

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA PEDAGOGIKY A PSYCHOLOGIE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Miroslav V. Hospodářský

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA PEDAGOGIKY A PSYCHOLOGIE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vyučovací metody a jejich aplikace v podmínkách středního odborného školství

Autor: Bc. Miroslav V. Hospodářský

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Učitelství odborných předmětů

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc.

České Budějovice 2013

**UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA IN ČESKÉ BUDĚJOVICE
FACULTY OF EDUCATION
DEPARTMENT OF PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY**

BACHELOR'S THESIS

Teaching Methods and Their Application in Terms of Secondary Vocational Education

Author: Bc. Miroslav V. Hospodářský

Study Program: Specialization in Pedagogy

Field of Study: Teaching vocational subjects

Supervisor: Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc.

České Budějovice 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 písmeno b zákona číslo 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona číslo 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací *Theses.cz* provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu doc. RNDr. Vojtěchu Stachovi, CSc. za metodické vedení této práce a za cenné rady, podněty a připomínky, které přispěly ke zlepšení jejího obsahu.

Anotace

Tato práce se zaměřuje na rozbor a využití vyučovacích metod, včetně pojetí a třídění výukových cílů a problematiky motivace. Cílem práce je popis základních vyučovacích metod, příslušné materiální didaktické techniky a učebních pomůcek používaných na střední odborné škole při výuce elektrotechnických předmětů. V předkládané práci jsou rozebrány cíle a kompetence výuky elektrotechniky a dále popsána konstrukce výukových modulů a učebních úloh v předmětu elektrotechnická měření pro třetí a čtvrtý ročník oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika.

Klíčová slova

Vyučovací metoda, vyučovací proces, výukový cíl, taxonomie výukových cílů, motivace, didaktická technika, učební pomůcky, rámcový vzdělávací program, školní vzdělávací program, cílové odborné kompetence, dílčí odborné kompetence, výukový modul, modulová výuka.

Annotation

This work is focused on analysis and use of teaching methods, including sorting and approach to teaching goals and the issue of motivation. Aim of the work is characterization of basic teaching methods, appropriate material didactic technique and teaching aids used in secondary technical school in teaching of electrotechnical subjects. There are goals and competences in electrotechnics teaching analysed in this work and there is also structure of teaching moduls and tasks in the subject of electrotechnical measurements for the third and fourth year of the 26-41-M/01 Electrotechnics branch of study described there.

Key words

Teaching method, teaching process, teaching goal, taxonomy of teaching goals, motivation, didactic technique, teaching aids, general educational programme, school educational programme, goal professional competences, partial professional competences, teaching modul, modul education.

Obsah

1. Úvod	1
2. Teoretická část	2
2.1 Výukové metody a jejich charakteristika	2
2.1.1 Pojem výukové metody	2
2.1.2 Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky	2
2.1.3 Rozdělení výukových metod.....	4
2.1.3.1 Klasické metody.....	8
2.1.3.2 Aktivizující metody.....	12
2.2 Materiální didaktické prostředky využívané při výuce odborných předmětů	13
2.2.1 Efektivita přenosu informací.....	13
2.2.2 Rozdělení materiálních didaktických prostředků	15
2.2.2.1 Učební pomůcky	15
2.2.2.2 Technické výukové prostředky	16
2.2.3 Funkce materiálních didaktických prostředků	17
2.3 Pojetí cíle ve výchovně-vzdělávacím procesu.....	17
2.3.1 Funkce a význam výukových cílů	17
2.3.2 Struktura výukových cílů	18
2.3.3 Taxonomie výukových cílů.....	20
2.3.3.1 Taxonomie kognitivních (poznávacích) cílů	20
2.3.3.2 Taxonomie afektivních (postojových) cílů.....	31
2.3.3.3 Taxonomie psychomotorických (dovednostních) cílů	32
2.3.4 Požadavky na formulaci výukových cílů.....	34
2.4 Problematika motivace	35
3. Praktická část	37
3.1 Kompetence absolventa elektrotechniky na VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí.....	37
3.2 Uplatnění motivačních, exposičních a fixačních výukových metod ve výuce elektrotechnických předmětů na střední odborné škole	45
3.2 Metodika výuky předmětu Elektrotechnická měření	51
3.2.1 Školní vzdělávací program pro předmět Elektrotechnická měření	51
3.2.2 Učební plán oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika.....	53
3.2.3 Návrh struktury a obsahu výukových modulů	53
3.3 Didaktické prostředky využívané při výuce předmětu Elektrotechnická měření....	76

3.3.1 Didaktická technika	76
3.3.2 Vybrané učební pomůcky	85
3.3.3 Programové vybavení (software)	91
3.4 Konstrukce učebních úloh pro elektrotechnická měření	96
3.4.1 Předpoklady.....	96
3.4.2 Struktura měřicího protokolu	97
3.4.3 Elektrotechnická měření pro 3. ročník.....	98
3.4.4 Elektrotechnická měření pro 4. ročník.....	102
3.5 Příprava učitele na výuku	105
4. Závěr	106
5. Použitá literatura	108
6. Seznam obrázků a příloh.....	110
7. Přílohy.....	112
Příloha I: Učební plán oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika	112
Příloha II: Zadání měřicího protokolu č. 2 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika	114
Příloha III: Zadání měřicího protokolu č. 17 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika	119
Příloha IV: Zadání měřicího protokolu č. 19 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika	126
Příloha V: Zadání měřicího protokolu č. 26 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika	131
Příloha VI: Zadání měřicího protokolu č. 28 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika	136
Příloha VII: Zadání měřicího protokolu č. 37 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika	142
Příloha VIII: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření pro 3. ročník oboru Elektrotechnika	148
Příloha IX: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník oboru Elektrotechnika	150
Příloha X: Příklad přípravy na vyučovací hodinu předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník	152

1. Úvod

Předkládaná práce se primárně zabývá základními druhy vyučovacích metod a jejich aplikací ve výuce elektrotechnických předmětů na střední odborné škole. Celá práce je tématicky rozdělena na dvě části, a to na část teoretickou a část praktickou.

V teoretické části jsou rozpracovány jednotlivé vyučovací metody tak, jak je sám autor využívá při výuce odborných elektrotechnických předmětů na svém pracovišti.¹ Dále zde autor rozebírá využívanou didaktickou techniku a problematiku cílů a kompetencí výuky v oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika a motivace žáků.

Praktická část práce je zaměřena na konkrétní využití vybraných vyučovacích metod spolu s popisem využívané didaktické techniky a pomůcek. Je zde vysvětlen smysl modulové výuky, která je zavedena a dlouhodobě využívána na autorově pracovišti. Představena je též konstrukce učebních úloh pro předmět Elektrotechnická měření, který je vyučován ve třetím a čtvrtém ročníku oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika.

¹ Míněna je zde Vyšší odborná škola, střední škola, centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421. Oficiální stránky <http://www.copsu.cz>.

2. Teoretická část

2.1 Výukové metody a jejich charakteristika

2.1.1 Pojem výukové metody

Pojem výuková metoda pochází původně z řeckého sousloví *meta hodos*, které značí cestu či postup k určitému cíli. Výukové metody patří mezi elementární součást školní didaktiky. Obecně ji chápeme jako systematickou posloupnost činností směřující k dosažení určitého, předem stanoveného cíle. Přesněji lze vyučovací metodu charakterizovat podle didaktika Josefa Maňáka² jako koordinovaný systém vyučovacích činností učitele a učebních aktivit žáka, který je zaměřen na dosažení učitelem stanovených a žáky akceptovaných výukových cílů.

Vzájemná komunikace učitele a žáka je ve vyučovacím procesu realizována především prostřednictvím vyučovacích metod. Podle docenta Zdeňka Kalhous³ ji chápeme jako vzájemnou spolupráci, v níž učitel akceptuje psychologické, sociální a somatické individuální zvláštnosti žáka a žák, převážně na základě svých osobních svobodných aktivit, se ztotožňuje se stanoveným výukovým cílem. Na základě těchto předpokladů společně ve výuce pracují na naplnění tohoto cíle.

2.1.2 Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky

Výuka se řadí mezi tzv. institucionalizované formy výchovy. Je pro ni typické, že se odehrává ve školním prostředí a má formu systematického a cílevědomého vzdělávání dětí, dospívajících i dospělých jedinců. Autoři Průcha, Walterová a Mareš⁴ chápou výuku jako systém zahrnující proces vyučování, cíle výuky, obsah výuky, podmínky, determinanty a prostředky výuky, typy výuky a výsledky výuky.

Škola se typicky řadí mezi konzervativní instituce, mající tendenci uchovávat osvědčené a zavedené způsoby práce. Zároveň se však škola musí přizpůsobovat okolnímu světu a zejména prudkému rozvoji technologií (zejména informačních) v posledních

² Maňák, J.: *Nárys didaktiky*. Brno, PedF MU 1990.

³ Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, str. 307.

⁴ Průcha, J.; Walterová, E.; Mareš, J.: *Pedagogický slovník*. Praha, Portál 2003.

desetiletích. Celosvětově se ukazuje, že využívání čistě tradičních vyučovacích metod selhává. Všeobecně jsou uváděny zejména tyto dva vážné otevřené problémy našich škol (myšleno v ČR):

1. Totální a rostoucí oddělení pedagogicko-psychologické teorie a školní praxe, které se nezdá být zmírněno postupným přizpůsobováním školní legislativy návrhům z výzkumu.
2. Četné předmětové a oborové návrhy na poli osnov (kurikula) přicházející od oborových specialistů, ovšem při absenci komplexního projektu, což ve škole vytváří znepokojivou nerovnováhu.

Do *transmisivního (tradičního) pojetí výuky* se řadí zejména tyto výukové metody:

1. Výuková koncepce dogmatická – v této koncepci probíhá výuka předáváním hotových poznatků; je to styl výuky typicky používaný na středověkých univerzitách.
2. Výuková koncepce slovně-názorná – poprvé ji zavádí J. A. Komenský v rámci své koncepce sensualismu (snahy využívat při výuce žáků co nejvíce poznávacích smyslů).
3. Výuková koncepce slovně-reprodukční – byla zavedena německým pedagogem J. F. Herbartem; je založená na výkladu učitele a pamětním osvojování a memorování bez nutného předchozího porozumění předaných poznatků žáky.

Konstruktivistické (konstruktivní) pojetí výuky se rozvíjí zhruba od začátku 20. století a zahrnuje zejména problémovou koncepci výuky Johna Deweyho, nebo rozvíjející výuku J. Piageta atd. Jak konstatuje J. Skalková⁵, tradiční výuka založená na osvojování velkého objemu hotových vědomostí a dovedností není v moderní době dostačující, neboť zde chybí příprava na řešení životních problémů.

Konstruktivismus pojímá učení žáků jako aktivní, záměrný a sociální proces konstruování poznatků z předložených informací a navozených zkušeností. Předkládané informace a navozené zkušenosti jsou jednotlivými žáky zpracovány různým způsobem a jsou ovlivněny jejich emočním vyladěním, názory i předchozími zkušenostmi. Z uvedeného vyplývá, že vhodnými výukovými metodami jsou zde tzv. metody aktivizu-

⁵ Skalková, J.: *Aktivita žáků ve vyučování*. Praha, SPN 1971.

jící, jako jsou dialog, diskuse, projektová výuka, brainstorming, skupinová a kooperativní výuka, výuka podporovaná počítačem, didaktické hry aj.

Jak uvádí autoři Pavel Pecina a Lucie Zormanová⁶, ačkoli je pedagogický konstruktivismus v současné době dosti populární, má i své kritiky, kteří poukazují zejména na jeho nízkou efektivitu pro získávání uceleného systému poznatků. Proto se uvádí, že je lepší v rozumné míře obě pojetí (transmisivní a konstruktivistické) vzájemně kombinovat, než upřednostňovat jedno pojetí na úkor druhého.

2.1.3 Rozdělení výukových metod

V pedagogické literatuře se setkáváme běžně s více způsoby rozdělení výukových metod. Doposud není vytvořena jednotná klasifikace; základní příčinou se jeví být obecná mnohotvárnost vyučovacího procesu a jeho obecně obtížný popis. Tudíž různí autoři upřednostňují rozdílná hlediska. Např. Jan Ámos Komenský⁷ upřednostňuje hledisko charakteru učební látky a rozlišuje výukové metody analytické a syntetické. Stanislav Vrána⁸ vyzdvihuje hledisko počtu vyučovaných žáků a rozeznává výukové metody hromadné, skupinové, individuální a individualizované. Universitní profesor Ondřej Pavlík⁹ upřednostňuje hledisko logického postupu výuky a rozlišuje výukové metody analytické, syntetické, induktivní, deduktivní a genetické. Naopak didaktik Lubomír Mojžíšek¹⁰ se drží dělení z hlediska fází výukového procesu na výukové metody motivační, expositivní, fixační, diagnostické a aplikační. I v současné době velmi často používané rozdělení výukových metod je hierarchie zavedená sovětským didaktikem Isaakem Jakovlevičem Lernerem¹¹, který rozdělil výukové metody podle stupně aktivity a heurističnosti (výzkumné složky) výukového procesu na metody informačně-receptivní, reproduktivní, problémového výkladu, heuristické a výzkumné. Vidíme, že možných hledisek rozdělení výukových metod je mnoho. V současné době se za obecně přijímaná kritéria rozdělení výukových metod považují¹²:

1. Počet žáků.
2. Logický postup, který volí učitel při výkladu učiva.

⁶ Pecina, P.; Zormanová, L.: *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a v praxi*. Brno, PedF MU 2009.

⁷ Komenský, J. A.: *Didaktika velká*. Brno, Komenium 1948.

⁸ Vrána, S.: *Učebné metody*. Praha/Brno, Dědictví Komenského 1938.

⁹ Pavlík, O.: *Didaktika*. Bratislava, Štátne nakladateľstvo 1949.

¹⁰ Mojžíšek, L.: *Vyučovací metody*. Praha, SPN 1975.

¹¹ Lerner, I. J.: *Didaktické základy metod výuky*. Praha, SPN 1986.

¹² Nelešovská, A.; Spáčilová, H.: *Didaktika III*. Olomouc, PedF UP 1999.

3. Charakter zdroje poznatků.
4. Psychické zřetele utváření vědomostí, dovedností, postojů, návyků, emotivních a volních vlastností.
5. Míra vedení a samostatnosti žáků.
6. Perspektivy výuky.
7. Charakter prací učitele a žáka.
8. Výchovné cíle a úkoly.
9. Obsahové a metodické zřetele.

Pro komplexní klasifikaci základních skupin výukových metod využijeme následujícího třídění:

1. Výukové metody z hlediska zdrojů poznání a typu poznatků (aspekt didaktický)

- a. *Slovní metody*** – tyto metody jsou nejvíce používané, jsou nejvšestrannější, efektivní, rychlé, podmínkou je dobrá úroveň řeči učitele, nesmí dojít k pouhému verbalismu, musíme se vyvarovat parazitních („vycpávkových“) slov.
 - i. *monologické metody* – těžiště aktivity je na učiteli (pouze při referátu je na žákovi); patří sem popis, vysvětlování, vyprávění, přednáška aj.;
 - ii. *dialogické metody* – jejich základem je aktivní zapojení žáků do osvojování učiva prostřednictvím rozhovoru řízeného učitelem; patří sem rozhovor, dialog, diskuse, debata, dramatizace aj.;
 - iii. *práce s knihou (učebnicí)* – řadí se mezi jednu z nejstarších výukových metod;
 - iv. *písemné práce* – patří sem různá písemná cvičení, referáty, elaboráty, protokoly, komposice aj.
- b. *Názorně-demonstrační metody*** – umožňují na základě přímého pozorování předváděného předmětu nebo jevu poznávat bezprostředně jeho nejdůležitější vlastnosti. Tyto metody velmi dobře doplňují metody slovní.
 - i. *pozorování předmětů a jevů* – řadí se sem i exkurse;
 - ii. *předvádění* – předmětů, modelů, pokusů, činností;
 - iii. *demonstrace statických obrazů* – výukové obrazy, demonstrační fotografie;
 - iv. *projekce statická a dynamická* – kupř. projekce transparentů (fólií), dia-positivů, diafilmů, diafonů, videoprojekce.

c. **Metody praktické** – jde o soubor postupů, které podporují žákovy činnosti vedoucí k osvojení psychomotorických dovedností a k tvorbě materiálních produktů. Tyto metody jsou velmi užívané při výuce odborných předmětů.

- i. *nácvik pohybových a pracovních dovedností* – žáci jej provádí metodou napodobování (imitace);
- ii. *práce žáků v laboratořích* – řadíme sem manipulování, laborování a experimentování;
- iii. *pracovní činnosti ve školních dílnách a na pozemku* – žáci si vytvářejí (osvojují si) postupně příslušné praktické dovednosti;
- iv. *grafické a výtvarné práce žáků* – jedná se o produkční metody; vzniká při nich určitý reálný produkt, výkon, výtvar či výstup; těmito metodami se nacvičují různé pohybové dovednosti, výkony jemné motoriky.

2. Výukové metody z hlediska aktivity a samostatnosti žáků (aspekt psychologický)

a. **Metody sdělovací.**

b. **Metody samostatné práce žáků.**

c. **Metody badatelské a výzkumné.**

3. Výukové metody z hlediska myšlenkových operací (aspekt logický)

a. **Metoda porovnávací** – vychází se z porovnávání (komparace) dvou celků, jevů či případů, kdy se hledají prvky společné a rozdílné.

b. **Metoda analyticko-syntetická** – na základě rozložení celku na jeho části jsou zkoumány podstatné vztahy. Ty se shrnou do všeobecného pojmu, principu, zákona apod.

c. **Metoda induktivní** – vychází z konkrétních jednotlivostí a na základě analýsy shodných znaků jsou zformulovány všeobecné pojmy, principy, zákony aj.

d. **Metoda deduktivní** – vychází ze všeobecného pojmu, principu, zákona aj., z kterého se odvozují jednotlivé konkrétní případy.

4. Výukové metody podle převažující pracovní činnosti (aspekt psychologický)

a. **Metody motivace učebně-poznávací činnosti žáka:**

- i. *metody využívající vnitřní motivaci žáků* – vycházejí z vnitřních potřeb žáka; charakteristická je zajímavost, přitažlivost a vnitřní atmosféra vyučovacích hodin;

- ii. *metody využívající vnější motivace žáků* – využívanými prostředky jsou zejména trest, povinnost, zodpovědnost.

b. Metody realizace učebně-poznávací činnosti žáka:

- i. *metoda informačně-receptivní* – učitel prezentuje informace, organizuje činnosti. Žáci se snaží o jejich pochopení a zapamatování;
 - ii. *metoda reproduktivní* – učitel konstruuje učební úlohy na reprodukování poznatků, řídí a kontroluje plnění těchto úloh. Žáci řeší tyto typové úlohy, čímž reprodukují, aktualizují a zapamatovávají si získané poznatky;
 - iii. *metoda problémového výkladu* – učitel vytýčí problém, postupně objasňuje jednotlivé kroky při jejich řešení, podněcuje a usměrňuje žáky. Žáci musí pochopit problém, přijímají poznatky, soustředí se na jednotlivé kroky řešení. Zapamatování je převážně nezáměrné;
 - iv. *metoda heuristická* – učitel vytýčí problém, plánuje kroky řešení, postupně vytváří etapové problémové situace, řídí a usměrňuje činnost žáků. Žáci musí pochopit úkol a podmínky řešení; je zde postupné, převážně samostatné řešení, sebekontrola, ověření a hodnocení výsledků. Opět převažuje nezáměrné zapamatování;
 - v. *metoda výzkumná* – učitel vybírá vhodné učební úlohy a kontroluje průběh řešení. Žáci musí problém pochopit, samostatně studují literaturu, sami si vytvářejí plán řešení, provádějí sebekontrolu v průběhu řešení, zdůvodňují výsledky. Je zde převaha nezáměrného zapamatování.
- c. Metody kontroly učebně-poznávací činnosti žáka** – např. samostatný referát, vypracování měřicí zprávy (elaborátu, protokolu) apod.

5. Výukové metody z hlediska fází vyučovacího procesu (aspekt procesuální)

- a. Metody motivační.**
- b. Metody expositivní.**
- c. Metody fixační.**
- d. Metody diagnostické.**
- e. Metody aplikační.**

6. **Výukové metody z hlediska výukových forem a prostředků (aspekt organizační)**
 - a. *Kombinace metod s vyučovacími formami.*
 - b. *Kombinace metod s vyučovacími pomůckami.*
7. **Výukové metody aktivizující (aspekt interaktivní)** – tyto metody podporují samostatnou a tvořivou činnost žáků, uplatňuje se zde problémový a heuristický přístup k učivu, podporují myšlení a podněcují zájem o učení.
 - a. *Diskusní metody* – řadíme sem diskusi, brainstorming, Sókratovskou metodu.
 - b. *Situační metody* – vychází z konkrétní situace, z reálných případů ze života či praxe, využívá se kupř. při osvojování správného rozhodování ve složitých případech a v neobvyklých situacích.
 - c. *Insenační metody* – jsou podobné didaktickým hrám i situačním metodám. Podstatou je proces sociálního učení aplikovaný v modelových situacích, kde jsou žáci aktéry těchto situací.
 - d. *Didaktické hry* – zvláštní typ aktivity, kde jde o svobodně zvolenou aktivitu, která nesleduje žádný konkrétní cíl či účel, ale má hodnotu ve své podstatě, sama o sobě, působí na mentální a citové vlastnosti aktérů.
 - e. *Specifické metody* – patří sem zejména metoda heuristická („objevná“). Její základ je v podpoře samostatnosti, tvůrčího myšlení, schopnosti objevovat a poznávat. Učitel žákům poznatky nesděluje přímo, ale vede je k tomu, aby je žáci objevili samostatně.

2.1.3.1 Klasické metody

1. **Metody slovní** – patří mezi nejvšestrannější a nejčastěji využívané metody. Mají nezastupitelnou pozici, poněvadž slovní výklad se vyznačuje velmi efektivním a rychlým přenosem předávaných informací. Přesto slovní metody mají svá úskalí, zejména přemíra jejich využívání vede často k přemíře verbalismu a formalismu. Žáci poté mají sklon si zapamatovat pojmy a definice bez jejich náležitého pochopení. Pro učitele je tedy důležité, aby průběžně kontroloval pochopení učiva žáky. Dále je neméně podstatné, aby učitel (a to zejména odborných předmětů) používal zavedené pojmosloví vyučovaného předmětu a žákům tyto pojmy náležitě vysvětlil. Pro výuku

odborných předmětů je velmi vhodné kombinovat slovní metody s metodami slovně-názornými, aby nedocházelo ke vzniku výše uvedeného formalismu a verbalismu.

a. Slovní metody monologické

- i. *Vysvětlování* – používá se v situacích, kdy se učitel nemůže opřít o předchozí zkušenosti žáků. Vhodné je jej využívat zejména u metody problémového výkladu a metody heuristické. Učitel vyprávěním zprostředkovává žákům určitý děj, zkušenosti, poznatky, popisuje určité zážitky. U žáků se počítá s vnitřní aktivitou, vyšší úroveň myšlení, zejména analýza a zobecňování. Vysvětlování plní především poznávací a motivační funkce.
- ii. *Přednáška* – klasická přednáška je složena ze tří částí, a to z úvodu (seznámení s problematikou, úvodní motivace žáků), výkladu (rozbor řešené problematiky) a závěru (shrnutí nosných myšlének tématu). Přednáška je z monologických slovních metod nejnáročnější z hlediska požadavků na žáky. Doporučuje se ji používat pouze u starších žáků (studenti vysokých škol a vyšší ročníky středních škol a gymnasií). Od učitele přednáška vyžaduje ucelený projev, bezchybný z hlediska slovního vyjadřování a projevu a schopnost koncentrace ze strany žáků.
- iii. *Vyprávění* – jedná se o nejstarší výukovou metodu zprostředkovávající vědomosti výpravným, citově zabarveným způsobem. Vyprávění zprostředkovává určitý děj, zážitky, zkušenosti a poznatky. Charakteristickými rysy jsou emocionálnost, přístupnost, rozvíjení představivosti, konkrétnost. Metoda je vhodná spíše pro literární a dějepisné učivo, především na základní škole.
- iv. *Instruktaž* – učitel pomocí instruktáže představuje žákům v slovní či písemné podobě určitý objekt a způsob činnosti s ním. V principu se jedná o teoretický úvod před praktickou činností.
- v. *Referát* – referát je zvláštní případ přednášky, kdy žák zpracovává vymezený úsek učiva, nebo obohacuje výuku o zkušenosti, znalosti a dovednosti z okruhu svého zájmu.

b. Slovní metody dialogické – tyto metody se vyznačují rozdělením komunikační aktivity mezi učitele a žáky, případně mezi žáky navzájem. Dialogické metody rozvíjejí komunikační dovednosti žáků a obecně podporují rozvoj poznávacích schopností. Poskytují příležitost, aby žáci využívali naučené poznatky při řešení

komplexních problémů. Jak uvádí Z. Kalhous¹³, je třeba při realizaci dialogických metod mít na zřeteli tři faktory, které vystihují podstatu dialogu:

- Dialog je zaměřen na zcela určitý cíl, k němuž směřuje společná činnost všech účastníků dialogu.
 - V dialogu dochází ke vzájemnému ovlivňování účastníků – nejen jejich znalostí, ale i jejich postojů a také k osvojení si schopnosti vést dialog (vyslechnout protějšek, neskákat do řeči apod.).
 - V dialogickém dění se na jedné straně vytvářejí a přetvářejí vzájemné vztahy mezi účastníky, na druhé straně se v něm vzájemné vztahy mezi účastníky odrážejí.
- i. Rozhovor* – jeho podstata tkví ve střídání otázek a odpovědí všech zúčastněných, tj. učitele a žáků. Formou otázek a odpovědí se osvětluje vytčená problematika a žáci jsou vedeni k získání nových poznatků. Je důležité, aby jednostranně nepřevládal určitý charakter otázek, např. otázky směřující k mechanické reprodukci učiva či otázky vyžadující pouze jednoslovné odpovědi. Z hlediska didaktiky je důležité využívat široké spektrum otázek (otázky motivační, expositivní, fixační, diagnostické), jedině tak je zaručeno komplexní plnění stanovených výukových cílů. Smysluplný rozhovor předpokládá společně přijaté téma, vhodnou atmosféru a připravenost jak učitele, tak i žáků.
- ii. Dialog* – bývá považován za rozvinutější formu rozhovoru. Žák vede se svým protějškem (učitel, spolužáci) zevrubné a systematicky uspořádané rozhovory. Výsledkem jsou poznatky o vlastní osobě nebo o vztahu k okolnímu světu.
- iii. Diskuse* – jedná se o plně rozvinutý rozhovor či dialog. Metoda předpokládá u všech zúčastněných dobrou přípravu a osvojení si určité sumy poznatků. Diskuse posiluje u žáků dovednost práce v týmu, vzájemnou komunikaci, posiluje sociální vazby mezi učitelem a žáky a mezi žáky navzájem. Velmi podstatně rozvíjí rozumové schopnosti žáků, neboť je učí se rozhodovat, argumentovat, kriticky hodnotit a obhajovat své názory.
- iv. Dramatizace* – podstatou je názorné předvedení události či děje. Metoda je vhodná pro rozvíjení tvořivosti žáků, jejich celkové psychické uvolnění, navození vhodné atmosféry a posílení sociálních vazeb ve třídě.

¹³ Kalhous, Z.: *Výukové metody*. In: Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, str. 320.

- v. *Sókratovská metoda* – zvláštní typ pedagogického dialogu. Modelem jsou zde dialogy, které Sókratés vedl s athénskými občany (zaznamenané Platónem). V těchto dialozích zaujímá učitel vždy vedoucí roli. Otázkami, poznámkami a poukazy na rozporné body se učitel snaží dosáhnout u žáka produktivní nejistoty a tak jej dovést k poznatku. Předpokladem úspěchu této metody jsou předchozí vědomosti žáků. Obsah otázek a posloupnost jejich kladení je třeba předem důkladně promyslet, přičemž vytčený problém nesmí být nad síly žáka.
- vi. *Heuristická metoda* – žák je veden učitelovou otázkou k samostatnému řešení problému a využívá při tom výzkumné poznávací techniky, tzn., že pozoruje objekt svého zájmu, jeho vlastnosti, porovnává, hodnotí, proměřuje, dokumentuje, objevuje a kriticky hodnotí nové poznatky. Na konci odpovídá na učitelovu otázku. Tato metoda je vhodná pro aktivizaci téměř všech žáků, je vyhovující jak pro žáky nadané, tak i pro žáky méně nadané. Učitel zde plní roli organizátora. Určitou nevýhodou je větší časová náročnost metody.
- 2. Metody písemných prací** – jsou častým doplňkem metod slovních. Ne vždy jsou tyto metody všemi žáky oblíbené, někteří z nich mají problém s písemným vyjadřováním. Přesto je třeba, aby učitel metody písemných prací využíval. Speciální skupinou jsou domácí písemné práce (domácí úkoly), které umožňují učiteli ověřovat míru pochopení vyučovaného problému u každého žáka zvlášť.
- 3. Metody práce s učebnicí a knihou** – jedná se o jednu z nejstarších metod, která má přesto i v moderní výuce své nezastupitelné místo. Zdrojem poznání je zde tištěné slovo v učebnici, encyklopedii, odborné příručce, tabulkách, Internetu. Úkolem učitele je postupně rozvíjet čtenářskou a informační gramotnost žáků a pěstování jejich schopnosti dělat si samostatné výpisky ze studijní literatury a naučit se vyhledávat informace v klasických knihovnách i internetových médiích.
- 4. Metody názorně-demonstrační** – tyto metody se opírají o přímý názor a jsou důležité zejména v počáteční fázi poznávání, které je založeno na prožitcích a vjemech. Lze je používat různě modifikované, v závislosti na obsahu vyučované látky. V moderní době jejich význam vzrůstá s tím, jak se postupně rozšiřují možnosti moderní didaktické techniky (především techniky audiovizuální). Význam těchto metod vystihl již J. A. Komenský ve svém zlatém pravidle, kde tvrdil: „Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všechno bylo předváděno všem smyslům, kolika možno, totiž věci viditelné zraku, slyšitelné sluchu, vonné čichu, chutnatelné chuti a hmata-

telné hmatu; a může-li něco býti vnímáno najednou více smysly, budiž to předváděno více smyslům.“¹⁴

5. **Metody praktické** – jsou založeny na praktické činnosti žáků, přímém styku žáků s předměty a manipulaci s nimi. Jsou velmi rozšířeny především ve výuce odborných předmětů na středních a vysokých školách. Obecně jsou hodně náročné na přípravu učitele, pokud jsou však dobře zvládnuty, mají velký didaktický účinek.

2.1.3.2 Aktivizující metody

1. **Didaktické hry** – rozumí se jimi více variant tzv. řízených her. Patří sem např. situační metoda, kdy učitel popíše kupř. situaci výroby určitého výrobku a žáci posléze kladou dotazy; nakonec následuje společné řešení určité situace. Mezi didaktické hry patří i brainstorming. Některé z metod didaktických her:

- a. **Brainstorming („myšlenková smršť“)** – princip metody byl poprvé popsán roku 1953 psychologem Alexem Faickneyem Osbornem¹⁵. Metoda je založena na vědomé produkci většího počtu nápadů, včetně nápadů tzv. divokých. Jednotlivé nápady se nesmí zesměšňovat, ani kritizovat. Po skončení fáze generování nápadů následuje analytická fáze, kdy se jednotlivé nápady analyzují a hledá se nejvhodnější řešení problému.

- b. **Funkční asociace** – hledání různých funkcí výrobků.

- c. **Řešení rozporů, problémů výměnou rozdílných názorů, logickou argumentací.**

- d. **Domýšlení nedokončených příběhů** – otevřený začátek, střed či konec příběhu.

2. **Participativní metody** – principem je participace, tedy osobní zúčastněnost, žáků v učebních aktivitách. Velký důraz je kladen na předvádění, neboli exteriorizaci skrytých projevů učební aktivity na projevy odkryté, zjevné. Mezi participativní metody bývají řazeny zejména¹⁶:

- a. **dialog v plénu skupiny;**

- b. **simulovaný dialog;**

- c. **dialog založený na písemných otázkách;**

- d. **dialog v kruhu;**

¹⁴ Komenský, J. A.: *Didaktika velká*. Brno, Komenium 1948, kap. XX.

¹⁵ Osborn, A. F.: *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New York, Charles Scribner's Sons 1953, 1. vyd. (2. rev. vyd. 1957, 3. rev. vyd. 1963).

¹⁶ Kalhous, Z.: *Výukové metody*. In: Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, str. 324 – 325.

- e. situační a případové metody;*
- f. inscenační metody (metody hraní rolí);*
- g. brainstormingové metody.*

3. Metody simulační a situační (případové) – simulace představuje zjednodušené představení určitého reálného problému. Simulace umožňuje žákům si vyzkoušet různé možnosti řešení reálných problémů a tato řešení následně analyzovat. Simulační metody a simulační počítačové programy jsou velmi rozšířeny ve výuce odborných předmětů (simulace chování elektronických obvodů a součástek, matematické a fyzikální simulace apod.). Situační metody jsou založeny na řešení modelových situací, které jsou vybírány z různých oblastí života. Žáci se učí řešit konflikty, tlumit emoce, učí se asertivnímu chování apod.

2.2 Materiální didaktické prostředky využívané při výuce odborných předmětů

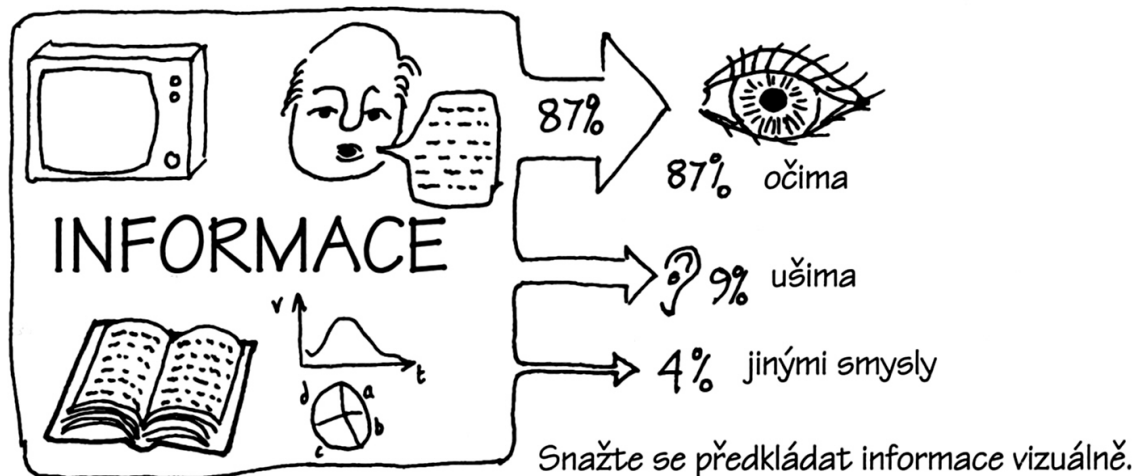
2.2.1 Efektivita přenosu informací

Při výuce bývá nejčastěji používán verbální komunikační kanál. Ukazuje se však, že bývá efektivnější využívat kanál zrakový. Jak uvádí O. Obst¹⁷, člověk získává 80 % informací zrakem, 12 % informací sluchem, 5 % informací hmatem a 3 % ostatními smysly. G. Petty¹⁸ uvádí podobný výzkum, kde byly zjištěny mírně odlišné údaje, a to, že člověk získává 87 % informací zrakem, 9 % informací sluchem a 4 % jinými smysly. Obecně nám nejde o přesný počet procent pro ten který smysl, ale o vzájemný poměr hodnot. Z tohoto porovnání vyplývá, že bychom žákům měli předávat informace zejména s využitím vizuálních pomůcek. Jak uvádí opět autor O. Obst¹⁹, nejsou v tradiční škole tyto skutečnosti náležitě doceňovány a zapojení smyslů je zhruba následující: 12 % informací je získáváno zrakově, 80 % sluchem, 5 % hmatem a 3 % ostatními smysly.

¹⁷ Obst, O.: *Materiální didaktické prostředky*. In: Kalhous, Z.; Obst, O. et al.: *Školní didaktika*. Praha, Portál, 2009, str. 337.

¹⁸ Petty, G.: *Moderní vyučování*. Praha, Portál 1996, str. 271.

¹⁹ Obst, O.: *Materiální didaktické prostředky*. In: Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál, 2009, str. 337.



Obr. 1. Průměrné zapojení smyslů při výukovém procesu²⁰

Hlavní výhody vizuálních pomůcek:

- *Upoutávají pozornost* – pro žáka je obtížnější ignorovat nový obrázek na plátně projektoru, než ignorovat novou větu výkladu. Zároveň hledí-li žák na vizuální pomůcku, není jeho pozornost odváděna jinými zrakovými podněty.
- *Přinášejí změnu* – vizuální pomůcky v převážné míře přinášejí do výuky změnu a vzbuzují zájem žáků.
- *Napomáhají konceptualizaci* – hlavní výhodou všech vizuálních pomůcek je to, že velmi usnadňují chápání i poměrně obtížných pojmů.
- *Jsou snáze zapamatovatelné* – bylo zjištěno, že většina lidí si lépe pamatuje vizuální informaci než informaci verbální.
- *Jsou projevem zájmu učitele o výuku* – když si učitel dá záležet na přípravě kvalitních vizuálních pomůcek, tak to žáci ocení.

²⁰ Obrázek je převzat z knihy: Petty, G.: *Moderní vyučování*. Praha, Portál 1996, str. 271.

2.2.2 Rozdělení materiálních didaktických prostředků²¹

2.2.2.1 Učební pomůcky

1) Originální předměty a reálné skutečnosti

- a) *přírodniny* – buď v původním stavu (minerály, rostliny), nebo upravené (vycpaniny, lihové preparáty);
- b) *výtvary a výrobky* – vzorky výrobků, přístroje, umělecká díla;
- c) *jevy a děje* – fyzikální, chemické, biologické aj.

2) Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností

- a) *modely* – statické, funkční (dynamické), stavebnicové;
- b) *zobrazení* – presentovaná přímo (výukové obrazy, fotografie, mapy), či presentované pomocí didaktické techniky (statická a dynamická zobrazení);
- c) *zvukové záznamy* – mechanické, magnetické, optické.

3) Textové pomůcky

- a) *učebnice* – buď klasické, nebo programované;
- b) *pracovní materiály* – pracovní sešity, studijní návody, sbírky úloh, tabulky, atlasy;
- c) *doplňková a pomocná literatura* – časopisy, encyklopedie.

4) Pořady a programy presentované didaktickou technikou

- a) *pořady* – diafonové, televizní, rozhlasové;
- b) *programy* – pro vyučovací stroje, výukové soustavy či počítače.

5) Speciální pomůcky

- a) *žakovské experimentální soustavy*;
- b) *pomůcky pro tělesnou výchovu*.

²¹ V následujícím textu je provedeno rozdělení pouze na učební pomůcky a technické výukové prostředky; další kategorie materiálních didaktických prostředků jsou záměrně vypuštěny. Podrobnější rozdělení lze nalézt např. v knize: Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, 2. vyd., ISBN 978-80-7367-571-4, str. 337 – 345.

2.2.2.2 Technické výukové prostředky

1) *Auditivní (zvuková) technika*

- a) *gramofon;*
- b) *magnetofon (kotoučový či kazetový);*
- c) *přehrávač kompaktních desek (CD) a digitálních videodisků (DVD);*
- d) *školní rozhlas;*
- e) *sluchátková souprava.*

2) *Vizuální (obrazová) technika*

- a) *diaprojektor (pro projekci diapositivů a diafilmů);*
- b) *zpětný projektor (promítání fólií, ev. s LCD panelem pro promítání obrazu na monitoru připojeného počítače);*
- c) *epidiaskop, episkop (promítání předloh na neprůsvitných materiálech, zejména papíře);*
- d) *datový projektor.*

3) *Audiovizuální (zvukově-obrazová) technika*

- a) *diaprojektor se synchronizovaným magnetofonem (pro projekci diafonů);*
- b) *filmové projektory (filmy 16 mm, 8 mm, kazetové smyčky);*
- c) *magnetoskopy (videomagnetofony systému VHS);*
- d) *videotechnika, televizní technika;*
- e) *multimediální systémy na bázi počítačů.*

4) *Technika řídicí a hodnotící*

- a) *zpětnovazební systémy (hlasovací systémy);*
- b) *výukové počítačové systémy;*
- c) *osobní počítače;*
- d) *trenažéry.*

2.2.3 Funkce materiálních didaktických prostředků

J. Geschwinder²² uvádí ve své knize následující funkce materiálních didaktických prostředků ve výuce:

- 1) **Funkce základní** – funkce informační, funkce formativní, funkce instrumentální.
- 2) **Funkce didaktické** – plnění zásady názornosti a možnost vícekanalového vnímání informací²³, funkce motivační a stimulační, funkce racionalizační, a to jak ve vztahu k učiteli, tak ve vztahu k žákům, funkce zpevňovací nově získaných informací jejich přiměřeným opakováním, funkce systematizační, tzn., že obsah je v programu uspořádán tak, že dochází k jeho začleňování do soustavy dříve získaných poznatků, funkce kontrolní a řídicí.
- 3) **Funkce ergonomické a řídicí** – snižování podílu neproduktivních časů učitele i žáků, objektivizace zpětné vazby, zpětnovazebních informací a plné využití pro řízení výuky, individualizace regulací vlastního tempa učení podle stupně dispozic i okamžitého stavu psychiky.

2.3 Pojetí cíle ve výchovně-vzdělávacím procesu

2.3.1 Funkce a význam výukových cílů

Cíl se obvykle definuje jako žádoucí změna osobnosti v rovině vzdělávací (získání a upevnění nových poznatků), výchovné (změna postojů) a dovednostní (praktická činnost).

Jak uvádí Z. Kalhous²⁴: „Výukový cíl chápeme jako představu o kvalitativních i kvantitativních změnách u jednotlivých žáků v oblasti kognitivní, afektivní a psychomotorické, kterých má být dosaženo ve stanoveném čase v procesu výuky. Objektivním podkladem pro stanovení výukových cílů pro jednotlivé vyučovací hodiny je schopnost učitele analyzovat učivo a respektovat přitom výsledky pedagogicko-psychologické diagnostiky třídy (jednotlivých žáků).“

²² Geschwinder, J.: *Technologie vzdělávání*. Olomouc, PedF UP 1994.

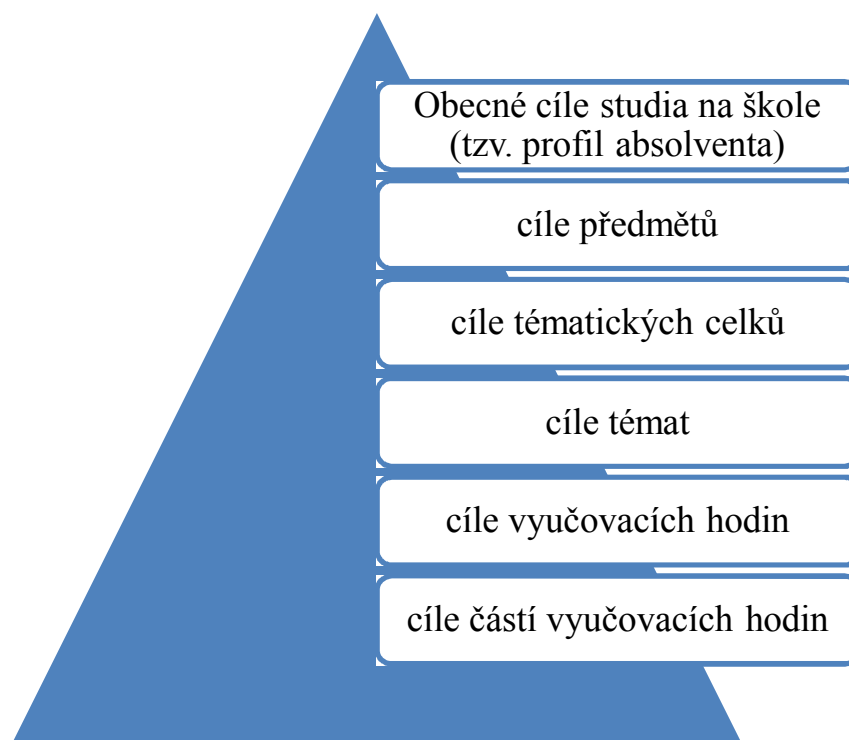
²³ Nutnost předvádění tolika smyslům, kolika jen je možné, připomíná již J. A. Komenský ve svém zlatém pravidle didaktiky (teorie sensualismu).

²⁴ Kalhous, Z.: *Výukové cíle a jejich taxonomie*. In: Kalhous, Z.; Obst, O. et al.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, str. 274.

J. Skalková²⁵ upozorňuje, že výukové cíle nejsou jenom perspektivním programem činnosti učitele, ale mají i významnou usměrňující a motivující roli v činnosti žáků zvláště tehdy, je-li výuka založena na jejich aktivitě a samostatné práci. Za předpokladu, že je žáci vnitřně přijímají a ztotožňují se s nimi, plní výukové cíle významnou regulační roli v jejich učebních činnostech. Cíle dávají výuce řád, pomáhají zvolit přiměřené metody vyučování i hodnocení.

2.3.2 Struktura výukových cílů

Z hlediska hierarchie se výukové cíle dají rozdělit na dílčí skupiny podle následujícího obrázku.



Obr. 2. Naznačení hierarchie výukových cílů

²⁵ Skalková, J.: *Za novou kvalitu vyučování*. Brno, Paido 1995, str. 66 – 69.

Z hlediska uplatnění výukových cílů při praktické činnosti učitele se obvykle provádí členění výukových cílů na tři skupiny podle jejich zaměření:

- 1) **Výukové cíle kognitivní (poznávací)** – jsou zaměřeny na kognitivní (poznávací) oblast osobnosti žáků. Učitel pomocí nich stanovuje, co a jakým způsobem se má žák naučit. Učitel si musí předem rozmyslet, zda např. stačí pouhá reprodukce určité definice, vztahu či zákona, či je nutno tento vztah umět vysvětlit a prakticky použít kupř. k výpočtu určitého zadaného příkladu. Žák musí přesně pochopit, co od něj učitel očekává a musí mu být poskytnuta zpětná vazba, potvrzující mu, že dané učivo zvládl na požadované úrovni.
- 2) **Výukové cíle afektivní (postojové)** – jsou to cíle ovlivňující postoje žáků a jejich hodnotovou orientaci, např. schopnost spolupráce, přijímání názoru ostatních, tolerance apod. Při tvorbě těchto cílů musí učitel vytvářet takové situace, které např. vyvolají polemiku o určitém problému, nebo při kterých se mohou výrazně uplatnit jejich osobní zkušenosti. Důležité je, aby všichni žáci měli možnost zažít radost z úspěšného vyřešení zadaného problému. Je vhodné využívat i nečekaně vzniklých situací.
- 3) **Výukové cíle psychomotorické (dovednostní)** – tyto cíle učitel stanovuje na základě toho, jaké psychomotorické dovednosti mají žáci ve vyučovacím procesu získat. Cíle se doporučuje vyjadřovat činnostními slovesy, např. „žák dokáže změřit voltmetrem napětí v obvodu“, „umí spočítat proud žárovky při známém napětí a příkonu“, „umí správně okótovat výkres obrobku“ apod.

Je důležité si uvědomit, že rozložení cílů v jednotlivých vyučovacích předmětech není rovnoměrné a v některých předmětech budou převažovat cíle kognitivní, v jiných naopak afektivní či psychomotorické. Avšak jak uvádí autor Z. Kalhous²⁶: „Povinností učitele je, aby [učitel] systematicky pracoval se všemi třemi dimensemi výukových cílů a akceptoval jejich vzájemnou souvislost.“

Základní chyby, kterých se může učitel dopustit při konstrukci výukových cílů:

- příliš obecný cíl;
- cíl se zaměřuje za téma hodiny;
- cíl formulovaný pouze v činnosti učitele;
- cíl není přiměřený věku či předchozím znalostem a dovednostem žáků;

²⁶ Kalhous, Z.: *Výukové cíle a jejich taxonomie*. In: Kalhous, Z.; Obst, O. et al.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, str. 276.

- cíl není konzistentní, jednoznačný a kontrolovatelný.

Pozn.: Jak uvádí autor Z. Kalhous²⁷, bylo na základě statistického vyhodnocení 274 registračních protokolů hospitačních záznamů u učitelů základních a středních škol zjištěno, že 50 až 60 % učitelů při své práci neakceptuje tři základní vlastnosti výukových cílů, tj. konzistentnost, jednoznačnost a kontrolovatelnost. Asi 30 % učitelů zaměřuje výukový cíl za téma hodiny.

2.3.3 Taxonomie výukových cílů

Taxonomie výukových cílů obecně zpřesňují výukové cíle, jde o systematicky uspořádaný soupis jistých objektů. Vychází se ze dvou aspektů, a to z procesu záměrné změny žákovy osobnosti v procesu výuky a ze strukturálního pojetí osobnosti žáka.

2.3.3.1 Taxonomie kognitivních (poznávacích) cílů

Tyto taxonomie budují svou hierarchii na základě vzrůstající komplexnosti poznávacích procesů.

1) Taxonomie cílů podle B. S. Blooma (1956)²⁸

Jde o jednu z nejstarších a nejrozšířenějších taxonomií kognitivních cílů.²⁹ Má přísně logickou strukturu, ale nezabývá se jednotlivými fázemi vyučovacího procesu ani vyučovacími metodami. Skládá se ze šesti kategorií:

1. Znalost (zapamatování)

- Konkrétních poznatků (termínů, faktických údajů).

²⁷ Kalhous, Z.: *Kategorie výukových cílů a její využití v praktických činnostech učitelů na středních školách*. Habilitační práce. Olomouc, PedF UP 1990.

²⁸ Bloom, B. S. (Ed.); Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R.: *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. New York/Toronto, Longmans/Green 1956, str. 201 – 207.

²⁹ U nás poprvé uvedena v článku: Váňa, J.: *O metodických problémech rozvoje pedagogické vědy*. In: *Pedagogika*, r. 12, 1962, č. 3. Bližší rozbor je uveden v článku: Pařízek, V.: *Problémy konkretizace a členění cílů výchovy*. In: *Pedagogika*, r. 13, 1963, č. 6.

- Postupů a prostředků zpracování konkrétních poznatků (konvencí, trendů a posloupností, klasifikací a klasifikačních kategorií, kritérií, metodologie).
- Obecných a abstraktních poznatků (zákonů a zobecnění, teorií a poznatkových struktur).
- Typická slovesa: definovat, doplnit, napsat, opakovat, pojmenovat, popsat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat, vysvětlit, určit apod.

2. *Porozumění*

- Převod (překlad z jednoho jazyka do druhého, nebo převod z jedné formy komunikace do druhé).
- Interpretace (přeskupení, reorganizace či nový pohled na zapamatování, vysvětlení vlastními slovy, odlišení podstatného od nepodstatného).
- Extrapolace (odvození, odhad důsledků nutně vyplývajících z trendů a posloupností).
- Typická slovesa: dokázat, jinak formulovat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, opravit, přeložit, převést, vyjádřit vlastními slovy, vyjádřit jinou formou, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit apod.

3. *Aplikace*

- Použití abstraktních a obecných poznatků (pravidel, principů, zákonů, teorií, metod, technik, postupů a obecných myšlének) v konkrétních situacích.
- Typická slovesa: aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout, navrhnout, plánovat, použít, registrovat, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vyčíslit, vyzkoušet apod.

4. *Analýza*

- Rozbor komplexní informace (sdělení, systému, procesu) – na prvky (části), na vztahy mezi prvky, nebo z hlediska principů uspořádání prvků a jejich vztahů.
- Typická slovesa: analyzovat, provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, specifikovat.

5. *Syntéza*

- Složení prvků a částí do předtím neexistujícího celku (uceleného sdělení, plánu nebo řady operací nutných k vytvoření díla nebo jeho projektu, modelu) formou vypracování individuálně osobitého sdělení, či vypracování operačního plánu, nebo odvození souboru abstraktních vztahů.

- Typická slovesa: kategorizovat, klasifikovat, kombinovat, modifikovat, napsat sdělení (zprávu), navrhnout, organizovat, reorganizovat, shrnout, vyvodit obecné závěry.

6. *Hodnotící posouzení*

- Posouzení hodnoty myšlének, dokumentů, výtvorů, metod, postupů, řešení apod. z hlediska nějakého účelu podle vnitřních kritérií (věcná správnost, návaznost myšlének, přesnost údajů, logická souvislost závěrů a předpoklady aj.), či podle vnějších kritérií (srovnání posuzovaného s jinými analogickými díly, především s těmi, která jsou považována za vynikající).
- Typická slovesa: argumentovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit názory, porovnat, posoudit, provést kritiku, prověřit, srovnat s normou, vybrat, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit.

2) *Taxonomie cílů podle B. Niemierka (1979)*³⁰

Niemierko rozlišuje dvě základní úrovně osvojení a tyto úrovně dělí do dalších dvou podskupin.

1. *Úroveň vědomostí*

- Zapamatování poznatků* – žák si dokáže vybavit určité termíny, fakta, zákony, teorie nebo zásady činnosti; nezaměňuje a nezkresluje je. Používaná aktivní slovesa: opakovat, napsat, definovat, znát, umět, pojmenovat, reprodukovat, vybrat, doplnit, přiřadit, seřadit.
- Porozumění poznatkům* – žák dokáže zapamatované vědomosti vysvětlit jinou formou, dokáže je uspořádat a zestručnit. Používaná slovesa: dokázat, jinak formulovat, interpretovat, odhadnout, předložit, vyjádřit vlastními slovy, vysvětlit, vypočítat, objasnit, předvést, opravit, změřit.

2. *Úroveň dovedností*

- Používání vědomostí v typických situacích* – žák ovládl dovednost používat vědomosti podle dříve předložených vzorů. Tyto vzory se nemají lišit od skutečných situací řešených v běžné praxi. Používaná slovesa: načrtnout, použít, uspořádat, řešit, vyzkoušet.

³⁰ Niemierko, B.: *Taksonomia celów wychowania*. In: *Kwartalnik pedagogiczny*, r. 24, 1979, č. 2, str. 67 – 78.

- b. *Používání vědomostí v problémových situacích* – žák ovládl dovednost formulovat problémy, provádět analýzu a syntézu nových jevů, formulovat plán činnosti aj. Používaná slovesa: provést rozbor, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, specifikovat, napsat sdělení, navrhnout, shrnout, vyvodit obecné závěry, argumentovat, obhájit, porovnat, posoudit, prověřit, srovnat s normou, vybrat, uvést klady a zápory, zdůvodnit.

3) Revidovaná Bloomova taxonomie (D. R. Krathwohl et alia, 2001)³¹

V roce 2001 byla v USA vydána kniha „Taxonomie pro učení, vyučování a hodnocení vzdělávacích cílů“³², která významně reviduje Bloomovu taxonomii výukových cílů. Publikace vzbudila velkou pozornost, poněvadž Bloomova taxonomie je celosvětově velice často využívána při tvorbě kurikula a školních vzdělávacích plánů. Toto se týká i vzdělávací soustavy v České republice. K inovaci Bloomovy taxonomie přistoupil D. R. Krathwohl se spolupracovníky zejména z těchto důvodů:

- V rámci praktické aplikace Bloomovy taxonomie bylo pedagogickými odborníky zjištěno, že některé jevy cílové roviny nelze Bloomovou taxonomií řádně postihnout (tj. taxonomie se jeví jako neúplná).
- Bloomova taxonomie se opírá o poznatky behaviorální psychologie. Některé z nich byly v pozdějším období opraveny novými výzkumnými poznatky získanými aplikací kognitivní psychologie.
- Přes velký celosvětový vývoj vzdělávacích systémů, ke kterému došlo od prvního zveřejnění Bloomovy taxonomie, se ukázalo, že není zcela překonaná a stačí ji pouze inovovat.

Původní Bloomova taxonomie zahrnovala tři domény, a to doménu kognitivní, afektivní a psychomotorickou. U revidované taxonomie byla dána přednost doméně kognitivní, a to z toho důvodu, že tato doména byla většinou učitelů dlouhodobě upřednost-

³¹ Inovovaná taxonomie byla vypracována skupinou odborníků sestávající z kognitivních psychologů, kurikulárních teoretiků a specialistů pro testování a hodnocení. Začátek práce na nové taxonomické teorii spadá do roku 1995, roku 1998 byla revidovaná teorie předložena k veřejné oponentuře. Po zapracování připomínek byla konečná verze revidované Bloomovy taxonomie vydána v příručce: Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, 352 str., ISBN 0-321-08405-5.

³² Srv. předch. pozn. Uvedená příručka nebyla doposud do českého jazyka přeložena. Bližší pojednání o revidované Bloomově taxonomii, založené na rozboru poznatků uvedených v citované příručce, lze najít v dokumentu <http://aplikace.msmt.cz/doc/NHRevizeBloomovytaxonomieedukace.doc>.

ňována. Autoři revidované taxonomie toto respektují a přesouvají těžiště na doménu kognitivní a pouze v některých dimensích a kategoriích prolíná inovovaná taxonomie i ostatní domény.

Původní Bloomova taxonomie byla jednodimensionální a zahrnovala šest úrovně řazených kategorií, které byly rozpracovány do podkategorií:

1 Znalost (zapamatování):

- 1.1 znalosti prvků;
 - 1.1.1 znalost terminologie;
 - 1.1.2 znalost specifických faktů;
- 1.2 znalost způsobů a prostředků zacházení se specifickými daty;
 - 1.2.1 znalost konvencí;
 - 1.2.2 znalost trendů a posloupností;
 - 1.2.3 znalost klasifikací a kategorií;
 - 1.2.4 znalost kritérií;
 - 1.2.5 znalost metodologie;
- 1.3 znalost universálií a abstrakcí;
 - 1.3.1 znalost principů a generalizací;
 - 1.3.2 znalost teorií a struktur.

2 Pochopení (porozumění):

- 2.1 translace;
- 2.2 interpolace;
- 2.3 extrapolace.

3 Aplikace.

4 Analýza:

- 4.1 analýza prvků;
- 4.2 analýza vztahů;
- 4.3 analýza organizačních principů.

5 Syntéza:

- 5.1 vytváření komunikace;
- 5.2 vytváření plánu práce nebo zamýšlených operací;
- 5.3 odvozování abstraktních vztahů.

6 Evaluace (hodnotící posouzení):

- 6.1 posouzení interních prvků;
- 6.2 posouzení na základě vnějších kritérií.

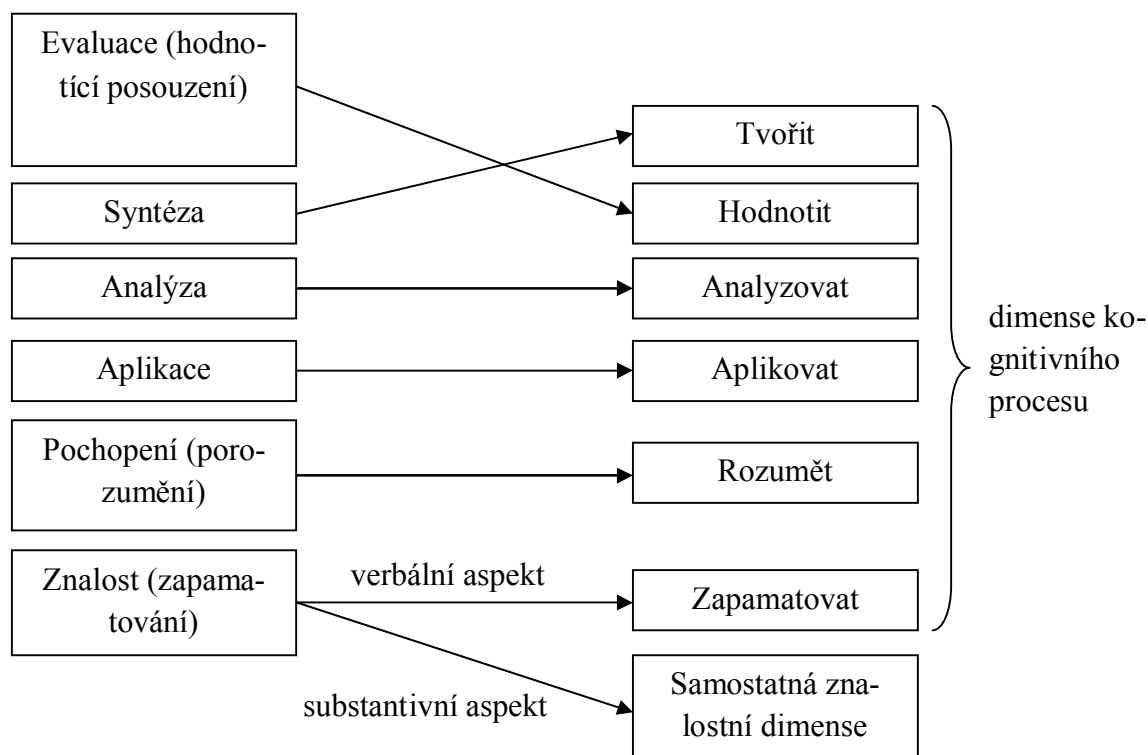
Inovovaná Bloomova taxonomie je oproti původní taxonomii dvoudimenzionální. Zahrnuje znalostní dimenzi (což je původní kategorie 1. Znalost /zapamatování/) a dimenzi kognitivního procesu. *Znalostní dimenze* obsahuje čtyři kategorie: znalost faktů, konceptuální znalost, procedurální znalost a metakognitivní znalosti. *Dimenze kognitivního procesu* obsahuje šest kategorií: zapamatovat, rozumět (porozumět), aplikovat, analyzovat, hodnotit (evaluovat) a tvořit.

Taxonomická tabulka revidované Bloomovy taxonomie:³³

ZNALOSTNÍ DIMENSE	DIMENSE KOGNITIVNÍHO PROCESU					
	1. Zapamatovat	2. Rozumět	3. Aplikovat	4. Analyzovat	5. Hodnotit	6. Tvořit
A. Znalost faktů						
B. Konceptuální znalost						
C. Procedurální znalost						
D. Metakognitivní znalosti						

³³ Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, str. 28.

Porovnání původní a revidované Bloomovy taxonomie:³⁴



Znalostní dimense:³⁵

Hlavní typy a podtypy	Příklady
A. Znalost faktů – základní prvky, které musí studenti znát, aby byli obeznámeni s disciplínou a byli schopni řešit její problémy.	
<i>Aa. Znalost terminologie</i>	Technická slovní zásoba, hudební symboly.
<i>Ab. Znalost specifických detailů a prvků</i>	Hlavní přírodní zdroje, spolehlivé zdroje informací.

³⁴ Upraveno podle: Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, str. 310, obr. A1.

³⁵ Upraveno podle: Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, str. 46.

Hlavní typy a podtypy	Příklady
B. Znalost faktů – vzájemné vztahy mezi základními prvky uvnitř větších struktur, které umožňují jejich vzájemné fungování.	
<i>Ba. Znalost klasifikací a kategorií</i>	Období geologického času, formy obchodního vlastnictví.
<i>Bb. Znalost principů a generalizací</i>	Pythagorova věta.
<i>Bc. Znalost teorií, modelů a struktury</i>	Evoluční teorie, struktura Kongresu.
C. Procedurální znalost – jak něco dělat, metody dotazování, kritéria pro používání dovedností algoritmů, technik a metod.	
<i>Ca. Znalost specifických oborových dovedností</i>	Dovednost pracovat s vodovými barvami, algoritmus dělení celých čísel.
<i>Cb. Znalost speciálních oborových technik a metod</i>	Technika interview, vědecká metoda.
<i>Cc. Znalost kritérií pro použití příslušných postupů</i>	Kritéria, která rozhodují o užití 2. Newtonova zákona, kritéria potřebná pro rozhodnutí o užití příslušné metody určující obchodní náklady.
D. Metakognitivní znalosti – obecné znalosti o tom, jak poznáváme a uvažování o vlastním myšlení.	
<i>Da. Znalost strategie</i>	Chápání systému rozdělení jednotného obsahu předmětu do jednotlivých kapitol v učebnici; znalost používání heuristiky.
<i>Db. Znalost kognitivních úkolů včetně znalosti kontextu a podmínek</i>	Uvědomění si požadavků různých úkolů.
<i>Dc. Sebepoznání</i>	Uvědomění si úrovně znalostí a možností.

Dimenze kognitivního procesu:³⁶

Kategorie a kognitivní proces	Alternativní názvy	Definice a příklady
1. Zapamatovat – uložení a vybavení znalosti z dlouhodobé paměti.		
<i>1.1 Poznávání a rozpoznávání</i>	<i>Identifikování</i>	Poznávání faktů důležitých událostí z dějin USA.
<i>1.2 Vybavování</i>	<i>Znovuvybavování</i>	Vybavování faktů důležitých událostí z dějin USA.
2. Porozumět – konstruování významu na základě získaných sdělení, včetně ústního, písemného či grafického vyjádření.		
<i>2.1 Interpretace</i>	<i>Vysvětlování, parafrázování, representování, překládání</i>	Změna jedné podoby vyjádření v jinou (např. číselné podoby ve jmennou); parafrázování důležitých projevů a dokumentů.
<i>2.2 Doložení příkladem</i>	<i>Ilustrování, instalování</i>	Nalézání specifických příkladů či ilustrací konceptů a principů (např. předkládání příkladů různých uměleckých a malířských směrů).
<i>2.3 Klasifikování</i>	<i>Kategorizování, podřazování</i>	Určení, že něco patří k určité kategorii (konceptu nebo principu), označení pozorovaného či popsáného jevu.
<i>2.4 Sumarizování</i>	<i>Abstrahování, generalizování</i>	Abstrahování tématu nebo hlavních bodů, např. napsat krátké shrnutí po předvedení události na videu.
<i>2.5 Usuzování</i>	<i>Vyvozování závěrů, extrapolování, interpolování, předpovídání</i>	Odvození logického závěru z presentované informace, např. při učení cizích jazyků vyvození gramatického pravidla z uvedených příkladů.

³⁶ Upraveno podle: Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, str. 67 – 68.

Kategorie a kognitivní proces	Alternativní názvy	Definice a příklady
2.6 Porovnávání	<i>Rozlišování, srovnávání, připojování</i>	Zjišťování vztahu mezi dvěma myšlenkami, které spolu souvisí, nebo předměty a jejich podobnostmi, např. porovnávání historických událostí se současnou situací.
2.7 Vysvětlování	<i>Konstruování modelů</i>	Vytváření modelu příčiny a následku v systému (např. objasnění příčin důležitých událostí ve Francii koncem 18. stol. n. l.).
3. Aplikovat – užití postupu či struktury v různých situacích.		
3.1 Vykonávání	<i>Provádění</i>	Aplikování postupu na známý úkol, např. dělit celé číslo jiným celým číslem na více desetinných míst.
3.2 Zavádění (implementace)	<i>Užití</i>	Aplikování postupu na neznámý úkol, např. určit, v jakých situacích je vhodné použít 2. Newtonův zákon.
4. Analyzovat – rozložení materiálu na části a určení, jaký je jejich vzájemný vztah a v jakém vztahu jsou k celkové struktuře nebo účelu.		
4.1 Rozlišování	<i>Vydělování, rozlišování, zaměřování se, vyčleňování</i>	Rozlišení podstatných a nepodstatných částí v presentovaném materiálu, např. rozliš ve slovním matematickém příkladu důležitá a nedůležitá čísla.
4.2 Uspořádání	<i>Hledání souladu, integrování, vytváření schémat, strukturování</i>	Určování, jak jednotlivé prvky zapadají do struktury nebo jak v jejím rámci fungují, např. při historickém vysvětlování uspořádání různých argumentů pro a proti.

Kategorie a kognitivní proces	Alternativní názvy	Definice a příklady
<i>4.3 Přisuzování</i>	<i>Odhalování</i>	Určit stanovisko, hodnotu nebo záměr, který se skrývá v předloženém materiálu, např. podle názorů autora obsažených ve stati usud', jaké je jeho politické přesvědčení.
5. Hodnotit – posouzení podle daných kritérií a standardů.		
<i>5.1 Kontrolování</i>	<i>Koordinování, zjišťování, monitorování, testování</i>	Zjištění nekonzistencí nebo rozporů uvnitř procesu nebo produktu, určování, zda proces nebo produkt je vnitřně konzistentní, zjištění efektivity procesu, jak byl zaveden/implementován, např. určit, zda vědecké závěry respektují zjištěná data.
<i>5.2 Kritizování</i>	<i>Posuzování</i>	Zjištění nekonzistentnosti mezi produktem a vnějšími kritérii, určení, zda produkt je z vnějšího hlediska konzistentní; zjištění příslušnosti procedury pro daný problém, např. posoudit, která ze dvou metod je lepší pro řešení daného problému.
6. Tvořit – vytváření nových, vnitřně soudržných celků z jednotlivých prvků, reorganizace prvků do nového znaku či struktury.		
<i>6.1 Vytváření</i>	<i>Vytváření hypotéz</i>	Vytváření hypotéz na základě daných kritérií, např. pro sledování pozorovaného jevu.
<i>6.2 Plánování</i>	<i>Navrhování</i>	Navržení procedury pro uskutečnění určitého úkolu, např. naplánovat výzkum daného historického tématu.
<i>6.3 Tvorba</i>	<i>Konstruování</i>	Návrh produktu, např. vystavět obydlí pro konkrétní účely.

Poněvadž se předpokládá širší využití revidované Bloomovy taxonomie, mezi které jsou zařazeni nejen tvůrci kurikulí, testových úloh, teoretičtí pracovníci a výzkumníci, ale zejména učitelé, byla vydána zkrácená verze příručky.³⁷ Tato verze příručky je co nejvíce přiblížená k praxi.

2.3.3.2 Taxonomie afektivních (postojových) cílů

Tyto taxonomie budují svou hierarchii na podkladě postupného zvnitřňování (interiorizaci, internalizaci) hodnot vychovávaných žáků.

1) *Taxonomie cílů podle D. R. Krathwohla (1964)*³⁸

Pracuje se zde s pěti kategoriemi, dále dělenými do podkategorií.

1. *Přijímání* – subjekt (žák) je ochoten přijímat či vnímat existenci určitých jevů či podnětů.
2. *Reagování* – subjekt (žák) přijímá či vnímá určité jevy nebo podněty a reaguje na ně. Oproti prostému přijímání je zde vyšší stupeň jeho zainteresovanosti.
3. *Oceňování hodnot* – zvnitřnění (interiorizace) hodnot dosahuje již takového stupně, že určité skutečnosti nabývají pro jedince vnitřní hodnotu, jsou oceňovány jako užitečné či žádoucí. Oceňování hodnoty se stává silnou vnitřní motivací jedince.
4. *Integrovaní hodnot* – subjekt si postupně, v rámci střetávání se stále větším počtem situací, vytváří soustavu hodnot a jeho chování se začíná stabilizovat a je více předvídatelné.
5. *Začlenění systému hodnot do charakterové struktury osobnosti* – hodnoty získávají pevné místo v hodnotové hierarchii jedince, vytvářejí ucelený systém. Tento systém hodnot vytváří charakter jedince.

³⁷ Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, paperback edition, ISBN 0-8013-1903-X.

³⁸ Krathwohl, D. R.; Bloom, B. S.; Masia, B. B.: *Taxonomy of Educational Objectives. Handbook II: Affective Domain*. New York, David McKay Co. 1964.

2) *Taxonomie cílů podle B. Niemierka (1979)*³⁹

Jedná se o zjednodušenou a modifikovanou taxonomii Krathwohlovu. Pracuje se dvěma úrovněmi, které se dále dělí na dvě podúrovně.

1. *První úroveň*

- a. *Účast na činnosti* – jedná se o uvědomělý a pozorně prováděný výběr určitého druhu podnětů a vykonávání zadaných činností, ale bez projevení vlastní iniciativy žáka. Žák se nevyhýbá dané činnosti, ale nepouští se do ní z vlastní vůle, pouze se přizpůsobuje vzniklé situaci.
- b. *Podjímání se činnosti* – žák samostatně zahajuje určitý druh činnosti a je vnitřně angažovaný v jejím vykonávání. Žák se přizpůsobuje aktuální situaci a určitým způsobem ji i organizuje. Jde však zatím o málo upevněné jednání.

2. *Druhá úroveň*

- a. *Naladění k činnosti* – žák je kladně naladěn k vykonávané činnosti (v důsledku zvnitřnění a učitelova kladného hodnocení výsledků) a přitahuje k ní i jiné, chybí mu však širší zobecnění vlastního vztahu k ní.
- b. *Systém činnosti* – regulace určitého druhu činnosti pomocí zvnitřněného souboru zásad jednání, které představují charakteristické rysy žákovy osobnosti.

2.3.3.3 Taxonomie psychomotorických (dovednostních) cílů

1) *Taxonomie cílů podle R. H. Davyho (1967)*⁴⁰

Jedná se sice o jednu ze starších taxonomií psychomotorických cílů, která byla prvně presentována na Berlínské konferenci v roce 1967, avšak je doposud poměrně často používána. Obecně platí návaznost jednotlivých kategorií, tj. nelze postoupit do vyšší kategorie, pokud žák nezvládl psychomotorickou dovednost na úrovni kategorie předcházející. Davyho taxonomie obsahuje pět kategorií:

³⁹ Niemierko, B.: *Taksonomia celów wychowania*. In: *Kwartalnik pedagogiczny*, r. 24, 1979, č. 2, str. 67 – 78.

⁴⁰ Davy, R. H.: *Psychomotor Domain*. International Conference of Educational Testing, Berlin 1967; dostupné též ve sborníku: Ingenkamp, K. H. (Ed.): *Developments in Educational Testing vol. 1*. London, University of London Press 1969.

1. *Imitace (nápodoba)* – probíhá na základě vnějších podnětů (od učitele) a pozorování (žákem). Žák pozoruje příslušnou činnost a vědomě se ji snaží napodobit. Člení se na *impulsivní nápodobu* a *vědomé opakování*.
2. *Manipulace (praktická cvičení)* – žák vykonává zadanou činnost sám podle slovního či písemného návodu. Při zacházení s používanými nástroji, přístroji či zařízeními se již začíná projevovat jistá obratnost. Tato kategorie se člení na *manipulaci podle instrukce*, *manipulaci podle výběru* a *manipulaci za účelem zpevnování*.
3. *Zpřesňování* – žák již dokáže vykonávat zadaný úkol s mnohem větší přesností a rychlostí. Tato kategorie se dělí na *reprodukcii* a *kontrolu*.
4. *Koordinace* – žák již zvládá koordinovat více činností řazených za sebou do určité posloupnosti. Člení se na *sekvenci* a *harmonii*, tj. přenos jedné činnosti na druhou a plynulý soulad jednotlivých činností.
5. *Automatizace* – u žáka se ve vykonávané činnosti objevují automatizované prvky, které vedou k maximu výkonu při minimální vynaložené energii. Člení se na *částečné zautomatizování* a *úplné zautomatizování*.

2) Taxonomie cílů podle E. J. Simpsonové (1966)⁴¹

Taxonomie Elizabeth J. Simpsonové je oproti taxonomii Davyho vhodná pro výuku mladších žáků. Taxonomie navíc obsahuje dvě kategorie, které ověřují, zda žáci budou schopni zadanou psychomotorickou činnost zvládnout. Celá taxonomie je složena ze sedmi kategorií:

1. *Vnímání* – žák používá svoje smysly a získává či si vybavuje v paměti představy o budoucí činnosti.
2. *Zaměřenost* – jedná se o mentální či emocionální přípravu na požadovanou činnost.
3. *Řízená motorická reakce* – žák vykonává předepsané činnosti.
4. *Automatizace jednoduchých motorických dovedností* – u žáka se začínají vyskytovat jednoduché automatizované prvky. Mluvíme o tzv. částečné automatizaci motorické činnosti.
5. *Automatizace komplexních motorických dovedností* – u žáka dochází k úplnému zautomatizování motorické činnosti.

⁴¹ Poprvé uveřejněna časopisecky v: Simpson, E. J.: *The Classification of Educational Objectives: Psychomotor Domain*. In: *Illinois Teacher of Home Economics*, r. 10, č. 4, str. 121 – 126. Knižně vydána až roku 1972: Simpson, E. J.: *The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain: The Psychomotor Domain*. Washington DC, Gryphon House 1972.

6. *Schopnost motorické adaptace* – žák je schopen řešit úlohy analogické k již naučeným motorickým úlohám.
7. *Motorická tvořivost* – žák je schopen aktivně hledat a nalézat řešení obtížnějších ne úplně analogických úloh k úlohám již naučeným.

2.3.4 Požadavky na formulaci výukových cílů

Pro stanovení požadavků na formulaci výukových cílů, a to zejména v odborných předmětech, je vhodné použít soubor kritérií zavedených americkým pedagogem R. F. Magerem v roce 1984⁴². Tento autor požaduje zejména toto:

1. *Formulovat výukové cíle v činnosti žáka (v jeho jazyce).*
2. *Stanovení podmínek k dosažení cíle:*
 - a. rozsah činnosti žáka;
 - b. způsob řešení;
 - c. metody a formy práce;
 - d. vymezení pomůcek;
 - e. vymezení prostředí;
 - f. vymezení vztahů k ostatním předmětům.
3. *Určit normu zvládnutí cíle:*
 - a. kvantitativní ... např. tři příklady správně z pěti;
 - b. kvalitativní ... např. přesnost, originalita aj.
4. *Užití příslušné taxonomie podle typu cíle ... musíme si rozmyslet, za co budeme vlastně žáka hodnotit.*

⁴² Mager, R. F.: *Preparing Instructional Objectives*. 2. vyd. Belmont, CA, David S. Lake 1984.

2.4 Problematika motivace

Pojem motivace se odvozuje z lat. slovesa *movere* (hýbati, pohybovati). Jak uvádí A. Szachtová⁴³: „Lidská motivace se tedy vztahuje k příčinám chování, zajišťuje aktivizaci člověka, dává jeho konání konkrétní cíl a zaměření. Lze říci, že bez motivace by neexistovala žádná smysluplná činnost. Kromě povzbuzování a aktivizování zahrnuje motivace též procesy prožívání, chtění, přání a snažení.“ Jednu z prvních definic pojmu motivace uvádí ve své knize autor Madsen⁴⁴, když motivaci definuje jako „souhrn vědomých i nevědomých faktorů, které jsou základem chtění a jednání“.

V širším slova smyslu se motivace obecně chápe jako souhrn činitelů podněcujících, zaměřujících a regulujících chování člověka. Motivovaný jedinec vyvíjí aktivitu vždy z nějaké pohnutky. Tyto pohnutky mohou být buď vnější (incentivy), nebo vnitřní (potřeby, zájmy, pudy, aspirace).

Autoři pedagogické psychologie uvádějí, že potřeba jako subjektivní pociťování nedostatku, popř. přebytku bývá velice silným motivem, zejména ve vyučovacím procesu či při řízení kolektivu pracovníků, pokud je aktivována ve vhodnou chvíli. Psycholog Jan Čáp⁴⁵ rozlišuje následující potřeby:

- *potřeby elementární (fysiologické);*
- *potřeba sexuální;*
- *potřeba jistoty;*
- *potřeba podnětů, změny a činnosti;*
- *potřeba sociálního styku;*
- *potřeba výkonu (výkonová motivace);*
- *potřeba poznávací a estetické;*
- *potřeba uskutečňovat v životě určitý záměr nebo cíl.*

Velice známá je hierarchie potřeb publikovaná r. 1954 americkým psychologem ruského původu A. Maslowem⁴⁶. Tento autor uspořádal potřeby z hlediska naléhavosti

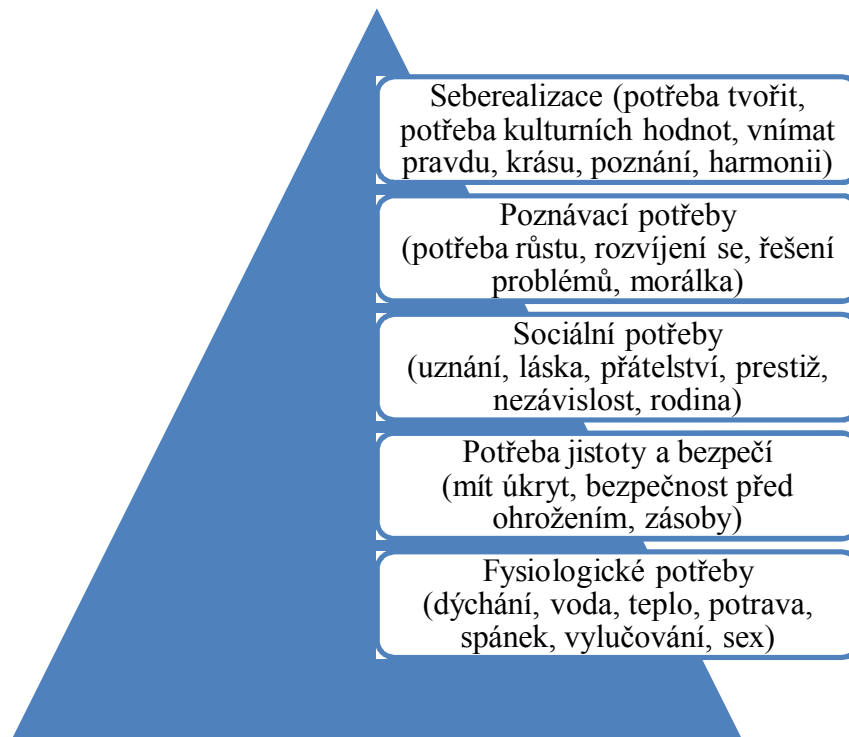
⁴³ Szachtová, A.: *Vybrané kapitoly z pedagogické psychologie*. Plzeň, PedF ZČU 2000, ISBN 80-7082-637-1, str. 64.

⁴⁴ Madsen, K. B.: *Teorie motivace*. Praha, Academia 1972, str. 54.

⁴⁵ Čáp, J.: *Psychologie pro učitele*. Praha, SPN 1987, str. 68.

⁴⁶ Maslow, A. H.: *Motivation and Personality*. New York 1954.

jejich uspokojování (viz obr. 3). Teprve tehdy, jsou-li uspokojeny potřeby základní, nastupují ty, které jsou na vyšším stupni.



Obr. 3. Maslowova hierarchie potřeb

Poznávací potřeby souvisí s potřebnou mozkovou aktivitou u lidí. Nedostatek podnětů z okolí způsobuje tzv. „stimulační hlad“, což má za následek změnu chování jedince zajišťující alespoň nějaké podněty (upnutí se na osobu učitele či vychovatele, chronické vyrušování, samomluva aj.). Mezi poznávací potřeby se obvykle řadí:

- *potřeba receptivního poznávání* ... možnost získávat nové poznatky;
- *potřeba vyhledávat a řešit problémy* ... možnost řešit nové, problémové a neurčité situace.

Sociální potřeby jsou u různých jedinců různě silné a u dětí bývají často frustrovány. Patří sem:

- *potřeba bezpečí*;
- *potřeba vlivu*;
- *potřeba pozitivních vztahů* ... je rozvinutá zejména u dětí vychovávaných v ovzduší vřelosti, s menší kontrolou;

- *potřeba obavy z odmítnutí* ... převažuje u dětí, jejichž rodiče jsou emočně chladní;
- *potřeba sociálního kontaktu*;
- *potřeba uznání*.

Výkonové potřeby a jejich intenzita souvisí s rozvojem jeho vlastního sebehodnocení. Velký vliv zde má zejména rodinné prostředí. Řadí se sem:

- *potřeba úspěšného výkonu* ... úspěch je velmi silná motivace a učitel by měl ve vyučovací hodině pracovat tak, aby byl umožněn úspěch i pro slabší žáky;
- *potřeba vyhnout se neúspěchu* ... cílem učitele je přerušit spirálu neúspěchů u neprospívajících žáků.

3. Praktická část

3.1 Kompetence absolventa elektrotechniky na VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí⁴⁷

Vzdělávání v oboru elektrotechniky směřuje v souladu s cíli středního odborného vzdělávání k tomu, aby si žáci vytvořili, v návaznosti na základní vzdělávání a na úrovni odpovídající jejich schopnostem a studijním předpokladům, následující klíčové a odborné kompetence:

1) Klíčové kompetence

- a. Kompetence k učení* ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli schopni efektivně se učit, vyhodnocovat dosažené výsledky a pokrok a reálně si stanovovat potřeby a cíle svého dalšího vzdělávání, tzn., že absolventi by měli:
- mít pozitivní vztah k učení a vzdělávání;
 - ovládat různé techniky učení, umět si vytvořit vhodný studijní režim a podmínky;

⁴⁷ Následující text vychází z rozboru veřejně přístupného rámcového vzdělávacího programu VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí v oboru 26-41-M/01 *Elektrotechnika*, na kterém spolupracoval autor této práce s kolegy z úseku elektrotechniky, elektroniky a automatizace.

- uplatňovat různé způsoby práce s textem (zvl. studijní a analytické čtení), umět efektivně vyhledávat a zpracovávat informace; být čtenářsky gramotný;
 - s porozuměním poslouchat mluvené projevy (např. výklad, přednášku, proslov aj.), pořizovat si poznámky;
 - využívat ke svému učení různé informační zdroje včetně zkušeností svých i jiných lidí;
 - sledovat a hodnotit pokrok při dosahování cílů svého učení, přijímat hodnocení výsledků svého učení ze strany jiných lidí;
 - znát možnosti svého dalšího vzdělávání, zejména v oboru a povolání.
- b. *Kompetence k řešení problémů*** ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli schopni řešit samostatně běžné pracovní i mimopracovní problémy, tzn., že absolventi by měli:
- porozumět zadání úkolu nebo určit jádro problému, získat informace potřebné k řešení problému, navrhnout způsob řešení, popř. varianty řešení, a zdůvodnit jej, vyhodnotit a ověřit správnost zvoleného postupu a dosažené výsledky;
 - uplatňovat při řešení problémů různé metody myšlení (logické, matematické, empirické) a myšlenkové operace;
 - volit prostředky a způsoby (pomůcky, studijní literaturu, metody a techniky) vhodné pro splnění jednotlivých aktivit, využívat zkušeností a vědomostí nabytých dříve;
 - spolupracovat při řešení problémů s jinými lidmi (týmové řešení).
- c. *Komunikační kompetence*** ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli schopni vyjadřovat se v písemné i ústní formě v různých učebních, životních i pracovních situacích, tzn., že absolventi by měli:
- vyjadřovat se přiměřeně k účelu jednání a komunikační situaci v projevech mluvených i psaných a vhodně se prezentovat;
 - formulovat své myšlenky srozumitelně a souvisle, v písemné podobě přehledně a jazykově správně;
 - účastnit se aktivně diskusí, formulovat a obhajovat své názory a postoje;
 - zpracovávat administrativní písemnosti, pracovní dokumenty i souvislé texty na běžná i odborná témata;
 - dodržovat jazykové a stylistické normy i odbornou terminologii;

- zaznamenávat písemně podstatné myšlenky a údaje z textů a projevů jiných lidí (přednášek, diskusí, porad apod.);
- vyjadřovat se a vystupovat v souladu se zásadami kultury projevu a chování;
- dosáhnout jazykové způsobilosti potřebné pro komunikaci v cizojazyčném prostředí nejméně v jednom cizím jazyce;
- dosáhnout jazykové způsobilosti potřebné pro pracovní uplatnění dle potřeb a charakteru příslušné odborné kvalifikace (např. porozumět běžné odborné terminologii a pracovním pokynům v písemné i ústní formě);
- chápat výhody znalosti cizích jazyků pro životní i pracovní uplatnění, být motivováni k prohlubování svých jazykových dovedností v celoživotním učení.

d. *Personální a sociální kompetence* ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli připraveni stanovovat si na základě poznání své osobnosti přiměřené cíle osobního rozvoje v oblasti zájmové i pracovní, pečovat o své zdraví, spolupracovat s ostatními a přispívat k utváření vhodných mezilidských vztahů, tzn., že absolventi by měli:

- posuzovat reálně své fyzické a duševní možnosti, odhadovat důsledky svého jednání a chování v různých situacích;
- stanovovat si cíle a priority podle svých osobních schopností, zájmové a pracovní orientace a životních podmínek;
- reagovat adekvátně na hodnocení svého vystupování a způsobu jednání ze strany jiných lidí, přijímat radu i kritiku;
- ověřovat si získané poznatky, kriticky zvažovat názory, postoje a jednání jiných lidí;
- mít odpovědný vztah ke svému zdraví, pečovat o svůj fyzický i duševní rozvoj, být si vědomi důsledků nezdravého životního stylu a závislosti;
- adaptovat se na měnící se životní a pracovní podmínky a podle svých schopností a možností je pozitivně ovlivňovat, být připraveni řešit své sociální i ekonomické záležitosti, být finančně gramotní;
- pracovat v týmu a podílet se na realizaci společných pracovních a jiných činností;
- přijímat a plnit odpovědně svěřené úkoly;

- podněcovat práci týmu vlastními návrhy na zlepšení práce a řešení úkolů, nezaujatě zvažovat návrhy druhých;
- přispívat k vytváření vstřícných mezilidských vztahů a k předcházení osobním konfliktům, nepodléhat předsudkům a stereotypům v přístupu k druhým.

e. Občanské kompetence a kulturní povědomí ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi uznávali hodnoty a postoje podstatné pro život v demokratické společnosti a dodržovali je, jednali v souladu s trvale udržitelným rozvojem a podporovali hodnoty národní, evropské i světové kultury, tzn., že absolventi by měli:

- jednat odpovědně, samostatně a iniciativně nejen ve vlastním zájmu, ale i ve veřejném zájmu;
- dodržovat zákony, respektovat práva a osobnost druhých lidí (popř. jejich kulturní specifika), vystupovat proti nesnášenlivosti, xenofobii a diskriminaci;
- jednat v souladu s morálními principy a zásadami společenského chování, přispívat k uplatňování hodnot demokracie;
- uvědomovat si – v rámci plurality a multikulturního soužití – vlastní kulturní, národní a osobnostní identitu, přistupovat s aktivní tolerancí k identitě druhých;
- zajímat se aktivně o politické a společenské dění u nás a ve světě;
- chápat význam životního prostředí pro člověka a jednat v duchu udržitelného rozvoje;
- uznávat hodnotu života, uvědomovat si odpovědnost za vlastní život a spoluodpovědnost při zabezpečování ochrany života a zdraví ostatních;
- uznávat tradice a hodnoty svého národa, chápat jeho minulost i současnost v evropském a světovém kontextu;
- podporovat hodnoty místní, národní, evropské i světové kultury a mít k nim vytvořen pozitivní vztah.

f. Kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli schopni optimálně využívat svých osobnostních a odborných předpokladů pro úspěšné uplatnění ve světě práce, pro budování a rozvoj své profesní kariéry a s tím související potřebu celoživotního učení, tzn., že absolventi by měli:

- mít odpovědný postoj k vlastní profesní budoucnosti a tedy i vzdělávání; uvědomovat si význam celoživotního učení a být připraveni přizpůsobovat se měnícím se pracovním podmínkám;
- mít přehled o možnostech uplatnění na trhu práce v daném oboru; cílevědomě a zodpovědně rozhodovat o své budoucí profesní a vzdělávací dráze;
- mít reálnou představu o pracovních, platových a jiných podmínkách v oboru a o požadavcích zaměstnavatelů na pracovníky a umět je srovnávat se svými představami a předpoklady;
- umět získávat a vyhodnocovat informace o pracovních i vzdělávacích příležitostech, využívat poradenských a zprostředkovatelských služeb jak z oblasti světa práce, tak vzdělávání;
- vhodně komunikovat s potenciálními zaměstnavateli, prezentovat svůj odborný potenciál a své profesní cíle;
- znát obecná práva a povinnosti zaměstnavatelů a pracovníků;
- rozumět podstatě a principům podnikání, mít představu o právních, ekonomických, administrativních, osobnostních a etických aspektech soukromého podnikání; dokázat vyhledávat a posuzovat podnikatelské příležitosti v souladu s realitou tržního prostředí, svými předpoklady a dalšími možnostmi.

g. *Matematické kompetence* ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi byli schopni funkčně využívat matematické dovednosti v různých životních situacích, tzn., že absolventi by měli:

- správně používat a převádět běžné jednotky;
- používat pojmy kvantifikujícího charakteru;
- provádět reálný odhad výsledku řešení dané úlohy;
- nacházet vztahy mezi jevy a předměty při řešení praktických úkolů, umět je vymežit, popsat a správně využít pro dané řešení;
- číst a vytvářet různé formy grafického znázornění (tabulky, diagramy, grafy, schémata apod.);
- aplikovat znalosti o základních tvarech předmětů a jejich vzájemné poloze v rovině i prostoru;
- efektivně aplikovat matematické postupy při řešení různých praktických úkolů v běžných situacích.

h. Kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi ... vzdělávání směřuje k tomu, aby absolventi pracovali s osobním počítačem a jeho základním a aplikačním programovým vybavením, ale i s dalšími prostředky ICT a využívali adekvátní zdroje informací a efektivně pracovali s informacemi, tzn.

absolventi by měli:

- pracovat s osobním počítačem a dalšími prostředky informačních a komunikačních technologií;
- pracovat s běžným základním a aplikačním programovým vybavením;
- učit se používat nové aplikace;
- komunikovat elektronickou poštou a využívat další prostředky online a offline komunikace;
- získávat informace z otevřených zdrojů, zejména pak s využitím celosvětové sítě Internet;
- pracovat s informacemi z různých zdrojů nesenými na různých médiích (tištěných, elektronických, audiovizuálních), a to i s využitím prostředků informačních a komunikačních technologií;
- uvědomovat si nutnost posuzovat rozdílnou věrohodnost různých informačních zdrojů a kriticky přistupovat k získaným informacím, být mediálně gramotní.

2) Odborné kompetence

a. Uplatňovat zásady normalizace, řídit se platnými technickými normami a graficky komunikovat ... požaduje se, aby absolventi:

- uplatňovali zásady technické normalizace a standardizace při tvorbě technické dokumentace;
- využívali při řešení elektrotechnických úloh normy a další zdroje informací;
- četli a vytvářeli elektrotechnická schémata, grafickou dokumentaci desek plošných spojů aj. produkty grafické technické komunikace používané v elektrotechnice;
- tvořili jednoduché výkresy součástí a sestavení;
- používali a upravovali jednoduché stavební výkresy;

- vytvářeli technickou dokumentaci s ohledem na normy v oblasti technického zobrazování, kótování atd.
- b. *Provádět elektrotechnické výpočty a uplatňovat grafické metody řešení úloh s využitím základních elektrotechnických zákonů, vztahů a pravidel* ...** požaduje se, aby absolventi:
- určovali hlavní veličiny proudového pole a tyto znalosti aplikovali při řešení praktických problémů;
 - řešili obvody stejnosměrného proudu;
 - určovali elektrický indukční tok, elektrickou indukci a intenzitu elektrického pole a zjišťovali základní veličiny magnetického pole;
 - řešili obvody střídavého proudu a vytvářeli jejich fázorové diagramy;
 - stanovovali elektrické veličiny jednoduchých trojfázových soustav při zapojení do hvězdy a do trojúhelníku a byli seznámeni s problematikou točivého magnetického pole.
- c. *Provádět montážní a elektroinstalační práce, navrhovat, zapojovat a sestavovat jednoduché elektronické obvody, navrhovat a zhotovovat plošné spoje a provádět ruční a základní strojní obrábění různých materiálů* ...** požaduje se, aby absolventi:
- zapojovali vodiče, elektrické rozvody, zásuvky apod.;
 - projektovali, zapojovali a uváděli do provozu světelné zdroje a systémy;
 - vybírali, zapojovali a uváděli do provozu elektrické přístroje a zařízení;
 - navrhovali, zapojovali a sestavovali jednoduché elektronické obvody;
 - vybírali součástky z katalogu elektronických součástek;
 - navrhovali plošné spoje včetně využití výpočetní techniky;
 - zhotovovali desky s plošnými spoji včetně osazení součástek a oživení desky;
 - zhotovovali součásti podle výkresu ručním a strojním obráběním.
- d. *Měřit elektrotechnické veličiny* ...** požaduje se, aby absolventi:
- používali měřicí přístroje k měření elektrických parametrů a charakteristik elektrotechnických prvků a zařízení;
 - analyzovali a vyhodnocovali výsledky uskutečněných měření a přehledně zpracovávali o nich záznamy;
 - využívali výsledků měření pro kontrolu, diagnostiku a zprovoznování elektrotechnických strojů a zařízení;

- plánovali revize a údržbu elektrotechnických strojů a zařízení a navrhovali způsob odstraňování případných závad.
- e. *Dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci* ...** požaduje se, aby absolventi:
- chápali bezpečnost práce jako nedílnou součást péče o zdraví své i spolupracovníků (i dalších osob vyskytujících se na pracovištích, např. klientů, zákazníků, návštěvníků) i jako součást řízení jakosti a jednu z podmínek získání či udržení certifikátu jakosti podle příslušných norem;
 - znali a dodržovali základní právní předpisy týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární prevence;
 - osvojili si zásady a návyky bezpečné a zdravé neohrožující pracovní činnosti včetně zásad ochrany zdraví při práci u zařízení se zobrazovacími jednotkami (monitory, displeje apod.), rozpoznali možnost nebezpečí úrazu nebo ohrožení zdraví a byli schopni zajistit odstranění závad a možných rizik;
 - znali systém péče státu o zdraví pracujících (včetně preventivní péče, uměli uplatňovat nároky na ochranu zdraví v souvislosti s prací, nároky vzniklé úrazem nebo poškozením zdraví v souvislosti s vykonáváním práce);
 - byli vybaveni vědomostmi o zásadách poskytování první pomoci při náhlém onemocnění nebo úrazu a dokázali první pomoc sami poskytnout.
- f. *Usilovat o nejvyšší kvalitu své práce, výrobků nebo služeb* ...** požaduje se, aby absolventi:
- chápali kvalitu jako významný nástroj konkurenceschopnosti a dobrého jména podniku;
 - dodržovali stanovené normy (standardy) a předpisy související se systémem řízení jakosti zavedeným na pracovišti;
 - dbali na zabezpečování parametrů (standardů) kvality procesů, výrobků nebo služeb, zohledňovali požadavky klienta (zákazníka, občana).
- g. *Jednat ekonomicky a v souladu se strategií trvale udržitelného rozvoje* ...** požaduje se, aby absolventi:
- znali význam, účel a užitečnost vykonávané práce, její finanční, popř. společenské ohodnocení;

- zvažovali při plánování a posuzování určité činnosti (v pracovním procesu i v běžném životě) možné náklady, výnosy a zisk, vliv na životní prostředí, sociální dopady;
- efektivně hospodařili se svými finančními prostředky;
- nakládali s materiály, energiemi, odpady, vodou a jinými látkami ekonomicky a s ohledem na životní prostředí.

3.2 Uplatnění motivačních, expositivních a fixačních výukových metod ve výuce elektrotechnických předmětů na střední odborné škole

1. Metody motivační

- a. *Metody úvodní motivace* – mají v dětech vzbudit zájem o výuku či o dané probírané vyučovací téma.
 - i. *Motivace cílem* – jedná se o seznámení žáků s cílem vyučovací hodiny. Základní funkcí je usnadnění orientace žáků v hodině a vysvětlení smyslu učební činnosti. Při výuce elektrotechnických předmětů je motivace cílem využívána u všech vyučovacích hodin.
 - ii. *Motivační rozhovor* – jde o řízený rozhovor, kdy učitel v žácích aktivuje jejich dosavadní vědomosti a zkušenosti. Patří sem i prověření přípravy žáků na vyučovací hodinu. Tento úvodní rozhovor je využíván ve výuce elektrotechnických předmětů zejména v případech, kdy chce učitel u žáků aktivovat zvědavost a chce navázat na jejich obecné znalosti elektrotechnických dějů, obvodů a součástek.
 - iii. *Motivační vyprávění* – učitel sděluje žákům něco poutavého o dějinách či současné technice, o vynálezech apod. Jedná se o četbu či referát. Tuto metodu úvodní motivace lze uplatnit převážně v předmětu Základy elektrotechniky, kdy je možné vyprávět o vznících a objevech různých elektrotechnických zařízení či o životě významných elektrotechnických průkopníků.
 - iv. *Motivační demonstrace* – demonstrace skutečných výrobků nebo jejich modelů. Jedná se o diapositivы, filmy, obrazy aj. Autor této práce využívá popsané metody motivační demonstrace zejména při výuce předmětů Základy elektrotechniky, Energetika, Automatizační technika, Elektronika a Číslicové

vá technika, kde je k dispozici řada kvalitně zpracovaných diapositivů, transparentů, nástěnných obrazů a videí.

b. *Metody průběžné motivace* – mají za cíl udržení zájmu dětí a jejich chuti pracovat.

- i. *Aktualizace obsahu* – přiblížení problematiky žákům vhodným příkladem z praxe, vhodné je doplnit toto přiblížení ještě vhodnou demonstrací. Ze zkušeností autora této práce je aktualizace obsahu velmi důležitá zejména pro učitele odborných předmětů, neboť právě v elektrotechnice jde světový vývoj dopředu neobyčejnou rychlostí (oproti např. všeobecným předmětům).
- ii. *Podněcování žáků* – pochvala, povzbuzení, pomoc, pokárání. Toto pokládá autor za velice důležité, a to v dnešní době stále více, neboť ze zkušeností autora je zřetelný trend postupně se snižující schopnosti koncentrace žáků v rámci učební činnosti (nejspíše se zde negativně projevuje vliv Internetu, sociálních sítí a masmédií, kdy uživatel musí často přepínat pozornost a vlastní komunikace probíhá útržkovitě).

c. *Metody závěrečné motivace*

- i. *Hodnocení činnosti žáka* – zhodnocení pokroku v pracovní činnosti má na žáka velký motivační vliv. Autor učí na škole, kde se ve čtvrtém ročníku maturitních oborů zadává žákům maturitní projekt, jakožto součást praktické maturitní zkoušky. Tento projekt je dlouhodobějšího rázu (doba řešení je cca 6 měsíců). V návaznosti na zadaný projekt jsou žákům do učebního plánu zařazeny předměty Projektová praxe a Maturitní seminář. Vlastní hodnocení projektu probíhá po přesně daných dílčích částech a dle autora lze pozorovat kladný přínos tohoto hodnocení na motivaci žáků řešících zadané projekty.
- ii. *Seznámení s obsahem učiva příští hodiny* – uložení úkolů týkajících se příští výuky, např. referáty, vyhledání obrázků atd. Autor této práce ze své praktické zkušenosti doporučuje zadávat žákům ke konci vyučovací hodiny domácí úkoly. Tyto úkoly však nesmí být příliš náročné (zhruba na max. 30 minut aktivní práce). Učitel je má příští hodinu zkontrolovat a oznámkovat. Domácí úkoly zřetelně zlepšují znalosti žáků a dá se říci, že nutí žáky se učit.

2. Metody expositivní

a. *Metody přímého přenosu nových poznatků*

- i. *Přednáška* – na základní škole by se měla používat výjimečně, častá je na středních školách u technických předmětů. Učitel musí přednášku přizpůsobit možnostem žáků. Přednášku využívá autor především k výkladu teoretických partií z elektrotechniky, kde se nelze opřít o předcházející znalosti a zkušenosti žáků. Je dobré využívat v tomto případě co nejvíce grafickou podobu učebních materiálů (diapositivy, transparenty, počítačové prezentace, videa).
- ii. *Vyprávění* – časté na základních školách, je přitažlivé a emotivní. Častými chybami bývají nezajímavost, opakující se fráze, nízká dramatizace, odbočování od tématu, malé rozvíjení představivosti. Vyprávění lze, dle autora, využít zejména v předmětu Základy elektrotechniky (partie týkající se dějin elektrotechniky) a Elektrotechnická měření (partie týkající se diagnostiky závad v obvodech, autor zde využívá svých znalostí, zkušeností a zážitků ze servisu měřicích přístrojů). V ostatních předmětech se autorovi nejvíce vyprávění jako efektivní vyučovací metoda.
- iii. *Popis* – učitel popisuje děje, předměty, postupy, vlastnosti apod. Žák využívá představivosti k pochopení, provádí smyslovou i pojmovou analýzu. V elektrotechnických předmětech (v teoretických partiích) je tato metoda, spolu s vysvětlováním, dominující.
- iv. *Vysvětlování* – je spojeno obvykle s popisem. Učitel vysvětluje postupně, přesně a logicky látku, pravidla, zákony aj. Vyvozuje souvislosti, předkládá důkazy, reaguje na žákovy podněty, kombinuje metodu vysvětlování s jinými metodami. Žák se snaží držet s učitelem stálý kontakt v myšlení a představování, pokouší se reprodukovat učivo. V teoretických partiích elektrotechnických předmětů se jedná o převažující metodu.

b. *Metody zprostředkující nové poznatky*

- i. *Metoda demonstrační* – klasická metoda vedoucí k náročné poznávací smyslové činnosti. Je nutno demonstrovat pouze hlavní, typické příklady. Objekty musí být bohaté na znaky. Účelem demonstrace je obohacení smyslové zkušenosti žáka, zprostředkování mnohosmyslových prožitků, ať už nasloucháním či manipulováním. Žák se učí zvládnout techniku pozorování, učí se vnímat co nejobjektivněji a co možná maximálně postihovat skutečnost. Au-

tor využívá demonstrační metody nejvíce při ukázkách ovládnání měřicích přístrojů a měřicích zapojení obecně (v rámci předmětu elektrotechnická měření).

- ii. *Metoda pozorování* – pozorování může být realizováno i jako samostatná metoda při seznamování se s učivem. Učitel musí objekt vyhledat nebo jej k pozorování připravit a žáky instruovat, co má být předmětem jejich zájmu. Žákovým úkolem je v tomto případě pozorování, vyhodnocování a registrování faktů a všímání si rozdílů mezi jevy. Autor využívá metody pozorování hlavně v rámci předmětu Elektronika, Číslicová technika, Automatizační technika a Elektrotechnická měření, kdy se často pro pozorování dějů a procesů nevyužívá reálně existující obvod či zařízení, ale žáci sledují didakticky připravenou a odzkoušenou počítačovou simulaci.
- iii. *Metoda manipulační* – je zde obdobný postup jako při pozorování, ale o vlastnostech věcí se přesvědčí žák přímým kontaktem s nimi. Žák se učí manipulovat s objekty. Učitel vybírá vhodné objekty, připravuje žáky k intelektuální i manipulační práci a poté je didakticky vede. Tento postup autor využívá při výuce žáků k ovládnání složitých měřicích zařízení (funkční generátor, osciloskop, logický analyzátor, příznakový analyzátor, RLCG můstek aj.).
- iv. *Metoda pracovní* – jedná se o laboratorní práce, kde si žáci mají ověřit již dříve probrané učivo. Učitel stanoví programový postup laboratorních prací, které si sám předem ověří z hlediska funkčnosti a bezpečnosti. Jedná se o hlavní metodu využívanou v praktických hodinách předmětu Elektrotechnická měření, kdy žáci pracují podle předem připraveného a odzkoušeného zadání a o vlastním měření zpracují měřicí protokol.
- v. *Hra jako vyučovací činnost* – rozhodující úlohu zde hraje motivace. Hra musí vychovávat k demokracii a musí zajišťovat psychickou regulaci. V odborných elektrotechnických předmětech se autorovi této práce nejeví využití hry jako vyučovací činnosti účelné (spíše se asi hodí do výuky společensko-vědních předmětů).

c. Metody heuristického charakteru

i. Dialogické metody

- a) *Sókratovská metoda* – předpokládá se, že žák při řešení úkolu pracuje s tím, co již dříve poznal. Různými kombinacemi získává nové znalosti,

učitel pomáhá žákovi rozhovorem. Zkušenosti a znalosti žáka jsou horní hranicí použitelnosti této metody. Žák se už příliš neobohatí o nové smyslové zkušenosti. V rámci odborných elektrotechnických předmětů není tato metoda využívána; její aplikace by však mohla přinést zajímavé poznatky.

- b) *Heuristická metoda* – též využívá dosavadních znalostí a zkušeností žáka, ale žák u této metody provádí výzkumné a poznávací pracovní techniky a objevuje poměrně nové poznatky. Poznávací proces je dynamický. Žák získává množství intelektuálních dovedností. Rozvíjí se myšlení a ostatní poznávací procesy. Poněvadž je žák velice samostatný, musí učitel dodržovat strukturu stanoveného postupu. Tato metoda je často využívána v rámci praktických měření v odborných elektrotechnických laboratořích.
- c) *Katechetická metoda* – k její částečné renesanci přispívá zavádění záznamové a reprodukční techniky do škol. S její pomocí může žák porovnávat svůj výkon s výkonem modelovým a zdokonalovat se. Ve výuce odborných elektrotechnických předmětů se této metody nevyužívá.
- d) *Beseda* – podle zkušenosti ji učitel může zařadit buď do motivační, expositivní, fixační či diagnostické fáze vyučovacího procesu. Ve výuce elektrotechnických předmětů je to pouze příležitostně využívaná metoda.
- e) *Diskuse* – na rozdíl od besedy zde žák obhájí svůj názor. Učivo se procvičuje kolektivně. Učitel kladením dotazů dociluje prokombinování vědomostí žáků a získání nových poznatků. Dochází k systematizaci dosud nepoznaného. Oproti besedě je tato metoda ve výuce elektrotechnických předmětů více využívána, zejména k procvičování a upevňování probraného učiva.

ii. *Problémové metody*

- a) *Metoda řešení problémů* – učitel stanoví problém, který posléze žáci mají za úkol vyřešit. Učitel stanovuje cíle, co je nevyhnutelné vykonat a vypracovává návrh na vykonání práce, který dává ke schválení. Dále se pokračuje až po zvládnutí problému.

- b) *Daltonský plán* – metoda vymyšlená americkou vychovatelkou Helen Parhustovou⁴⁸; vychází z teorie J. Deweyho a školy M. Montessoriové. Daltonský plán byl do výuky poprvé zaveden r. 1920 ve škole Dalton ve státě New York. Daltonský plán je metoda, při níž žák učivo, které je určeno učebním plánem, zvládá samostatně a svým způsobem. Pro každý ročník je zpracováno deset kontraktů, které obsahují látku, jež má být v deseti měsících školního roku osvojena. Žákům jsou přidělovány programy práce na určitou dobu. Na splnění úkolu pracují žáci buď samostatně, nebo v součinnosti s ostatními žáky. Učitel si vede záznamy o postupu jednotlivých žáků, slouží jako konsultant. Žák si volí postup práce sám a je na jeho uvážení, kterým tématem začne. Sám si hledá zdroje informací a udává si tempo. Po stanovené době, např. jednom měsíci, odevzdává vypracované úkoly a je přezkoušen. Další učivo je načato teprve tehdy, až žák splní na 90 % učivo předchozí. Na škole, kde učí autor, se tato metoda vůbec nevyužívá.
- c) *Winnetská soustava* – tento systém byl uskutečňován poprvé ve 20. letech XX. století v USA ve městečku Winnetka a jeho tvůrcem byl Carlton W. Washburne⁴⁹. Winnetská soustava vychází z Daltonského plánu, ale systém je propracovanější a odstraňuje nedostatky, které byly Daltonskému plánu vytýkány (kupř. nedostatečné opakování učiva, nízké učitelovo výchovné působení, přeceňování žákovo volních vlastností, nízká míra diskuse nad učivem). Žáci dostanou od učitele přesně stanovený rozsah učiva. Hodnocení probíhá pomocí didakticko-diagnostických testů. Učitel si během vyučovacího procesu eviduje výsledky a chování každého žáka. Polovinu času žák věnuje samostudiu a druhou polovinu kolektivní činnosti (diskuse atd.). Doba pro zvládnutí učiva záleží na každém jednotlivci. Pokud si daný žák myslí, že stanovenou látku již zvládá, nechá se učitelem přezkoušet. V nové látce může pokračovat pouze tehdy, dosahuje-li stoprocentní znalosti látky předepsané. Na škole, kde učí autor, se systém Winnetské soustavy nevyužívá.

⁴⁸ Poprvé byla metoda popsána v knize: Parkhurst, H.: *Education on the Dalton Plan*. New York, E. P. Dutton & Company 1922, str. 15 – 16.

⁴⁹ Poprvé uveřejněno v: Washburne, C. W.: *Burk's Individual System as Developed at Winnetka*. In: Guy Montrose Whipple (ed.): *Adapting the Schools to Individual Differences*. Bloomington, IL, Public School Publishing 1925.

vá, ale je zde jistá podobnost s koncepcí modulové výuky, která je popsána níže v kapitole 3.2.3.

d. Metody samostatné práce a autodidaktické – metody práce žáků jsou určovány řídicí prací učitele. Metody zkoušení osvojených znalostí a dovedností jsou: odpovědi na otázky, vyprávění o získaných zkušenostech a předvádění získaných dovedností. Základními metodami pro seznámení se s novým učivem jsou: pozorování, manipulace a práce s učebním textem. Tyto metody jsou při výuce elektrotechniky běžně využívány.

e. Metody bezděčného učení – učitel navozuje určitou atmosféru, která žáky aktivizuje. Žák napodobuje názory a postoje učitele a vstřebává do sebe charakterové rysy, intelektuální úkony a jiné vztahy. Při výuce elektrotechniky je snaha využívat i tyto výukové metody, i když navození vhodné učební atmosféry je věc poměrně komplikovaná.

3. Metody fixační – upevňují vědomosti a dovednosti žáků. Patří sem opakování a procvičování probrané učební látky. Běžně při výuce elektrotechniky využíváno.

3.2 Metodika výuky předmětu Elektrotechnická měření

3.2.1 Školní vzdělávací program pro předmět Elektrotechnická měření⁵⁰

V obsahovém okruhu Elektrotechnická měření jsou žáci seznámeni s použitím měřicích přístrojů a měřicích metod při měření elektrotechnických veličin. Žák bude schopen vybrat a použít vhodnou měřicí metodu, příslušný měřicí přístroj a vyhodnotit a využít naměřené výsledky.

⁵⁰ Školní vzdělávací program pro předmět Elektrotechnická měření vychází ze schváleného rámcového vzdělávacího programu a je výstupem projektu MŠMT s názvem „Tvorba a ověřování pilotních školních vzdělávacích programů ve vybraných SOŠ a SOU (Pilot S)“. Projekt byl realizován v období od 17. 5. 2005 do 31. 7. 2008. Autor této práce na tomto plánu spolupracoval.

Výsledky vzdělávání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> - zvolí vhodný měřicí přístroj na základě znalosti jednotlivých měřicích přístrojů a způsobu jejich funkce; 	<p>1 Měřicí přístroje</p> <ul style="list-style-type: none"> - elektromechanické a elektronické měřicí přístroje; - přístroje pro měření napětí; - osciloskopy; - přístroje pro měření časového intervalu, frekvence; - přístroje pro měření proudu a výkonu; - přístroje pro měření pasivních elektrických veličin; - přístroje na měření parametrů polovodičových součástí aj.
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní pravidla při práci s měřicími přístroji; - zvolí vhodnou měřicí metodu dle měřeného objektu; - ovládá metody měření základních elektrotechnických veličin; - změří elektrické parametry elektronických obvodů a prvků; 	<p>2 Metody elektrických měření</p> <ul style="list-style-type: none"> - měření napětí, proudu, odporu, kapacity, indukčnosti, impedance, elektrické práce a výkonu aj.; - měření magnetických polí; - měření na elektrických strojích a přístrojích; - měření frekvence a fázového posunu; - měření parametrů elektronických obvodů a prvků.
<ul style="list-style-type: none"> - měří základní neelektrické veličiny; 	<p>3 Měření neelektrických veličin</p>
<ul style="list-style-type: none"> - rozpozná a odstraní případné chyby měřicích přístrojů či měření; - eliminuje měřicí chyby dodržováním zásad správného měření; 	<p>4 Chyby měření</p> <ul style="list-style-type: none"> - chyby měřicích přístrojů; - chyby měřicích metod; - zásady správného měření.
<ul style="list-style-type: none"> - zaznamená a vyhodnotí výsledky uskutečněných měření; - zpracuje výsledky měření do tabulek a grafů; - zpracuje technickou zprávu o měření (protokol o měření). 	<p>5 Zpracování naměřených hodnot</p> <ul style="list-style-type: none"> - zpracování a vyhodnocování výsledků.

3.2.2 Učební plán oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika

Učební plán oboru vzdělávání 26-41-M/01 *Elektrotechnika* se zaměřením podle školního vzdělávacího plánu *Elektrotechnika – počítače a robotika*, spolu s povolenými úpravami platnými pro školní rok 2012/2013 je uveden v **příloze I**.

3.2.3 Návrh struktury a obsahu výukových modulů

Autor této práce společně se spolupracovníky z úseku elektrotechniky, elektroniky a automatizace VOŠ, SŠ, COP v Sezimově Ústí navrhnul následující uspořádání a strukturu výukových modulů. Tento návrh byl vytvořen v roce 2012 a vychází z kooperace v rámci projektu Kurikulum S zastřešovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Elektrotechnická měření ve třetím ročníku oboru Elektrotechnika doporučujeme zaměřit zejména na měření vlastností, chování a parametrů základních pasivních a aktivních součástek se zřetelem na současnou používanou systematiku a teorii měření. Jako účelné se nám jeví rozdělení předepsané látky do šesti výukových modulů:

- 263EMX01SO – Měřicí přístroje;
- 263EMX02SO – Měření RLC;
- 263EMX03SO – Měření obvodů stejnosměrného a střídavého proudu;
- 263EMX04SO – Měření diod;
- 263EMX05SO – Měření tranzistorů;
- 263EMX06SO – Měření tyristorů, diaků a triaků.

Elektrotechnická měření ve čtvrtém ročníku oboru Elektrotechnika se nám jeví účelné zaměřit na analýzu chování vybraných analogových a číslicových obvodů. Látku modulu navrhujeme rozčlenit na pět výukových modulů:

- 263EMX07SO – Měření napájecích obvodů;
- 263EMX08SO – Měření zesilovačů;
- 263EMX09SO – Měření na mikroprocesorových zařízeních;
- 263EMX10SO – Měření neelektrických veličin;
- 263EMX11SO – Měření parametrů spotřební elektroniky.

Níže uvádíme podrobný rozpis obsahu jednotlivých výukových modulů spolu se vstupními požadavky, obsahem probírané látky, očekávanými výstupy a souborem pokrytých cílových a dílčích odborných kompetencí.

Modul:	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE		Kód:	263EMX01SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	20 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	VA/COP	
Vstupní podmínky:	- úspěšné absolvování předmětu Elektrotechnika a Elektronika v rozsahu 3. ročníku COP			

Anotace cíle:	Práce se základními měřicími přístroji. Seznámení se způsobem vyjadřování naměřených hodnot a vytváření protokolů z měření.
Předpokládané výsledky studia:	Po absolvování modulu žák: 1) zná základy teorie měření; 2) zná měřicí ústrojí (analogové a elektronické); 3) zvolí vhodný měřicí přístroj, správně zapojí a ovládá měřicí přístroje a vyhodnocuje změřené hodnoty.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - náležitosti protokolu z měření; - druhy chyb měření; - odhad chyby měření dle přesnosti měřicího přístroje; - měření elektrických veličin (U, I, f, střída); - typy analogových (elektromechanických) měřicích ústrojí; - elektronický měřicí přístroje - A/D převodník;
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (zopakování poznatků o elektrických signálech (U, I, f, U_{max} atd.), měřicí přístroje - zdůraznění praktického významu měření a chyby měřicích přístrojů); - řízená diskuse, konzultace; - jednoznačná zadání laboratorních úloh; - samostatné měření (měřicí skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.

Způsob ukončení:	Změření stanoveného počtu úloh, odevzdání příslušných protokolů a písemný test. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1-5. Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 : 40.						
Hodnocení výsledků:	Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení: <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td>86 - 100 % ... 1</td> <td>71 - 85 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>56 - 70 % ... 3</td> <td>41 - 55 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 40 % ... 5</td> </tr> </table>	86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2	56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4		0 - 40 % ... 5
86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2						
56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4						
	0 - 40 % ... 5						
Pro 1. výsledek:	Žák: K1.1. – vysvětlí význam chyby v měřicí technice (10%), K1.2. – shrne typy chyb (5%).						

Pro 2. výsledek:	K2.1. – zná dělení měřicích přístrojů (10%), K2.2. – popíše princip základních měřicích přístrojů (10%). K2.3. – je schopen nalézt a pracovat s informacemi o měřicím přístroji (5%), K2.4. – zná vnitřní schéma měřicích přístrojů (15%).
Pro 3. výsledek:	K3.1. – rozpozná jednotlivé typy měřicích přístrojů (5%), K3.2. – správně používá měřicí přístroje (15%), K3.3. – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (10%), K3.4. – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (15%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Modul:	MĚŘENÍ RLC		Kód:	263EMX02SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	VA/COP	
Vstupní podmínky:	- úspěšné absolvování modulů Elektrotechniky, Elektroniky a modulu „Měřicí přístroje“			

Anotace cíle:	Měření základních pasivních elektronických prvků (R, L, C). Vyhodnocení chyb nepřímého měření. Měření amplitudy, frekvence a fáze (osciloskop).
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) používá měřicí RLC můstek a osciloskop; 2) měří a zná princip základních přímých a nepřímých metod měření R, L, C; 3) pracuje s katalogem součástek a vyhodnocuje výsledky měření.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - základní principy přímých a nepřímých metod měření R, L, C; - měření vlastností R, L, C; - aplikace výpočtu chyby nepřímé metody měření; - vlastnosti RLC měřicích můstků; - zapojení měřicích přístrojů; - použití osciloskopu a signálového generátoru pro demonstraci frekvenčních vlastností základních pasivních prvků (parazitní jevy); - seznámení s některými principy neelektrických snímačů.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (zopakování poznatků o pasivních prvcích el. obvodů, zdůraznění praktického významu měření a chyby měření); - řízená diskuse, konzultace; - jednoznačná zadání laboratorních úloh; - samostatné měření (skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.

Způsob ukončení:	Změření stanoveného počtu úloh a odevzdání příslušných protokolů. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1-5. Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 : 40.						
Hodnocení výsledků:	<p>Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení:</p> <table> <tr> <td>86 - 100 % ... 1</td> <td>71 - 85 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>56 - 70 % ... 3</td> <td>41 - 55 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 40 % ... 5</td> </tr> </table> <p>Žák:</p>	86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2	56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4		0 - 40 % ... 5
86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2						
56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4						
	0 - 40 % ... 5						
Pro 1. výsledek:	<p>K1.1 – používá RLC měřicí můstek (10%), K1.2 – používá osciloskop (10%), K1.3 – zná blokové schéma měřicích přístrojů (15%).</p>						

Pro 2. výsledek:	K2.1 – zná princip přímého a nepřímého měření (RLC můstek, V-A) (15%), K2.2 – zná parazitní vlastnosti R, L, C (5%), K2.3 – vyjádří chybu nepřímého měření (5%).
Pro 3. výsledek:	K3.1 – nalezne a pracuje s informacemi o měřicím přístroji (5%), K3.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (15%), K3.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. 225-242s. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Pro 3. výsledek:	K3.1 – změní vlastnosti střídavých el. obvodů (20%), K3.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (15%), K3.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. 225-242s. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Pro 3. výsledek:	K3.1 – změní vlastnosti el. obvodů s diodami (20%), K3.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (15%), K3.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. 225-242s. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Modul:	MĚŘENÍ TRANZISTORŮ		Kód:	263EMX05SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Hosp/COP	
Vstupní podmínky:	<ul style="list-style-type: none"> - úspěšné absolvování modulů Elektrotechniky a Elektroniky v rozsahu 3. ročníku COP - zvládnutí modulů Měřicí přístroje a Měření diod ve 4. ročníku COP 			

Anotace cíle:	Měření a ověření vlastností různých typů bipolárních tranzistorů a jejich základních zapojení.
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) zná matematický model bipolárního tranzistoru, pracuje s parametry udanými výrobcem; 2) změní statické a dynamické charakteristiky bipolárního tranzistoru; 3) změní a diagnostikuje základních zapojení bipolárního tranzistoru.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - matematické modely bipolárních tranzistorů; - statické vlastnosti bipolárního tranzistoru; - dynamické vlastnosti bipolárního tranzistoru (parazitní a nelineární vlastnosti); - bipolární tranzistor ve funkci zesilovače; - bipolární tranzistor ve funkci spínače; - frekvenční vlastnosti el. obvodů s bipolárními tranzistory; - analýza a diagnostika obvodů s bipolárními tranzistory.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (zopakování poznatků o bipolárních tranzistorech – rozšíření znalosti o dynamické a parazitní vlastnosti); - řízená diskuse, konzultace; - jednoznačná zadání laboratorních úloh, - samostatné měření (skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.

Způsob ukončení:	Změření stanoveného počtu úloh a odevzdání příslušných protokolů. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1-5. Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 : 40.						
Hodnocení výsledků:	<p>Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">86 - 100 % ... 1</td> <td style="width: 50%;">71 - 85 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>56 - 70 % ... 3</td> <td>41 - 55 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 40 % ... 5</td> </tr> </table> <p>Žák:</p>	86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2	56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4		0 - 40 % ... 5
86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2						
56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4						
	0 - 40 % ... 5						
Pro 1. výsledek:	<p>K1.1 – pracuje s charakteristikami tranzistorů udávanými výrobcem (10%), K1.2 – zapojí a změní statickou charakteristiku tranzistoru – (osciloskopicky, bod po bodu) (15%),</p>						

	K1.3 – analyzuje výsledky dynamického měření tranzistorů.
Pro 2. výsledek:	K2.1 – vysvětlí funkci základních zapojení s bipolárními tranzistory (10%), K2.2 – navrhne diagnostické měření el. obvodu (10%).
Pro 3. výsledek:	K3.1 – změní vlastnosti el. obvodů s tranzistory (20%), K3.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (15%), K3.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Modul:	MĚŘENÍ TYRISTORŮ, DIAKŮ A TRIAKŮ		Kód:	263EMX06SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Hosp/COP	
Vstupní podmínky:	<ul style="list-style-type: none"> - úspěšné absolvování modulů Elektrotechniky a Elektroniky v rozsahu 3. ročníku COP - zvládnutí modulů Měřicí přístroje, Měření diod a Měření tranzistorů ve 4. ročníku COP 			

Anotace cíle:	Měření a ověření vlastností různých typů vícevrstvých spínacích prvků (diaky, tyristory, triaky a solid state relay) a jejich základních zapojení.
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) změní statické a dynamické charakteristiky polovodičových prvků; 2) změní a diagnostikuje chování základních zapojení těchto polovodičových prvků.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - základní vlastnosti spínacích prvků (diak, tyristor, triak, solid relay); - měření statických vlastností vícevrstvých polovodičových prvků; - měření dynamických vlastností vícevrstvých polovodičových prvků (parazitní a nelineární vlastnosti); - analýza a diagnostika obvodů vícevrstvých polovodičových prvků.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (zopakování poznatků o vícevrstvých polovodičových prvcích – diak, tyristor, triak a solid state relay); - řízená diskuse, konzultace; - jednoznačná zadání laboratorních úloh; - samostatné měření (skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.

Způsob ukončení:	Změření stanoveného počtu úloh a odevzdání příslušných protokolů. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1-5. Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 : 40.						
Hodnocení výsledků:	<p>Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">86 - 100 % ... 1</td> <td style="width: 50%;">71 - 85 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>56 - 70 % ... 3</td> <td>41 - 55 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 40 % ... 5</td> </tr> </table> <p>Žák:</p>	86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2	56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4		0 - 40 % ... 5
86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2						
56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4						
	0 - 40 % ... 5						
Pro 1. výsledek:	<p>K1.1 – pracuje s charakteristikami polovodičových spínačů (10%), K1.2 – změní statické charakteristiky polovodičových spínačů – (osciloskopicky, bod po bodu) (20%), K1.3 – změní dynamické vlastnosti polovodičových spínačů (15%).</p>						

Pro 2. výsledek:	K2.1 – změní vlastnosti el. obvodů s polovodičovými spínači (20%), K2.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (15%), K2.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí L. KUBICA: <i>Elektrotechnická měření</i> . Praha: BEN 2002, ISBN-80-7300022-9 KLAUS TKOTZ A KOLEKTIV: <i>Příručka pro elektrotechnika</i> . Praha: Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2002. 225-242s. ISBN 80-86706-00-1. Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Modul:	MĚŘENÍ NAPÁJECÍCH OBVODŮ		Kód:	263EMX07SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Ne/COP	
Vstupní podmínky:	- znalost teoretické elektrotechniky, základy elektroniky, znalosti předmětu Elektrotechnická měření v rozsahu 3. ročníku			

Anotace cíle:	Napájecí zdroje patří do skupiny nejvíce rozšířených elektronických obvodů. V návaznosti na znalosti z předmětu elektronika je cílem předmětu praktické ověření teoretických znalostí o zdrojích. Obecným cílem je porozumět, naučit se je používat a znát jejich využití v odborné praxi.
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) identifikuje závadu napájecího zdroje a navrhne postupy k jejímu odstranění; 2) změří pomocí osciloskopu průběhy filtrovaného napětí za vstupním usměrňovačem, změří nabíjecí proud filtračních kondenzátorů v závislosti na jejich velikosti, určí stupeň filtrace; 3) změří frekvenci impulsního zdroje, výstupní impulsní napětí, průběh usměrněného impulsního napětí na výstupu zdroje, výsledky měření vyhodnotí a zpracuje formou protokolu.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - Měření simulovaných závad: - měření na klasickém a impulsním zdroji; - diagnostikování simulovaných závad, práce s technickou dokumentací zdroje. - Měření filtračních obvodů: - měření pomocí osciloskopu na filtračních obvodech zdroje, měření nabíjecího proudu filtračních kondenzátorů v závislosti na velikosti kapacity, porovnání změny zvlnění v závislosti na velikosti kapacity; - stanovení stupně filtrace, měření na stabilizátoru, určení vlivu stabilizace na filtraci. - Měření frekvence na impulsním zdroji: - měření frekvence impulsního zdroje pomocí osciloskopu, měření průběhu výstupního napětí impulsního zdroje, zpracování výsledků měření.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - praktická cvičení; - předvedení pracovních úkonů učitelem; - přednášky k vybraným obsahovým celkům; - prezentace videomateriálů; - diskuse (skupinová i plenární) k vybraným problémům.

Modul:	MĚŘENÍ ZESILOVAČŮ		Kód:	263EMX08SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Ne/COP	
Vstupní podmínky:	- znalost teoretické elektrotechniky, základy elektroniky, znalosti předmětu Elektrotechnická měření v rozsahu 3.ročníku			

Anotace cíle:	Zesilovače patří do skupiny nejvíce rozšířených elektronických obvodů. V návaznosti na znalosti z předmětu elektronika je cílem předmětu praktické ověření teoretických znalostí o zesilovačích. Obecným cílem je porozumět, naučit se je používat a znát jejich využití v odborné praxi.
Předpokládané výsledky studia:	Po absolvování modulu žák: <ol style="list-style-type: none"> 1) změní napěťové zesílení nf zesilovače, proudový zesilovací činitel v zapojení SE, pomocí čítače změní přenášený kmitočet nf zesilovačem; 2) změní pomocí osciloskopu přenášený kmitočet nf zesilovače, sestrojí přenosovou charakteristiku zesilovače; 3) změní vstupní a výstupní odpor nf zesilovače, změní a sestrojí výstupní charakteristiky nf zesilovače, všechna měření vyhodnotí, zpracuje na počítači ve formě protokolu.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - Měření zesílení: - měření napěťového zesílení nf zesilovače, měření proudového zesilovacího činitele; - měření přenášeného kmitočtu zesilovačem, pomocí čítače. - Měření přenášeného kmitočtu osciloskopem: - měření pomocí osciloskopu přenášeného kmitočtu nf zesilovače, sestrojí přenosové charakteristiky zesilovače; - měření posunu fáze přenášeného kmitočtu zesilovačem. - Měření vstupního a výstupního odporu zesilovače: - měření vstupního a výstupního odporu zesilovače; - vyhodnocení a písemné zpracování naměřených hodnot.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - praktická cvičení; - přednášky k vybraným obsahovým celkům; - prezentace videomateriálů; - diskuse (skupinová i plenární) k vybraným problémům.

Způsob ukončení:	Závěrečný modulový test, klasifikovaná řízená diskuse, praktická zkouška
Hodnocení výsledků:	Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení: 90 - 100 % ... 1 80 - 89 % ... 2 66 - 79 % ... 3 40 - 65 % ... 4 0 - 39 % ... 5 Žák:
Pro 1. výsledek:	K 1.1. – pomocí měřicích přístrojů změní napěťové zesílení zesilovače, změní proudový zesilovací činitel v zapojení SE (15%), K 1.2. – pomocí čítače změní přenášený kmitočet zesilovačem (15%).
Pro 2. výsledek:	K 2.1. – pomocí osciloskopu změní přenášený kmitočet zesilovačem, sestrojí přenosovou charakteristiku nf zesilovače (20%), K 2.2. – pomocí osciloskopu změní posun fáze kmitočtu přenášeného nf zesilovačem (15%).
Pro 3. výsledek:	K 3.1. – pomocí měřicích přístrojů změní vstupní a výstupní odpor zesilovače (15%), K 3.2. – všechna měření vyhodnotí, zpracuje písemnou formou (20%).
Doporučená literatura:	LÁNÍČEK, : <i>ELEKTRONIKA, obvody, součástky, děje</i> . BEN TECHNICKÁ LITERATURA, PRAHA, 1988. ISBN 80-86056-25-2 Další literatura bude doplněna vyučujícím.

Modul:	MĚŘENÍ NA MIKROPROCESOROVÝCH ZARÍZENÍCH		Kód:	263EMX09SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	VA/COP	
Vstupní podmínky:	- úspěšné absolvování modulů Číslicové techniky, Mikroprocesorová technika a Elektrická měření v rozsahu 3. ročníku			

Anotace cíle:	Ověření vlastností jednočipových mikropočítačů a jejich zapojení v elektrických obvodech. Důraz je kladen na pochopení laboratorních úloh, samostatnou přípravu, samostatnou práci při měření a jednotnou technicky správnou formu zpracování.
Předpokládané výsledky studia:	Po absolvování modulu žák: <ol style="list-style-type: none"> 1) zná zvláštnosti obvodů s mikroprocesory a používá vhodné měřicí přístroje pro jejich měření; 2) změří základní parametry udávané výrobcí jednočipových mikropočítačů; 3) pracuje s originální dokumentací a vyhodnocuje výsledky měření.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - taktovací frekvence mikroprocesoru (krystal, RC oscilátor); - spotřeba mikroprocesoru (zatěžování I/O, sleep režim); - EMC v obvodech s mikroprocesory; - měření chování mikroprocesoru při resetu (POR, watchdog, BOD); - vlastnosti analogových vstupů a výstupů (A/D, PWM, D/A, komparátor); - sériová komunikace (UART, SPI, I2C).
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (zopakování poznatků o mikroprocesorech, zdůraznění praktického významu měření vybraných vlastností); - řízená diskuse; - jednoznačná zadání laboratorních úloh; - samostatné měření (skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.

Způsob ukončení:	Změření stanoveného počtu úloh a odevzdání příslušných protokolů. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1 - 5. Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 – 40.						
Hodnocení výsledků:	Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">86 - 100 % ... 1</td> <td style="width: 50%;">71 - 85 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>56 - 70 % ... 3</td> <td>41 - 55 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 40 % ... 5</td> </tr> </table> Žák:	86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2	56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4		0 - 40 % ... 5
86 - 100 % ... 1	71 - 85 % ... 2						
56 - 70 % ... 3	41 - 55 % ... 4						
	0 - 40 % ... 5						
Pro 1. výsledek:	K1.1 – prokáže samostatnou přípravu z návodu k laboratorním úlohám (10%), K1.2 – vyjádří vlastními slovy princip měření (15%), K1.3 – objasní zvláštní vlastnosti obvodů s mikroprocesory (10%).						
Pro 2. výsledek:	K2.1 – na základě návodu laboratorních úloh zdůvodní výběr vhodných měřicích přístrojů (10%), K2.2 – ovládá používané měřicí přístroje (15%), K2.3 – na základě laboratorních úloh a dokumentace výrobce ověří správnou funkci mikroprocesorového systému (5%).						
Pro 3. výsledek:	K3.1 – pracuje s dokumentací výrobce (5%), K3.2 – interpretuje změřené hodnoty (tabulka, graf) (10%), K3.3 – analyzuje změřené hodnoty (závěr - zhodnocení) (20%).						
Doporučená literatura:	Elektrotechnická měření – laboratorní návody, SOŠ COP Sezimovo Ústí Dokumentace k mikroprocesorů PIC, www.microchip.com (dle návodu) Další literatura bude doplněna vyučujícím.						

Modul:	MĚŘENÍ NEELEKTRICKÝCH VELIČIN		Kód:	263EMX10SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Fu/COP	
Vstupní podmínky:	- znalost modulů elektrotechniky a elektroniky 1. až 3. ročníku			

Anotace cíle:	Modul je zaměřen na výklad čidel a snímačů, jako nejdůležitějších prvků v měřicím řetězci. Důraz je přitom kladen na čidla a snímače vybraných nelineárních veličin, čímž je doplněna podrobně probíraná tematika elektrických měření.
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) zná pojem čidla a snímače (senzoru) jako zdroje informací, zná pojem inteligentní senzor; 2) chápe fyzikální principy senzorů používaných v řídicích a regulačních obvodech; 3) zná provedení bezdotykových senzorů přítomnosti, polohy resp. deformaci hmotných těles. Zná princip a funkci optických senzorů nelineárních veličin; 4) rozumí provedení, funkci a použití dotykových a bezdotykových senzorů teploty, akustického tlaku, vibrací.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - Čidlo a snímač: - funkce senzoru v řídicím a regulačním procesu; - fyzikální principy senzorů, přeměna nelineárního signálu na signál elektrický; - technické parametry senzorů, jako je citlivost, práh citlivosti, hystereze, dynamický rozsah apod. - Čidla a snímače nelineárních veličin: - snímače teploty; - snímače deformací; - snímače polohy; - snímače tlaku; - snímače vibrací.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - ukázky snímačů včetně předvedení funkce a použití; - prezentace videomateriálů; - diskuse (skupinová i plenární) k vybraným problémům.

Způsob ukončení:	Závěrečný modulový test, klasifikovaná řízená diskuse, praktická zkouška						
Hodnocení výsledků:	<p>Klasifikace převodem z bodového nebo procentuálního hodnocení:</p> <table> <tr> <td>90 - 100 % ... 1</td> <td>80 - 89 % ... 2</td> </tr> <tr> <td>66 - 79 % ... 3</td> <td>40 - 65 % ... 4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0 - 39 % ... 5</td> </tr> </table> <p>Žák:</p>	90 - 100 % ... 1	80 - 89 % ... 2	66 - 79 % ... 3	40 - 65 % ... 4		0 - 39 % ... 5
90 - 100 % ... 1	80 - 89 % ... 2						
66 - 79 % ... 3	40 - 65 % ... 4						
	0 - 39 % ... 5						

Modul:	MĚŘENÍ SPOTŘEBNÍ ELEKTRONIKY		Kód:	263EMX11SO
Typ modulu:	Povinný, specificky odborný	Nominální délka:	24 hodin	
Platnost od:	1. 9. 2012	Autor modulu:	Ne/COP	
Vstupní podmínky:	- úspěšné absolvování modulů Elektrotechnické měření v rozsahu 3. ročníku			

Anotace cíle:	Seznámení s moderní spotřební elektronikou testování její kvality některých parametrů.
Předpokládané výsledky studia:	<p>Po absolvování modulu žák:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) zná principy funkce a základní zapojení spotřební techniky a dokáže navrhnout vhodný způsob měření; 2) změní základní parametry udávané výrobcí spotřební elektroniky; 3) pracuje s originální dokumentací a vyhodnocuje výsledky měření.
Obsah modulu:	<ul style="list-style-type: none"> - měření spotřeby při standby a normálním provozu; - antény a přijímače audio/video signálu; - audio technika; - video technika; - reproduktory a mikrofony; - bilá elektronika; - komunikační a GPS technika.
Doporučené postupy výuky:	<ul style="list-style-type: none"> - výklad (shrnutí problematiky měřených zařízení, zdůraznění praktického významu měření vybraných vlastností); - řízená diskuse; - jednoznačná zadání laboratorních úloh; - samostatné měření (skupina 2-3 žáci, samostatná příprava na laboratorní úlohy); - samostatné zpracování jednotného protokolu z měření na PC.
Způsob ukončení:	<p>Změření stanoveného počtu úloh a odevzdání příslušných protokolů. Hodnocení bude prováděno klasifikační stupnicí 1 - 5.</p> <p>Průběžné a závěrečné hodnocení se promítne do hodnocení v poměru 60 – 40.</p>

3.3 Didaktické prostředky využívané při výuce předmětu

Elektrotechnická měření

3.3.1 Didaktická technika

V následujících řádcích je uveden popis a stručná charakteristika didaktické techniky tak, jak ji autor využívá při své práci učitele odborných předmětů na střední škole ve výuce žáků třetích a čtvrtých ročníků oboru Elektrotechnika.

1) Rozmnožované materiály – moderní kopírovací stroje umožňují zhotovit kopie novinových článků včetně fotografií. Taktéž můžeme žákům vytisknout a namnožit výukové materiály získané z Internetu. Materiály můžeme nechat zmenšit i zvětšit. Ve škole, kde vyučuje autor, jsou k dispozici dva kopírovací stroje značek Konica a Canon. Stroj Konica umožňuje pouze černobílé skenování a tisk materiálů. Stroj Canon umožňuje provádět jak černobílý, tak i barevný tisk a skenování materiálů. Černobílý tisk stojí 1,50 Kč za 1 stranu A4, barevný tisk 15,- Kč za 1 stranu A4, skenování je zdarma. Pokud chceme stroje využívat, musíme se k nim přihlásit pomocí bezkontaktní čipové karty.

Základní poznatky pro výuku:

- Je lepší si předlohy připravit na počítači, než je psát ručně (týká se zejména časové náročnosti).
- Nepřehlcovat stránku informacemi.
- Někdy je výhodné vynechat v textu mezery, do nichž si žáci budou zapisovat chybějící údaje.
- Kopírovat a rozdávat jen nezbytně nutné materiály, nezahltit žáky informacemi.

2) Klasická tabule – nejvíce využívaná pomůcka. Může být buď černá (event. někdy též zelená) pro popisování křídami, nebo bílá pro popisování knotovými popisovači, případně kovová určená pro práci s magnetickými štítky.

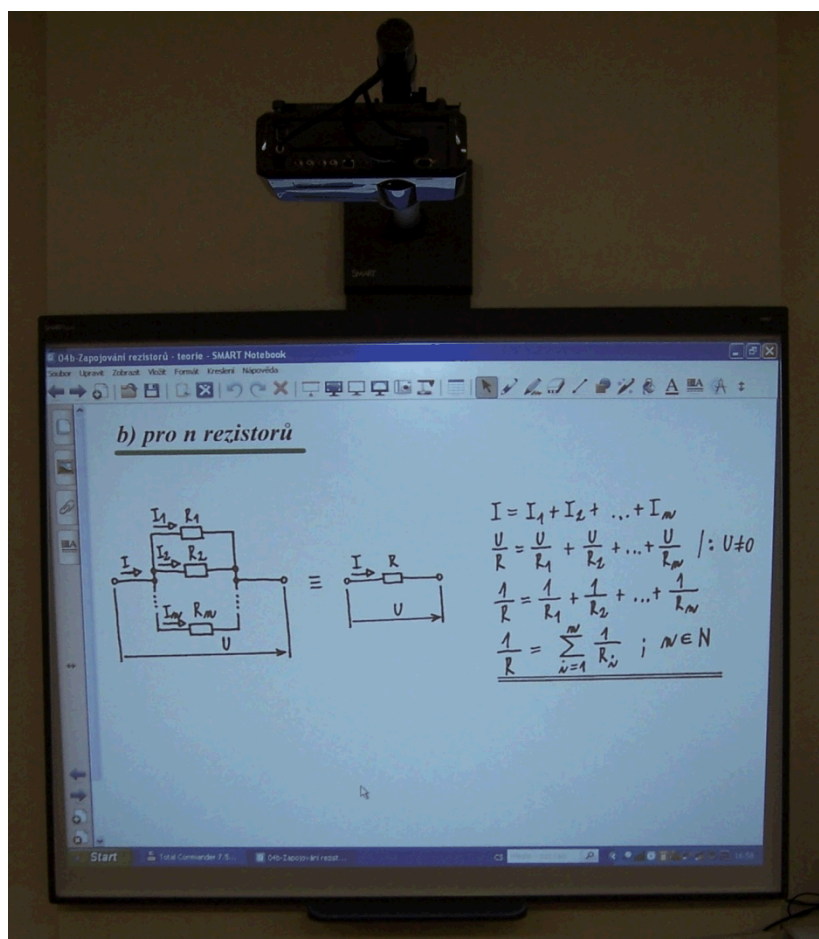
Základní poznatky pro výuku:

- Velice přizpůsobivá individuálnímu stylu učitele.
- Nebývá většinou příliš dobré psát na tabuli psacím písmem (žáci jej většinou špatně čtou).

3) **Interaktivní tabule** – je to nástupce klasické tabule. Kombinuje kladné vlastnosti klasické tabule a datového projektoru spolu s promítacím plátnem. Podle principu činnosti se tyto tabule rozdělují na typy kapacitní, induktivní, rezistivní a optické (ty jsou nejlepší).

Základní poznatky pro výuku:

- Zábavnější a méně stereotypní výuka vedoucí k větší motivaci žáků k učení.
- Žáci jsou zapojeni do procesu učení, tzn., že nejsou pouze pasivními posluchači.
- Možnost využít při výuce okamžitě audio a video nahrávky (samozřejmě v digitální podobě), hypertextové a webové odkazy, ostatní podpůrné programy (např. simulační programy).
- Rychlý návrat k probrané látce, neboť jednotlivé snímky ploch tabule se nemažou, což je velká výhoda oproti klasické tabuli.

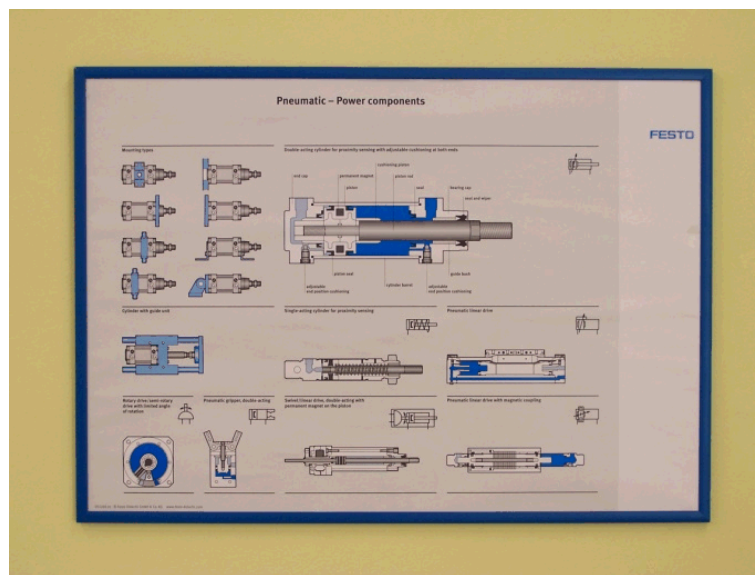


Obr. 4. Ukázka vzhledu interaktivní tabule s optickým snímáním polohy (je možno na ni psát i pouhým prstem; foto autor)

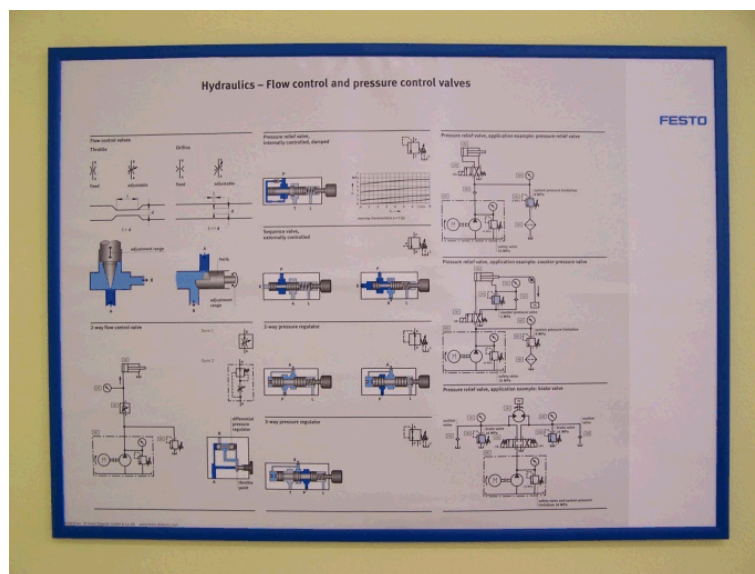
4) **Výukové obrazy** – např. různé mapy, schémata, řezy soustrojími, výtahy z technických norem apod.

Základní poznatky pro výuku:

- Žáci se učí z obrazů vyvěšených ve třídě i o přestávkách.
- Aby se však o ně žáci zajímali, je třeba obrazy učinit organickou částí vyučovací hodiny. Bez splnění této podmínky ztrácejí výukové obrazy smysl (nikdo si jich nebude všimnout).



Obr. 5a. Ukázka výukového nástěnného obrazu Festo (výuka pneumatiky; foto autor)

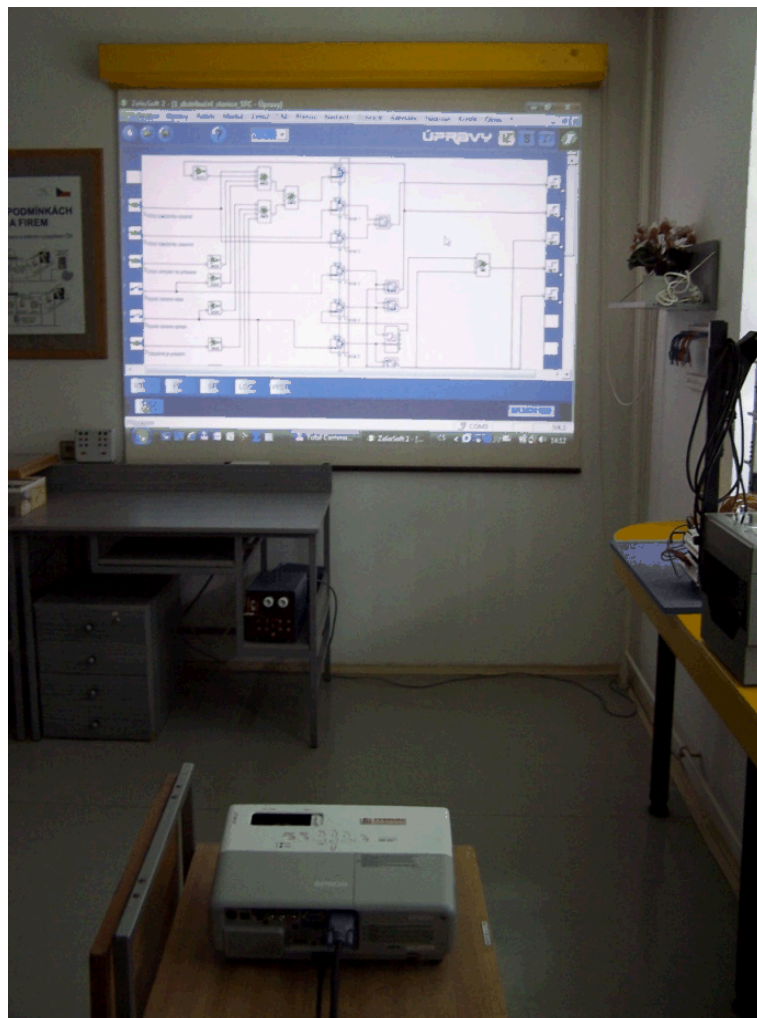


Obr. 5b. Ukázka výukového nástěnného obrazu Festo (výuka hydrauliky; foto autor)

5) Datový projektor – v současné době velmi rozšířené projekční zařízení, které prakticky úplně vytlačuje z výuky diaprojektor a zpětný projektor. Je to projektor, který vysílá obraz z monitoru počítače na velkou projekční plochu (plátno). Součástí některých projektorů bývá i ozvučovací technika (reprosoustavy s audiozesilovačem). Propojení datového projektoru s připojeným počítačem může být drátové (VGA či HDMI kabel), nebo bezdrátové (Wi-Fi).

Základní poznatky pro výuku:

- Velice dobrá pomůcka pro promítání prezentací z počítače;
- Je možno jednoduše promítat různé videosekvence a výukové videopořady.
- Světelný výkon současných kvalitních dataprojektorů je takový, že není obvykle nutno zcela zatemňovat místnost – žáci tedy nemají tendenci usínat při výkladu.



Obr. 6. Příklad projekce datovým projektořem připojeným k počítači (výuka programování automatů PLC Zelio Logic; foto autor)

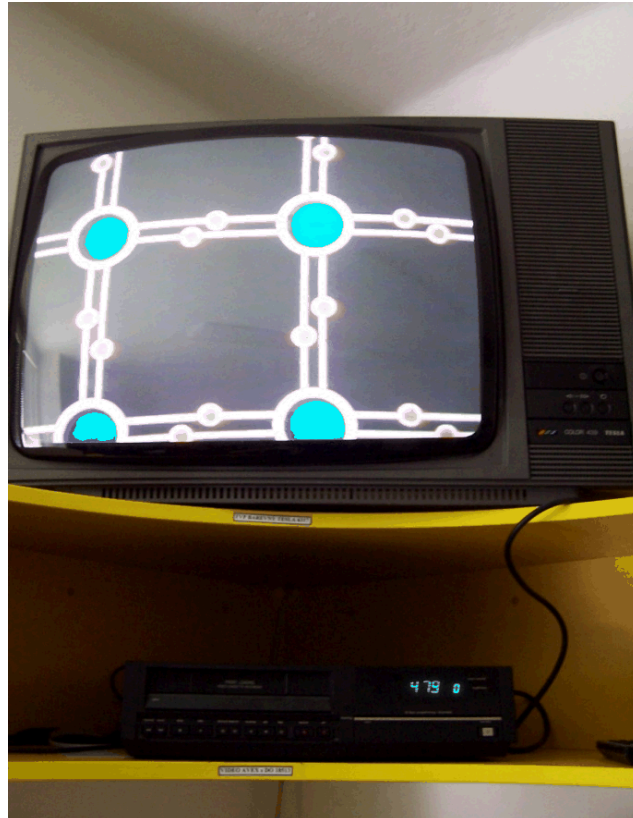
6) Videomagnetofon (magnetoskop) – zařízení na promítání videopořadů z kazet nejčastěji formátu VHS. Ve školách bývají videomagnetofony poměrně časté, někdy jsou i v kombinaci s DVD přehrávačem (tzv. kombinované provedení). Vlastní videomagnetofony se již nevyrábí. Jejich náhrada je buď DVD přehrávačem/rekordérem, nebo se ve školách častěji ruší bez náhrady (de facto je nahradí datový projektor s ozvučením).

Základní poznatky pro výuku:

- Kvalitní videopořady jsou žákovsky vděčné, ale je problém je dnes sehnat (neexistuje centrální distribuce – obdoba dřívějšího Komenia).
- Videokazety je dnes lepší zdigitalizovat, neboť videomagnetofony postupně skončí bez přímé náhrady (tzn., že nebude na čem v budoucnu videokazety přehrát).



Obr. 7a. Příklad projekce výukové videokazety ze souboru kazet polovodičové techniky (výuka elektroniky; foto autor)

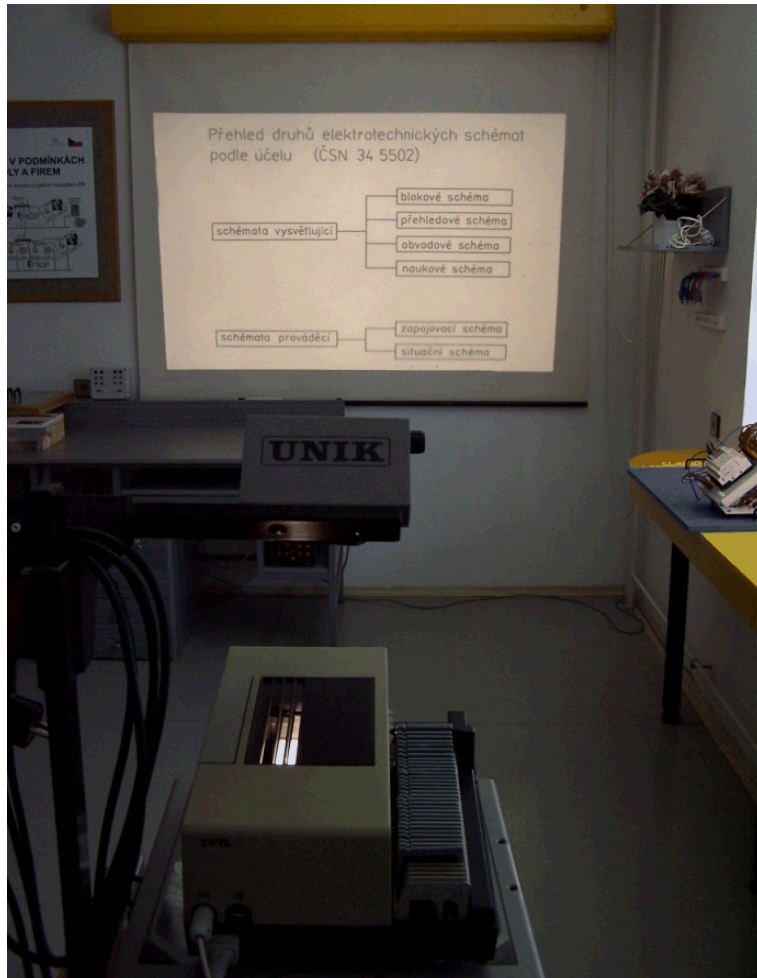


Obr. 7b. Příklad projekce výukové videokazety ze souboru kazet polovodičové techniky (výuka elektroniky; foto autor)

7) **Diaprojektor** – zařízení standardně určené na promítání snímků z diapositivů. Po doplnění adaptérem je možno promítat i diafilmy. Případně po doplnění synchronizovaným magnetofonem je možno promítat série ozvučeným diapositivů (tzv. diafony).

Základní poznatky pro výuku:

- Zastaralé zařízení, které nemá již budoucnost. Je nahrazeno datovým projekto-rem.
- Nové série diapositivů, diafilmů či diafonů se od začátku 90. let již nevyrobí.
- Je dobré materiál zdigitalizovat, neboť diaprojektory se sice ještě prodávají, ale výroba nových typů se silně utlumuje.
- Výhodou oproti fóliím pro zpětný projektor jsou poměrně malé rozměry sad diapositivů, diafonů a diafilmů.
- Nevýhodou je, že se diapositivity nedají tisknout z počítače, ale musí se fotit klasickými fotoaparáty na zvláštní (tzv. inverzní) fotografický film 35 mm.



Obr. 8a. Ukázka projekce diapositivů (výuka technického kreslení; foto autor)

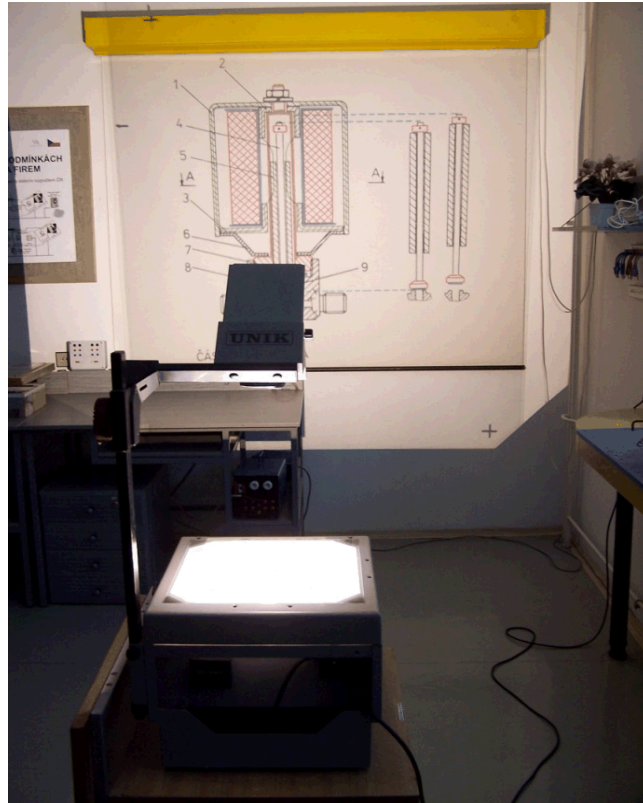


Obr. 8b. Vzhled diaprojektoru Pentacon s vloženým zásobníkem a dálkovým ovladačem (foto autor)

8) Zpětný projektor – doposud dosti rozšířené zařízení určené k promítání obrázků z průsvitných předloh (fólií). Fólie (jinak zvané též transparenty) lze buď kreslit ručně permanentními lihovými popisovači, nebo lze tisknout na inkoustové či laserové tiskárně. Pro výuku se vydávaly (ojediněle ještě doposud vydávají) soubory transparentů, občas i tzv. fázovaných. V současné době jsou zpětné projektory vytlačovány, podobně jako diaprojektory, datovými projektory.

Základní poznatky pro výuku:

- Oproti tabuli je při psaní na fólie zpětného projektoru výhoda, že učitel je ke třídě otočen čelem a má přehled o dění ve třídě.
- Lze použít již předem připravené fólie a postupně v rámci výkladu text fólie odkrývat, čímž se žáci částečně učí metodickému postupu učení.
- Autor této práce doposud dosti často využívá fólie pro výuku odborných elektrotechnických předmětů. K popisu fólií využívá autor buď ruční popis pomocí lihových knotových popisovačů (Centropen OHP), nebo počítačového potisku fólií pomocí laserové tiskárny.
- Nové série didaktických transparentů se již moc netisknou (výjimka jsou kupř. sady výukových transparentů firem ČEZ, Festo Didactic aj.), náhradou jsou dnes zejména PowerPointové presentace.
- Zpětné projektory se však pořád vyrábí v dostatečném počtu typů.
- Výhodou zpětného projektoru a fólií je pohotová připravenost zařízení a úspora času v hodinách oproti psaní na tabuli.
- Moderní výbojkové zpětné projektory mají často i vyšší svítivost oproti cenově odpovídajícím datovým projektorům (není tedy nutno příliš zatemňovat místnost a žáci nemají tendenci usínat).



Obr. 9a. Ukázka promítání fázovaných fólií (výuka automatizace; foto autor)

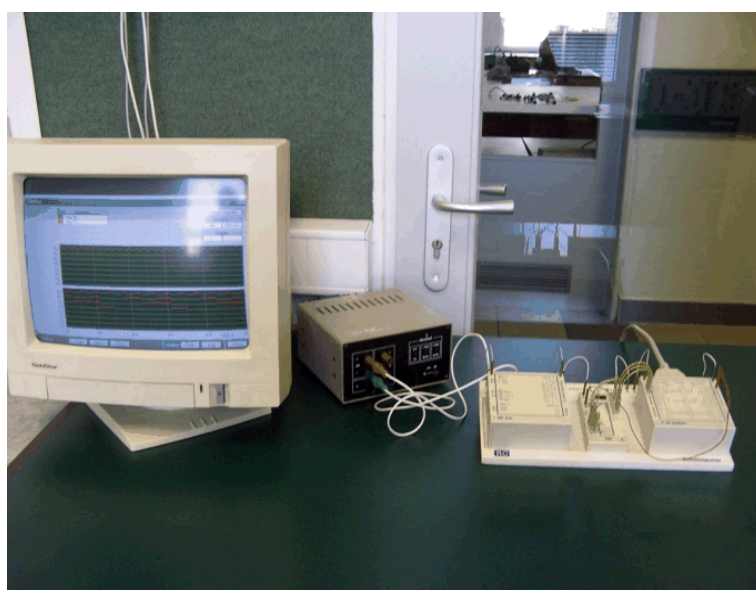


Obr. 9b. Vzhled zpětného projektoru UNIK 4000 (foto autor)

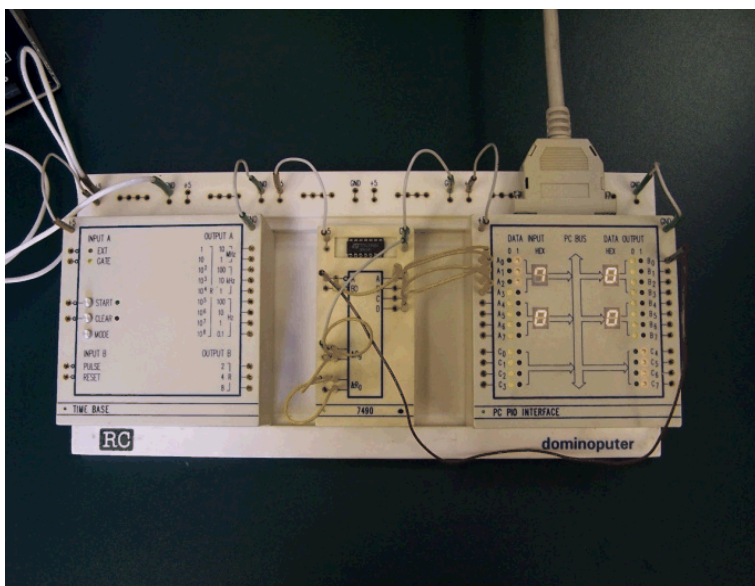
3.3.2 Vybrané učební pomůcky

V dalším textu je uveden popis základních učebních pomůcek, které autor této práce využívá při výuce odborných elektrotechnických předmětů. Výčet učebních pomůcek není úplný, poněvadž úplný popis by byl příliš rozsáhlý a méně přehledný. Mezi vybrané pomůcky vhodné pro výuku elektrotechnických měření lze řadit následující sestavy:

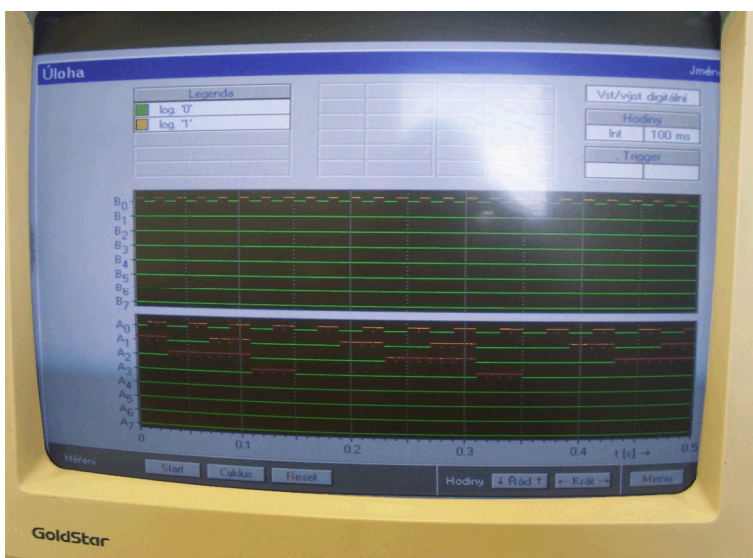
1. *Stavebnice RC Domino* – jedná se o pomůcku pro výuku analogové a číslicové techniky.



Obr. 10a. Celkový pohled na měření desítkového čítače MH 7490 s připojeným A/D převodníkem (foto autor)



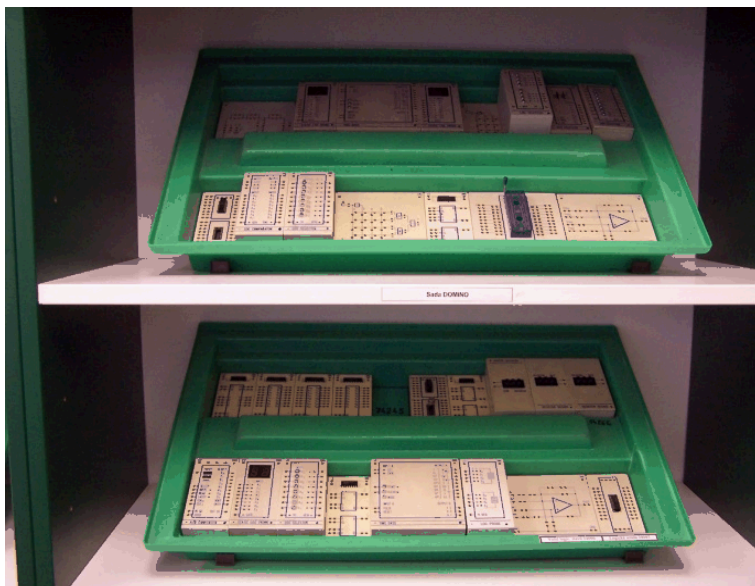
Obr. 10b. Podrobný pohled na měření desítkového čítače MH 7490 s připojeným A/D převodníkem (foto autor)



Obr. 10c. On-line měření obvodu čítače MH 7490 připojeným osobním mikropočítačem (foto autor)

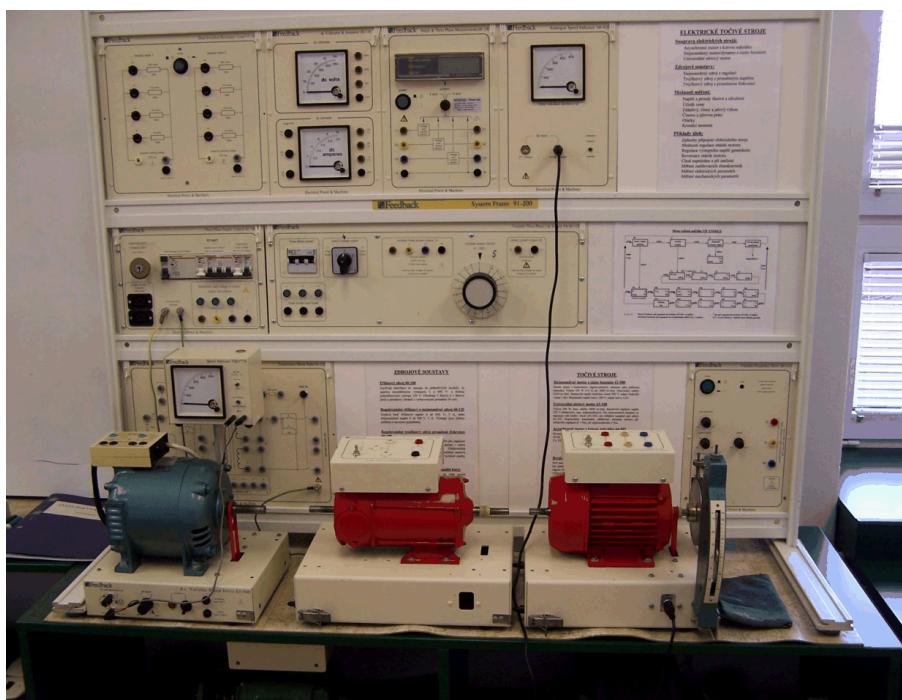


Obr. 10f. Část sestavy stavebnice RC Domino (foto autor)



Obr. 10g. Část sestavy stavebnice RC Domino (foto autor)

2. *Sestava pohonů Feedback* – pomůcka pro výuku řízení motorů a generátorů.



Obr. 11. Vzhled soupravy Feedback bez připojených doplňkových modulů (foto autor)

3. *Programovatelné automaty Zelio Logic* – pomůcka pro výuku automatizační techniky; vyrobeno v naší škole.



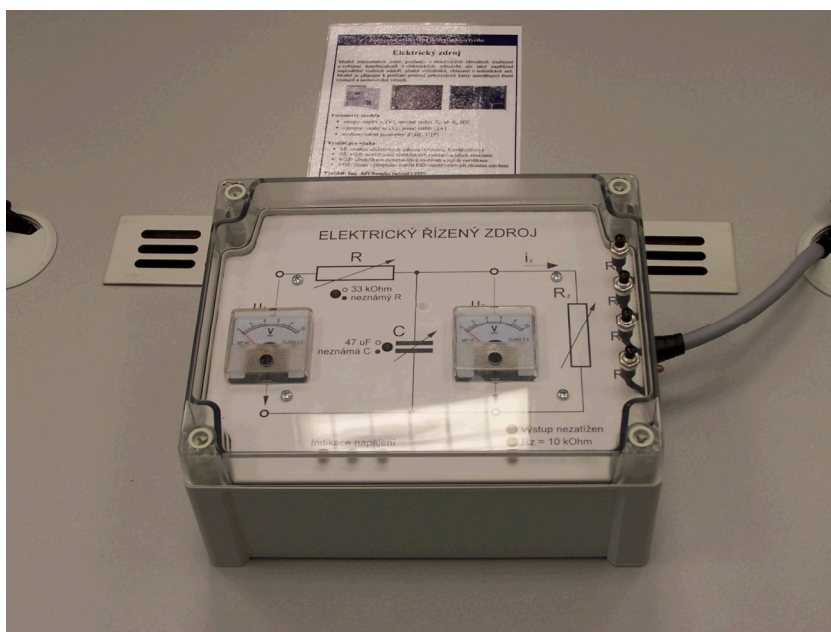
Obr. 12. Část programovatelných automatů Zelio Logic 1. a 3. generace (foto autor)

4. **Programovatelné automaty Twido** – pomůcka pro výuku automatizační techniky; vyrobeno v naší škole.



Obr. 13. Programovatelné automaty Twido kompaktní a modulární koncepce (foto autor)

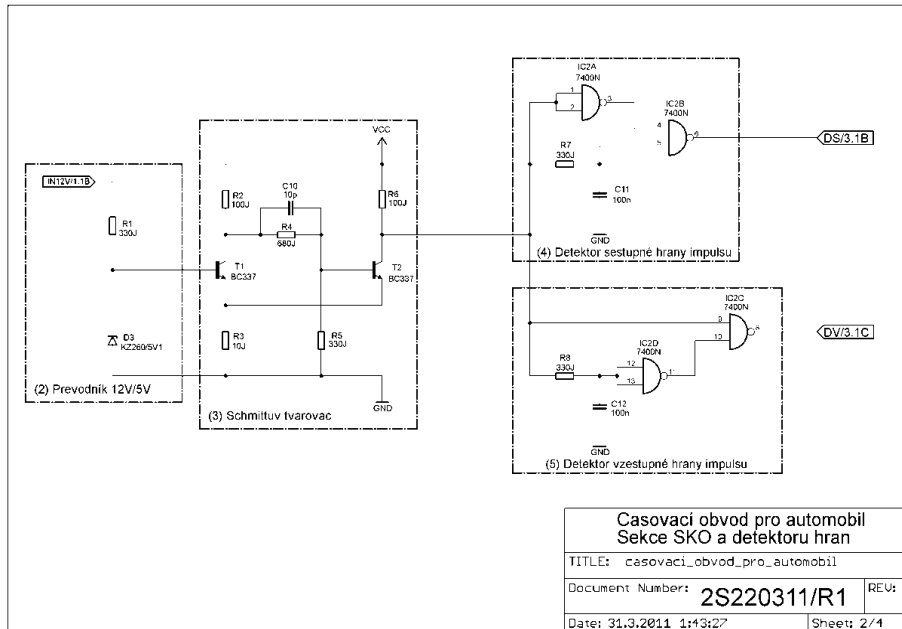
5. **Model elektrického řízeného zdroje** – pomůcka pro výuku automatizační techniky (PID regulace). Možnost ruční či počítačové regulace. Vše navrženo a postaveno v naší škole.



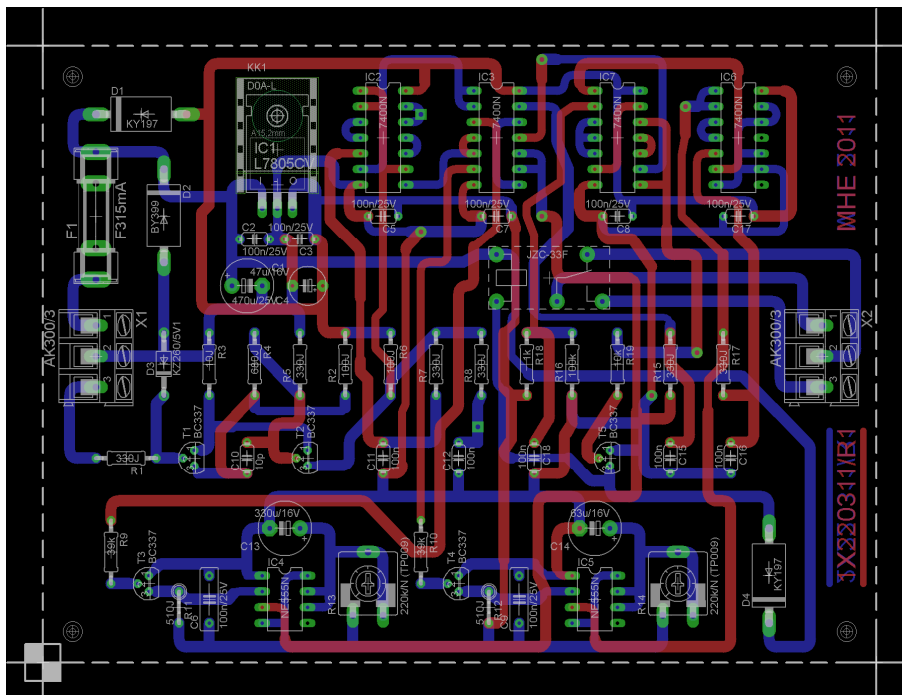
Obr. 14. Vzhled modelu elektrického řízeného zdroje (foto autor)

3.3.3 Programové vybavení (software)

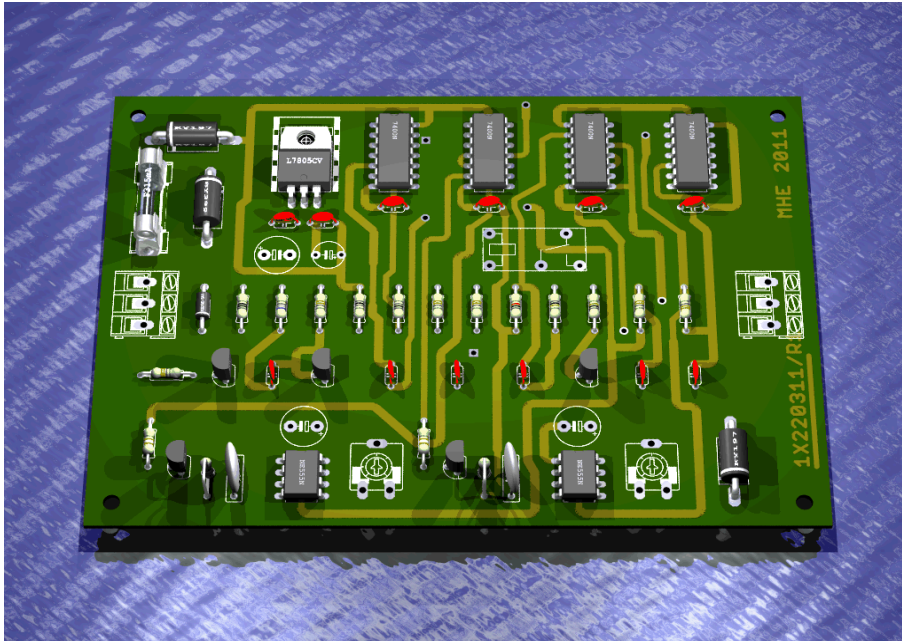
1. **Eagle 6.4** – využíván pro kreslení elektrotechnických schémat a následnou tvorbu plošných spojů. Celosvětově jeden z nejrozšířenějších návrhových systémů.



Obr. 15a. Příklad jednoho listu schématu v Eagle (foto autor)

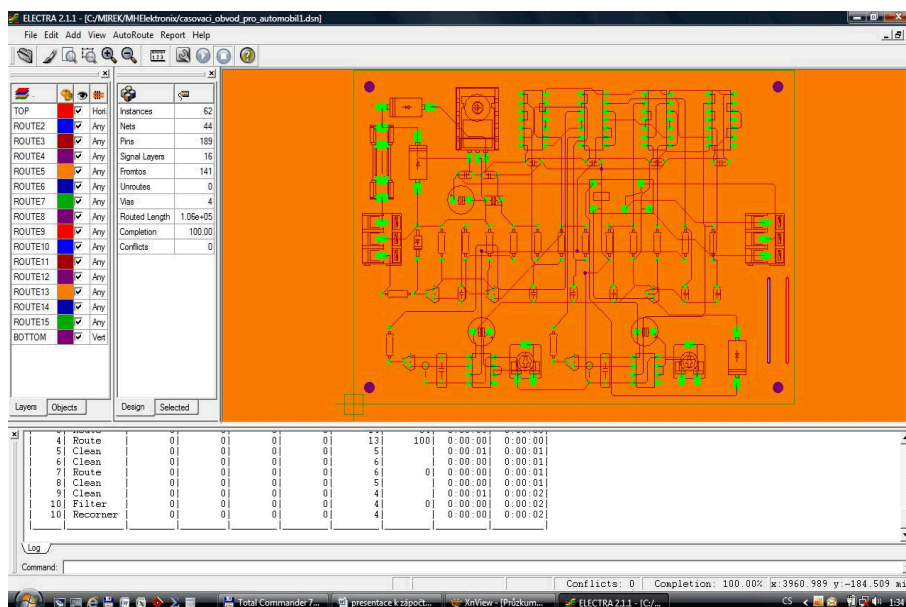


Obr. 15b. Příklad dvouvrstvé desky s plošnými spoji navržené v Eagle (foto autor)



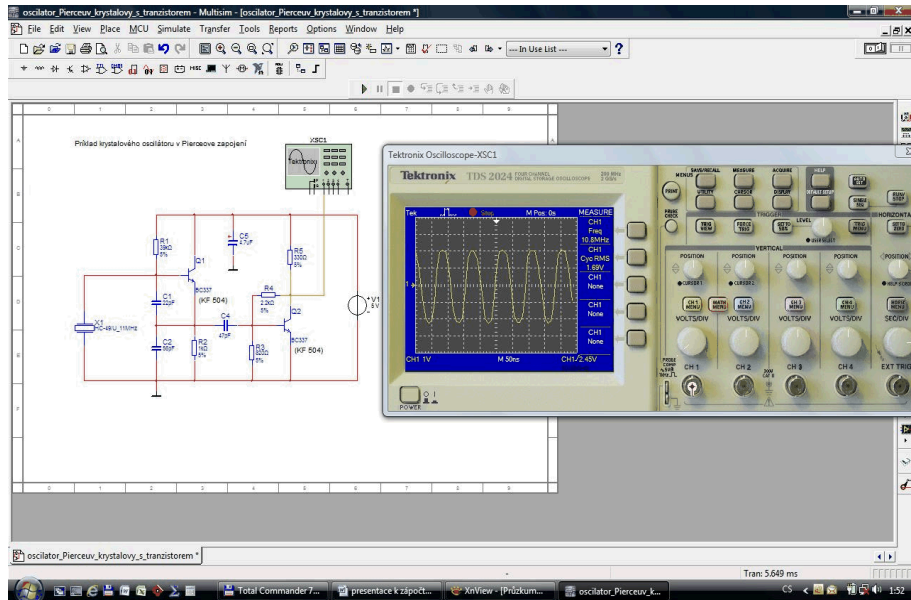
Obr. 15c. 3D pohled na desku s plošnými spoji vygenerovaný v Eagle (foto autor)

2. **Electra** – nastavbový autorouter pro samočinný návrh plošných spojů pro program Eagle a jiné. Využívá algoritmy se zabudovanou umělou inteligencí. Jeden z nejlepších světových autorouterů.

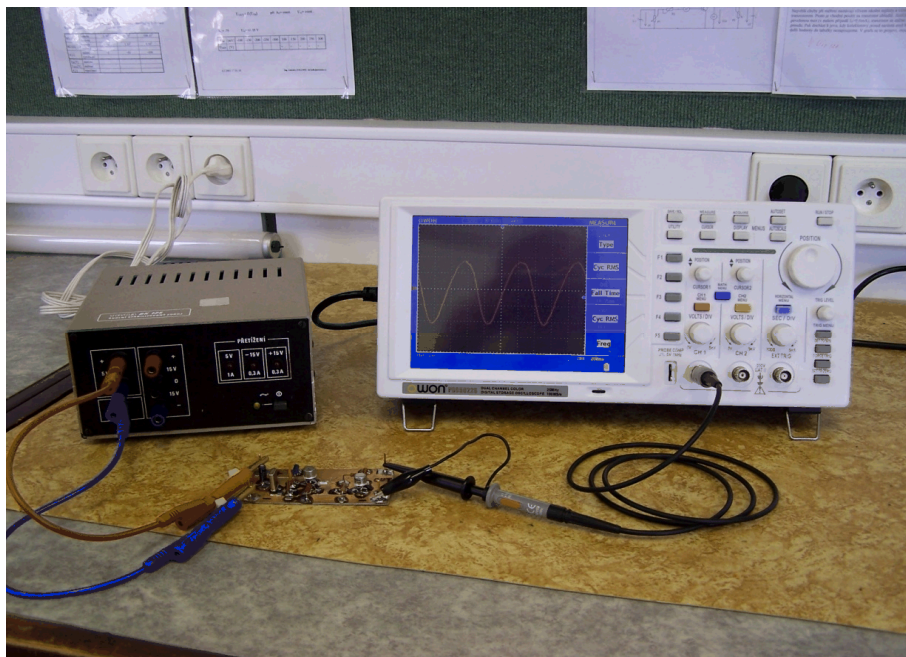


Obr. 15d. Vzhled pracovního prostředí autorouteru Electra (foto autor)

3. **Multisim 11.0** – jeden z nejlepších a nejrozšířenějších programů pro simulaci činnosti jak analogových, tak číslicových elektronických obvodů. Umožňuje simulovat více než 10 000 typů součástek.

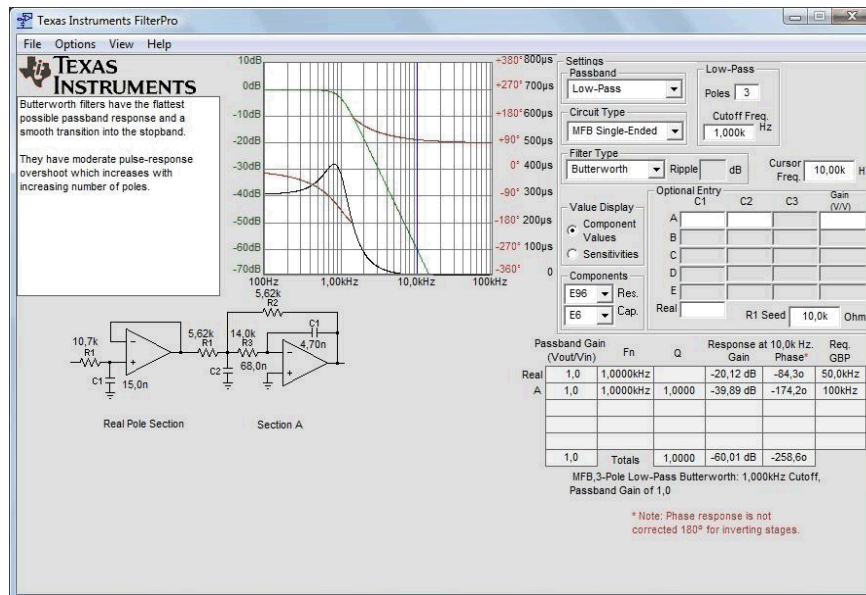


Obr. 16a. Příklad simulace Pierceova krystalového oscilátoru v Multisimu (foto autor)



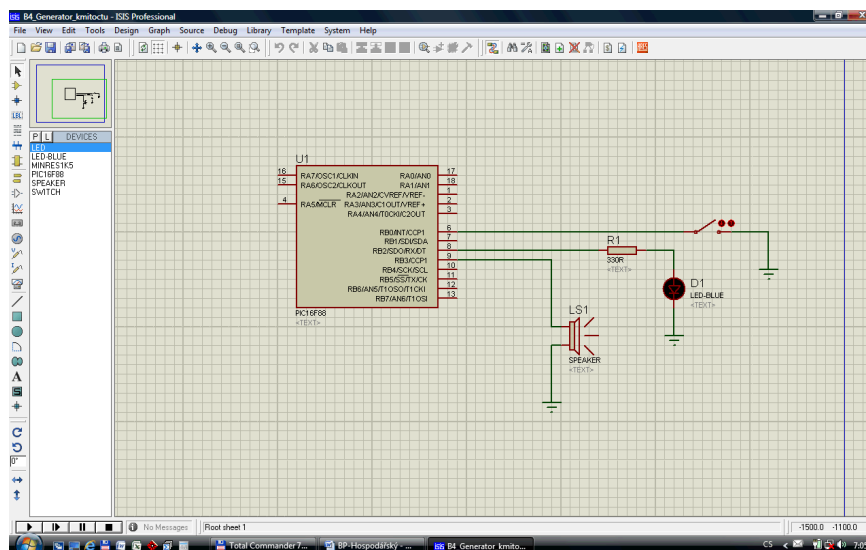
Obr. 16b. Praktické měření Pierceova krystalového oscilátoru v laboratoři pomocí číslicového osciloskopu (foto autor)

6. **FilterPro 2.0** – program pro návrh aktivních RC filtrů pro analogovou a číslicovou techniku.



Obr. 19. Příklad návrhu aktivní RC dolní propusti 3. řádu v programu FilterPro (foto autor)

7. **Proteus ISIS** – simulační program vhodný pro oblast mikroprocesorových aplikací, má velice objemnou knihovnu jednočipových mikročítačů (v tomto směru předčí Multisim).



Obr. 20. Příklad simulace generátoru s jednočipovým mikročítačem PIC16F88 v programu Proteus ISIS (foto autor)

3.4 Konstrukce učebních úloh pro elektrotechnická měření

3.4.1 Předpoklady

Učebními úlohami pro elektrotechnická měření máme na mysli příslušná zadání protokolů o laboratorních měřeních (měřicí elaboráty), které musí žáci zpracovávat v rámci každého měření v odborných laboratořích VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí. Autorem všech těchto učebních úloh (měřicích protokolů) je autor této bakalářské práce a byly vytvořeny jako součást projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy „Zkvalitnění výuky digitálními učebními materiály“. Autor zpracoval kompletně výukové materiály pro všechny teoretické okruhy předmětu Elektrotechnická měření pro 3. a 4. ročník oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika. Dále autor připravil celkem 40 učebních úloh (měřicích protokolů) pro praktická měření v obou ročnících a zajistil výrobu potřebného množství multiplikátů měřicích přípravků. Celkový počet zpracovávaných protokolů a rozsah měřicích úloh však vždy podléhá příslušnému odbornému učiteli, který po zralé úvaze může některé úlohy vypustit, event. přidat úlohy nové, speciální.

V teoretických hodinách je třída v celku na učebně, kde učitel provádí teoretický výklad podstaty měřicích metod, přístrojů a postupů a objasňuje žákům, jak budou postupovat při praktických měřeních.

Při praktických měřeních se předpokládá, že žáci přichází na měření odborně připraveni. Zadání měřicích úloh (protokolů) dostávají žáci předem v elektronické podobě. Třída je vždy rozdělena tak, že v jedné laboratoři je maximálně dvanáct žáků. Třída je tedy podle našich dosavadních zkušeností dělena na dvě paralelní skupiny a každou ze skupin má na starosti jeden odborný učitel. V rámci každé ze skupin jsou žáci dále rozděleni do pracovních týmů, obvykle po třech a čtyřech jedincích. Každý pracovní tým provádí samostatné měření na zadaném multiplikátu měřicích přípravků. Rozdělení úloh v měřicím týmu bývá ideálně následující: 1 vedoucí týmu (organizuje vlastní měření, dohlíží na dodržování předepsaného postupu měření, zodpovídá za eventuální poškození přístrojů), 1 zapisovatel (zapisuje naměřené hodnoty, příp. provádí potřebné výpočty), 2 měřiči (jeden nastavuje zdrojové části měřicích úloh podle pokynů vedoucího týmu, druhý odečítá aktuální hodnoty z měřicích přístrojů). Obvykle se požaduje odevzdání zpracovaného měřicího protokolu do termínu dalšího setkání (do dalšího týdne).

3.4.2 Struktura měřicího protokolu

Žáci v rámci praktických měření v laboratoři zpracovávají z každého měření tzv. protokol o laboratorním cvičení. Zadání protokolu dostávají žáci v elektronické podobě ve formátu Microsoft Office a Open Office, což jsou celosvětově nejrozšířenější formáty dokumentů. Žáci se nemohou tudíž vymlouvat, že nemohou s elektronickou verzí dokumentu pracovat – mají jej jak v placeném kancelářském balíku Microsoft Office, tak i ve volně šiřitelné verzi Open Office. Při měření je vhodné, aby zapisovatel z měřicí skupiny měl přenosný počítač a pracoval přímo s elektronickou verzí zadání protokolu. Všechna zadání měřicích protokolů zpracované autorem mají jednotnou strukturu sestávající z následujících bodů:

1. **Zadání** – je zde stručně a výstižně popsáno, co se od žáků očekává, co vlastně mají změřit či vypočítat.
2. **Cíl měření** – zde je stručně uvedeno k jakému účelu má měření posloužit.
3. **Teoretický rozbor** – sestává ze dvou částí, a to z teoretického rozboru vlastností měřeného předmětu a teoretického rozboru zvolené měřicí metody.

Teoretický rozbor vlastností měřeného předmětu – zde se uvedou a teoreticky zdůvodní na základě obecných znalostí předpokládané hodnoty a průběhy funkčních závislostí u měřeného předmětu, a to pouze ty, které se mají podle zadání úlohy měřit. Dále se uvedou nezbytné vztahy pro popis funkce měřeného předmětu v předpokládaném pracovním režimu, popř. konkrétní rozmezí hodnot předpokládané na základě obecně platných zákonitostí.

Teoretický rozbor zvolené měřicí metody – zde se uvedou hlediska pro volbu měřicí metody, měřicích přístrojů a pomocných zařízení, dále chyby měřicí metody, jejich korekce, popř. důvod jejich zanedbání. Uvede se stručný popis principu měřicí metody, nikoliv však popis postupu měření!

4. **Postup měření** – velmi stručně se uvede, v jakém pořadí byly nastavovány jednotlivé části zapojení, jak a v jakém intervalu byly zvoleny nastavované hodnoty, jak a na kterém přístroji byly odečítány naměřené hodnoty.
5. **Schéma zapojení** – pokud to charakter zvolené měřicí metody dovolí, používá se blokové schéma.

6. **Použité přístroje** – zde se uvede označení použitých přístrojů a zařízení shodné s označením ve schématu a dále pak charakteristické štítkové údaje. Do seznamu použitých přístrojů nepatří měřený předmět!
7. **Tabulky hodnot** – zde se uvedou tabulky naměřených a vypočtených hodnot potřebných pro zpracování protokolu.
8. **Příklad výpočtu** – uvádí se obecný a konkrétní výpočet jednoho řádku, popř. sloupce tabulky.
9. **Grafy hodnot** – grafy musí odpovídat daným zvyklostem a předepsané úpravě. Každý graf vyjmutý z protokolu musí být po informativní stránce zcela soběstačný, tzn., že musí být opatřen výstižným názvem, ve volné části grafu musí být uvedeny všechny konstanty použité při měření, měřítka musí být z vyvolené řady, např. $10^n \hat{=} 1, 2, 5$, výjimečně 4 a 8 cm ($n = \dots, -1, 0, 1, \dots$).
10. **Závěr** – zde se uvede, jaké jsou skutečně zjištěné vlastnosti měřeného předmětu, jak souhlasí výsledky měření s předpokládanými teoretickými vlastnostmi uvažovanými v teoretickém rozboru, vysvětlí se a zdůvodní se případné odchylky, posoudí se vliv metody a měřicích přístrojů na výsledky měření.

Poznámky ke zpracování:

Protokol se zpracovává pomocí výpočetní techniky na volné listy formátu A4, které se posléze na levém boku sešijí. Úvodní list má uprostřed nahoře obsaženo normalizované popisové pole pro vyplnění základních údajů o měřicím protokolu. Jednotlivé listy protokolu se číslují pořadovými čísly uprostřed dole. Nadpisy jednotlivých částí protokolu se také číslují a podtrhávají.

Grafy, popř. obsáhlejší tabulky se zařazují na konec protokolu jako přílohy. Přílohy se číslují římskými číslicemi, např.: Příloha I, Příloha II atd. V průběžném textu protokolu se uvede příslušný odkaz, např.: 9. Grafy hodnot – volt-ampérové charakteristiky diody KY 701 viz příloha I. Grafy, pokud nebude vyučujícím uvedeno jinak, budou provedeny jako jediné ručně tuší či černým tenkým fixem na milimetrový papír formátu A4!

3.4.3 Elektrotechnická měření pro 3. ročník

Pro třetí ročník autor této práce navrhl dvacet měřicích úloh (tj. příslušných měřicích protokolů). Předmět Elektrotechnická měření ve třetím ročníku oboru Elektrotech-

nika je rozdělen na část teoretickou („přednášky“) a část praktickou (vlastní měření v laboratoři). Podrobné obsahy jednotlivých výukových modulů byly již uvedeny v podkapitole 3.2.3, přesto se jeví vhodné uvést stručný nástin zpracovávané tematiky⁵¹:

1. Modul 263EMX01SO – Měřicí přístroje:

- presentace k rozdělení základních měřicích metod;
- presentace k úvodu do metrologie;
- presentace k soustavě SI;
- presentace – konstanta a citlivost měřicího přístroje, odečítání z měřicích přístrojů;
- presentace k nejistotám měření a jejich výpočtům;
- pracovní listy s příklady na výpočet nejistot měření;
- presentace – druhy, principy a využití měřicích soustav;
- presentace – struktura měřicích protokolů, metodologie měření;
- zadání protokolu č. 1 – „Ověřování měřicích přístrojů“;
- zadání protokolu č. 2 – „Vliv tvaru signálu na údaj měřicího přístroje“;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

2. Modul 263EMX02SO – Měření RLC:

- presentace k metodám měření elektrických lineárních odporů;
- zadání protokolu č. 3 – „Metody měření neznámých odporů“;
- presentace k metodám měření elektrických kapacit;
- zadání protokolu č. 4 – „Metody měření neznámých kapacit“;
- presentace k metodám měření vlastních indukčností;
- zadání protokolu č. 5 – „Metody měření neznámých indukčností“;
- presentace – kmitočtové vlastnosti rezistoru, kondensátoru a cívky;
- počítačová simulace kmitočtových vlastností rezistoru, kondensátoru a cívky⁵²;
- zadání protokolu č. 6 – „Kmitočtové vlastnosti prvků R, L, C“;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

⁵¹Tento nástin výukových materiálů obsažených v jednotlivých modulech vychází ze dvou šablon Digitalizovaných učebních materiálů (sada 32S01x2, projekt MŠMT „Zkvalitnění výuky digitálními učebními materiály“ č. CZ.1.07/1.5.00/34.0368) zpracovaných autorem této práce v II. a III. čtvrtletí roku 2012.

⁵²Všechny počítačové simulace zmiňované ve výukových modulech 263EMX02SO až 263EMX06SO jsou vytvořeny autorem této práce v simulačním systému Multisim 11.0 dodávaném firmou National Instruments.

3. Modul 263EMX03SO – Měření obvodů ss a st proudu:

- presentace k metodám měření základních obvodových veličin;
- presentace k metodám měření napětí, proudu a výkonu v obvodech stejnosměrného proudu;
- zadání protokolu č. 7 – „Měření výkonu stejnosměrného proudu“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 7;
- presentace k metodám měření napětí, proudu a výkonu v obvodech střídavého proudu;
- zadání protokolu č. 8 – „Měření výkonu jednofázového proudu“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 8;
- presentace k principu osciloskopu;
- zadání protokolu č. 9 – „Měření parametrů střídavých signálů pomocí osciloskopu“;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

4. Modul 263EMX04SO – Měření diod:

- presentace k rozdělení, vlastnostem a využití polovodičových diod;
- zadání protokolu č. 10 – „Měření V-A charakteristik základních polovodičových diod“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 10;
- zadání protokolu č. 11 – „Měření V-A charakteristik svítivých diod (LED)“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 11;
- presentace k polovodičovým diodám ve funkci usměrňovače;
- zadání protokolu č. 12 – „Měření polovodičových usměrňovačů“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 12;
- presentace ke zdvojovačům a násobičům napětí;
- zadání protokolu č. 13 – „Měření zdvojovačů a násobičů napětí“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 13;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

5. Modul 263EMX05SO – Měření tranzistorů:

- presentace k rozdělení, vlastnostem a použití tranzistorů;
- zadání protokolu č. 14 – „Měření V-A charakteristik bipolárního tranzistoru“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 14;

- zadání protokolu č. 15 – „Měření výstupních V-A charakteristik unipolárního tranzistoru MOSFET s indukovaným kanálem typu P v zapojení SS“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 15;
- presentace k bipolárnímu tranzistoru ve funkci zesilovače;
- postup návrhu jednostupňového zesilovače s bipolárním tranzistorem v zapojení SE;
- zadání protokolu č. 16 – „Bipolární tranzistor jako zesilovač“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 16;
- presentace k bipolárnímu tranzistoru ve spínacím režimu činnosti;
- zadání protokolu č. 17 – „Bipolární tranzistor jako spínač“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 17;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

6. Modul 263EMX06SO – Měření tyristorů, triaků a diaků:

- presentace k principu, vlastnostem a použití tyristoru, diaku a triaku;
- zadání protokolu č. 18 – „Měření základních parametrů diaku“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 18;
- zadání protokolu č. 19 – „Měření základních parametrů tyristoru“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 19;
- zadání protokolu č. 20 – „Triak jako regulátor výkonu“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 20;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

Obsah teoretické učební látky a jednotlivých měření v laboratoři je volen tak, aby pokrýval základní kompetence, které má žák ve třetím ročníku v předmětu Elektrotechnická měření obsáhnout.

Z klíčových kompetencí se jedná o kompetence k řešení problémů (získávání a porozumění informacím, spolupráce v týmu, využívání zkušeností získaných i mimo školu), komunikativní kompetence (schopnost vést smysluplnou odbornou diskusi, umět obhájit svůj názor), matematické kompetence (výpočty příkladů, práce s grafy, aplikace poznatků) a kompetence související s ICT (práce s informacemi, softwarem, Internetem).

Z ryze odborných kompetencí se žáci ve třetím ročníku učí uplatňovat zásady normalizace, provádět elektrotechnické výpočty a graficky se vyjadřovat, měřit elektrotechnické veličiny a dbát na dodržování předpisů BOZP.

Příklady zadání měřicích protokolů jsou uvedeny v **přílohách II, III a IV**.

3.4.4 Elektrotechnická měření pro 4. ročník

Pro čtvrtý ročník autor této práce navrhl dvacet měřících úloh v rozsahu šesti výukových modulů⁵³; předmět Elektrotechnická měření se opět jako ve třetím ročníku rozděluje na část teoretickou a část praktickou.

1. Modul 263EMX07SO – Měření napájecích zdrojů:

- presentace k základnímu rozdělení napájecích zdrojů, princip napětového a proudového náhradního zdroje;
- presentace – blokové schéma a popis spjitě řízeného napájecího zdroje;
- zadání protokolu č. 21 – „Měření činitele zvlnění výstupního napětí“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 21⁵⁴;
- zadání protokolu č. 22 – „Měření zatěžovací charakteristiky základních napájecích zdrojů“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 22;
- zadání protokolu č. 23 – „Měření stabilisovaného napájecího zdroje“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 23;
- presentace – blokové schéma a popis impulsně řízeného ss napájecího zdroje;
- presentace – měniče napětí;
- zadání protokolu č. 24 – „Měření základních parametrů spínaného napájecího zdroje“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 24;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

2. Modul 263EMX08SO – Měření zesilovačů:

- presentace – rozdělení zesilovačů, základní parametry zesilovačů;

⁵³ Níže uvedený rozpis obsahů jednotlivých výukových modulů vychází ze dvou šablon Digitalizovaných učebních materiálů (sada 32S02x2, projekt MŠMT „Zkvalitnění výuky digitálními učebními materiály“ č. CZ.1.07/1.5.00/34.0368) zpracovaných autorem této práce v období IV. čtvrtletí roku 2012 a I. čtvrtletí roku 2013.

⁵⁴ Všechny počítačové simulace zmiňované v modulech 263EMX07SO a 263EMX08SO jsou vytvořeny autorem této práce v simulačním systému Multisim 11.0 dodávaném firmou National Instruments. Počítačové simulace měření aplikací jednočipového mikročipového mikročipového PIC16F88 obsažené v modulu 263EMX09SO jsou vytvořeny autorem této práce v simulačním systému Proteus ISIS dodávaném firmou Labcenter Electronics.

- presentace – zesilovací stupeň s bipolárním tranzistorem v zapojení se společným emitorem a jeho rozbor;
- presentace – zesilovací třídy;
- presentace – operační zesilovač a jeho princip;
- zadání protokolu č. 25 – „Měření základních zapojení operačních zesilovačů“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 25;
- zadání protokolu č. 26 – „Měření kmitočtových charakteristik integrovaného nf zesilovače“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 26;
- zadání protokolu č. 27 – „Měření vstupní a výstupní impedance nf zesilovače“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 27;
- presentace – kmitočtové filtry;
- zadání protokolu č. 28 – „Měření aktivních kmitočtových filtrů“;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 28⁵⁵;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

3. Modul 263EMX09SO – Měření na mikroprocesorových zařízeních:

- presentace – seznámení s jednočipovým mikropočítačem PIC16F88;
- presentace – seznámení s programovacím prostředím MPLab;
- zadání protokolu č. 29 – „Sledovač signálu s jednočipovým mikropočítačem PIC16F88“;
- vývojový diagram a řídicí program PIC16F88 pro protokol č. 29;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 29;
- zadání protokolu č. 30 – „Základní diagnostika jednočipového mikropočítače PIC16F88“;
- vývojový diagram a řídicí program PIC16F88 pro protokol č. 30;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 30;
- zadání protokolu č. 31 – „Vstupní a výstupní vývody jednočipového mikropočítače PIC16F88“;
- vývojový diagram a řídicí program PIC16F88 pro protokol č. 31;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 31;

⁵⁵ Počítačový návrh aktivního kmitočtového filtru a jeho simulace jsou autorem této práce provedeny ve volně šiřitelném, specializovaném návrhovém programu FilterPro 2.0 od firmy Texas Instruments.

- zadání protokolu č. 32 – „A/D převodník jednočipového mikropočítače PIC16F88“;
- vývojový diagram a řídicí program PIC16F88 pro protokol č. 32;
- počítačová simulace úlohy z protokolu č. 32;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

4. Modul 263EMX10SO – Měření neelektrických veličin:

- presentace – snímače neelektrických veličin a jejich třídění;
- presentace – inteligentní snímač a jeho rozbor;
- presentace – podstata stroboskopického jevu, princip stroboskopu, druhy stroboskopů;
- zadání protokolu č. 33 – „Měření otáček pomocí stroboskopu“;
- presentace – chlazení elektronických součástek;
- zadání protokolu č. 34 – „Měření zahřívání elektronických součástek“;
- zadání protokolu č. 35 – „Měření délek posuvným měřítkem a mikrometrem“;
- zadání protokolu č. 36 – „Měření citlivosti a kmitočtové charakteristiky reproduktoru“;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

5. Modul 263EMX11SO – Měření parametrů spotřební elektroniky:

- presentace – sériové rozhraní EIA RS-232C/CCITT V.24;
- zadání protokolu č. 37 – „Měření sériového rozhraní EIA RS-232C/CCITT V.24“;
- presentace – činný a isolační odpor vinutí;
- zadání protokolu č. 38 – „Měření činného a isolačního odporu vinutí“;
- presentace – nejdůležitější požadavky kladené na elektrické motory;
- presentace – princip činnosti a uspořádání asynchronního motoru;
- zadání protokolu č. 39 – „Měření momentové charakteristiky třífázového dvoupólového asynchronního motoru s klecovou kotvou“;
- presentace – princip a využití proudového a napěťového chrániče;
- zadání protokolu č. 40 – „Měření parametrů proudového chrániče a impedance smyčky“;
- elektronický a papírový výstupní modulový test.

Obsah teoretické učební látky a jednotlivých měření v laboratoři je volen tak, aby pokrýval základní kompetence, které má žák získat ve čtvrtém ročníku v předmětu Elektrotechnická měření. Tyto kompetence se z velké části kryjí s kompetencemi získanými ve třetím ročníku a lze říci, že je pouze rozšiřují a prohlubují.

Z klíčových kompetencí jsou ve čtvrtém ročníku rozvíjeny a prohlubovány kompetence k řešení problémů, komunikativní kompetence, matematické kompetence a kompetence související s ICT.

Z ryze odborných kompetencí si žáci ve čtvrtém ročníku prohlubují znalosti a dovednosti z oboru technické normalizace, schopnosti ovládat a opravovat moderní elektronické systémy, provádět elektrotechnické výpočty a graficky se vyjadřovat, měřit elektrotechnické veličiny, znalosti bezpečnostních předpisů a znalosti mezioborových vztahů v oblasti elektrotechniky.

Příklady zadání měřicích protokolů jsou uvedeny v **přílohách V, VI a VII**.

3.5 Příprava učitele na výuku

Příprava učitele na výuku předmětu Elektrotechnická měření zahrnuje *oblast teoretickou a praktickou*.

Teoretická příprava vyučujícího je podmíněna podrobnou znalostí vyučované odborné problematiky, měřených úloh, vybavení laboratoří a znalostí didaktických principů skupinového vyučování.

Pokud vezmeme přípravu podkladů pro výuku úplně od začátku, tak v rámci hodinové dotace na předmět Elektrotechnická měření si musí učitel rozpočítat celkový počet vyučovacích hodin v daném školním roce. Tento výpočet je vcelku jednoduchý, neboť se vezme týdenní hodinová dotace předmětu a vynásobí se počtem týdnů, které máme v daném školním roce k dispozici. Pro 3. ročník se jedná o 34 týdnů, pro 4. ročník o 30 týdnů (vše včetně rezervy 2 týdnů na svátky a prázdniny). Tímto postupem zjistíme disponibilní počet hodin. Dále musíme sestavit tématický plán předmětu Elektrotechnická měření. V podstatě jde o to, přiřadit jednotlivým výukovým modulům přiměřený počet hodin. Doporučený počet hodin, kterého se však nemusíme striktně držet, najdeme v distribučních maticích 3. a 4. ročníku předmětu. Autorovi se osvědčilo rozpracovávat tématický plán velice podrobně, poněvadž to ulehčuje následnou tvorbu pedagogických příprav na jednotlivé vyučovací hodiny. Příklady tématických plánů předmětu Elektro-

technická měření pro 3. a 4. ročník, tak, jak je sestavil autor této práce, jsou uvedeny v **přílohách VIII a IX**.

Tvorba přípravy na vybranou vyučovací hodinu spočívá v didaktické transformaci učiva, které se učitel rozhodl žákům vysvětlit. Učitel musí, což je součástí pedagogické zkušenosti, odhadnout, jak velkou část učební látky je schopen v časovém úseku dané vyučovací jednotky probrat. Dále musí učitel zodpovědět otázku, jakým způsobem (jakými vyučovacími metodami) chce danou problematiku vyložit. A v neposlední řadě je nutno vymezit, jaké výukové a výchovné cíle mají žáci během hodiny získat či si je prohloubit. Lze bez nadsázky tvrdit, že právě v přípravách jednotlivých vyučovacích hodin či vyučovacích jednotek spočívá pedagogické mistrovství daného učitele. Příklad přípravy na vyučovací hodinu v předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník je v **příloze X**.

Praktická příprava vlastních měření v laboratořích je zcela nezbytná. Pokud bychom ji zanedbali, riskujeme, že průběh hodin praktických měření bude znehodnocen buď nefunkční měřicí technikou, nebo nefunkčními multiplikáty měřicích přípravků. Zde musí autor podotknout, že veškeré měřicí úlohy obsažené v měřicích protokolech sám v laboratoři ověřil a tudíž i hodnoty veličin volené v tabulkách jednotlivých úloh jsou vyzkoušené. Rozhodně se tento postup vyplatí, stejně jako využívání elektronických zadání protokolů, neboť i práce žáků v měřicích skupinách je tímto kladně ovlivněna a vlastní měření má svižný průběh. Je však třeba, aby žáci znali teoreticky problematiku, které se vlastní měření týká. Toto musí učitel před začátkem měření ověřit krátkým ústním přezkoušením všech členů daných měřicích skupin. Aby si učitel vynutil domácí přípravu žáků na vlastní měření, je třeba toto ústní přezkoušení vždy oznámkovat. Autor této práce ty žáky, kteří projeví hrubé neznalosti měřené úlohy, vůbec nepřipouští k praktickému měření a zadává jim náhradní práci. Úlohu si poté musí doměřit v náhradním termínu mimo řádnou vyučovací hodinu.

4. Závěr

V předložené práci autor provedl rozbor výukových metod, cílů, kompetencí a příslušných didaktických prostředků používaných při výuce odborných elektrotechnických předmětů se zaměřením zvláště na výuku předmětu Elektrotechnická měření. Tento předmět je v rámci elektrotechnických předmětů výjimečný vysokým zastoupením praktických měření, které přímo vybízí ke skupinové práci žáků.

Skupinové vyučování jako organizační forma vyučování je ve výuce technických předmětů velice žádoucí a jeho potřeba vyplývá ze současných společensko-ekonomických podmínek naší společnosti. Jak uvádí pedagogičtí výzkumníci Erika Mechlová a František Horák⁵⁶: „Funkční význam efektivně organizovaných malých skupin uvnitř formálních organizací v moderním světě neustále roste jak ve výrobě, tak i ve vědě, umění a celé společenské praxi. Proto vytváření návyků spolupráce v malé skupině, její organizace a řízení, je nutno začít již dříve než v dospělosti člověka.“

Autor této bakalářské práce pracuje již osmým rokem jako učitel odborných elektrotechnických předmětů a snažil se o popis svého přístupu k výuce předmětu Elektrotechnická měření, potažmo všech elektrotechnických předmětů. Z dlouhodobých poznatků vyplynulo, že z hlediska přenosu poznatků a trvalosti jejich uchování v hlavách žáků je opravdu lepší využívat aktivizující výukové metody, mezi něž řadíme i skupinovou práci žáků, i když ne vždy je lze dostatečně dobře využít. Vždy budou existovat partie z odborných předmětů, které je lepší vyložit frontálním způsobem. Jestliže čtenáře tato práce bude inspirovat, cíl autora byl splněn.

⁵⁶ Mechlová, E.; Horák, F.: *Skupinové vyučování na základní a střední škole*. Praha, SPN 1986, str. 88.

5. Použitá literatura

- [1] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, 352 str., ISBN 0-321-08405-5.
- [2] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R.; Airasian, P. W.; Cruikshank, K. A.; Mayer, R. E.; Pintrich, P. P.; Raths, J.; Wittrock, M. (eds.): *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing of Educational Objectives*. New York, Longman 2001, paperback edition, ISBN 0-8013-1903-X.
- [3] Bloom, B. S. (Ed.); Engelhart, M. D.; Furst, E. J.; Hill, W. H.; Krathwohl, D. R.: *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. New York/Toronto, Longman/Green 1956.
- [4] Čáp, J.: *Psychologie pro učitele*. Praha, SPN 1987, 3. vyd., 384 str.
- [5] Davy, R. H.: *Psychomotor Domain*. International Conference of Educational Testing, Berlin 1967.
- [6] Geschwinder, J.: *Technologie vzdělávání*. Olomouc, PedF UP 1994.
- [7] Ingenkamp, K. H. (Ed.): *Developments in Educational Testing vol. 1*. London, University of London Press 1969.
- [8] Kalhous, Z.: *Kategorie výukových cílů a její využití v praktických činnostech učitelů na středních školách*. Habilitační práce. Olomouc, PedF UP 1990.
- [9] Kalhous, Z.; Obst, O.: *Školní didaktika*. Praha, Portál 2009, 2. vyd., 447 str., ISBN 978-80-7367-571-4.
- [10] Komenský, J. A.: *Didaktika velká*. Brno, Komenium 1948, 3. vyd., 252 str.
- [11] Krathwohl, D. R.; Bloom, B. S.; Masia, B. B.: *Taxonomy of Educational Objectives. Handbook II: Affective Domain*. New York, David McKay Co. 1964.
- [12] Lerner, I. J.: *Didaktické základy metod výuky*. Praha, SPN 1986, 1. vyd., 165 str.
- [13] Madsen, K. B.: *Teorie motivace*. Praha, Academia 1972.
- [14] Mager, R. F.: *Preparing Instructional Objectives*. 2. vyd., Belmont, CA, David S. Lake 1984.
- [15] Maňák, J.: *Nárys didaktiky*. Brno, PedF MU 1990, 1. vyd., 111 str., ISBN 80-210-0210-7.

- [16] Mechlová, E.; Horák, F.: Skupinové vyučování na základní a střední škole. Praha, SPN 1986, 1. vyd., 104 str.
- [17] Mojžíšek, L.: *Vyučovací metody*. Praha, SPN 1975, 1. vyd., 324 str.
- [18] Nelešovská, A.; Spáčilová, H.: *Didaktika III*. Olomouc, PedF UP 1999, 1. vyd., 39 str., ISBN 80-7067-795-3.
- [19] Niemierko, B.: *Taksonomia celów wychowania*. In: *Kwartalnik pedagogiczny*, r. 24, 1979, č. 2.
- [20] Osborn, A. F.: *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New York, Charles Scribner's Sons 1953, 1. vyd. (2. rev. vyd. 1957, 3. rev. vyd. 1963).
- [21] Pařízek, V.: *Problémy konkretizace a členění cílů výchovy*. In: *Pedagogika*, r. 13, 1963, č. 6.
- [22] Pavlík, O.: *Didaktika*. Bratislava, Štátne nakladateľstvo 1949, 2. vyd., 238 str.
- [23] Pecina, P.; Zormanová, L.: *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a v praxi*. Brno, PedF MU 2009, 1. vyd., 147 str., ISBN 978-80-210-4834-8.
- [24] Petty, G.: *Moderní vyučování*. Praha, Portál 1996, 1. vyd., 380 str., ISBN 80-7178-070-7.
- [25] Průcha, J.; Walterová, E.; Mareš, J.: *Pedagogický slovník*. Praha, Portál 2003, 4. vyd., 322 str., ISBN 80-7178-772-8.
- [26] Skalková, J.: *Aktivita žáků ve vyučování*. Praha, SPN 1971, 1. vyd., 188 str.
- [27] Skalková, J.: *Za novou kvalitu vyučování: Inovace v soudobé pedagogické teorii i praxi*. Brno, Paido 1995, 89 str., ISBN 80-85931-11-7.
- [28] Szachtová, A.: *Vybrané kapitoly z pedagogické psychologie*. Plzeň, PedF ZČU 2000, ISBN 80-7082-637-1.
- [29] Váňa, J.: *O metodických problémech rozvoje pedagogické vědy*. In: *Pedagogika*, r. 12, 1962, č. 3.
- [30] Vrána, S.: *Učebné metody*. Praha/Brno, Dědictví Komenského 1938, 3. vyd., 254 str.

6. Seznam obrázků a příloh

Obr. 1. Průměrné zapojení smyslů při výukovém procesu.....	14
Obr. 2. Naznačení hierarchie výukových cílů.....	18
Obr. 3. Maslowova hierarchie potřeb.....	36
Obr. 4. Ukázka vzhledu interaktivní tabule s optickým snímáním polohy.....	77
Obr. 5a. Ukázka výukového nástěnného obrazu Festo.....	78
Obr. 5b. Ukázka výukového nástěnného obrazu Festo.....	78
Obr. 6. Příklad projekce datovým projektozem připojeným k počítači.....	79
Obr. 7a. Příklad projekce výukové videokazety ze souboru kazet polovodičové techniky.....	80
Obr. 7b. Příklad projekce výukové videokazety ze souboru kazet polovodičové techniky.....	81
Obr. 8a. Ukázka projekce diapositivů.....	82
Obr. 8b. Vzhled diaprojektoru Pentacon AV-100 s vloženým zásobníkem a dálkovým ovladačem.....	82
Obr. 9a. Ukázka projekce fázovaných fólií.....	84
Obr. 9b. Vzhled zpětného projektoru UNIK 4000.....	84
Obr. 10a. Celkový pohled na měření desítkového čítače MH 7490 s připojeným A/D převodníkem.....	85
Obr. 10b. Podrobný pohled na měření desítkového čítače MH 7490 s připojeným A/D převodníkem.....	86
Obr. 10c. On-line měření obvodu čítače MH 7490 připojeným osobním mikropočítačem.....	86
Obr. 10d. Část sestavy stavebnice RC Domino.....	87
Obr. 10e. Část sestavy stavebnice RC Domino.....	87
Obr. 10f. Část sestavy stavebnice RC Domino.....	88
Obr. 10g. Část sestavy stavebnice RC Domino.....	88
Obr. 11. Vzhled soupravy Feedback bez připojených doplňkových modulů.....	89
Obr. 12. Část programovatelných automatů Zelio Logic 1. a 3. generace.....	89
Obr. 13. Programovatelné automaty Twido kompaktní a modulární koncepce.....	90
Obr. 14. Vzhled modelu elektrického řízeného zdroje.....	90

Obr. 15a. Příklad jednoho listu schématu v Eaglu.....	91
Obr. 15b. Příklad dvouvrstvé desky s plošnými spoji navržené v Eaglu.....	91
Obr. 15c. 3D pohled na desku s plošnými spoji vygenerovaný v Eaglu.....	92
Obr. 15d. Vzhled pracovního prostředí autorouteru Electra.....	92
Obr. 16a. Příklad simulace Pierceova krystalového oscilátoru v Multisimu.....	93
Obr. 16b. Praktické měření Pierceova krystalového oscilátoru v laboratoři pomocí číslicového osciloskopu.....	93
Obr. 17. Příklad deklarace mikroprocesoru zapsané v programu MPLab.....	94
Obr. 18. Příklad simulace navrženého LC obvodu pásmové zadržky v programu Elsie.....	94
Obr. 19. Příklad návrhu aktivní RC dolní propusti 3. řádu v programu FilterPro.....	95
Obr. 20. Příklad simulace generátoru s jednočipovým mikro počítačem PIC16F88 v programu Proteus ISIS.....	95
Příloha I: Učební plán oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika.....	112
Příloha II: Zadání měřicího protokolu č. 2 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika.....	114
Příloha III: Zadání měřicího protokolu č. 17 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika.....	119
Příloha IV: Zadání měřicího protokolu č. 19 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika.....	126
Příloha V: Zadání měřicího protokolu č. 26 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika.....	131
Příloha VI: Zadání měřicího protokolu č. 28 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika.....	136
Příloha VII: Zadání měřicího protokolu č. 37 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika.....	142
Příloha VIII: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření pro 3. ročník oboru Elektrotechnika.....	148
Příloha IX: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník oboru Elektrotechnika.....	150
Příloha X: Příklad přípravy na vyučovací hodinu předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník.....	152

7. Přílohy

Příloha I: Učební plán oboru 26-41-M/01 Elektrotechnika

Kód a název oboru vzdělávání: **26 – 41 – M/01 Elektrotechnika**
 Název ŠVP: **Elektrotechnika – počítače a robotika**
 Stupeň vzdělání: **střední vzdělání s maturitní zkouškou**
 Délka studia: **4 roky**
 Forma studia: **denní**
 Datum platnosti: **od 1. 9. 2011**

Kategorie a názvy vyučovacích předmětů	Počet týdenních vyučovacích hodin				
	1. roč.	2. roč.	3. roč.	4. roč.	Celkem
A. Povinné vyučovací předměty					
a) Základní předměty					
Cesky jazyk ^{1), 2)}	2	2	2	1	7
Estetická výchova ²⁾	1	1	1	2	5
Cizí jazyk (AJ/NJ) ^{1), 12)}	4	3	3	3	13
Dějepis ⁴⁾	2	-	-	-	2
Společenská nauka ^{3), 4)}	1	1	1	-	3
Tělesná výchova	2	2	2	2	8
Matematika ³⁾	3	4	3	3	13
Fyzika	2	2	-	-	4
Chemie	1	-	-	-	1
Biologie a ekologie	-	1	-	-	1
Informační a komunikační technologie ³⁾	2	2	-	-	4
Ekonomika a organizace ⁴⁾	-	-	2	1	3
Technická dokumentace	2	2	-	-	4
Elektrotechnika	-	2	-	-	2
Provozní elektrotechnika ③	-	-	3	-	3
Elektronika ②	-	2+2	3	-	7
Číslicová technika	-	2	-	-	2
Mikroprocesorová technika	-	-	2	-	2
Projektování mikroprocesorových systémů	-	-	-	3	3
Měření a diagnostika	-	-	3	3	6
Automatizační technika ③	-	-	2	4	4
Strojirenství	-	-	-	2	2
Aplikovaná informatika ⁵⁾	2	-	-	-	2
Programování ⑥	-	0	4	-	4
Projektový seminář ⁶⁾	-	-	-	1	1
Písemná elektronická komunikace ⁷⁾	2	-	-	-	2
Úvod do světa práce	1	-	-	-	1
Základy techniky ⁸⁾	3	-	-	-	3
Praxe ⁹⁾ ①	3	3	3	3	12
Projektová praxe ②	-	-	-	3	3
b) Volitelné předměty					
Maturitní seminář ¹⁰⁾	-	-	-	2	2
B. Nepovinné předměty ¹¹⁾					
Celkový týdenní počet hodin	33	31	34	31	129

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ Předměty, ve kterých jsou zařazeny Certifikované moduly.

Poznámky k učebnímu plánu:

- 1) Učební plán může ředitel školy upravit až do 10% hodinové dotace. Přitom nesmí být žádný základní předmět v rámci učebnímu plánu zrušen a hodinová dotace skupin předmětů zahrnujících jednu vzdělávací oblast Rámcového vzdělávacího programu (RVP) nesmí být souhrnně nižší, než stanovená minimální hodinová dotace dané vzdělávací oblasti v RVP.
- 2) Obsah modulů může ředitel školy upravit do 30 % s ohledem na nové technologie, modernizaci oboru, podmínky regionu a požadavky sociálních partnerů.
- 3) Symbolem ¹⁾ jsou označeny předměty, ze kterých bude každý žák skládat společnou část státem zadávané maturitní zkoušky.
- 4) Symbolem ²⁾ je označen předmět, ze kterých bude každý žák skládat nepovinnou zkoušku profilové části maturitní zkoušky *Český jazyk a literatura*, pokud si tuto možnost zvolí.
- 5) Symbolem ³⁾ jsou označeny předměty, ze kterých si žák vybere jeden ze kterého bude skládat společnou část státem zadávané maturitní zkoušky *Matematika 1* nebo *Občanský základ* nebo *Informačně technický základ* (volitelná zkouška).
- 6) Obsah volitelné společné části maturitní zkoušky *Informačně technický základ* netvoří jen výše uvedený předmět, ale všechny předměty využívající ICT.
- 7) Symbolem ⁴⁾ jsou označeny předměty, ze kterých se skládá obsah volitelné společné části maturitní zkoušky *Občanský základ*.
- 8) Profilová část maturitní zkoušky se skládá ze 3 povinných zkoušek. Ředitel určí nabídku povinných zkoušek. Při volbě předmětu všech tří zkoušek bude preferována profilace školy a požadavky sociálních partnerů, především v oblasti odbornosti žáka. Vedle povinných zkoušek určí ředitel i nabídku nepovinných profilových zkoušek podle zákona.
- 9) Symbolem ⁵⁾ je označen předmět, jehož obsah bude zaměřen na aplikované využívání ICT v rámci odbornosti.
- 10) Symbolem ⁶⁾ je označen předmět *Projektový seminář*, jehož obsah bude zaměřen na metodiku a tvorbu žákovského projektu, který bude vždy součástí povinné zkoušky profilové části maturitní zkoušky.
- 11) Symbolem ⁷⁾ je označen předmět, jehož obsah bude zaměřen na podporu základních ICT vyžadovaných při společné části maturitní zkoušky.
- 12) Symbolem ⁸⁾ je označen předmět, jehož obsah bude modulově rozdělen na 2 oblasti – strojírenství a elektrotechniku.
- 13) Symbolem ⁹⁾ je označen předmět *Praxe*, jehož součástí jsou čtyři týdny souvislé praxe. Ty mohou být rozděleny do 2. a 3. ročníku, nebo realizovány ve 3. ročníku. Tuto souvislou praxi vykonávají žáci v podnicích, firmách a na smluvně zajištěných pracovištích.
- 14) Symbolem ¹⁰⁾ je označen povinné volitelný předmět, jehož obsah bude určen zvolenou zkouškou žáka v rámci společné části státem zadávané maturitní zkoušky *Matematika 1* nebo *Občanský základ* či *Informačně technický základ* (volitelná zkouška).
- 15) Symbolem ¹¹⁾ je označena nabídka nepovinných předmětů, které určí a schválí, včetně jejich obsahu, před zahájením příslušného školního roku ředitel školy na návrh předmětových komisí. Žák se může v jednom školním roce přihlásit nejvýše do dvou nepovinných vyučovacích předmětů.
- 16) Cizí jazyk si volí žák při vstupu na střední školu. Vzhledem k charakteru výuky je preferován výběr anglického jazyka. Pokud žák nepokračuje ve studiu toho jazyka, kterému se učil na základní škole, nabídne mu škola již od 1. ročníku doplňkový kurz cizího jazyka.
- 17) Počet vyučovacích hodin cvičení není v učebním plánu uveden. Rozsah cvičení ve vyučovacím předmětu se řídí charakterem vyučovacím předmětu. Při cvičení se třída dělí na skupiny v souladu s platnými předpisy BOZP. Nestanoví-li přípustnou velikost skupin předpisy BOZP, hygienické předpisy apod., určí ji ředitel školy podle platných předpisů MŠMT ČR a finančních možností školy.
- 18) Škola v souladu s metodickým pokynem MŠMT organizuje v prvním až třetím ročníku týdenní lyžařský výcvikový kurz a sportovně turistický kurz. Celková doba trvání kurzů nesmí přesáhnout dva týdny.
- 19) K podpoře rozvíjení klíčových a obecných kompetencí může škola v rámci časové rezervy organizovat v kterémkoli ročníku projektové týdny, zaměřené na zpracování a hodnocení žákovských projektů.
- 20) Jako nepovinný předmět se vyučuje náboženství, pokud se k předmětu náboženství uskutečňovanému danou církví nebo náboženskou společností přihlásí ve školním roce alespoň 7 žáků školy. K vyučování náboženství lze spojovat žáky z několika ročníků jedné školy nebo více škol, nejvýše však do počtu 30 žáků ve třídě. Další podrobnosti stanoví zákon.

**Příloha II: Zadání měřicího protokolu č. 2 pro elektrotechnická měření
ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika**

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 3
kontroloval:	datum:	hodnocení:
připomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 2
	listů: X	příloh: 0
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Vliv tvaru signálu na údaj měřicího přístroje		
<u>1. Zadání</u>		
<p>a) Předloženými analogovými a číslicovými voltmetry změřte výstupní napětí funkčního generátoru pro symetrický sinusový, trojúhelníkový a obdélníkový výstupní signál. Kmitočet generátoru volte rovný 50 Hz. Rozkmit U_{max} signálu generátoru volte tak, aby tvar signálu nebyl zkreslen omezením výstupu generátoru (volte jej např. 2,000 V).</p> <p>b) Pro všechny měřené průběhy dopočítejte příslušný činitel tvaru k_t, výkyvu k_v a plnění k_p a proveďte jejich porovnání s teoretickými hodnotami.</p> <p>c) Určete, který přístroj je nejvíce vhodný pro měření neharmonických průběhů a který je naopak vhodný nejméně.</p>		
<u>2. Cíl měření</u>		
Ověřit si vlastnosti různých měřicích přístrojů a soustav při měření harmonických a neharmonických průběhů.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
Charakteristické hodnoty střídavých signálů		
Charakteristickými hodnotami střídavých, stále se opakujících, signálů jsou zejména tyto veličiny (a jim příslušné hodnoty):		
1) Kmitočet (frekvence) f		
Při rovnoměrném otáčení smyčky úhlovou rychlostí		
$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot f ;$		
kde n je počet otočení za 1 sekundu, se průběh periodicky opakuje. Rychlost opakování nazveme kmitočtem (frekvencí) f a udáváme ji v hertzech [Hz].		

2) Perioda T

Perioda je doba trvání jednoho cyklu opakujícího se průběhu. Platí vztah:

$$T = \frac{1}{f} [s; Hz].$$

3) Okamžitá hodnota a

Okamžitá hodnota je hodnota veličiny v daném čase.

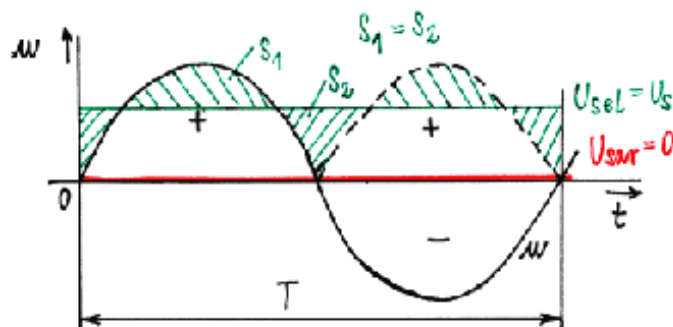
4) Střední hodnota A_s

Střední hodnota je definována v elektrotechnice pomocí elektrického proudu. Je to taková hodnota stejnosměrného elektrického proudu, která přenesla stejný elektrický náboj, jako proud střídavý.

Rozeznáváme dva druhy střední hodnoty, a to střední hodnotu aritmetickou (A_{sar}) a střední hodnotu elektrolytickou (A_{sel}). Běžně se používá střední elektrolytická hodnota. Většinou se přívlastek „elektrolytická“ ani neuvádí a mluví se pouze o střední hodnotě.

A_{sar} ... aritmetický střed hodnot s respektováním znaménka;

A_{sel} ... aritmetický střed hodnot bez respektování znaménka.



Obecný vztah pro střední (elektrolytickou) hodnotu napětí:

$$U_s = \frac{2}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_2} u^2(t) dt.$$

Pro harmonický průběh napětí lze odvodit vztah

$$U_s = \frac{2}{\pi} \cdot U_{max} \cong 0,637 \cdot U_{max}.$$

tj. střední (elektrolytická) hodnota harmonického průběhu napětí je rovna přibližně 63,7 % vrcholové hodnoty.

5) Efektivní hodnota A_{ef}

Efektivní hodnota je v elektrotechnice definována ve shodě se střední hodnotou pomocí elektrického proudu. Efektivní hodnota proudu je taková myšlená hodnota stejnosměrného proudu, která vyvolá stejné tepelné či elektrochemické účinky jako proud střídavý.

Obecný vztah pro efektivní hodnotu napětí:

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2(t) dt}.$$

Pro harmonický průběh napětí lze odvodit vztah

$$U_{ef} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot U_{max} \cong 0,707 \cdot U_{max} ;$$

tj. efektivní hodnota harmonického průběhu napětí je rovna přibližně 70,7 % vrcholové hodnoty.

6) Činitel tvaru k_t

Činitel tvaru charakterizuje časový průběh signálu a platí pro něj vztah:

$$k_t = \frac{A_{ef}}{A_s} \geq 1 [-].$$

Pro harmonický průběh napětí platí:

$$k_t = \frac{U_{ef}}{U_s} = \frac{\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}}{\frac{2}{\pi} \cdot U_{max}} = \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{2}} \cong 1,111.$$

7) Činitel výkyvu k_v

Činitel výkyvu charakterizuje dynamiku signálu („špičatost signálu“), potažmo zatížení izolace vodiče a platí pro něj vztah:

$$k_v = \frac{A_{max}}{A_{ef}} \geq 1 [-].$$

Pro harmonický průběh napětí platí:

$$k_v = \frac{U_{max}}{U_{ef}} = \frac{U_{max}}{\frac{U_{max}}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2} \cong 1,414.$$

8) Činitel plnění k_p

Činitel plnění udává energetické zatížení zdroje signálu a elektrického vedení a platí pro něj vztah:

$$k_p = \frac{A_s}{A_{max}} \leq 1 [-].$$

Pro harmonický průběh napětí platí:

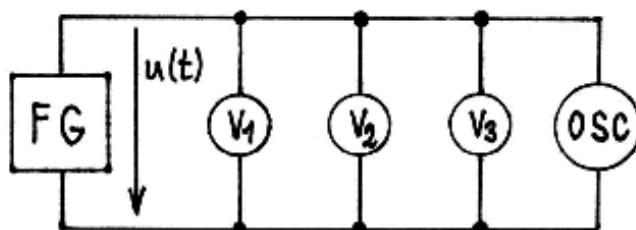
$$k_p = \frac{U_s}{U_{max}} = \frac{\frac{2}{\pi} \cdot U_{max}}{U_{max}} = \frac{2}{\pi} \cong 0,637.$$

Měřicí přístroje jak analogové, tak i číslicové jsou běžně kalibrovány tak, aby při měření harmonických průběhů ukazovaly efektivní hodnotu měřené veličiny. Pro naměřenou hodnotu A_{nam} poté platí $A_{nam} = k_t \cdot A_s$. Skutečnou efektivní hodnotu pro neharmonické průběhy změříme pouze magnetoelektrickými přístroji s termoelektrickým měničem (termočlánkem), přístroji feromagnetickými, elektrodynamickými, ferodynamickými, indukčními, tepelnými a přístroji s označením „True RMS“. Hojně rozšířené magnetoelektrické přístroje s usměrňovačem a běžné číslicové multimetry neměří u neharmonických signálů pravou efektivní hodnotu.

4. Postup měření

– zpracujte si sami ☺

5. Schéma zapojení



6. Seznam použitých přístrojů

– doplňte údaje k použitým přístrojům ☺

FG – funkční generátor typ ..., výrobce ..., č. ev.;

V₁ – ...;

V₂ – ...;

V₃ – ...;

OSC – číslicový osciloskop typ ..., výrobce ..., č. ev.

7. Tabulky hodnot

Průběh	Voltmetr	Výpočet						Měření			
		U_{max} [V]	U_{ef} [V]	U_s [V]	k_t [-]	k_v [-]	k_p [-]	U_{max} [-]	k_t [-]	k_v [-]	k_p [-]
sinus	V1										
	V2				1,111	1,414	0,637				
	V3										
trojúhelník	V1										
	V2				1,155	1,733	0,500				
	V3										
obdélník	V1										
	V2				1,000	1,000	1,000				
	V3										

8. Příklad výpočtu

$$U_{ef} = \frac{U_{max}}{k_v} = \dots$$

$$U_s = U_{max} \cdot k_p = \dots$$

$$k_t = \frac{U_{nam}}{U_s} = \dots$$

$$k_v = \frac{U_{max}}{U_{nam}} = \dots$$

$$k_p = \frac{1}{k_t \cdot k_v} = \dots$$

9. Grafy hodnot

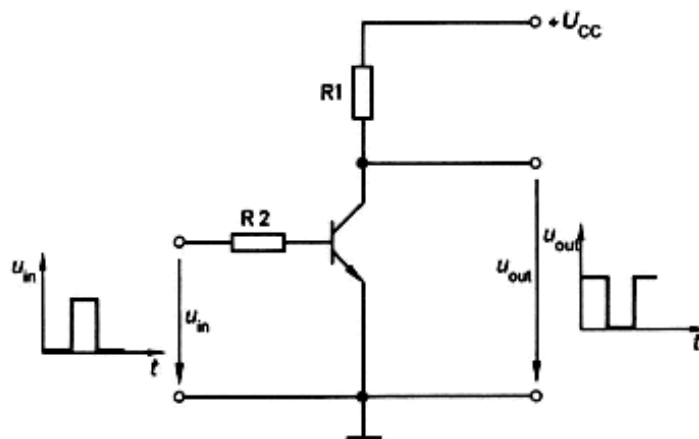
V tomto měření se nekonstruují grafy.

10. Závěr

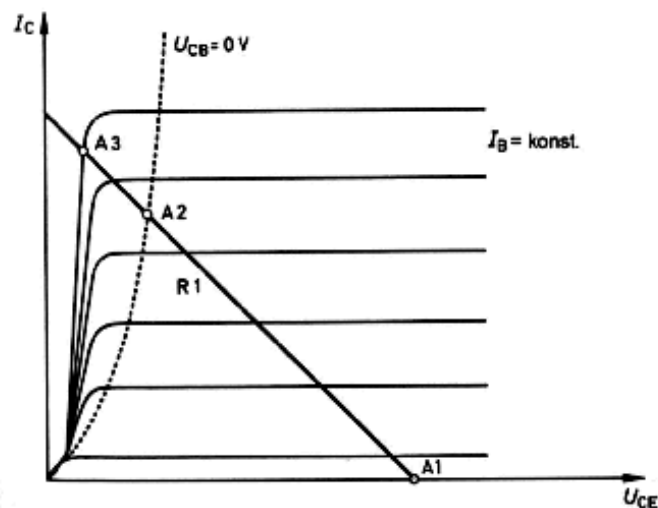
Uveďte, který voltmetr je pro měření neharmonických průběhů nejvíce vhodný a který je nejméně vhodný. Zhodnoťte celé měření.

Příloha III: Zadání měřicího protokolu č. 17 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 3
kontroloval:	datum:	hodnocení:
přípomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 17
	listů: X	příloh: X
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Bipolární tranzistor jako spínač		
<u>1. Zadání</u>		
Pro zadaný bipolární tranzistor proveďte následující měření:		
<p>a) Změřte hodnotu proudového zesilovacího činitele β v zapojení tranzistoru se společným emitorem. Napájecí napětí tranzistoru $U_{CC} = 12 \text{ V}$, $R_C = 330 \Omega$. V katalogu dohleďte minimální hodnotu činitele β pro daný typ tranzistoru a výpočtem stanovte hodnotu bázevého proudu I_B. Dále vypočtete hodnotu odporu bázevého rezistoru R_B pro buzení zdrojem obdélníkového signálu s úrovněmi TTL.</p> <p>b) Na vstup obvodu tranzistorového spínače připojte funkční generátor s úrovněmi TTL. Na vstup a výstup tranzistorového spínače zároveň připojte sondy dvoukanalového číslicového osciloskopu. Postupně měňte kmitočet generátoru na hodnoty kmitočtu 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz a vždy zaznamenejte průběhy na vstupu a výstupu tranzistorového spínače. Pozorované jevy vysvětlete.</p> <p>c) Zapojte do kolektoru tranzistoru indukční zátěž tvořenou vinutím relé. Kmitočet budícího funkčního generátoru snižte na hodnotu, kdy relé spolehlivě spíná a rozpíná (poznáte podle svitu indikační žárovky). Pozorujte napětí na výstupu spínače při zařazené ochranné diodě a bez ní. Změřte pomocí osciloskopu špičkovou hodnotu kolektorového napětí při rozepnutí spínače. Vše zaznamenejte. Pozorované jevy vysvětlete.</p>		
<u>2. Cíl měření</u>		
Ověřit si teorii bipolárních tranzistorů, naučit se navrhovat základní zapojení bipolárního tranzistoru jako spínače.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
Ve spínacím zesilovači (elektronickém spínači) má tranzistor dva možné stavy, buď je „vodivý“, „sepnutý“, nebo „uzavřený“, „rozeprnutý“. Principiální zapojení spínacího zesilovače s bipolárním tranzistorem je uvedeno na obr. 1.		



Obr. 1. Principiální zapojení spínacího zesilovače (elektronického spínače) s bipolárním tranzistorem



Obr. 2. Výstupní volt-ampérové charakteristiky spínacího zesilovače s bipolárním tranzistorem

Pokud je vstupní proud I_B nulový, je tranzistor uzavřený a neprotéká jím žádný proud a na kolektorovém rezistoru nevzniká žádný úbytek napětí, takže je výstupní napětí rovno napětí napájecímu $U_{OUT} \cong U_{CC}$. Na obr. 2 je tento pracovní bod ve výstupních charakteristikách tranzistoru označen jako A1.

Druhý bod leží v oblasti nasycení, pro jejíž hranici platí $U_{CB} = 0 \text{ V}$. Tato situace nastane v případě, že je zbytkové napětí tranzistoru stejně velké jako napětí přechodu B-E. V charakteristikách na obr. 2 leží pracovní bod A2 právě na hranici nasycení.

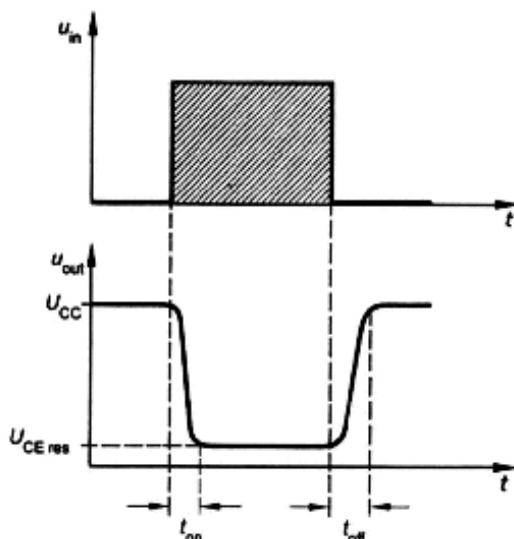
Pokud by měl mít tranzistor klidový pracovní bod v poloze A2, měl by ještě relativně velké zbytkové napětí $U_{CE,sat} \cong 0,7 \text{ V}$ a tudíž by měl poměrně velký ztrátový výkon P_C . Proto je vhodné tranzistor přebudit (tj. pracovní bod posunout do oblasti nasycení),

čímž zbytkové napětí klesne. Jedná se vlastně o stav, kdy do báze teče větší proud, než jaký bychom potřebovali pro dosažení maximálního kolektorového proudu.

Čím je nasycení větší, tím více se pracovní bod po zatěžovací přímce posune od bodu A2 k bodu A3. Důsledkem je snížení zbytkového napětí kolektoru až k hodnotám kolem 0,1 V, čímž výrazně klesne ztrátový výkon tranzistoru v sepnutém stavu.

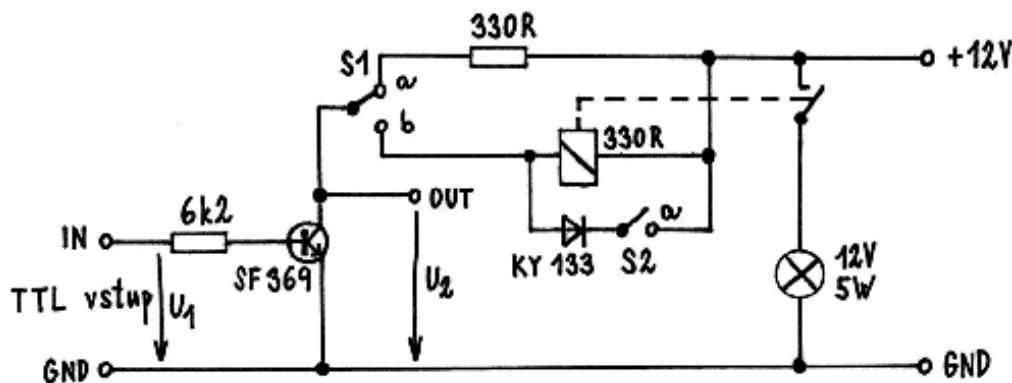
Tranzistory v elektronických spínačích pracují v oblasti nasycení běžně. Čím větší je nasycení, tím je kratší doba spínání t_{on} , kterou tranzistor potřebuje k přechodu z nevodivého do vodivého stavu. Důsledkem je však zvětšení doby vypínání t_{off} , poněvadž se při vypínání musí z báze odvést větší množství nosičů náboje. Musíme proto volit vhodný kompromis mezi přednostmi a nedostatky, které s sebou přebuzení přináší. V praxi se volí činitel nasycení (míra přebuzení) $s = 2$ až 10.

Elektronické spínače by měly spínat pokud možno rychle, přechod z jednoho do druhého pracovního bodu musí být co nejrychlejší (při pomalém přechodu prochází pracovní bod oblastí velkého ztrátového výkonu a tranzistor se zbytečně zahřívá). Budicí signál tranzistoru by měl mít proto pravoúhlý průběh. Tím i výstupní napětí tranzistoru bude téměř pravoúhlé, avšak bude fázově pootočené o 180° vůči vstupnímu napětí.



Obr. 3. Průběhy signálů u spínacího zesilovače ($U_{CE,res}$ je jiné označení pro napětí $U_{CE,sat}$)

Jako elektronický spínač může pracovat téměř každý typ tranzistoru. Musí však být schopen zpracovat rychlé změny vstupního signálu. Proto je účelné využívat speciálních spínacích tranzistorů, které mají obzvláště krátké spínací časy. Jedná se většinou o epitaxní tranzistory, které mají velmi malé odpory materiálů kolektoru a emitoru a mají proto velmi malá zbytková napětí. Tím je i jejich ztrátový výkon v sepnutém stavu menší.



Obr. 4. Zapojení měřicího přípravku elektronického spínače s bipolárním tranzistorem

Vlastní měření bude prováděno na přípravku elektronického spínače s bipolárním tranzistorem npn typu SF 369 výrobce RFT s možností volby charakteru zátěže (odporový/induktivní). Přepínačem S1 je prováděna volba charakteru zátěže, v poloze „a“ je v obvodu kolektoru zapojena čistě odporová zátěž (rezistor o odporu 330 ohmů), v poloze „b“ je zařazena do obvodu kolektoru zátěž induktivní tvořená vinutím relé (s činným odporem opět 330 ohmů). Spínačem S2 se připojuje ochranná dioda Tesla KY 133 k vinutí relé, která omezuje napěťové špičky při vypínání relé. Žárovka Tesla 12 V/5 W slouží pouze k indikaci správné činnosti relé.

Katalogové parametry tranzistoru SF 369:

křemíkový planárně-epitaxní npn tranzistor určený pro koncové obrazové stupně

$$U_{CB,max} = 250 \text{ V}$$

$$U_{CE,max} = 250 \text{ V}$$

$$U_{EB,max} = 5 \text{ V}$$

$$I_{C,max} = 100 \text{ mA}$$

$$P_{C,max} = 1,2 \text{ W}$$

$$I_{CB,0} \leq 50 \text{ nA} (U_{CB} = 200 \text{ V})$$

$$\beta \geq 50 (U_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 30 \text{ mA})$$

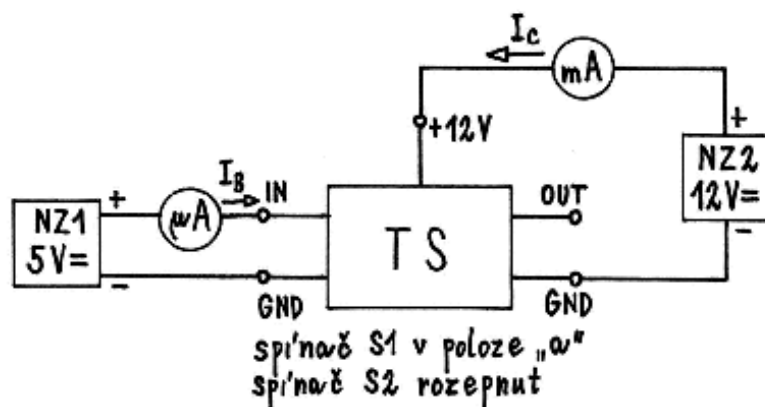
4. Postup měření

- 1) Zapojíme obvod podle schématu č. 1. Z měřicích přístrojů odečteme hodnoty proudů I_C a I_B a vypočteme proudový zesilovací činitel β tranzistoru. Provedeme jeho porovnání s katalogovým údajem.
- 2) Zapojíme obvod podle schématu č. 2. Na generátoru postupně ladíme kmitočty 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz, 10 MHz a pomocí osciloskopu souběžně zaznamenáváme průběh signálu na vstupu IN a výstupu OUT tranzistorového spínače.
- 3) Zapojíme obvod podle schématu č. 3. Na generátoru nastavíme kmitočet, kdy relé spolehlivě spíná i rozpiná (poznáme podle indikační žárovky; jde o kmitočet v rozsahu od jednotek Hz do několika desítek Hz).
 - a) Sepneme spínač S2 (tzn. je v poloze „a“). Osciloskopem sejmeme průběh signálu na vstupu IN a výstupu OUT tranzistorového spínače.

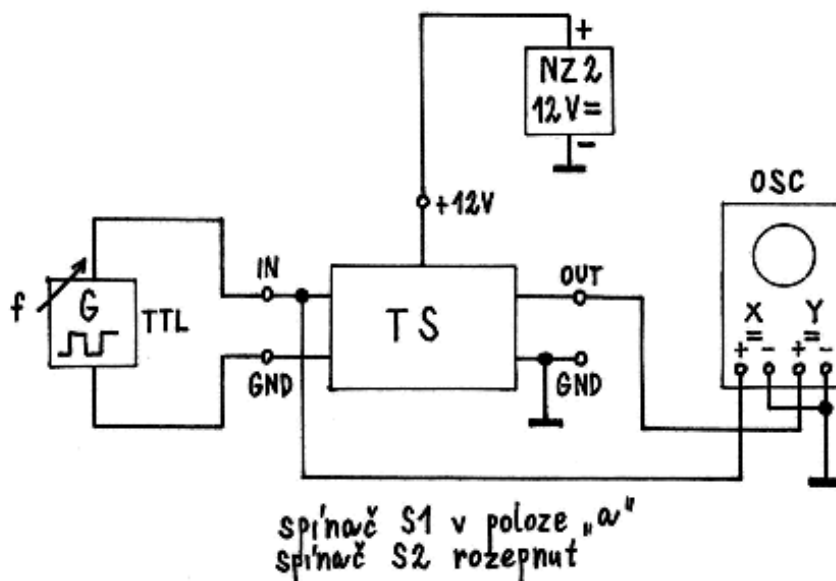
b) Rozepneme spínač S2 (tzn. je v neoznačené poloze). Osciloskopem sejmeme průběh signálu na vstupu IN a výstupu OUT tranzistorového spínače. Snažíme se sejmout celou napěťovou špičku signálu OUT! (Doporučení: použijte režim jednorázové časové základny.)

5. Schéma zapojení

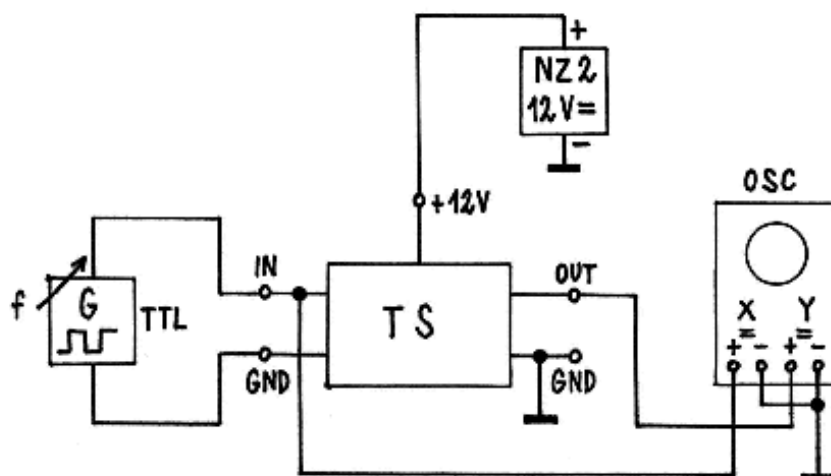
1) Měření proudového zesilovacího činitele β



2) Měření parametrů spínače s odporovou zátěží



3) Měření parametrů spínače s induktivní zátěží



spínač S1 v poloze "b"
spínač S2 sepnut/rozepnut

6. Seznam použitých přístrojů

NZ1 – stejnosměrný stabilisovaný napájecí zdroj typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

NZ2 – stejnosměrný stabilisovaný napájecí zdroj typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

μ A – číslicový multimetr typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

mA – číslicový multimetr typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

G – funkční generátor typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

OSC – dvoukanálový číslicový paměťový osciloskop typ ..., výr. ..., č. ev. ...;

TS – měřený přípravek tranzistorového spínače.

7. Tabulky hodnot

Katalogová hodnota proudového zesilovacího činitele ... $\beta_{kat} = \dots$

Naměřená hodnota proudového zesilovacího činitele ... $\beta_{nam} = I_C/I_B = \dots$

8. Příklad výpočtu

V tomto protokolu není nutné uvádět příklad postupu výpočtu.

9. Grafy hodnot

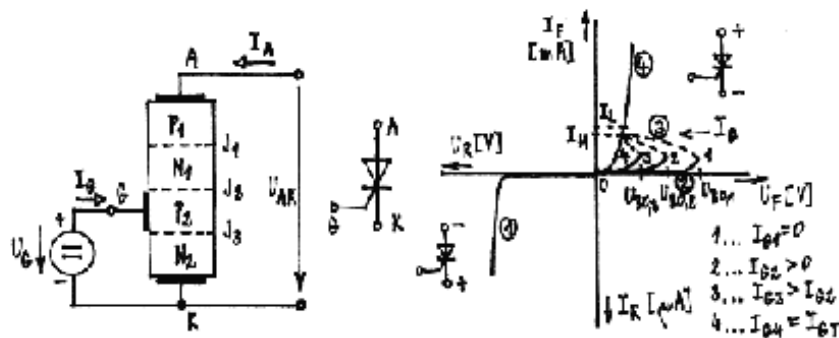
Do příloh vložte zaznamenané oscilogramy průběhů napětí na vstupu IN a výstupu OUT tranzistorového spínače pro různé spínací kmitočty (bod 2), dále průběhy na výstupu OUT při spínání relé s diodou a bez diody (bod 3).

10. Závěr

Zhodnoťte, jak se měření povedlo, vysvětlete pozorované průběhy v bodech zadání 2 a 3.

Příloha IV: Zadání měřicího protokolu č. 19 pro elektrotechnická měření ve 3. ročníku oboru Elektrotechnika

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 3
kontroloval:	datum:	hodnocení:
přípomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 19
	listů: X	příloh: X
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Měření základních parametrů tyristoru		
<u>1. Zadání</u>		
Pro zadaný tyristor PNPN proveďte následující měření:		
a) Poznamenejte si z katalogu tyto údaje měřeného tyristoru: typové označení tyristoru, výrobce, blokovací napětí vrcholové opakovatelné U_{DRM} , propustný proud střední I_{TAV} , propustný proud vrcholový opakovatelný I_{TRM} , propustné napětí stejnosměrné U_T , spínací proud řídicí elektrody I_{GT} , spínací napětí řídicí elektrody U_{GT} , přídržný proud stejnosměrný I_H .		
b) Měření ověřte hodnoty propustného napětí stejnosměrného U_T , spínacího proudu řídicí elektrody I_{GT} , spínacího napětí řídicí elektrody U_{GT} a přídržného proudu stejnosměrného I_H .		
<u>2. Cíl měření</u>		
Naučit se měřit parametry tyristoru, ověřit si činnost tyristoru a naučit se jej ovládat.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
Princip tyristoru		
Označení součástky tyristor vychází z anglického pojmenování <u>thyatron resistor</u> (překládá se obvykle jako polovodičový thyatron). Tyristor je řízená polovodičová dioda. Rozeznáváme tyristor diodový (čtyřvrstvá dioda, Shockleyova dioda, dynistor) a tyristor triodový (zkráceně tyristor).		
1) Triodový tyristor		
Je tvořen čtyřvrstvou strukturou PNPN nebo NPNP s třemi přechody J_1, J_2, J_3 a se třemi vývody – anodou A, katodou K a řídicí elektrodou (hradlem) G.		



Obr. 1. Struktura, schématická značka a průběh volt-ampérové charakteristiky triodového tyristoru PNPN

V závěrné oblasti 1 se tyristor chová jako zavřená dioda, přechody J_1, J_3 jsou polarizovány v závěrném směru a tyristorem prochází velmi malý závěrný proud I_R (reverse current).

V blokovací oblasti 2 je tyristor polarizován v propustném směru, ale je zablokován zavřeným přechodem J_2 . Odpor mezi anodou a katodou je několik megaohmů a anodový proud je téměř nulový.

V oblasti záporného dynamického odporu 3 se tyristor chová tak, že zvýší-li se napětí U_{AK} na hodnotu spínacího (zápalného) napětí U_{BO} (break-over voltage) dojde k nedestruktivnímu průrazu přechodu J_2 , odpor v oblasti přechodu J_2 se velmi zmenší a anodový proud velmi vzroste. Zmenšení odporu tyristoru je tak značné (na desetiny až setiny ohmu, tj. o 7 až 8 řádů), že přestože stoupl anodový proud, zmenšilo se napětí mezi anodou a katodou na cca 1,5 až 2 V.

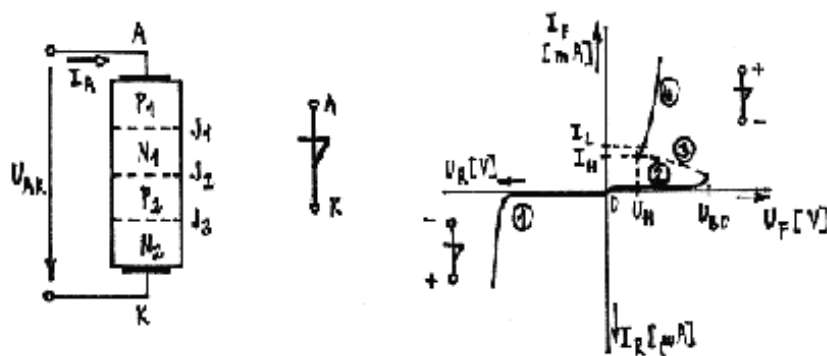
Ionizace krystalové mřížky, tj. sepnutí tyristoru, může nastat již při nižším napětí mezi anodou a katodou než je napětí U_{BO} . Stačí, přivedeme-li do oblasti zavřeného přechodu J_2 volné nosiče náboje proudem zavedeným do řídicí elektrody (hradla) G. Velikostí řídicího proudu I_G (gate current) můžeme ovládat hodnotu spínacího napětí U_{BO} . Bude-li proud I_G roven zapínacímu řídicímu proudu I_{GT} (gate turn current), přechází tyristor při zvětšování napětí U_{AK} plynule do vodivého stavu, tj. ve volt-ampérové charakteristice chybí oblast 2 a 3.

Udržení tyristoru v sepnutém stavu je podmíněno protečením dostatečně vysokého anodového proudu I_A pro trvalé uzavření kladné zpětné vazby. Minimální hodnota tohoto proudu, při níž zůstane tyristor sepnut i po zániku řídicího proudu I_G bezprostředně po přechodu z blokovacího stavu, se nazývá přídržný proud I_L (latching current). Pokud je již tyristor delší dobu sepnut, pak minimální anodový proud potřebný k udržení tyristoru v sepnutém stavu nazýváme vratný proud I_H (holding current). Proud I_H je o něco menší než I_L . To znamená, že v okamžiku spínání je pro udržení tyristoru v sepnutém stavu potřeba nechat protécti tyristorem o něco větší anodový proud než je tomu v případě, kdy je tyristor již spolehlivě sepnut. K uvedené hysterese dochází z důvodu ztrát při spínání.

V oblasti sepnutí 4 se tyristor chová jako otevřená plošná dioda.

2) Diodový tyristor (dynistor, čtyřvrstvá dioda, Shockleyova dioda)

Označení součástky dynistor vychází z anglického pojmenování dynatron resistor (překládá se obvykle jako polovodičový dynatron). Jedná se v principu o triodový tyristor bez možnosti dodatečného ovládní řídicího proudu I_G . Tato součástka není příliš využívána.



Obr. 2. Struktura, schématická značka a průběh volt-ampérové charakteristiky dynistoru

Základní měření tyristorů a triaků

Měření základních veličin tyristorů a triaků se provádí podle těchto norem:

ČSN 35 8770 Měření stejnosměrného propustného napětí U_T

ČSN 35 8771 Měření spínacího proudu I_{GT} a spínacího napětí U_{GT} řídicí elektrody,

ČSN 35 8772 Měření přídržného proudu I_H ,

ČSN 35 8773 Měření blokovacího proudu I_D a závěrného proudu I_R triodových tyristorů;

ČSN 35 8758 Měření tepelného odporu.

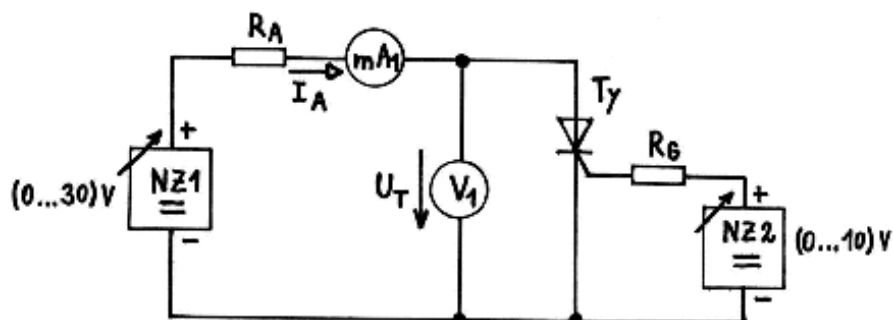
4. Postup měření

- 1) Zapojíme obvod podle schématu č. 1. Napětí zdrojů nastavíme na nulu, zapneme všechny přístroje. Napětí zdroje NZ_2 nastavíme na hodnotu, při které tyristor sepne. Regulací výstupního napětí zdroje NZ_1 nastavíme předepsaný anodový proud (odečítáme na přístroji mA_1). Na voltmetru V_1 odečteme hodnotu stejnosměrného propustného napětí U_T . Tuto hodnotu si zaznamenáme.
- 2) Zapojíme obvod podle schématu č. 2. Regulací zdroje NZ_1 nastavíme předepsané anodové napětí (odečítáme na přístroji V_1). Pomalu a plynule zvyšujeme napětí zdroje NZ_2 až tyristor sepne. Sepnutí tyristoru se projeví náhlým poklesem výchylky voltmetru V_1 . Proud řídicí elektrody, měřený na miliampérmetru mA_2 , při kterém dojde k sepnutí, je spínací proud řídicí elektrody I_{GT} (voltmetr V_2 při měření odpojíme). Napětí řídicí elektrody, měřené na voltmetru V_2 , při kterém dojde k sepnutí, je spínacím napětím řídicí elektrody U_{GT} . Obě hodnoty si zaznamenáme.
- 3) Zapojíme obvod podle schématu č. 3. Regulací zdroje NZ_1 nastavíme předepsané anodové napětí (odečítáme na přístroji V_1). Sepneme spínač S a zvyšujeme napětí zdroje NZ_2 tak dlouho, až tyristor sepne. Nyní rozepneme spínač S . Pomalu a plynule snižuje-

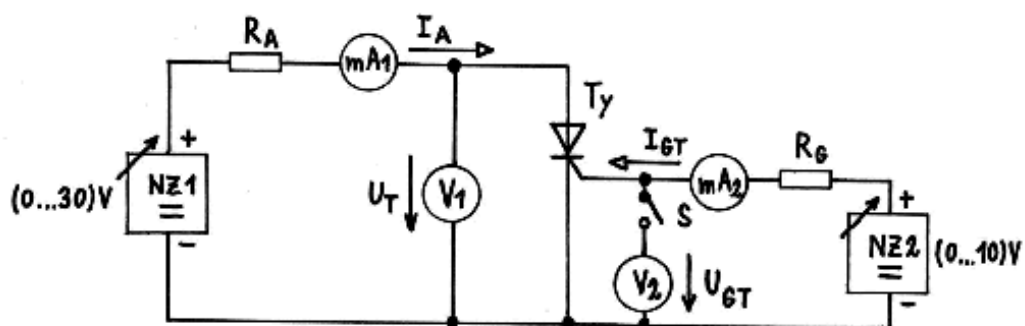
napětí zdroje NZ_1 . Na miliampérmetru mA_1 sledujeme anodový proud. Hodnota anodového proudu v okamžiku těsně před tím, než tyristor vypne, je hodnota přídržného proudu I_H . Tuto hodnotu si zaznameneáme.

5. Schéma zapojení

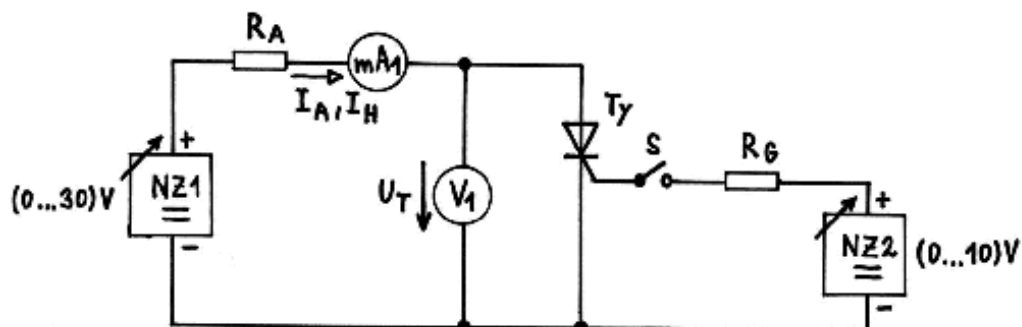
1) Měření stejnosměrného propustného napětí U_T



2) Měření spínacího proudu I_{GT} a spínacího napětí U_{GT} řídicí elektrody



3) Měření přídržného proudu I_H



6. Seznam použitých přístrojů

NZ₁ – stejnosměrný stabilizovaný napájecí zdroj typ ..., výrobce ..., č. ev.;
NZ₂ – stejnosměrný stabilizovaný napájecí zdroj typ ..., výrobce ..., č. ev.;
mA₁ – číslicový multimetr typ ..., výrobce ..., č. ev.;
mA₂ – číslicový multimetr typ ..., výrobce ..., č. ev.;
V₁ – číslicový multimetr typ ..., výrobce ..., č. ev.;
V₂ – číslicový multimetr typ ..., výrobce ..., č. ev.;
R_A – anodový zatěžovací rezistor 1 kΩ/0,5 W;
R_G – oddělovací rezistor 100 Ω/0,25 W.

7. Tabulky hodnot

Katalogové parametry měřeného tyristoru:

typové označení ...;
výrobce ...;
blokovácí napětí vrcholové opakovatelné ... $U_{DRM} = \dots$ V;
propustný proud střední ... $I_{TAV} = \dots$ A;
propustný proud vrcholový opakovatelný ... $I_{TRM} = \dots$ A;
propustné napětí stejnosměrné ... $U_T = \dots$ V;
spínací proud řídicí elektrody ... $I_{GT} = \dots$ mA;
spínací napětí řídicí elektrody ... $U_{GT} = \dots$ V;
přidržený proud stejnosměrný ... $I_H = \dots$ mA.

Změřené údaje:

propustné napětí stejnosměrné ... $U_T = \dots$ V;
spínací proud řídicí elektrody ... $I_{GT} = \dots$ mA;
spínací napětí řídicí elektrody ... $U_{GT} = \dots$ V;
přidržený proud stejnosměrný ... $I_H = \dots$ mA.

8. Příklad výpočtu

V tomto protokolu není nutné uvádět příklad postupu výpočtu.

9. Grafy hodnot

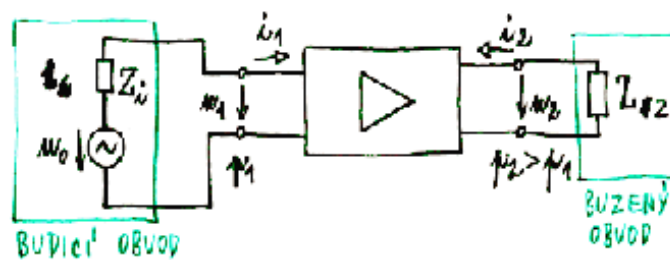
V tomto protokolu se nekonstruuji grafy.

10. Závěr

Zhodnoťte, jak se měření povedlo a zda naměřená parametry tyristoru odpovídají údajům výrobce.

**Příloha V: Zadání měřicího protokolu č. 26 pro elektrotechnická měření
ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika**

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 4
kontroloval:	datum:	hodnocení:
přípomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 26
	listů: X	příloh: X
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Měření kmitočtových charakteristik nízkofrekvenčního zesilovače		
<u>1. Zadání</u>		
<p>Změřte kmitočtovou charakteristiku napěťového zisku a příslušného fázového argumentu přípravku nízkofrekvenčního zesilovače s integrovaným obvodem SGS-Thomson TDA 2030A. Měření proveďte pro kmitočty od 10 Hz do 100 kHz s krokem $1 \cdot 10^n$, $2 \cdot 10^n$, $5 \cdot 10^n$. Zjistěte šířku zesilovaného kmitočtového pásma, dolní a horní mezní kmitočty zesilovače pro pokles napěťového zisku o -3 dB oproti zisku při vztažném kmitočtu 1 kHz a jmenovitý zisk zesilovače. Naměřené hodnoty porovnejte s katalogem.</p>		
<u>2. Cíl měření</u>		
Ověřit si chování nízkofrekvenčního zesilovače při buzení harmonickým signálem různých kmitočtů.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
<p>Zesilovač je elektronické zařízení sloužící k zesílení slabého signálu na úroveň vhodnou pro další zpracování (např. v reproduktoru, měřicích obvodech atd.).</p> <p>Elektrickým signálem nazveme obvodové veličiny (u, i), které v sobě nesou určitou informaci. Obvod, z jehož svorek odebíráme elektrický signál do vstupních svorek zesilovače, nazveme budícím obvodem (zdrojem signálu). Budící obvod nahrazujeme ideálním zdrojem napětí v sérii s vnitřní impedancí, nebo ideálním zdrojem proudu s paralelně zapojenou vnitřní impedancí. Obvod, který je buzen výstupem zesilovače, nazýváme buzeným obvodem. Buzený obvod nahrazujeme zatěžovací impedancí. Rozdíl mezi výkonem na výstupních a vstupních svorkách je hrazen z napájecího zdroje.</p>		



Zapojení zesilovače

Rozdělení zesilovačů:

1) Podle vstupního signálu:

- a) zesilovače malého signálu – chovají se jako lineární dvojbrany, musí mít minimální šum;
- b) zesilovače velkého signálu – chovají se jako nelineární dvojbrany, musí mít minimální zkreslení.

2) Podle způsobu zapojení:

- a) zesilovače jednočinné a dvojitinné;
- b) SE, SC, SB (zesilovače s bipolárními tranzistory); SS, SD, SG (zesilovače s unipolárními tranzistory); SA, SK, SG (elektronkové zesilovače); zesilovače integrované.

3) Podle nastavení klidového pracovního bodu:

- a) zesilovače třídy A;
- b) zesilovače třídy B;
- c) zesilovače třídy AB;
- d) zesilovače třídy C;
- e) zesilovače třídy D;
- f) zesilovače zvláštních tříd.

4) Podle zesilovaného kmitočtového pásma:

I.

- a) zesilovače stejnosměrné;
- b) zesilovače nízkofrekvenční – do cca 100 kHz;
- c) zesilovače vysokofrekvenční – od cca 100 kHz do cca 1 GHz;
- d) zesilovače mikrovlnné – nad cca 1 GHz;

II.

- a) zesilovače širokopásmové;
- b) zesilovače úzkopásmové.

5) Podle vazby mezi stupni:

- a) s vazbou přímou (odporovou);
- b) s vazbou kapacitní;
- c) s vazbou transformátorovou;
- d) s vázanými rezonančními obvody;
- e) s vazbou optoelektrickou (optronovou).

Základní parametry zesilovačů:

1) Zesílení A

Zesílení charakterizuje jakost zesilovače z hlediska zpracování elektrického signálu. Jsou tři druhy zesílení:

- napěťové zesílení ... $A_u = \frac{U_2}{U_1}$ [-; V, V]
- proudové zesílení ... $A_i = \frac{I_2}{I_1}$ [-; A, A]
- výkonové zesílení ... $A_p = \frac{P_2}{P_1} = A_u \cdot A_i$ [-; W, W; -, -]

Index 1 značí efektivní hodnotu příslušné vstupní veličiny, index 2 efektivní hodnotu výstupní veličiny.

2) Zisk a

Je to zesílení zesilovače vyjádřené v logaritmických jednotkách. Jsou tři druhy zisků:

- napěťový zisk ... $a_u = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1} = 20 \cdot \log A_u$ [dB; V, V; -]
- proudový zisk ... $a_i = 20 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 20 \cdot \log A_i$ [dB; A, A; -]
- výkonový zisk ... $a_p = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \cdot \log A_p$ [dB; W, W; -]

dB ... decibel;

U_2 ... efektivní hodnota napětí na výstupu zesilovače;

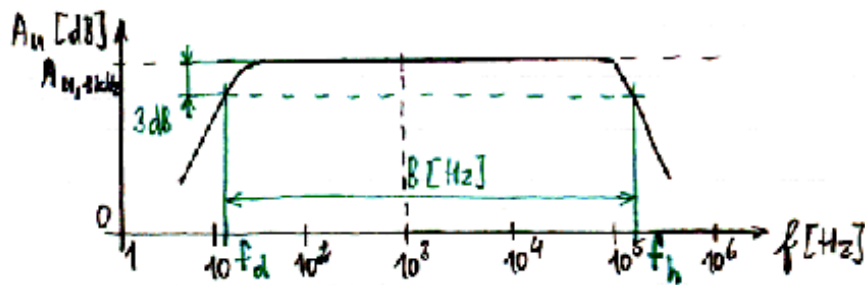
U_1 ... efektivní hodnota napětí na vstupu zesilovače.

Např.:

- | | |
|------------------------------|--|
| 0 dB ... $U_2/U_1 = 1$; | -3 dB ... $U_2/U_1 = 1/\sqrt{2} \approx 0,707$; |
| 20 dB ... $U_2/U_1 = 10$; | -20 dB ... $U_2/U_1 = 0,1$; |
| 40 dB ... $U_2/U_1 = 100$; | -40 dB ... $U_2/U_1 = 0,01$; |
| 60 dB ... $U_2/U_1 = 1000$; | -60 dB ... $U_2/U_1 = 0,001$; |

3) Přenášené kmitočtové pásmo B

Určuje se pro pokles napěťového zisku nejčastěji o -3 dB nebo méně často o -1 dB.



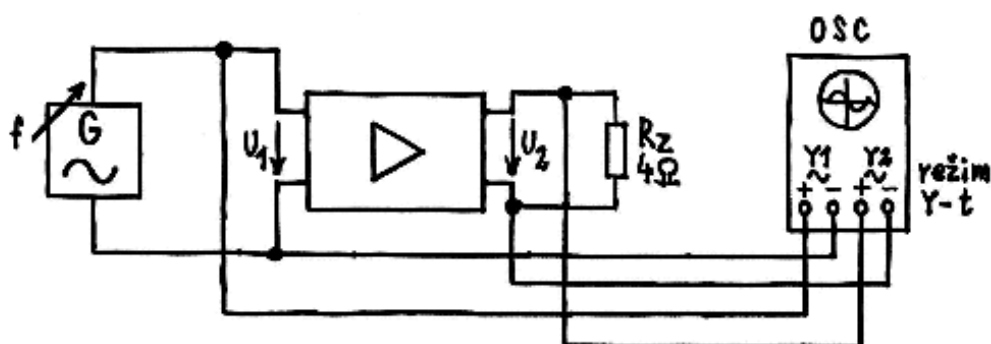
Příklad kmitočtové charakteristiky zesilovače

Pokles o -3 dB znamená snížení poměru U_2/U_1 na cca 70,7 % původní hodnoty.

4. Postup měření

- 1) Zapojíme měřicí obvod podle schématu.
- 2) Výstup zesilovače zatížíme jmenovitou impedancí 4Ω , resp. 8Ω .
- 3) Výstupní napětí napájecího zdroje a generátoru snížíme na minimum.
- 4) Zapneme všechny přístroje. Na napájecím zdroji pro zesilovač nastavíme napětí 14 V . Kmitočet generátoru naladíme na 1 kHz , jeho výstupní napětí U_1 nastavíme tak, aby napětí U_2 na výstupu zesilovače při připojené zátěži nepřesahovalo 50% jmenovité hodnoty (tj. hodnoty, kdy nf zesilovač začne být přebuzen).
- 5) Postupně na generátoru ladíme zadané kmitočty a pomocí osciloskopu odečítáme napětí U_1 , U_2 a fázový posuv φ_U .

5. Schéma zapojení



6. Seznam použitých přístrojů

- G – funkční generátor typ ..., výrobce ..., č. ev.;
 R_z – reostat ... Ω /... A, výrobce ..., č. ev.;
OSC – číslicový osciloskop typ ..., výrobce ..., č. ev.

7. Tabulky hodnot

f [Hz]	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000	100000
U_1 [mV]													
U_2 [V]													
A_U [-]													
a_U [dB]													
φ_U [°]													

Změřené hodnoty:

$$a_{U,0} = \dots \text{ dB}$$

$$f_d = \dots \text{ Hz}$$

$$f_h = \dots \text{ Hz}$$

$$B = \dots \text{ Hz}$$

Katalogové hodnoty:

$$a_{U,0} = \dots \text{ dB}$$

$$f_d = \dots \text{ Hz}$$

$$f_h = \dots \text{ Hz}$$

$$B = \dots \text{ Hz}$$

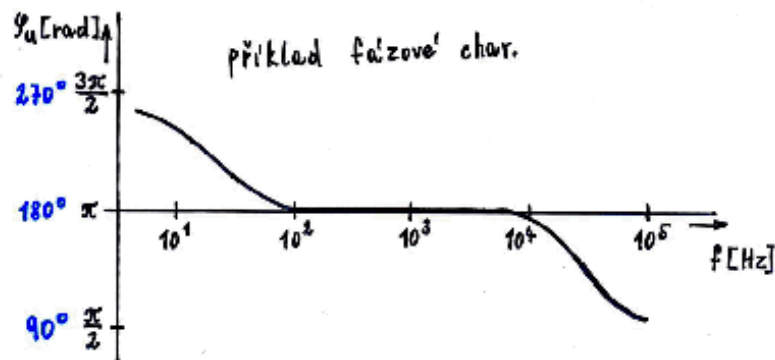
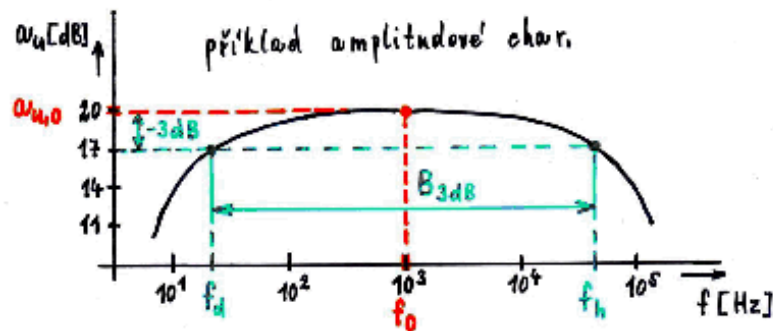
8. Příklad výpočtu

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \dots$$

$$a_U = 20 \cdot \log A_U = \dots$$

9. Grafy hodnot

V Excelu vytvořte z naměřených údajů amplitudovou a fázovou charakteristiku měřeného zesilovače, tj. závislost $a_U = f(f)$, $\varphi_U = f(f)$.



10. Závěr

Zhodnoťte, jak se měření povedlo, porovnejte vztažné zesílení, šířku kmitočtového pásma a mezní kmitočty zesilovače s údaji výrobce a vyjádřete se o kvalitě zesilovače.

Příloha VI: Zadání měřicího protokolu č. 28 pro elektrotechnická měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 4
kontroloval:	datum:	hodnocení:
přípomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 28
	listů: X	příloh: X
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Aktivní RC kmitočtové filtry		
<u>1. Zadání</u>		
<p>a) Prostudujte si podrobně ovládání počítačového programu FilterPro firmy Texas Instruments.</p> <p>b) V programu FilterPro proveďte návrh aktivního kmitočtového RC filtru typu dolní propusti v Sallenově-Keyově zapojení s Butterworthovou aproximací. Řád filtru volte 3 (strmost poklesu napěťového přenosu 60 dB/dek., resp. 18 dB/okt.), mezní kmitočty si zvolte libovolný v rozmezí 500 Hz až 5 kHz.</p> <p>c) Vypočtený obvod filtru zapojte na stavebnici Dominoputer a praktickým měřením ověřte přenosovou charakteristiku filtru. Změřenou přenosovou charakteristiku filtru porovnejte s charakteristikou vypočtenou a případné nesrovnalosti vysvětlete.</p>		
<u>2. Cíl měření</u>		
Naučit se navrhovat aktivní RC kmitočtové filtry, poznat rozdíl mezi teoretickým návrhem filtru a jeho praktickou realizací.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
Úvod do aktivních RC kmitočtových filtrů		
Kmitočtové filtry jsou lineární elektronické obvody, případně algoritmy u číslicových filtrů, které definovaným způsobem omezují kmitočtové spektrum signálu, to znamená, že určitou část spektra propouštějí a další část spektra potlačují.		
Podle toho, zda je určité pásmo kmitočtů propouštěno či potlačováno, definujeme:		
1) <i>propustné pásmo (pass band)</i> – pásmo kmitočtů, ve kterém jsou signály filtrem propouštěny bez útlumu, případně s malým útlumem;		
2) <i>nepropustné pásmo (stop band)</i> – pásmo kmitočtů, ve kterém jsou signály filtrem silně utlumovány.		

Filtry můžeme dělit do skupin podle různých hledisek. Nejčastěji je dělíme podle:

- 1) impulsní odezvy;
- 2) kmitočtové charakteristiky;
- 3) použité technologie.

ad 1) Rozdělení filtrů podle impulsní odezvy:

- a) *Filtry s nekonečnou impulsní odezvou IIR (Infinite Impulse Response)* – patří sem prakticky všechny analogové filtry s výjimkou zpožďovacích obvodů a dále číslicové filtry IIR. Funkce s nekonečnou impulsní odezvou nikdy nedosáhne nulové hodnoty, třebaže se k ní bude velmi blížit. Příkladem filtru IIR je RC článek, který má exponenciální impulsní odezvu danou velikostí časové konstanty $\tau = R \cdot C$. Z praktického hlediska je namísto impulsní odezvy používána odezva na jednotkový napěťový skok.
- b) *Filtry s konečnou impulsní odezvou FIR (Finite Impulse Response)* – filtry FIR umožňují vytvářet přenosové funkce, které nemají ekvivalent v technologii lineárních obvodů. Jsou stabilní (neobsahují zpětné vazby) a lze s nimi realizovat takové strmosti přechodu z propustného do nepropustného pásma, které nemohou být prakticky dosaženy v analogové oblasti. Velikost potlačení signálu v nepropustném pásmu závisí na hodnotě koeficientů násobení. Při určování požadavků na přenosovou charakteristiku filtru je nutné mít na paměti, že se při zvýšení řádu filtru zvětšuje jeho zpoždění, ale fázová charakteristika zůstává lineární. Pro jejich vytvoření je vhodné použít signálové procesory (DSP) s pevnou řádovou čárkou, které jsou jednodušší, zpravidla rychlejší a levnější než procesory s pohyblivou řádovou čárkou.

ad 2) Rozdělení filtrů podle kmitočtové charakteristiky:

- a) *Selektivní filtry (frequency selective filters)* – potlačují přenos kmitočtových složek signálu v nepropustném pásmu. Podle toho, jaké pásmo kmitočtů propouštějí a jaké potlačují, je dělíme na:
 - aa) *dolní propusti DP (LP – low pass)* ... propouštějí signály o kmitočtech nižších než je mezní kmitočet f_m ;
 - ab) *horní propusti HP (HP – high pass)* ... propouštějí signály o kmitočtech vyšších než je mezní kmitočet f_m ;
 - ac) *pásmové propusti PP (BP – band pass)* ... propouštějí signály o kmitočtech mezi dolním mezním kmitočtem $f_{m,d}$ a horním mezním kmitočtem $f_{m,h}$;
 - ad) *pásmové zádrže PZ (BR – band reject)* ... potlačují signály o kmitočtech mezi dolním mezním kmitočtem $f_{m,d}$ a horním mezním kmitočtem $f_{m,h}$;
 - ae) *filtry s nulou přenosu v nepropustném pásmu (notch filters)* ... patří sem DPN (dolní propust s nulou přenosu), HPN (horní propust s nulou přenosu), PPN (pásmová propust s nulou přenosu), PZN (pásmová zádrž s nulou přenosu).
- b) *Korekční filtry (shelving, peak, equalizing filters)* – mají za úkol vyrovnávat kmitočtový přenos dané přenosové soustavy tak, aby výsledný signál odpovídal v daných mezích vstupnímu. Příkladem může být kmitočtový korektor pro radiotelefonní přenosový systém či kmitočtové korektory (ekvalizéry) pro audiozesilovače.
- c) *Fázovací obvody (zpožďovací články, všepropustné filtry) (all-pass filters)* – hlavním úkolem těchto obvodů je vložit do signálové cesty předepsaným způsobem kmitočtově závislé zpoždění a tak korigovat průběh fázové charakteristiky beze změny charakteristiky amplitudové.

ad 3) Rozdělení filtrů podle použité technologie:

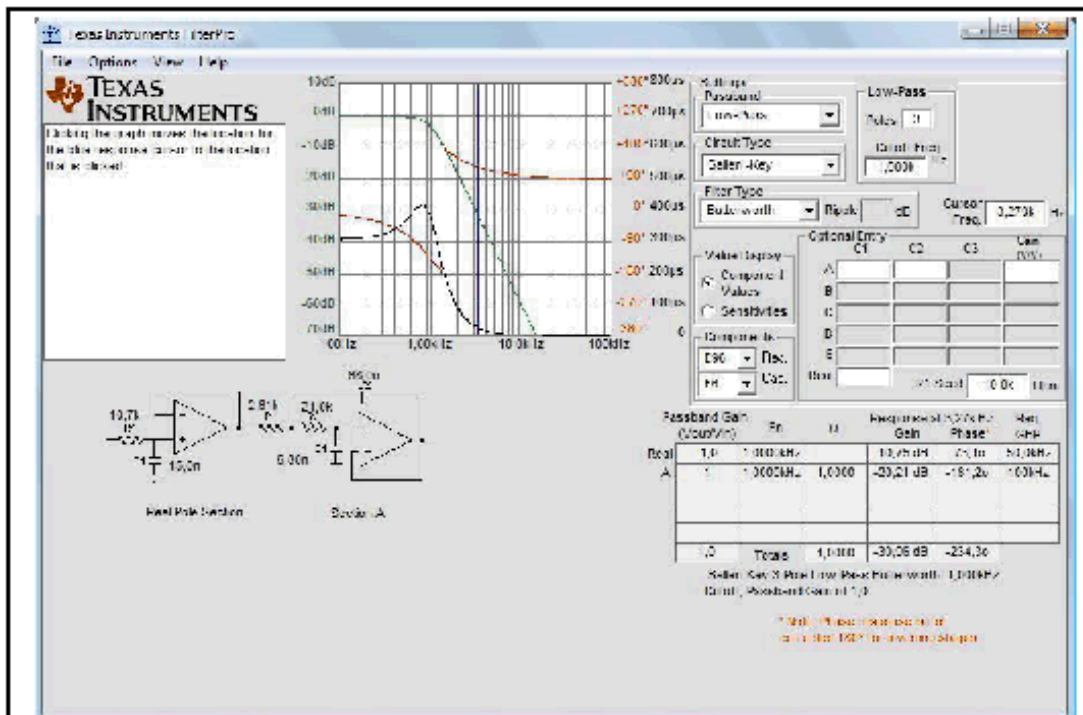
- a) *Analogové filtry* – v různých variantách jsou používány již od zač. 20. stol. Patří sem pasivní filtry: RC, RLC, mikrovlnné filtry RLC, dielektrické filtry, elektromechanické filtry, piezoelektrické filtry, filtry s povrchovou akustickou vlnou; aktivní filtry: ARC, ASC.
- b) *Číslicové filtry* – jejich činnost spočívá ve zpracování digitalizovaných signálů v digitálních signálových procesorech (DSP) a také v tzv. programovatelných logických polích (FPGA).

Návrh aktivních RC filtrů (ARC) pomocí číslicového počítače

Pro návrh filtrů ARC pomocí číslicového počítače existuje větší množství programů různých výrobců. Jeden z nejlepších programů je FilterPro od firmy Texas Instruments, vyvíjený již od roku 1991. Tento program:

- vyřeší návrh celé řady frekvenčních filtrů včetně jejich modifikací a řádů;
- zobrazí celkové schéma s hodnotami všech součástek;
- vykreslí základní charakteristiky;
- vypočte parametry pro zadané kmitočty a odchylky hodnot R, C;
- umožní vkládat vlastní hodnoty R, C;
- dokáže zaokrouhlovat přesně vypočtené hodnoty R, C v rozmezí řád E6 až E192 a analysovat vzniklé změny.

Návrh probíhá zcela intuitivním způsobem a nevyžaduje hlubší teoretické znalosti. Pro velkou většinu aplikací vyhoví i maximální použitelný aktivní analogový filtr 10. řádu, který tvoří jakýsi rozumný kompromis mezi analogovou a číslicovou filtrací pro běžné aplikace.



Vzhled uživatelského okna programu FilterPro

Samotné okno programu se skládá z pružné nápovědy ve svém levém horním rohu, následuje kmitočtová osa, kde se vykreslují aktuálně vypočtené charakteristiky a konečný schématický návrh zapojení operačních zesilovačů včetně hodnot RC sítě.

Passband – volba druhu kmitočtového filtru:

Low-Pass ... dolní propust (DP);

High-Pass ... horní propust (HP);

Band-Pass ... pásmová propust (PP);

Notch ... pásmová zádrž s nulou přenosu (úzkopásmová zádrž) (PZN);

Wire Band-Pass ... pásmová propust (PP);

Band-Reject ... pásmová zádrž (PZ).

Poles – volba řádu filtru (max. 10).

Cutoff Freq. – volba mezního kmitočtu.

Q – volba činitele jakosti filtru.

Circuit Type – volba typu zapojení filtru:

MFB Single-Ended ... zapojení s vícenásobnou zpětnou vazbou s uzemněným vstupem;

Sallen-Key ... zapojení Sallenovo-Keyovo;

MFB Fully Differential ... zapojení s vícenásobnou zpětnou vazbou s plně rozdílovým vstupem.

Filter Type – volba matematické aproximace filtru:

Butterworth ... Butterworthova aproximace;

Bessel ... Besselova aproximace;

Chebyshev ... Čebyševova aproximace;

Linear Phase, 0.05 ... aproximace s lineární fází se zvlněním max. $0,05^\circ$;
Linear Phase, 0.5 ... aproximace s lineární fází se zvlněním max. $0,5^\circ$;
Gaussian 12 dB ... přechodová Gaussova aproximace s hraničním útlumem -12 dB;
Custom Fn&Q ... uživatelská aproximace při známých hodnotách mezního kmitočtu f_n a činitele jakosti Q .

Ripple – volba hodnoty zvlnění v dB (pouze u Čebyševovy aproximace).

Cursor Freq. – pozice ukazatele na kmitočtové ose.

Value Display – sekce zobrazení hodnot:

Component Values ... zobrazení hodnot RC sítě;

Sensitives ... citlivostní analýza.

Components – volba metoda zaokrouhlování vypočtených hodnot:

Exact – použít přesnou hodnotu;

E6, E12, E24, E48, E96, E192 ... zaokrouhlování podle příslušných elektrotechnických řad.

Optional Entry – zadání konkrétních hodnot kapacit kondensátorů a vstupní impedance filtru.

Vypočtená tabulka v pravém dolním rohu zobrazuje celkový přehled, odezvu na zvoleném kmitočtu a oddělené součty, resp. součiny pro jednotlivé bloky víceúrovňových filtrů. Přehledně také můžeme sledovat vliv zaokrouhlování vypočtených hodnot R, C na vlastnosti filtru. Z parametrů dostáváme:

Passband Gain (V_{out}/V_{in}) – napěťový zisk v propustném pásmu;

Fn – mezní kmitočet;

Q – činitel jakosti;

Gain – napěťový zisk v dB na zadaném kmitočtu;

Phase – fázový posun na zadaném kmitočtu;

Req. GBP – požadovaná hodnota šířky zesilovaného kmitočtového pásma v rámci operační sítě.

4. Postup měření

- 1) V programu FilterPro navrhujeme požadovaný aktivní kmitočtový filtr.
- 2) Na stavebnici Dominoputer zapojíme filtr podle vypočteného schématu.
- 3) Na vstup filtru připojíme výstup funkčního generátoru a sondu 1. kanálu osciloskopu, na výstup filtru zapojíme sondu 2. kanálu osciloskopu.
- 4) Stáhneme výstupní napětí generátoru na minimum. Zapneme napájení stavebnice Dominoputer, zapneme generátor a osciloskop.
- 5) Na generátoru nastavíme kmitočet 100 Hz a sinusový průběh napětí. Výstupní napětí generátoru postupně zvyšujeme až do limitace výstupního napětí filtru. Konečné napětí generátoru nastavíme na 50 % takto zjištěné hodnoty a během měření jej již neměníme.
- 6) Postupně na generátoru ladíme zadané kmitočty f a pomocí osciloskopu odečítáme napětí U_1 a U_2 .

5. Schéma zapojení

- sem vložte schéma vytvořené v programu FilterPro ©

6. Seznam použitých přístrojů

- stavebnice Dominoputer (součást vybavení laboratoře);
- stejnosměrný stabilisovaný napájecí zdroj typ BK 125, výr. Tesla Brno, č. ev.;
- funkční generátor typ ..., výr. ..., č. ev.;
- dvoukanalový číslicový osciloskop typ ..., výr. ..., č. ev. ...

7. Tabulky hodnot

f [Hz]	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000	100000
U_1 [mV]													
U_2 [V]													
A_U [-]													
a_U [dB]													

8. Příklad výpočtu

$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = \dots$$
$$a_U = 20 \cdot \log A_U = \dots$$

9. Grafy hodnot

V Excelu vytvořte z naměřených údajů amplitudovou přenosovou charakteristiku měřeného aktivního RC filtru, tj. závislost $a_U = f(f)$. Do grafu vyznačte hodnotu mezního kmitočtu f_m pro pokles napěťového zisku o -3 dB.

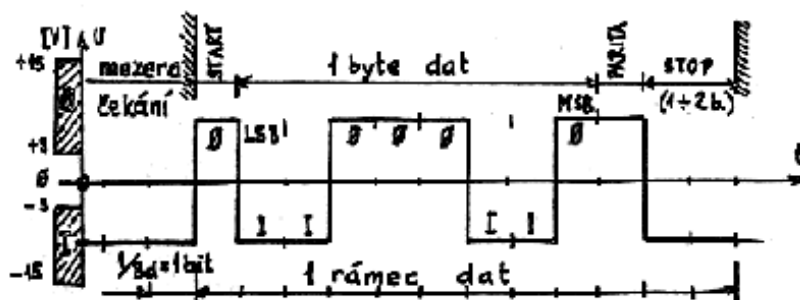
10. Závěr

Zhodnoťte, jak se měření povedlo, porovnejte změřenou přenosovou charakteristiku s počítačovým návrhem, zhodnoťte kvalitu navrženého filtru.

**Příloha VII: Zadání měřicího protokolu č. 37 pro elektrotechnická
měření ve 4. ročníku oboru Elektrotechnika**

VOŠ, SŠ, Centrum odborné přípravy Sezimovo Ústí, Budějovická 421		
Protokol o laboratorním cvičení		
zpracoval: Franta Vopička	datum: 10. 10. 2010	třída: ET 4
kontroloval:	datum:	hodnocení:
přípomínky:	č. skupiny: X	č. protokolu: 37
	listů: X	příloh: X
teplota:	tlak:	rel. vlhkost:
úloha: Měření sériového rozhraní EIA RS-232C (CCITT V.24)		
<u>1. Zadání</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Prostudujte si význam jednotlivých signálů sériového rozhraní RS-232C. 2) Pomocí programu <i>Odpovidac.exe</i> ověřte správnou činnost sériového rozhraní RS-232C. 3) S využitím programu <i>VysilacZnaku.exe</i> vysílejte data (00, FF, AA, 55 šestnáctkově) na sériovou linku. S pomocí číslicového osciloskopu změřte vysílaná data, určete start bit, stop bit a jednotlivé datové bity. Zjistěte napěťové úrovně na lince odpovídající logické 0 a 1. 4) Navrhněte a ověřte správnou činnost tranzistorového převodníku RS-232C/TTL. S využitím programu <i>VysilacZnaku.exe</i> vysílejte data (10000000, 01000000, 00100000, 00010000, 00001000, 00000100, 00000010, 00000001 dvojkově) na sériovou linku. S pomocí číslicového osciloskopu zaznamenejte vysílaná data na výstupu převodníku. 5) Ověřte správnou činnost integrovaného převodníku Maxim MAX 232CPE při převodu signálu RS-232C/TTL. 		
<u>2. Cíl měření</u>		
Ověřit si prakticky vlastnosti velmi rozšířeného rozhraní EIA RS-232C (CCITT V.24), naučit se pracovat s tímto rozhraním.		
<u>3. Teoretický rozbor</u>		
Sériové rozhraní RS-232C		
<p>Rozhraní RS-232C vzniklo z dřívějšího propojení užívaného v telegrafii a sdělovací technice (CCITT V.24). Rozhraní bylo postupně aplikováno a normalizováno v oblasti výpočetní techniky pro připojení periférií a dnes se často užívá i pro připojení měřicích přístrojů do systémů řízených počítači. Přenos dat je sériový asynchronní ve formě znaků (obvykle v kódu ASCII). Jednotlivé znaky jsou přenášeny jako sled bitů, který je uveden jedním startovacím bitem o úrovni logické 0 (odpovídající napětí +3 V až +15 V, či 4 mA v proudové smyčce dálkopisu) a jedním až dvěma zastavovacími bity o úrovni logické 1 (odpovídající napětí -3 V až -15 V, či 20 mA v proudové smyčce dálkopisu). Přenos znaku (1 byte dat) začíná bitem s nejmenší vahou (LSB) a končí bitem s největší vahou (MSB).</p>		

Délka znaku bývá od pěti do osmi bitů, případně doplněná jedním paritním bitem pro kontrolu správnosti přenosu dat (viz obr.).



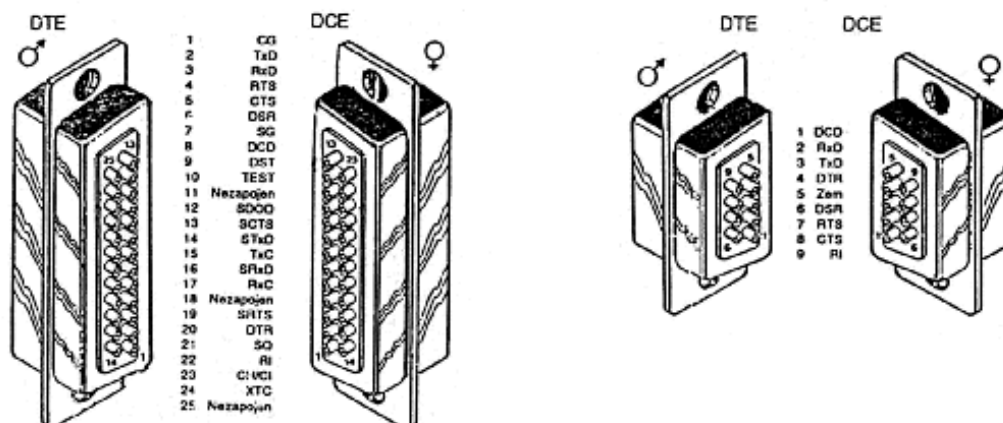
Formát dat sériového rozhraní RS-232C (V.24)

Používá se normalizovaných přenosových rychlostí 50; 75; 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 115200 bitů/s. Délka linky nemá přesahovat 20 metrů. Používají se dvě varianty konektorů, a to úplný 25kolíkový (ozn. DB 25) a zjednodušený (a dnes nejpoužívanější) 9kolíkový (ozn. DB 9).

Obsazení špiček koncového zařízení (DTE) a ukončovacího zařízení (DCE - např. modem):

25 – kolíkový konektor

9 – kolíkový konektor



CG (Common Ground) – uzemnění přístroje;

TxD (Transmit Data) – tok dat z terminálu (DTE) do modemu (DCE);

RxD (Receive Data) – tok dat z modemu (DCE) do terminálu (DTE);

RTS (Request to Send) – oznámení terminálu modemu, že komunikační cesta je volná;

CTS (Clear to Send) – oznámení modemu terminálu, že komunikační cesta je volná;

DSR (Data Set Ready) – modem oznamuje terminálu, že může poslat data;

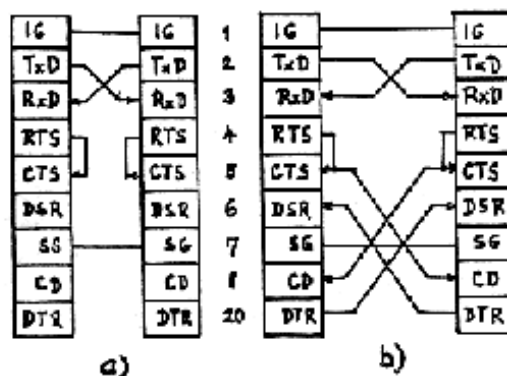
SG (System Ground) – systémová zem;

DCD (Data Carrier Detect) – modem oznamuje terminálu, že na lince detekoval nosný kmitočet;

DST – testovací vývod;

TEST – testovací vývod;
SDCD (Secondary DCD) – DCD pro 2. zařízení;
SCTS (Secondary CTS) – CTS pro 2. zařízení;
STxD (Secondary TxD) – TxD pro 2. zařízení;
TxC (Transmitter Clock) – synchronizační signál vysílače;
SRxD (Secondary RxD) – RxD pro 2. zařízení;
DTR (Data Terminal Ready) – modem je připraven přijímat data;
SQ (Signal Quality Detector) – hodnocení jakosti přijímaného signálu;
RI (Ring Indicator) – modem indikuje terminálu, že na lince indikoval signál vyzvánění;
CH/CI (Data Signal Rate Selector) – přepínání přenosové rychlosti;
XTC (Extended Transmitter Clock) – synchronizační signál vysílače;

Rozhraní RS-232C se v elektronických měřicích systémech užívá k propojení jednotek obvykle daným hvězdicovým způsobem, o němž se nepředpokládá, že by byl často měněn. I když jde o poměrně jednoduché rozhraní, existuje velké množství různých modifikací propojení jednotlivých vývodů. Tím je ovšem komplikována záměna přístrojů.



Nejpoužívanější propojení vývodů RS-232C: a – jednoduché; b – úplné

Propojením vývodů 4 (RTS) a 5 (CTS) lze realizovat styk dvou jednotek s potvrzením (tzv. „handshake“): je-li přijímací jednotka připravena k příjmu dat, vyšle na vývod 5 (CTS) signál logické 1 a počítač vyšle jeden znak dat. Naopak počítač na vývodu 4 (RTS) logickou 1 indikuje, že je připraven (očekává) k převzetí znaku dat od připojené jednotky.

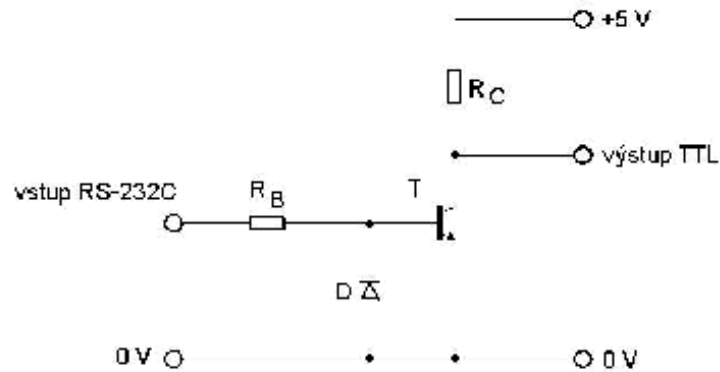
Převod signálu RS-232C (V.24) na signál TTL

Převod signálu RS-232C o úrovni +15 V/-15 V na signál TTL +5 V/0 V není složitý. Lze realizovat dvěma způsoby, a to:

- tranzistorovým převodníkem;
- integrovaným převodníkem.

1) Tranzistorový převodník

Principiálně se jedná o zapojení tranzistoru ve spínacím režimu, kde v bázi musí být zapojena závěrně polarizovaná ochranná dioda zabraňující poškození tranzistorového přechodu báze-emitor záporným napětím -15 V ze vstupu RS-232C. Tranzistor je v zapojení se společným emitorem, tedy výstupní TTL signál bude oproti vstupnímu RS-232C signálu fázově invertován.

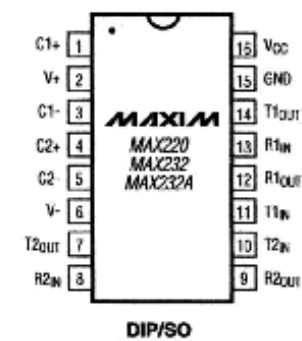


Principiální zapojení tranzistorového převodníku RS-232C/TTL

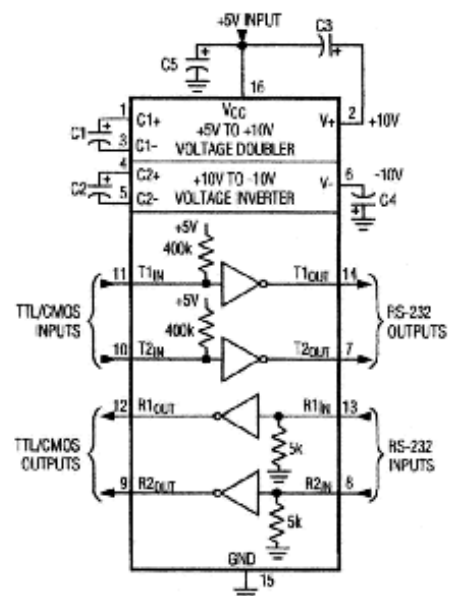
2) Integrovaný převodník Maxim MAX 232CPE

Obvod MAX 232CPE je obousměrný převodník dat mezi signály RS-232C (V.24) a signály TTL. Ke svému napájení vyžaduje pouze zdroj 5 V. Pracuje s přenosovou rychlostí až cca 160 kb/s.

TOP VIEW



	CAPACITANCE (μF)				
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	4.7	4.7	10	10	4.7
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1



Zapojení vývodů pouzdra a vnitřní zapojení obvodu MAX 232CPE

4. Postup měření

– zpracujte sami ☺

5. Schéma zapojení

Schéma č. 1 – ověření správné činnosti sériového rozhraní RS-232C

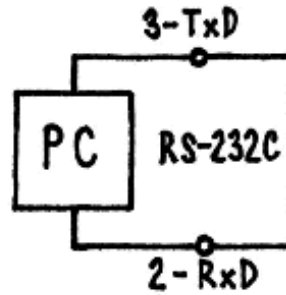


Schéma č. 2 – měření vysílaných dat na lince RS-232C

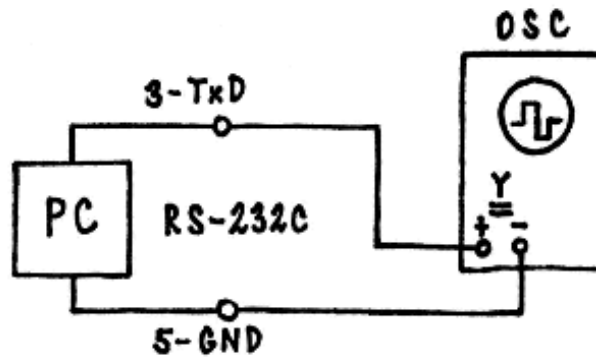
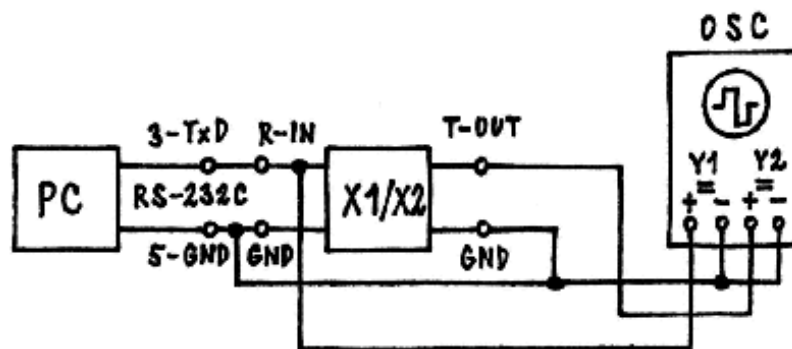


Schéma č. 3 – měření převodníku RS-232C/TTL



6. Seznam použitých přístrojů

PC – osobní mikropočítač IBM-PC kompatibilní se sériovým rozhraním RS-232C (COM) a s příslušným programovým vybavením;

OSC – číslicový osciloskop HP 54600B, výr. Hewlett-Packard, č. ev.;

NZ – stabilizovaný napájecí zdroj BK 125, výr. Tesla Brno, č. ev.;

X1 – přípravek s tranzistorovým převodníkem signálu RS-232C/TTL;

X2 – přípravek s integrovaným převodníkem Maxim MAX 232CPE.

7. Tabulky hodnot

Změřené hodnoty signálů RS-232C:

logická 0 = ... V

logická 1 = ... V

Změřené hodnoty signálů TTL:

logická 0 = ... V

logická 1 = ... V

8. Příklad výpočtu

V tomto protokolu nejsou výpočty.

9. Grafy hodnot

Do příloh vložte zaznamenané oscilogramy průběhů napětí na výstupu sériové linky pro zadaná vysílaná data.

10. Závěr

Zhodnoťte, jak se měření povedlo. Podařilo se úspěšně ověřit správnou činnost sériového rozhraní? Pracovaly správně ověřované převodníky signálu RS-232C/TTL?

**Příloha VIII: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření
pro 3. ročník oboru Elektrotechnika**

TEMATICKÝ PLÁN VYUČOVACÍHO PŘEDMĚTU

Vyučující: Bc. Miroslav V. Hospodářský

Předmět:	MĚŘENÍ A DIAGNOSTIKA - cvičení	Ročník:	TŘETÍ	
Kód oboru:	26-41-M/002 ELEKTROTECHNIKA	Třída:	ET3A, ET3B	
Název oboru:	ELEKTROTECHNIKA - počítačové systémy			
Hodinová dotace:	2 hodiny/týden		Školní rok:	2012/2013
	34 týdnů	68 hodin		
Poznámka:	1. část skupiny učí Bc. Hospodářský, 2. část Ing. Bumba, 3. část Ing. Salzman. Teorii vyučuje Ing. Salzman.			

Casový plán	Vzdělávací modul - tématický celek	Hodin	Pozn.
Týden	Uvod do předmětu	1	I. pol.
36	- úvod do předmětu, seznámení s moduly, seznámení s laboratoří	1	
	263EMX01SO - Měřicí přístroje	12	
36	- struktura měřicího protokolu, rozdělení do měřicích skupin, úvod do metrologie, soustava SI	1	
36	- rozdělení základních měřicích metod a jejich popis	2	
38	- konstanta a citlivost měřicího přístroje, odečítání z měř. př.	1	
38	- přesnost a nejistoty měření analogových měřicích přístrojů	1	
38	- rozdělení měřicích přístrojů, druhy měřicích soustav	1	
38	- přesnost a chyby měření číslicových měřicích přístrojů	1	
40	- ověřování (cejchování) měřicích přístrojů	2	prot. 1
40	- vliv tvaru signálu na údaj měřicího přístroje	2	prot. 2
42	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
	263EMX02SO - Měření RLC	14	
42-44	- měření elektrických odporů metodou Ohmovou, náhradní, pomocí multimetru, poloautomatického a automatického RLC můstku	4	prot. 3
44-46	- měření elektr. kapacit metodou voltampérovou, multimetrem, pomocí poloautomatického a automatického RLC můstku	4	prot. 4
46	- měření vlastní indukčnosti (samoindukčnosti) cívek metodou voltampérovou, rezonanční (pomocí Q-metru) a pomocí RLC můstku	3	prot. 5
48	- měření kmitočtových vlastností R, L, C prvků pomocí osciloskopu a signálního generátoru	2	prot. 6
48	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
	263EMX03SO - Měření obvodů ss a st proudu	10	
48-50	- měření napětí, proudu a výkonu v obvodech ss proudu pomocí voltmetru, ampérmetru, wattmetru	3	prot. 7
50-2	- měření napětí, proudu a výkonu v obvodech st proudu pomocí voltmetru, ampérmetru, wattmetru	3	prot. 8
2	Uzavření hodnocení za I. pololetí	1	
4	- měření vlastností střídavých signálů pomocí osciloskopu	3	prot. 9
4	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
	263EMX04SO - Měření diod	10	II. pol.
4	- rozdělení, vlastnosti a oblasti použití polovodičových diod	1	

Casový plán	Vzdělávací modul - tematický celek	Hodin	Pozn.
6	- měření V-A charakteristiky usměrňovací, stabilizační a Schottkyho diody pomocí voltmetru a ampérmetru a pomocí osciloskopu	2	<i>prot. 10</i>
6	- měření V-A charakteristiky svítivých diod	2	<i>prot. 11</i>
8	- polovodičová dioda ve funkci usměrňovače	2	<i>prot. 12</i>
8	- speciální usměrňovače - zdvojovače a násobiče napětí	2	<i>prot. 13</i>
10	- polovodičová dioda ve funkci přepěťové ochrany, transil, trisil	1	
10	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
263EMX05SO - Měření tranzistorů		10	
10	- rozdělení, vlastnosti a oblasti použití tranzistorů	1	
10-12	- měření V-A charakteristik bipolárních tranzistorů pomocí voltmetru a ampérmetru a pomocí osciloskopu	2	<i>prot. 14</i>
12	- měření V-A charakteristik unipolárních tranzistorů pomocí voltmetru a ampérmetru a pomocí osciloskopu	2	<i>prot. 15</i>
12	- bipolární a unipolární tranzistor ve funkci zesilovače	2	<i>prot. 16</i>
14	- bipolární a unipolární tranzistor ve funkci spínače	2	<i>prot. 17</i>
14	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
263EMX06SO - Měření tyristorů, diaků a triaků		9	
18	- základní vlastnosti polovodičových spínacích prvků (tyristor, diak, triak, polovodičové relé)	2	
18	- měření základních parametrů diaku	2	<i>prot. 18</i>
20	- měření základních parametrů tyristoru	2	<i>prot. 19</i>
20	- regulace výkonu na zátěži pomocí triaku řízeného diakem	2	<i>prot. 20</i>
22	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
22	Uzavření hodnocení za II. pololetí	1	

Zpracoval: Bc. Miroslav V. Hospodářský
V Sezimově Ústí 30. 8. 2012.

Schválil:

**Příloha IX: Tématický plán předmětu Elektrotechnická měření
pro 4. ročník oboru Elektrotechnika**

TEMATICKÝ PLÁN VYUČOVACÍHO PŘEDMĚTU

Vyučující: Bc. Miroslav V. Hospodářský

Předmět:	MĚŘENÍ A DIAGNOSTIKA		Ročník:	ČTVRTY
Kód oboru:	26-41-M/01		Třída:	ET4
Název oboru:	Elektrotechnika			
Hodinová dotace:	3 hodiny/týden		Školní rok:	2012/2013
	30 týdnů	90 hodin		
Poznámka:	Výuka je rozdělena na teorii a dvě paralelní skupiny cvičení, které nerotují. Teorii a 1. skupinu vyučuje Bc. Hospodářský, 2. skupinu Ing. Juránek.			

Casový plán	Vzdělávací modul - tématický celek	Hodin	Pozn.
Týden	Úvod do předmětu	6	I. pol.
36	- úvod do předmětu, seznámení s moduly	1	
36 - 37	- bezpečnost práce a laboratorní řád, vyhláška č. 50/78 Sb.	5	
38	263EMX07SO - Měření napájecích obvodů - základní rozdělení ss napájecích zdrojů, blokové schéma a popis spojitě řízeného ss napájecího zdroje, měření zvlnění výst. napětí	18	<i>prot. 21</i>
39 - 40	- měření zatěžovací charakteristiky základních napájecích zdrojů	4	<i>prot. 22</i>
40 - 41	- měření síťového napájecího zdroje	3	<i>prot. 23</i>
41 - 42	- blokové schéma a popis impulsně řízeného ss napájecího zdroje	4	
43	- měření základních parametrů spinaného zdroje	2	<i>prot. 24</i>
43	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
44	263EMX08SO - Měření zesilovačů - rozdělení zesilovačů, charakteristické parametry zesilovačů	18	
44 - 45	- zesilovací stupeň s bipolárním tranzistorem v zap. SE a jeho rozbor	2	
45	- zesilovací třídy	1	
45 - 46	- operační zesilovače, princip a zapojení OZ	2	<i>prot. 25</i>
46	- měření základních zapojení operačních zesilovačů	2	<i>prot. 26</i>
47	- měření kmitočtových charakteristik integrovaného nf zesilovače	2	<i>prot. 27</i>
47 - 48	- měření vstupní a výstupní impedance nf zesilovače	2	<i>prot. 28</i>
48 - 49	- měření aktivních kmitočtových filtrů	4	
49	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
50	263EMX09SO - Měření na mikroprocesorových zařízeních - základní parametry jednočipového mikropočítače PIC16F88	18	
51	- vnitřní taktovací oscilátor PIC16F88	3	<i>prot. 29</i>
1 - 2	- základní diagnostika PIC16F88	3	<i>prot. 30</i>
2	Uzavření hodnocení za I. pololetí	1	
3 - 4	- vstupní a výstupní vývody PIC16F88	4	<i>prot. 31</i>
4 - 5	- A/D převodník PIC16F88	4	<i>prot. 32</i>
6	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	II. pol.
6 - 7	263EMX10SO - Měření neelektrických veličin - snímače, jejich rozdělení a účel	16	
7	- inteligentní snímač a jeho blokové schéma	3	
8	- měření otáček pomocí stroboskopu	2	<i>prot. 33</i>
8 - 7	- měření zahřívání elektronických součástek	2	<i>prot. 34</i>

Casový plán	Vzdělávací modul - tématický celek	Hodin	Pozn.
9 - 10	- měření délek posuvným měřítkem a mikrometrem	4	<i>prot. 35</i>
10 - 12	- měření citlivosti a kmitočtové charakteristiky reproduktoru	2	<i>prot. 36</i>
12	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
	263EMX1ISO - Měření parametrů spotřební elektroniky	12	
12	- základní rozdělení výrobků spotřební elektroniky, její charakteristické parametry	1	
13	- měření sériového rozhraní EIA RS-232C/CCITT V.24	2	<i>prot. 37</i>
14	- měření činného a isolačního odporu vinutí el. strojů	3	<i>prot. 38</i>
14 - 15	- měření momentové charakteristiky asynchronního motoru	3	<i>prot. 39</i>
15	- měření parametrů proudového chrániče a impedance smyčky	2	<i>prot. 40</i>
16	- závěrečný test, vyhodnocení modulu	1	
17	Uzavření hodnocení za II. pololetí	1	

Zpracoval: Bc. Miroslav V. Hospodářský
V Sezimově Ústí 31. 8. 2012.

Schválil:

Příloha X: Příklad přípravy na vyučovací hodinu předmětu Elektrotechnická měření pro 4. ročník

Plán hodiny: Bc. Miroslav V. Hospodářský

Předmět: ET4/ETM (Elektrotechnická měření)

Číslo hodiny: 46. až 47.

Téma: Princip číslicového osciloskopu. Práce s osciloskopem.

Vzdělávací cíle: Vysvětlit princip činnosti číslicového osciloskopu. Popsat rozdíl mezi analogovým a číslicovým osciloskopem. Umět měřit průběhy napětí v obvodech pomocí analogového i číslicového osciloskopu.

Výchovné cíle: Rozvíjení schopnosti abstraktního myšlení. Schopnost práce v měřícím týmu.

Pomůcky: Křída, tabule, vybavení laboratoře, zpětný projektor, fólie ETM 4/T 3, ETM 4/PR 9.

Předchozí hodina: Praktická práce s analogovým osciloskopem.

Nvnější hodina:

1. až 5. minuta:

Zápis do třídní knihy.

5. až 15. minuta:

Frontální opakování. Metoda reprodukční.

Zopakování látky z předešlé hodiny formou otázek na známky.

- 1) Popište stručně hlavní oblasti využití osciloskopu.
- 2) Jaké parametry nás jako techniky u osciloskopu zajímají?
- 3) Lze osciloskopem měřit časový průběh el. proudu v obvodu? Jakým způsobem?

15. až 30. minuta:

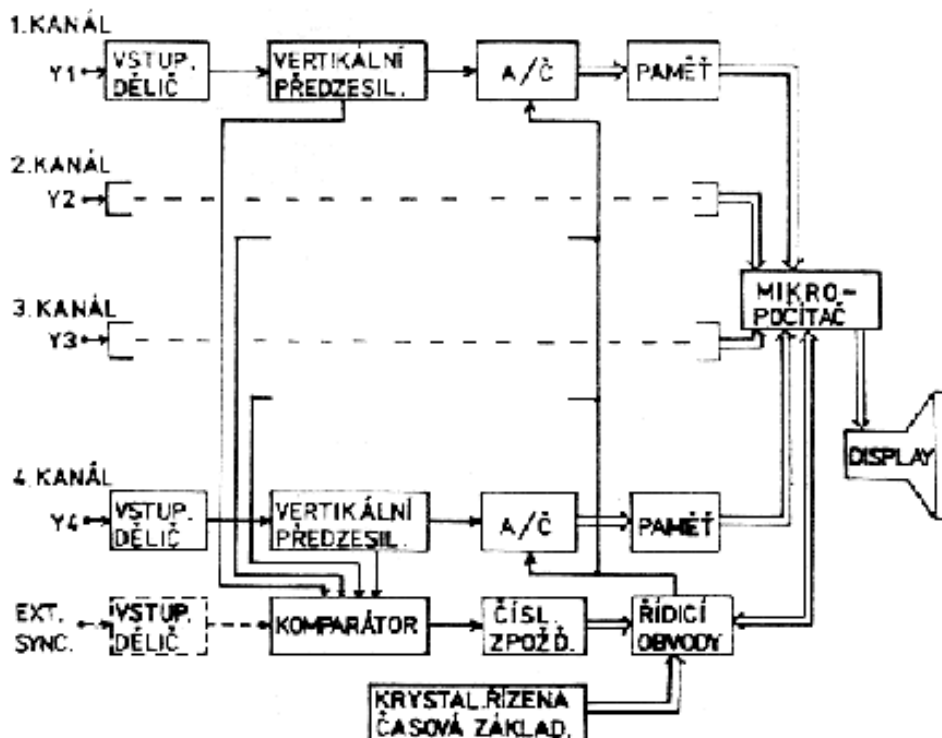
Frontální výklad. Metoda informačně-receptivní.

12.2 Číslicový osciloskop

U většiny typů číslicových osciloskopů se vzorky měřeného signálu uložené v paměti ve formě čísel dále zpracovávají pouze číslicovým způsobem v zabudovaném mikropočítači. Sledovaný průběh měřeného signálu se pak zobrazuje na obrazovce mikropočítače (obrazovka s elektromagnetickým vychylováním nebo LCD displej). Tato obrazovka může být podstatně větší než obrazovka osciloskopická, případně může být i barevná. Nevýhodou plně číslicových osciloskopů je, že není možný režim přímého analogového zobrazení signálu bez vzorkování a mezipřevodu na signál číslicový.

Vestavěný mikropočítač s příslušným programovým vybavením umožňuje velice často přímo počítat a zobrazovat řadu parametrů sledovaných signálů, např. efektivní hodnotu, rozkmit, maximální a minimální hodnotu, periodu, kmitočet, šířku impulsu, dobu trvání náběžné a sestupné hrany apod. Velice často je možná komunikace osciloskopu s připojeným osobním mikropočítačem IBM-PC kompatibilním přes rozhraní RS-232C, GPIB (IMS-2) či USB.

Promítnout žákům tištěnou fólii s blokovým schématem číslicového osciloskopu s plně číslicovým zpracováním signálu (kód fólie ETM 4/T 3).



Blokové schéma osciloskopu s plně číslicovým zpracováním signálu

30. až 90. minuta:

Skupinová práce žáků. Metoda reprodukční.

Promítnout žákům fólii se zadáním protokolu č. 9 (kód fólie ETM 4/PR 9).

Úloha č. 9: Měření parametrů střídavých signálů pomocí osciloskopu

- rozdělit žáky do čtyř skupin, dvě skupiny budou pracovat s analogovým osciloskopem Tektronix, další dvě s číslicovým osciloskopem Hewlett-Packard;
- po 1 hodině se skupiny otočí;
- dávat pozor, aby skupiny u digitálních osciloskopů nepoužívaly funkci Autoscale (jen ať se naučí ovládat digitální osciloskop ručně i bez nastavovací automatiky);
- spíše se zaměřit s pomocí na skupiny s digitálem (analog už všichni jakžtakž ovládat umí);
- všem skupinám ukázat přenos oscilogramu do počítače přes sériovou linku.

Následující hodina:

Výstupní modulový test.