACÍ MOMENT.....	13
2 DEFINICE ELEKTROPOHONU	15
2.1 POHONY ELEKTRICKÉ	15
2.2 ZTRÁTA V ELEKTRICKÉM POHONU	16
2.3 CHARAKTERISTIKA PROBLÉMOVÝCH METOD	17
2.4 ZNAKY PROBLÉMOVÉ METODY	18
2.5 METODICKÝ POSTUP PŘI PROBLÉMOVÝCH ELEKTRICKÝCH MĚŘENÍCH	19
2.6 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	20
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
3 STANOVENÍ TÉMAT K VÝUCE	22
3.1 KONKRÉTNÍ TÉMATA	22
3.2 ŘEŠENÍ PROBLÉMOVÉ SITUACE	29
3.2.1 Příklad	29
3.3 FORMULACE PROBLÉMOVÉ ÚLOHY	30
3.4 ANALÝZA PROBLÉMU	30
3.5 PRACOVNÍ HYPOTÉZA	31
3.6 ŘEŠENÍ	32
3.6.1 Měření ss výkonu	32
3.6.2 Měření elektrodynamickým wattmetrem	34
3.7 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ	35
4 POMŮCKA PRO MĚŘENÍ IZOLAČNÍHO STAVU ELEKTROMOTORŮ	36
4.1 POPIS ZAPOJENÍ	37
4.2 MECHANICKÉ PROVEDENÍ	38
4.2.1 Řídící pracoviště.....	39
4.2.2 Panel řídicího pracoviště	39
ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	42

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	44

ÚVOD

Elektrický pohon je dnes nedílným prvkem každého obráběcího stroje. Je mnoho druhů těchto pohonů bez, kterých si neumíme představit dnešní manipulaci dopravu atd. Jsou použity takřka ve všech odvětvích a staly se součástí našeho všedního života. Naše škola připravuje žáky na kvalifikovanou práci a rozvíjí jejich schopnosti, vědomosti a dovednosti, aby byli schopni uplatňovat v podmínkách současných technologií. Absolventi SOŠ mohou vykonávat technicko-hospodářské funkce provozního charakteru. Důležitým aspektem budoucích absolvent je všestrannost vzdělání a spojení teorie s praxí. Obecně se také žádá zvýšení efektivnosti vyučování zkvalitňování pedagogické práce a rozšiřování modernizace metod a forem výchovně vzdělávacího procesu.

Teoretická a praktická znalost vyučovacích metod patří mezi nejcennější zbraně učitele usilujícího o rozvoj osobnosti žáka. Znalost této teorie a praxe se u každého učitele vyvíjí dlouhodobě a to jak v praxi tak v teorii. Teorie vyučovacích metod je jednou z nejspecifikovanějších pedagogických oblastí vůbec. Její zpracování má velký vliv na výslednou efektivitu vyučování.

Obecně se soudí, že se nová látka podávala v zastaralém pojetí, metodami při nichž jsou žáci pasivní a málo samostatní. Žáci se neučili ve vyučování přemýšlet. Současným trendem je zkvalitnění výuky metodickými prostředky. Právě na toto téma je zaměřena má bakalářská práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTRICKÝ POHON

Je to souhrn zařízení, která zajišťují ovládní přeměny elektrické energie v mechanickou.

Hlavními součástmi pohonu bývají: elektrický motor, ovládací a jistící spínače, říditelné zdroje elektrické energie.

Řízení elektrického pohonu rozumíme změny rychlosti, výkonu atd., které jsou následkem povelů vydaných obsluhou prostřednictvím vypínačů, tlačítek, měnitelných odporů apod.

1.1 ZÁKLADNÍ VELIČINY JEDNOTKY A VZTAHY

Pohyb hnaného přístroje může být přímočarý-u dopravních a zdvihacích zařízení-nebo otáčivý u obráběcích, válcovacích zařízení apod. nebo zcela obecný

Pro pohyb otáčivý budeme za jednotkový úhel počítat radián. Pro otáčivou rychlost se užívá nevhodný název otáčky. Úhel otočení se může uvádět ve stupních nebo v počtu otočení, zrychlení v otáčkách za minutu za vteřinu atd. [1]

1.2 MECHANIKA ELEKTRICKÉHO POHONU

Zabývá se působením točivých momentů. Běží-li hnací motor a hnané zařízení stálou rychlostí, je to známka rovnosti momentů. To znamená, že moment M vytvářený motorem je v rovnováze s momentem zátěže M_z .

Čím je daná rychlost celé soustavy motor-hnané zařízení? Je dána tím že právě při této rychlosti je moment motor, který je funkcí rychlosti právě roven momentu potřebnému pro otočení hnaného zařízení při téže rychlosti.

Příkladem ideálně tvrdé charakteristiky je charakteristika synchronního motoru.

Příkladem motoru s měkkou charakteristikou je stejnosměrný motor se sériovým buzením.

1.3 MECHANIKA POHONŮ S PŘEVODEM

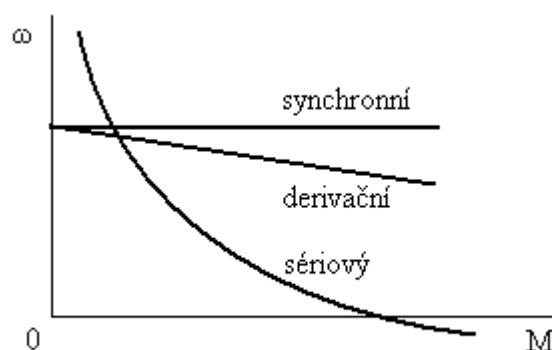
Abychom mohli uvažovat o rovnováze sil nebo momentů musíme uvažovat jejich působení vždy v jediném bodě nebo na jediném hřídeli. Momenty se převádějí vždy přímo úměrně převodovému číslu p .

1.3.1 USTÁLENÝ CHOD A STATICKÁ STABILNOST

Je-li moment motoru roven momentu zátěže, je mezi nimi rovnováha, pohon se otáčí stálou rychlostí. Tato podmínka se projeví v charakteristikách jako průsečík momentové charakteristiky motoru s momentovou charakteristikou zátěže, neboť v jejich průsečíku se oba momenty vzájemně rovnají.

1.4 Hnací moment

Hnací moment je tvořen elektromotorem. Obecně může být tento moment libovolnou funkcí času t , úhlu natočení rotoru φ , úhlové rychlosti ω . Je-li závislost momentu motoru na čase periodickou funkcí, provede se rozklad na harmonické složky a na složku stejnosměrnou. Při řešení základních pohonářských úloh je důležitá stejnosměrná složka. Harmonické složky momentu mohou v důsledku způsobit nerovnoměrnost úhlové rychlosti a v případě rezonance i větší momentové torzní namáhání mechanických částí. U většiny používaných elektromotorů je velikost momentu nezávislá na úhlu natočení rotoru φ . V teorii elektrických pohonů je zvykem používat mechanickou charakteristiku $\omega = f(M)$.



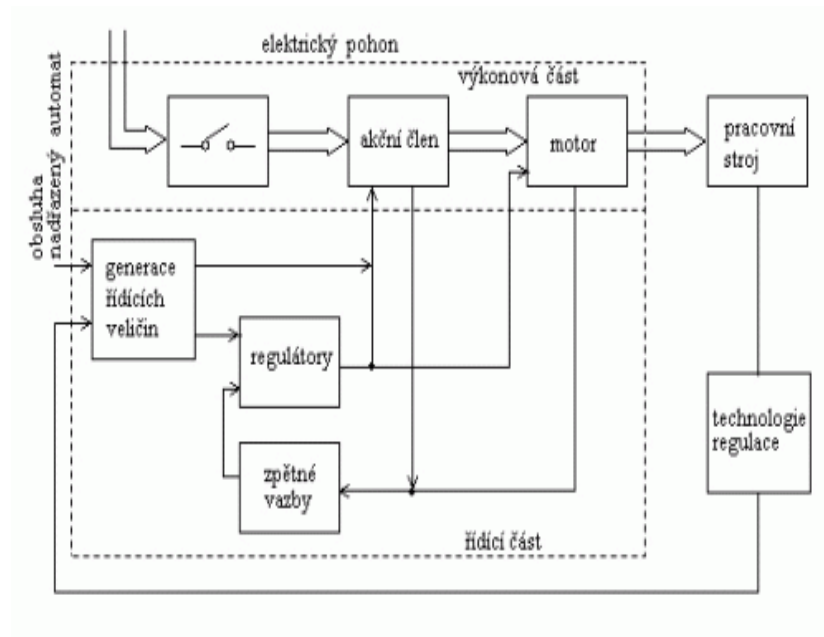
Obr. 1 Charakteristické průběhy hnacího momentu [1]

Podle obrázku č.3 rozlišujeme tři typy charakteristických průběhů mechanické charakteristiky:

- synchronní charakteristika: pokud úhlová rychlost ω nezávisí na zatěžovacím momentu
- derivační charakteristika: pokud úhlová rychlost ω s otáčkami mírně klesá
- sériová charakteristika: pokud je otáčková tvrdost $\beta < 10$. [2, 3]

2 DEFINICE ELEKTROPOHONU

Elektrickým pohonem se rozumí soustava, vytvořená z vhodné kombinace elektrotechnických zařízení pro elektromechanickou přeměnu energie a pro vytváření, přenos a zpracování signálů, řídících tuto elektromechanickou přeměnu.



Obr. 2 Schéma řídicího pracoviště [2]

2.1 Pohony elektrické

Používají se elektromotory **střídavé** (indukční) i **stejnoseměrné**. Střídavé elektromotory mohou být *asynchronní* a *synchronní*.

Asynchronní motory se vyznačují jednoduchou konstrukcí a vysokou spolehlivostí i životností. Podle konstrukce se rozlišují s kotvou na krátko a kotvou kroužkovou. Funkce obou konstrukčních variant spočívá v tom, že statorové vinutí při napájení trojfázovým proudem vytváří točivé magnetické pole se synchronní úhlovou rychlostí nebo synchronními otáčkami.

Synchronní motor se spouští pomocným motorem nebo spouštěcím vinutím, které pro rozběh poskytuje motoru asynchronní charakteristiku. Po dosažení synchronních otáček se spouštěcí vinutí odpojí. Brzdění synchronních motorů je možné generátorovým chodem, buď do sítě nebo do odporu. Pro některé typy pohonu se uplatňují stejnosměrné motory, které se používají zejména jako motory regulační. Konstrukčně se skládají ze statoru s pó-

ly, na nichž je navinuto budicí vinutí, a z drážkového vinutí rotoru (kotvy), připojeného na komutátor a přes kartáče pak dále na svorky se stejnosměrným napětím. Podle zapojení budicího vinutí se rozdělují stejnosměrné elektromotory s cizím buzením na derivační, sériové a smíšené.

Stejnosměrné sériové motory mají otáčkovou charakteristiku dānu silnou závislostí otāček na momentu. Při nízkyech otāčkāch (např. rozběhu) je velký moment a obrāceně. Toho se využívā především u motorů trakčních. Řízení otāček se dosahuje změnou odporu v obvodu kotvy, změnou budicího proudu a změnou svorkového napětí. K brzdění se používā protiproudu nebo dynamického brzdění, a to vlastním nebo cizím buzením.

2.2 ZTRÁTA V ELEKTRICKÉM POHONU

V každém zařídění, které slouží k přeměně energie se její část mění v neužitečné formy.

U pohonů je jedním z důležitých parametrů účinnost:

$$\eta = \frac{P_N}{P_{1N}} = \frac{P_{1N} - \Delta P_{\Sigma}}{P_{1N}}$$

P_N výkon
 P_{1N} příkon
 ΔP_{Σ} celkové ztráty

(1)

Ztráty v elektrickém pohonu se posuzují podle jeho konfigurace. Složitější regulované pohony obsahují plno přídavných součástí, jejichž ztráty se musí také brát v úvahu.

Ztráty v elektrických pohonech dělíme na dvě základní skupiny:

- ztráty v elektrických strojích: ve vinutích, v budicím vinutí, na komutátoru a sběrných kroužcích, v magnetickém obvodu, mechanické ztráty
- ztráty v měničích: v proudových obvodech, řídících odporech, tlumivkách, v polovodičových součástkách ve vodivém stavu, komutační ztráty.

Elektropohony mají v našem životě velmi rozsāhlé uplatnění a využití.

Dā se říci takřka ve všech oborech. Nedílnou součástí je také dostatečná výuka odborníků v elektro profesích, kteří by měli řešit jak opravārenskou a servisní činnost tak i údržbu těchto složitých zařídění.

Pracuji jako učitel odborného výcviku na Střední odborné škole v Otrokovicích, kde se připravují žáci zejména v elektro oboru silnoproud a slaboproud .

Naším cílem je připravit žáky, aby byli schopni těmto složitým mechanismům a tedy i pohonům porozumět, ale hlavně je opravit.

Nedílnou součástí je proto měření elektrických veličin a jejich následné vyhodnocení.

Střední odborné učiliště připravuje žáky na kvalifikovanou práci a rozvíjí jejich schopnosti, vědomosti a dovednosti přiměřené současnému i budoucímu rozvoji, aby byli schopni uplatňovat se v podmínkách současných technologií a přizpůsobit se měnícímu obsahu a charakteru dělnické práce. Absolventi středních odborných učilišť mohou vykonávat technicko-hospodářské funkce provozního charakteru. Důležitým rysem vzdělání budoucích pracovníků je výchova a vzdělání, všestrannost vzdělání a spojení teorie s praxí. Obecně se požaduje zvýšení nároků na kvalitu teoretického a praktického vyučování. Stejně tak se obecně žádá zvýšení efektivnosti vyučování zkvalitňováním pedagogické práce a rozšiřováním modernizace metod a forem výchovně vzdělávacího procesu. Silně se akceptuje požadavek neformálně pracovat s mladými žáky v odborných učilištích. Požaduje se zvyšování řídicí a kontrolní práce na školách tak, aby byla efektivní a velmi produktivní jak práce učitelů, tak práce nového učňovského dorostu.

Dalším zásadním, obsahově koncepčním pohledem na novou soustavu výchovy a vzdělání je orientace k praktické činnosti žáků, k jejich vlastnímu experimentování, k rozvinutí laboratorních metod a jiných druhů činností. Vzrůstá tak podíl přímé činnosti žáků, jejich teoretické a praktické činnosti. Náležitě uplatňování vlastní činnosti je významný obsahový aspekt vyučování. Bude si vyžadovat zvláštní metody práce. Bude tedy nutné hledat nové cesty ke zlepšení práce při školních pokusech, při laboratorních pracích, při cvičeních i praktické části výuky. Výše zmíněné tendence, tj. tendence dát žákům základní vědecké poznatky, uvést je do patřičných vztahů a souvislostí, zvýšit jejich teoretickou úroveň a rozvinout praktickou činnost žáků vyžadují uplatnění nejen nových metod v práci učitelů, ale vyžadují také aktivní přístup žáků samých.

2.3 Charakteristika problémových metod

Problémové vyučování elektrických měření je charakterizováno úsilím zabezpečit vhodné podmínky intelektuálního rozvoje žáků cestou samostatného, aktivního a dynamického myšlení, rozhodování a konání.

Předností problémového vyučování je odlišný přístup žáků k osvojování nových informací již při jejich přijímání. Při elektrických měřeních se tvoří vhodné předpoklady na to, aby při skupinové práci žáků vznikalo tvořivé úsilí při řešení problémů a navíc, aby žáci využívali mnoho variací myšlenkových postupů, které směřují k jeho řešení. Problémové vyučování aktivizuje žáka při osvojování nových informací nebo vyvolává aktivní zájem zvýšenou pozornost soustředit na logicko-myšlenkové postupy. Při skupinové práci na elektrických cvičeních problémová metoda zvyšuje osobní i kolektivní zainteresovanost žáků na úspěšném zvládnutí problémů a umožňuje kritickou analýzu na základě konfrontace závěrů, návrhů, pracovních hypotéz řešení úlohy a přitom uvolňuje prostor, dává příležitost slabším žákům uplatnit se při řešení problémů. Skupina přemýšlejících a diskutujících žáků, kteří hledají nové posouzení o hypotéze řešení sledovaného problému utváří v porovnání s předcházejícími metodami elektrických měření o mnoho lepší podmínky pro rozvoj intelektu. Problémové úlohy umožňují žákům ovládnout základní pojmy a posouzení na bázi aktivní myšlenkové činnosti soustavou logicko-myšlenkové operace. [2]

2.4 Znaky problémové metody

Problémové vyučování elektrických měření se zakládá na propracované struktuře problémů, které nutí žáky samostatně myslet. Vhodně uspořádat problémy je mimořádně důležité, jestliže nemá být dosavadní poznatkový atomismus nahrazeno problémovým atomismem. Aby nešlo o nakupení izolovaných, náhodně pospojovaných problémů, je třeba vždy připravit strukturu problémů s jistou gradací a finalizací, která vede žáka novou formou k osvojení vědomostí. Na elektrických měřeních mají problémové metody velký význam také v souvislosti s integračními tendencemi, protože problémové situace, které žáci řeší, jsou v podstatě komplexní a vyžadují širší poznatky i jiných vyučovacích předmětů.

Problémové vyučování lze charakterizovat takto:

- a) Problémové situace vycházejí z jisté životní situace žáků a čímž je tato situace pro ně přirozenější, tím více je aktivizuje.
- b) V každé situaci se žáci stýkají s jednou nebo několika těžkostmi, které však dokáží řešit na základě svých vlastních vědomostí a zkušeností.
- c) Východiskem pro formulaci problémů a jeho možných řešení je pocit složitosti. Řešení se realizuje buď na úrovni názorně pohybové nebo na základě abstraktního myšlení.

- d) Tento proces se končí řešením problémů a potvrzuje nebo vyvrací správnost hypotézy.

Významným znakem problémové metody je náročnost na intelektuální schopnosti žáků a na jejich samostatné myšlení. O samostatném myšlení žáků je možno hovořit tehdy, jestliže umí:

- objevit a formulovat jistý problém
- řešit problém rozumovými operacemi
- ověřit a dokázat správnost předběžných hypotéz myšlenkovou a experimentální laboratorní metodou.

Jak je vidět, jsou to podmínky nelehké a kladou mimořádné nároky na učitele odborné, pedagogické a organizační schopnosti.

2.5 Metodický postup při problémových elektrických měřeních

Problémová metoda jako pedagogická inovace patří na středních školách mezi progresivní metody. Každá inovace, i když je nejprogresivnější, je při svém zrodu ohrožena nebezpečím formalismu a diskreditováním nejvíce tehdy, když je zavádíme neuváženě, unáhleně, víceméně formálně jako fakticky. Nové metody se šíří vždy postupně a velmi dobře, mohou dlouhou dobu vedle sebe koexistovat metody tradiční a netradiční. Vždy je lepší, když učitel pracuje tradiční metodou, kterou dobře a spolehlivě ovládá a dosahuje v ní relativně dobré výsledky, jako metodou netradiční, ke které nemá kladný vztah, považuje ji spíš za módní novinku, formální aplikaci a nedosáhne touto metodou přiměřené výsledky. Problémové metody jsou metody náročné na učitelovu přípravu, na jeho kladné zkušenosti a hluboké vědomosti, protože akceptují u žáků rozvoj myšlení a tvořivé aktivity. Problémové metody nekladou na žáky větší požadavky, jako je únosné, tedy nejde o lineární zvýšené požadavků. Problémové metody jsou kvalitativně nové, které formou hravé intelektuální gymnastiky provokují duševní potenci žáků. Proces problémového vyučování elektrických cvičení probíhá opět několika fázemi:

- a) První fázi charakterizujeme formulací problémové úlohy. Na začátku formuluje problémy a utváří problémové situace učitel, potom se zvyšuje podíl žáků a formulace problému se děje v součinnosti učitele a žáků. Závěrečným cílem je učitelovo úsilí vychovat žáky tak, aby dokázali sami objevovat problémy z oblasti, kterou učitel vytyčil. Ne každý umí objevit problémy, mezery, nevyjasněné skutečnosti, zejména tam, kde se mu jeví všechny fakta

známá, jasná i samozřejmá. Učitel musí žáky učit pozorovat jevy a dívat se na ně velmi kritickým okem. Náhodně se vyskytující diference a nesrovnalosti je třeba přezkoušet. Přírozeně každý učitel elektrického měření musí žít v atmosféře elektrotechnických problémů a musí usilovat o jejich vyřešení. V elektrickém měření je mnoho elektrotechnických problémů již v samotných měřicích metodách, v metodách, které usilují vyloučit subjektivní nebo objektivní chyby měření, ve způsobech měření, které se snaží minimalizovat počet měřicích přístrojů atd. Zkušený učitel najde v každé měřicí úloze vhodný a pro žáky atraktivní problém.

b) Druhá fáze obsahuje analyticko – orientační analýzu. V této fázi se shromažďují dosavadní zkušenosti a poznatky o problémech, které by mohly ovlivňovat řešení. Používáme přitom podobnost (analogii), transformací struktury, zjednodušení, komparativní metody apod. Žákům dovolíme sáhnout po učebnici, odborné literatuře, umožníme jim orientovat se v normách, prospektech, katalogích apod.

c) Třetí fáze je charakterizována vytyčením a formulací pracovní hypotézy řešení. Žáci vyjdou z existujících předpokladů a navrhují program řešení. Vytyčí si etapy řešení, jejich správné pořadí a formu částečných výsledků. Pro každou etapu určí potřebné pomůcky a metody měření. Snaží se ekonomicky myslet a sdružovat některé postupy. Domyslí i formou kontroly částečných výsledků. Postupují analyticko – systematickým postupem.

d) Ve čtvrté fázi žáci hledají řešení podle vytyčeného programu. Učitel kontroluje a koriguje případné drobné nedostatky. Zasahuje co nejméně do práce žáků.

e) Závěr tvoří potvrzení pracovní hypotézy. Žáci formulují výsledek a určí závěry. Ve společné diskusi s učitelem pouvažují, jestli bylo řešení problému správné a jestli není možno zlepšit, urychlit, ulehčit a zpřesnit metodu řešení. O metodě řešení problému a závěrech zpracují podrobnou dokumentaci ve formě zprávy anebo jestli je rozsah práce větší, ve formě protokolu o měření. [4,5,6]

2.6 Závěr teoretické části.

V teoretické části jsem popsal problematiku pohonů a podrobněji jsem se zaměřil na teorii problémového vyučování se zaměřením na charakteristiku, znaky a metodický postup při vyučování.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 STANOVENÍ TÉMAT K VÝUCE

3.1 KONKRÉTNÍ TÉMATA

K problémovému učení jsme vybrali v našem SOŠ v Otrokovicích vhodná témata učiva v předmětu elektrické měření. Jako typy problémových situací můžeme žákům, kteří samozřejmě jeví zájem o celou šíři svého oboru, uvést konkrétní situace:

- trojfázový asynchronní elektromotor vodního čerpadla má nedostatečný mechanický výkon a je nadměrně hlučný. Tepelný jistič i po opětovném zapnutí odpojuje motor od přívodu elektrického proudu. Je třeba zjistit příčinu tohoto stavu a závadu odstranit
- obsluha výměňkové stanice hlásí poruchu směšovače DUOMIX A, který automaticky udržuje nastavenou teplotu vody v potrubí. Příznaky závady: servomotor neovládá šoupátko směšovače ani automaticky, ani při ručním řízení. Je třeba zjistit příčinu a uvést zařízení do provozu, neboť bez přívodu teplé vody by bylo nutné zastavit výrobní linku
- majitel televizoru si stěžuje, že na jeho přijímači nefunguje obraz. Obrazovka však svítí a zvuk je normální. Máš za úkol zjistit místo závady a provést opravu
- topná elektrická vysoušecí pec ani po překročení stanovené doby nevyhřívá pracovní prostor na předepsanou teplotu, čímž je narušena kvality výroby. Zjisti příčinu a poruchu odstranit.

Tím byl zadán problém k praktickému vyřešení. Jak zjistíte bezpečně, nikoliv formou pokusů a omylu, kde je závada? Žáci se takto seznamují s problémovou situací, dostávají konkrétní podněty k řešení problémů. Úkolem učitele je, aby žáky vedl k odbornému postupu při lokalizaci závady, i při jejím odstraňování. Není možné připustit zjišťování závad na elektrických zařízeních a strojích pouhou prohlídkou, i když vizuální metody je někdy velmi rychlá, jasná a dostatečně přesvědčivá. Požadujeme, aby žáci na základě zadané problémové situace, příznaků závady vytypovali při využití svých teoretických znalostí obvod, případně okruh dílů a součástí, které mohou být příčinou porušení správné činnosti zařízení. Mají stanovit nejefektivnější a přitom z bezprostředního hlediska spolehlivý postup při

zjišťování vady, zvolit vhodný měřicí přístroj a vědět, jaké hodnoty je nutno naměřit pro vyslovení závěru. [7,8,9]



Obr. 3 Měřicí pracoviště žáka

Proto předkládáme k řešení vždy jen takový konkrétní problém, který mohou žáci na základě již získaných teoretických vědomostí a praktických dovedností zvládnout. Je nutno dbát na dodržování zásady přiměřenosti.

Žáci ve většině případů plní v takových situacích úkoly zodpovědně, odpovídají převážně promyšleně a správně. Poznávají, že elektrické měření je základní metodou práce v oboru.

Problémové řešení úkolu pokračuje dále. Žáci mají nebo nemají dostatečné zkušenosti, aby mohli odpovědět, zda budou v případě zjišťování vady měřit proud, napětí nebo odpor v jednotlivých obvodech, nemají někdy dostatečnou představu o tom, ve které části přístroje, popř. ve kterém obvodu je nutno měření realizovat a jaké tolerance v naměřených hodnotách je možné očekávat. A nakonec nemají někdy představu o tom, který přístroj z hlediska požadavků na daný konkrétní případ by byl nejvhodnější.



Obr. 4 Používané měřicí přístroje žáků k odstranění závad

To všechno vyplývá z diskuse, z položených náhodných nebo zjišťovacích otázek při navození problémových situací a při řešení vlastní problémové situace. V diskusi dodržujeme zásadu taktního jednání, neironizujeme nebo dokonce nezsměšňujeme chybné nebo neúplné odpovědi, návrhy a názorů žáků. V takové hodině zkusíme uplatnit aktivitu maximálního počtu žáků. Nesnažíme se souhlasit okamžitě s prvním správným řešením prvního vyvolaného žáka. Situaci poněkud komplikujeme, nikoliv tím, že bychom uváděli mylné odpovědi, ale vyslechneme názor jednoho, druhého, třetího a ptáme se jednotlivých žáků:

Jaký je tvůj názor na zvolenou metodu měření? Jaký postup při zjišťování vady bys volil ty? Který měřicí přístroj pro tento případ doporučuješ a proč? Jakou hodnotu naměřené veličiny je třeba považovat za vyhovující?

Až po zjištění názorů několika žáků, sdělíme, či odpovědi a proč jsou správné. Dále pak spolu s žáky zjišťujeme, jaký je účel měření v jednotlivých místech elektrického obvodu. Probereme s využitím jejich dosavadních zkušeností použitelné metody měření pro každý speciální případ a také postup při práci s přihlédnutím k aspektům efektivního využití času, odbornosti a bezpečnosti práce.

Teprve potom měříme. I přitom pracujeme s žáky ve skupinách, které měří různými přístroji. Skupinám žáků určíme stejné zařízení, jehož parametry mají změřit. Jsou to zpočátku např. zdroje stejnosměrného a střídavého proudu, elektromotory, jednofázové a trojfázové, polovodičové diody, kondenzátory, cívky, rezistory, elektronky usměrňovací a zesilovací, tranzistory, transformátory, jističe, elektrické spotřebiče užívané v domácnosti a další. Žáci měří napětí v rozvodné síti v jednofázové a trojfázové soustavě, měří příkony spotřebičů, izolační odpory transformátorů a elektromotorů, proudy v jednotlivých větvích elektrických obvodů, zkoušejí spolehlivost ochrany nulováním a jinak.



Obr. 5 Hledání závady

Většinou jsou situace pro první část nabývání žákových zkušeností simulované. Žáci pracují ve skupinách, aby si mohli výsledky vzájemně porovnávat, aby naměřené hodnoty jed-

notlivých veličin byly stejné nebo podle možností přibližně stejné. Teprve potom zkusíme s žáky ve shodě s osnovami a tematickými plány řešit problémové úlohy elektrického měření u složitějších zařízení. Každá skupina nebo každý žák určuje postup při měření veličiny, kterou chce měřit, i přístroje, které pro měření použije. Pak teprve měří parametry zařízení a zapisuje je do tabulky naměřených hodnot. Měřené zařízení je různé a žáci si je mezi sebou vyměňují a postupně se vyhodnocuje, zda všichni dospěli ke správným naměřeným hodnotám. Ti, kteří neměřili správně, objasňují, kde udělali chybu, v čem byli nepřesní, nedůslední, kde nedodrželi správný pracovní postup.

Po nabytí těchto praktických dovedností žáci měří na neznámém přístroji nebo zařízení za účelem prověření jejich správné funkce nebo zjištění simulované závady. Pro tento účel jsme navrhli a vyrobili řadu přípravků a pomůcek podle jednotlivých tematických celků. Žák měřením zjišťuje místo a charakter poruchy, příp. na základě výsledků provedeného měření určí, zda měřený prvek, přístroj, elektromotor apod. vyhovuje funkčním požadavkům i ustanovením příslušné ČSN.



Obr. 6 Připravené nasimulované závady

V tomto předmětu jako problémové učivo vyvstane často probraná látka z fyziky na ZŠ, popř. učivo předmětů elektrotechnika, automatizační technika, technologie a elektrotechnika, které žák probírá již u nás v učebním oboru. Mnohdy zjistíme, že žák některé jevy a jejich podstatu vysvětlit nedovede. Formou dotazů a odpovědí, formou diskuse ve skupi-

nách třídy nebo ve skupině, která provádí měření, zjišťujeme, proč žák nebo celá skupina dělá stejné chyby. Příčinou jsou zpravidla nedostatečné teoretické znalosti v některém z probraných tematických celků nebo nesprávně či neúplně pochopená látka příslušného tematického celku. Žáky upozorníme na mezipředmětové vztahy, na vazbu mezi teoretickými vědomostmi a jejich praktickou aplikací. Opět vzniká situace, která se dá řešit problémovým učením. Ani v tomto stádiu nenecháváme žáky pracovat zcela bez dohledu a úplně samostatně.

Při praktickém měření musí učitel dohlížet na žáky ve skupinách i na jednotlivce, aby jimi získané vědomosti a dovednosti byly správné. I problémové učení v této situaci vyžaduje dodržování předpisů o bezpečnosti práce v elektrotechnické laboratoři, aby nedocházelo k úrazům elektrickým proudem, k ekonomickým škodám, k poškození přístrojů, ke znehodnocení nebo zničení měřených objektů.



Obr. 7 Kontrola daného problému

Při problémovém učení v elektrickém měření vyhotovují žáci protokoly o měření. Protokol obsahuje zadaný problém, popis měření a jeho postup, schéma zapojení elektrického obvodu a místa připojení měřicích přístrojů, tabulku naměřených hodnot, seznam použitých měřicích přístrojů (pro zachování zásady reprodukovatelnosti měření), část pro zpracování výsledků měření a případné zhotovení charakteristiky měřeného objektu a závěrečné vyhodnocení provedeného měření. Protokol musí být jasný, zřetelný a vždycky přesný. Jako

problémové učivo probereme důvody pořizování protokolu, k čemu jsou protokoly v technické praxi nezbytně nutné. Žák si musí uvědomit, že jde o evidenční doklad o měření, o prověření funkce a bezpečného provedení přístroje i doklad o činnosti pracovníka, určený pro zákazníka, jindy jako doklad pro případ, že by došlo k havárii zařízení, k úrazu apod. Z tohoto hlediska je možno i způsob zpracování protokolu a výběr měřených údajů pojmut jako problém

Pro praktickou výuku předmětu elektrické měření máme na SOŠ v Otrokovicích k dispozici tři elektrotechnické laboratoře. Kolektiv učitelů školy vypracoval návrh a v adaptovaných prostorách svépomocně vybudoval laboratoře se základním zařízením, solidním vybavením měřicími přístroji, dálkově ovládaným Aspectomatem atd. Byla zhotovena řada učebních pomůcek, přípravků pro měření a funkčních modelů používaných pro problémové učení.



Obr. 8 Slaboproudá laboratoř

Třída je pro výuku praktické části předmětu elektrické měření dělena na tři skupiny. Každá skupina má k dispozici jednu laboratoř. V příručních skladech laboratoří jsou uloženy pomůcky, elektrické stroje a přístroje pro měření, funkční modely a přípravky podle jednotlivých tematických celků. Pro každý tematický celek je připraven zásobník s diapozitivu. Již v rámci přípravy na vyučování si učitel připraví nejen potřebné přístroje, pomůcky a zařízení jako objekt měření, ale provede také prověrku jejich stavu a případně opravy, úpravy

a seřízení, aby během výuky nedocházelo ke ztrátovým časům. Pro tyto práce, stejně jako pro vývoj nových učebních pomůcek a případné modernizace slouží malá mechanická dílna vybavená potřebným zařízením. [10,11,12]

3.2 Řešení problémové situace

Po úvodní části vyučovací jednotky, zpravidla dvouhodinové, předložíme skupině učňů, popřípadě jednomu učni, konkrétní problém, jehož vyřešení může být podmíněno třeba jen znalostí některého základního fyzikálního zákona nebo poznatku elektrotechniky.

3.2.1 Příklad

Elektronkový televizní přijímač po zapnutí nepracuje. Obrazovka nesvítí. Proud do přijímače jde, pojistka je neporušená, usměrněné kladné napájecí napětí je v předepsané toleranci. Zjistěte příčinu závady a odstraňte ji.

Na počátku řešení této problémové situace promítneme Aspectomatem blokové schéma televizoru a zapojení žhavicího obvodu. Upozorníme na skutečnost, že jeden vodič je připojen na kostru přijímače a tedy nutnost použití oddělovacího transformátoru při práci. Rozvineme diskusi, kdy formou otázek a odpovědí předkládáme učňům k vyřešení nejdříve všechny dílčí problémy. Vyslechneme jednotlivé názory, týkající se možného místa a charakteru závady, metody zjišťování vady, určení měřicích bodů, postupu při měření i volby vhodného měřicího přístroje a jeho rozsahu. Vysvětlíme případné nejasnosti v zapojení. Jednotlivé názory vyhodnotíme a vysvětlíme, v čem jsou nebo nejsou správné. Správné názory shrneme a společně s učni určíme:

- a) Pravděpodobná místa přerušení žhavicího obvodu
 - přerušený předřadný odpor
 - vadný termistor
 - přepálené vlákno obrazovky
 - uvolněný kontakt
- b) Metodu měření – vylučovací.
- c) Postup při měření a měřicí body (při měření postupujeme od zdroje)
- d) Vhodný měřicí přístroj a jeho rozsah

Poté si učni do poznámkových sešitů zapíší zadaný problém, nakreslí schéma žhavicího okruhu s vyznačením měřicích bodů, postup při měření, nakreslí tabulku naměřených hodnot.

Po výběru měřicího přístroje přistoupí učni k praktickému měření na přijímači, aby určili místo simulované poruchy. Učitel provádí kontrolu, podle potřeby poskytne radu, upozorní na napěťové namáhání katod elektronek vůči žhavicímu vláknu. Podle vybavenosti laboratoře měří učni buď jednotlivě, po dvojicích nebo ve skupinách na různých přijímačích nebo postupně na jednom přijímači s různě simulovanými závadami, s různými měřicími přístroji. Velikost naměřených veličin si značí učni během měření do tabulek naměřených hodnot, zaznačí si také údaje o použitém měřicím přístroji (typ, výrobní číslo a rozsah).

- Po ukončení měření, během něhož učitel dbal mimo odbornou stránku věci hlavně na bezpečnost, je provedena výměna vadného dílu a nastaven pracovní proud žhavicího obvodu na předepsanou hodnotu 300 mA. Činnost přijímače je přezkoušena, problémová situace je vyřešena.

Ve zbývajícím čase vyučovací jednotky zodpovíme dotazy, zmíníme se o netypických závadách, promítneme schémata obdobných obvodů pro měření. Formou dotazů v diskusi zjišťujeme, zda všichni učni pochopili podstatu řešení tohoto problému a případné nejasnosti znovu vysvětlíme s použitím schématu zapojení. Učňům jsou předány tiskopisy protokolů z měření, které zpracují jako domácí cvičení.

3.3 Formulace problémové úlohy

Na měření výkonu stejnosměrného proudu je možno použít voltmetr a ampérmetr nebo elektrodynamický wattmetr. Která metoda je vhodnější? Dokážete měřením správnost svého tvrzení?

3.4 Analýza problému

Měříme-li dvěma přístroji, je větší subjektivní chyba, když měříme elektrodynamickým třeba i stíněným wattmetrem, mohou rušivé mag. pole zatížit měření značnou chybou. Při měření se dopouštíme chyby způsobené vlastní spotřebou měřicích přístrojů. Když se měří velký výkon, je možné chybu zanedbat, při měření malého výkonu je chyba velká a není možné ji zanedbat.

3.5 Pracovní hypotéza

Třeba vyřešit vliv rušivých momentů na elektrodynamický wattmetr. Co je zdrojem cizích magnetických polí? (Válcové reostaty, přívody). Od čeho závisí vliv cizích magnetických polí? (Poloha otáčené části vůči rušivému poli). Je možno chránit wattmetr proti cizím polím? (Ano magnetickým stíněním nebo astatizováním). Jak je to s vířivými proudy v nosné konstrukci wattmetru? (Vířivé proudy mohou vybudit rušivé magnetické pole). Bráníme tomu tak, že nosnou konstrukci děláme z keramiky a stínící kryt je vícenásobný.

V souvislosti s použitím wattmetru je třeba:

- podívat se na konstrukci (v katalogu, v učebnici, v pomocné literatuře, na modelu, v řezu přístrojem)
 - přeměřit vliv cizích magnetických polí
 - vyloučit vliv zemského magnetismu na základě dvou měření s obrácením směru proudu.
- a) Voltmetr a ampérmetr. Záleží na zapojení (podobně i při wattmetru). Ampérmetr může být zapojen před nebo za voltmetrem. Který způsob je tedy výhodný?

Je třeba:

- vypočítat korekce na vlastní spotřebu měřidel pro oba způsoby zapojení
- měřením ověřit správnost výpočtu. Je pravděpodobné, že bude výhodnější měřit výkon jednosměrného proudu pomocí voltmetru a ampérmetru magnetoelektrické soustavy. [12]



Obr. 9 Měření korekcí

3.6 Řešení

Zjistíme vliv cizích magnetických polí na wattmetr. Odpovíme na otázku, zda mají na měření vliv jen jednosměrné nebo i střídavé magnetické pole. Potom přeměříme stejný objekt (ohmický spotřebič) pomocí wattmetru, voltmetru a ampérmetru. Při obou způsobech se voltmetr, resp. napěťová cívka wattmetru zapojí za nebo před ampérmetr, respektive před proudovou cívku wattmetru. Měření potom vyhodnotíme. Určíme korekci a korigovaný výkon nebo příkon. Určíme absolutní a relativní chybu měření. Naměřené hodnoty porovnáme i ve formě diagramu.

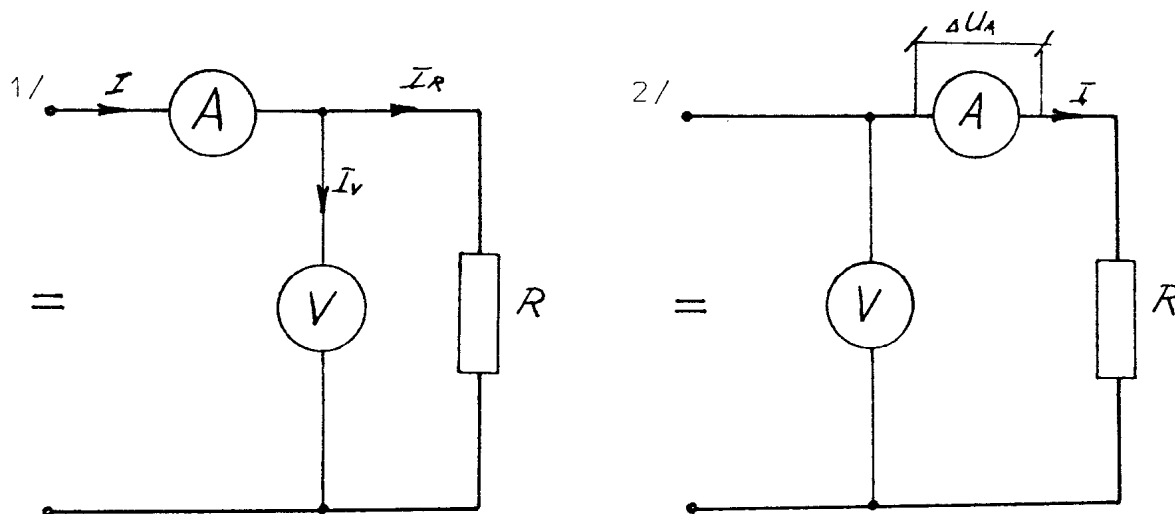
3.6.1 Měření ss výkonu

A/ Měření voltmetrem a ampérmetrem

Výkon je dán součinem

$$P = U * I \quad (1)$$

Lze použít dvojího zapojení měřeními přístrojů.



Obr. 10 Schéma zapojení voltmetru a ampérmetru se zátěží [15]

V obou případech měříme s určitou chybou. Pro menší výkony je třeba s touto chybou uvažovat. Skutečný výkon na spotřebiči „R“ je pak:

$$1/ P = U * I_r = U/I - I_v/ = U/I - U/R_v/ = U * I - U^2 \quad (1)$$

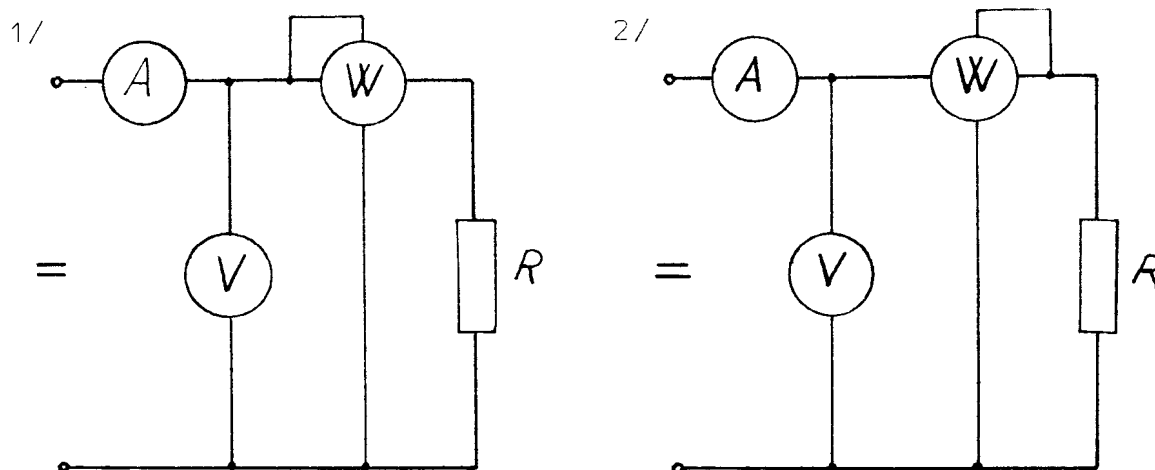
/ Od naměřeného výkonu $P = U * I$ je třeba odečíst výkon voltmetru/

$$2/ P = U_R * I = U - U_A/I = /U - I : R_A/I = UI - R_A I^2 \quad (1)$$

/ Od naměřeného výkonu $P = U * I$ je třeba odečíst výkon ampérmetru/

3.6.2 Měření elektrodynamickým wattmetrem

Lze rovněž použít dvojího zapojení wattmetru.



Obr. 11 Elektromagnetický wattmetr v obvodu [15]

V obou případech měříme výkon na wattmetru a rovněž s chybou. Po zapojení dle obrázku 1 platí:

$$P_R = P_W - P_P = P_W - R_P I^2 \quad (1)$$

Kde P_W je výkon wattmetru
 P_P je výkon proudové cívky wattmetru
 R_P je vnitřní odpor proudové cívky wattmetru

Dle obrázku 2 platí:

$$P_R = P_W - P_N = P_W - U^2/R_N \quad (1)$$

P_N je výkon napěťové cívky wattmetru
 R_N je vnitřní odpor napěťové cívky wattmetru

3.7 Vyhodnocení měření

Výsledek měření potvrzuje pracovní hypotézu. Na měření výkonu jednosměrného proudu je výhodnější použít voltmetr a ampérmetr magnetoelektrické soustavy jako elektrodynamický wattmetr, protože:

- je zanedbatelně malý vliv cizích magnetických polí
- elektrodynamické wattmetry s vícenásobným magnetickým stíněním měřicí soustavy nejsou v laboratořích běžně k dispozici
- nosné části elektrodynamických laboratorních wattmetrů s třídou přesnosti 0.5 nejsou z keramických materiálů
- při měření musíme měřit každou hodnotu alespoň dvakrát, abychom vyloučili vliv cizích magnetických polí a měnit přitom zapojení není výhodné

Při měření výkonu jednosměrného proudu pomocí voltmetru a ampérmetru jsme došli k tomuto závěru:

- při měření velkých výkonů zdroje nebo příkonu spotřebiče nezáleží na zapojení měřidel nebo vlastní spotřeba je zanedbatelně malá v porovnání s měřeným výkonem nebo příkonem
- při měření malého výkonu a příkonu zdroje není třeba dělat korekci na vlastní spotřebu ampérmetru, když zapojíme voltmetr na svorky spotřebiče. [13, 17]

4 POMŮCKA PRO MĚŘENÍ IZOLAČNÍHO STAVU ELEKTROMOTORŮ

Při problémovém učení v předmětu elektrické měření užíváme pro vytváření problémových situací řadu pomůcek a přípravků. Pokud se týká měření a zkoušení elektrických strojů, jsou jednotlivé elektromotory, dynama, motorgenerátory aj. upevněny jednotlivě na pojízdných stolcích. Tím je umožněno rychlé a pohotové přemísťování strojů z příručního skladu do laboratoře a opačně. Instalace, ovládání a příprava pro měření a zkoušení jsou upraveny, tak by ztrátové časy byly co nejmenší a každý učeň během vyučovací jednotky vyřešil co nejvíce konkrétních problémů, tj. měřil na maximálním počtu strojů. Z tohoto pohledu byla také řešena kabeláž v laboratořích a zásuvkové obvody, případně propojení každého pracoviště s kontrolní a řídicím pracovištěm učitele.

Jednou z pomůcek pro měření izolačního stavu elektrických strojů je trojfázový elektromotor, na němž může učitel dálkově z řídicího pracoviště simulovat poruchy izolace. Učni tak řeší při každém měření izolačního stavu elektromotoru jinou problémovou situaci.

Princip je zřejmý ze zapojení na obr. č.12. Místo zhoršení izolačního stavu mezi jednotlivými vinutími elektromotoru a kostrou je možno simulovat přepnutím přepínače do poloh 1 – 3. Velikost izolačního odporu nastavíme potenciometry P1 – P3. V poloze přepínače 4 – 6 simulujeme svod mezi fázovými vinutími. Velikost svodového odporu nastavíme potenciometry P4 – P6.



Obr. 12 Měření izolačního stavu elektromotoru

4.1 Popis zapojení

Vývody vinutí fází U, V, W jsou propojeny ze spodní strany svorkovnice zkoušeného elektromotoru na panel řídicího pracoviště učitele kabelem (obr. č. 13). Šestipolohovým přepínačem nastavíme místo závady v izolaci, nařídíme velikost izolačního odporu. Každý potenciometr je podložen stupnicí, na níž je vyznačena hodnota nastaveného odporu.

V poloze přepínače:

1. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutím U a kostrou elektromotoru potenciometrem P1.
2. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutím V a kostrou elektromotoru potenciometrem P2.
3. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutím W a kostrou elektromotoru potenciometrem P3.
4. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutím U a V potenciometrem P4.
5. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutími V a W potenciometrem P5.
6. nastavujeme velikost simulovaného izolačního odporu mezi vinutími W a U potenciometrem P6.

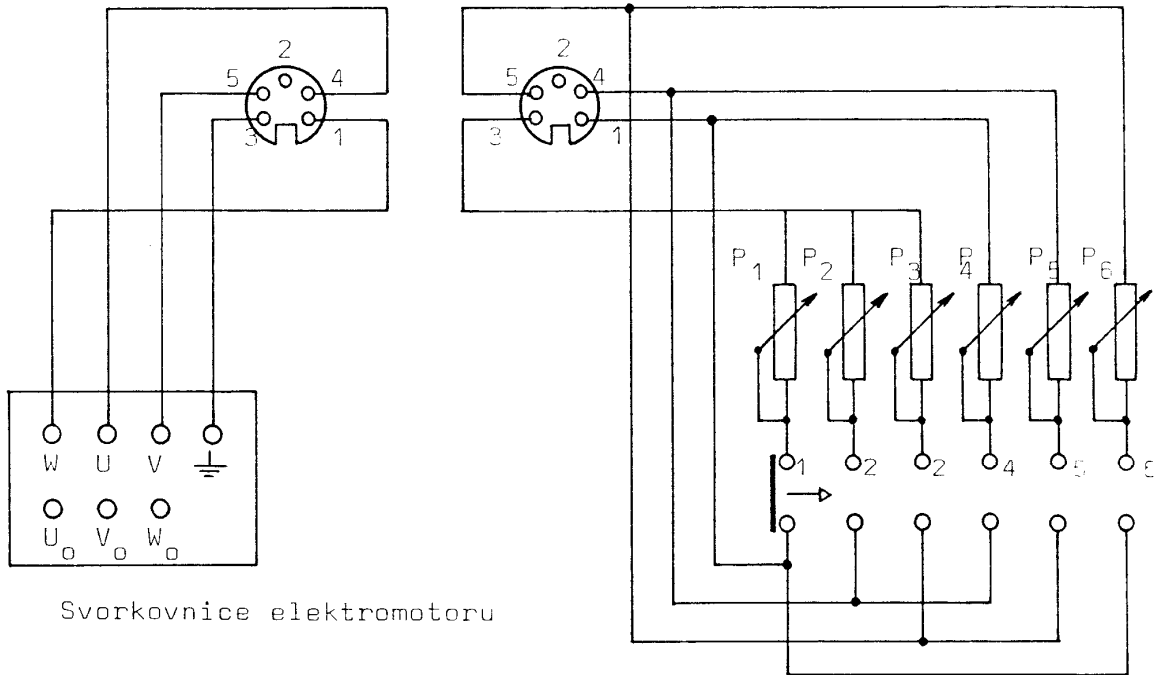
4.2 Mechanické provedení

Zkoušený motor, který slouží pouze pro měření izolačního stavu je přišroubován na pojízdném stolku, zhotovením z jeklu 20x20 mm. Po demontáži motoru připájíme ke svorkám U, V, W ze spodní strany svorkovnice barevné vodiče. Čtvrtý vodič připojíme na kosturu motoru. Vodiče vedeme vnitřním prostorem motoru tak, aby nebyly viditelně, provrtaným otvorem v čelním krytu nebo plášti motoru pod nosnou desku na čtyřpólovou zásuvku. Pomocí čtyřpramenného kabelu, opatřeného koncovkami, připojíme motor na zásuvku panelu prostřednictvím stabilního kabelového rozvodu v laboratoři. Na panelu je umístěn přepínač s označením poloh 1 – 6 (obr. č. 13). Použili jsme šestipolohový přepínač z vyřazeného měřicího přístroje. Je však možno použít jakýkoliv jiný, šesti a vícepolohový přepínač, případně použít samostatné tlačítkové nebo páčkové spínače.

Lineární potenciometry P1 – P6 mají hodnotu 2,5 – 5 m. Podle úvahy je možno do série s potenciometry připojit další pevné rezistory nebo odporové trimry. Jako stupnice potenciometrů a jejich kryty z plexiskla jsme použili hliníkové štítky s transparentními krycími deskami, které jsou dodávány jako příslušenství ke spínačům typu VS 10 a VS 16. Pro velikost transparentní desky 48x48 mm má tato označení VA, pro velikost 64x64 mm má označení VP. Na stupnicích potenciometrů jsou vyznačeny hodnoty jejich odporů podle úhlu nastavení. Vyjadřují velikost simulovaného izolačního odporu. Celkové provedení ovládacího panelu je zřejmé z obr. č. 13.

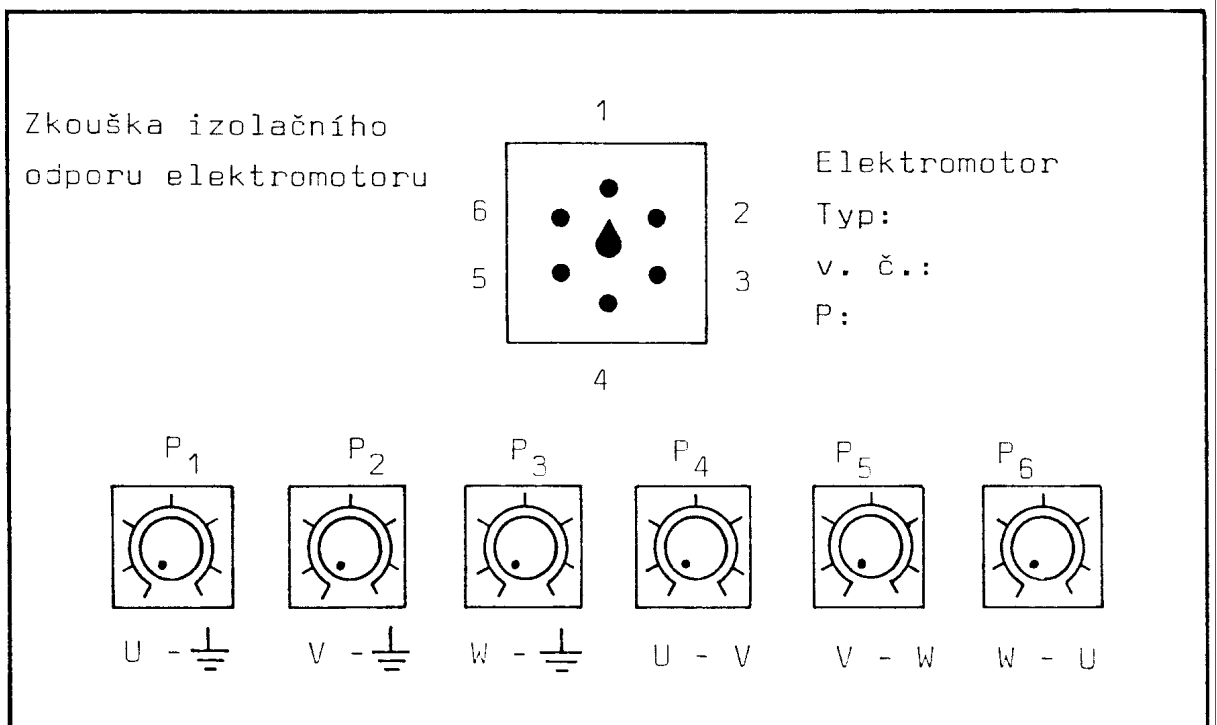
Učitel v rámci přípravy na vyučování připojí zkoušený elektromotor a na panelu řídicího pracoviště nastaví simulovanou poruchu izolace přepínačem a velikost izolačního odporu příslušným potenciometrem. Skutečný izolační stav elektromotoru je možno měřit při odpojení motoru od řídicího pracoviště buď vytažením kabelu ze zásuvky nebo zvláštním čtyřpólovým vypínačem. Tuto situaci lze řešit také další polohou na přepínači. Rozhodující bude, jaký materiál se podaří zajistit. [14, 15]

4.2.1 Řídicí pracoviště



Obr. 13 Schéma řídicího pracoviště [17]

4.2.2 Panel řídicího pracoviště



Obr. 14 Řídicí pracoviště [16]

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo seznámit se základními druhy pohonů a provést analýzu využití problémového vyučování v oblasti elektrotechnických měření jako aktivizující vyučující metody. Problémové metody v elektrických měřeních umožňují učitelům v porovnání s jinými metodami do větší šířky a hloubky diferencovat žáky z hlediska jejich pracovního tempa, výkonu, aktivity, spolupráce, zodpovědnosti, postojů k dosahování úspěchu. Je třeba konstatovat, že problémové vyučování elektrických měření zvýrazňuje pedagogicky významný aspekt osobní a kolektivní zainteresovanosti žáků při řešení úloh, exponuje pocit zvýšení zodpovědnosti a podtrhuje moment vzájemné sebekontroly. Problémové vyučování má nejlepší předpoklady na rozšíření zejména v elektrických měřeních nebo skupinové řešení problémových situací a úloh žáky zabezpečuje vysoko organizovanou duševní činnost žáků a mnohostrannou aplikací osvojených poznatků pod vlivem záměrné řídicí činnosti učitele. Bakalářská práce sestává ze dvou částí. V první části jsem nejprve charakterizoval druhy elektrických pohonů a postavení učně v procesu výroby a vzdělá tak, jak to vyplývá z požadavků pedagogických a psychologických věd. Stručně jsem se zmínil o modernizaci obsahu a o novém pojetí vyučování na školách. Dále jsem se obecně věnoval aktivizující vyučovací metodě problémového vyučování, její psychologické struktuře, navození problémových situací do vyučovacího procesu a řešení problémových úloh. Touto teoretickou částí jsem pak navázal na vlastní téma diplomové práce **Elektrické pohony s aplikací ve výuce**. V této stěžejní části jsme nejprve zdůraznil rozdělení a funkci elektrických pohonů a funkci elektrického měření jako určujícího prvku kvality elektrických zařízení. Popsal jsem obvyklý způsob výuky elektrického měření, upozornil na nedostatky doposud používané metody při vyučování. Mnoho nedostatků navrhuji odstranit použitím problémové metody, tj. zvýšením aktivity učňů. Zvláštní pozornost věnuji charakteristice problémových metod a metodickému postupu při řešení problémových úloh. Podrobně jsem rozvinul dva konkrétní případy řešení problémových situací v elektrickém měření. První příklad je čistě praktický, na zjištění závady v elektrickém spotřebiči, druhý příklad je naopak spíše teoretický, na ověření znalostí měřících přístrojů a měření s nimi. Poukázal jsem také na problematiku modernizace technických vyučovacích prostředků s konkrétním návrhem.

Praktickým využitím problémového elektrického měření se v naší škole zabýváme již delší dobu.

V příloze bakalářské práce je uveden popis didaktického experimentu uskutečněného v naší škole v Otrokovicích se skupinou učňů, u kterých bylo vyučováno problémovou metodou. Rovněž je zde uveden sociologický průzkum, zaměřený na problematiku některých výchovných jevů ve zvoleném učebním oboru. Jak vyplývá z vlastních zkušeností, lze hodnotit metodu problémového vyučování jako progresivní aktivizující metodu. Řešení problému kladně ovlivňuje vztah k vědě. Účinnost motivační sféry, jakožto rezervoáru dynamiky činnosti žáků ve vyučování, se plně projeví teprve tehdy, dojde-li k hluboké změně v dosavadním pojetí motivačních aspektů vyučování. Aktivita žáků úzce souvisí s podmínkami, které pro ni poskytne koncepce učiva. Je třeba vypracovat a empiricky prověřit celé soustavy problémových situací různé vnitřní struktury, jež by vytvářela napětí a nároky na myšlenkové úsilí žáků. Jde o to, aby žák nalézal strategii řešení na základě svého hledání, aby si utvářel určitý plán řešení, aby se učil předvídat a hodnotit alternativní plány. Žák se pak stává stále více nejen určovaným, ale i určujícím činitelem a to tím výrazněji, čím více si vytvářejí přímé vazby k cíli své činnosti, k jejímu předmětu, k učivu a ostatním žákům

Otázka aktivní činnosti žáků není problém pouze teoretický. Jde o tvorbu nové praxe vyučování. Právě zdě, v zdůvodnění nutnosti změn v současném vyučování je smysl této práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. L.KULE , F.Desort, Elektrická zařízení . Praha, 1976.
2. ČÁP, J . Psychologie výchovy a vyučování. Praha : UK, 1993.
3. Hrabal, V. a kol., Psychologické otázky motivace ve škole. Praha : SPN, 1989.
4. KLINDOVÁ, L.; RYBÁKOVÁ, E. Vývojová psychologie. Praha : SPN, 1981.
5. HRABAL, V.; LABČÍK, J. . Výuka elektrickému měření v laboratoři, Odborná výchova č. 8. Praha : SPN, 1978.
6. TŮMA, M. Metodika elektrotechnických cvičení. Bratislava : SPN, 1971.
7. OKOŇ, V. K základům problémového učení. Praha : SPN, 1976.
8. VÍTEČEK, E.; HOS, V. Elektrické měření. Praha : SPN, 1970.
9. SKALKOVÁ, J. Spolupráce pedagogické teorie a praxe. Praha : SPN, 1998.
10. MOJŽÍŠEK, L. Vyučovací metody. Praha : SPN, 1975.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Mz	Moment zátěže
M	Moment
Ω	Úhlová rychlost
β	Otáčková tvrdost
η	Účinnost
mA	Jednotka proudu A
PW	Výkon wattmetru
PP	Výkon
Rp	Vnitřní odpor cívky wattmetru
Pn	Výkon napěťové cívky wattmetru
W	Jednotka výkonu P

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Charakteristické průběhy hnacího momentu [1].....	13
Obr. 2 Schéma řídicího pracoviště [2]	15
Obr. 3 Měřicí pracoviště žáka	23
Obr. 4 Používané měřicí přístroje žáků k odstranění závad.....	24
Obr. 5 Hledání závady	25
Obr. 6 Připravené nasimulované závady.....	26
Obr. 7 Kontrola daného problému	27
Obr. 8 Slaboproudá laboratoř.....	28
Obr. 9 Měření korekcí.....	32
Obr. 10 Schéma zapojení voltmetru a ampérmetru se zátěží [15]	33
Obr. 11 Elektromagnetický wattmetr v obvodu [15]	34
Obr. 12 Měření izolačního stavu elektromotoru	36
Obr. 13 Schéma řídicího pracoviště [17]	39
Obr. 14 Řídicí pracoviště [16]	39