



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická Fakulta
Katedra Aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Využití modulu zesilovače ve výuce

Vypracoval: Chaloupek Pavel

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Petr Adámek PhD.

České Budějovice Rok 2013

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra Aplikované fyziky a techniky

Využití modulu zesilovače ve výuce

Diplomová práce

Autor: Chaloupek Pavel

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Petr Adámek PhD.

Anotace

Diplomová práce se zabývá problematikou výukového a realizačního modulu pro výuku na středních školách a jejich úlohu ve výuce. V návaznosti na probíranou teorii ve vazbě na platný školní vzdělávací program. Modul výukového zesilovače realizovat podle daného zadání na DPS . Případně činnost modulu zesilovač nasimulovat v simulačním programu Multisim[©]. Dále je vytvořen návrh obvodového řešení modulu zesilovače v diskrétním. Je zde zhodnocena možnost realizace a simulace v jednotlivých realizacích modulu zesilovače na druhém stupni základní školy v návaznosti na školní vzdělávací program. Srovnání aplikace modulu zesilovače pro výuku na základní a střední škole. Na jednotlivých úrovních škol.

Abstract

This thesis deals with the teaching and implementation module for teaching in secondary schools and their role in education. Following the theory being discussed in relation to a valid educational program. Learning amplifier module implemented by the assignment to DPS. The activity of the amplifier module to simulate in Multisim[©] simulation program. Next is made circuitry design in discrete amplifier module. There evaluated the feasibility and simulation of realizations amplifier module in secondary school following the educational program. Comparison of application module amplifier for teaching at primary and secondary schools. At each level of education.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 2013.

Chaloupek Pavel

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce doc. PaedDr. Petr Adámek PhD za cenné připomínky při realizaci práce.

Obsah

Úvod a cíle práce	6
1 Úvod	7
1.1 <i>Kompetence komunikativní</i>	8
1.2 <i>Kompetence personální a sociální</i>	8
1.3 <i>Kompetence občanská a kulturní povědomí</i>	8
1.4 <i>Struktura úloh a zadání.</i>	9
2 Výuka elektroniky na ZŠ a SŠ	9
2.1 <i>Metody vyučování</i>	10
2.2 <i>Výuka elektroniky na základní škole</i>	10
3 Koncepce výuky elektrooborů na Střední odborná škola elektrotechnická, Centrum odborné přípravy, Hluboká nad Vltavou, Zvolenovská 537	12
3.1 <i>Učební osnova předmětu Odborný výcvik</i>	13
3.1.1 <i>Pojetí předmětu zpracováno dle ŠVP</i>	13
3.2 <i>Charakteristika učiva</i>	13
3.3 <i>Výsledky vzdělávání v oblasti citů, postojů, preferencí a hodnot</i>	14
3.4 <i>Strategie výuky</i>	14
3.5 <i>Hodnocení výsledků vzdělávání</i>	15
3.6 <i>Klíčové kompetence</i>	15
3.7 <i>Mezipředmětové vztahy</i>	19
3.8 <i>Průřezová témata</i>	19
3.9 <i>Kutikulární rámec předmětu odborný výcvik</i>	20
4 Učební pomůcky	36
4.1 <i>Učební pomůcky používané v elektronice</i>	36
5 Návrh řešení a konstrukce modulu zesilovače s dvěma tranzistory	37
5.1 <i>Aplikace zesilovače v aplikační úloze</i>	37
5.2 <i>Laboratorní úloha- teoretická část: dvoustupňový nízkofrekvenční zesilovač</i>	37
6 Praktická realizace MODULU zesilovače a JEHO měření	43
7 srovnání s komerčním produktem , který je používán ve výuce	54
7.1 <i>Srovnání komerčních produktů dostupných v obchodní síti.</i>	57
8 Softwarové řešení pomocí elektronického programu.	58
9 Závěr	60
10 Seznam použité literatury	62
7.1 <i>Přílohy</i>	62

ÚVOD A CÍLE PRÁCE

1. Diplomová práce se zabývá problematikou. Využití modulu zesilovače ve výuce. Tuto úlohu jsem si vybral z důvodu potřeby zařízení pro výuku měření v rámci teoretického a praktického vyučování na středních školách, z účelem pochopení funkce obvodů a měření celků.
2. Cíle práce
 - a) Seznámit s obsahem výuky elektroniky ZŠ a případně SŠ.
 - b) Seznámit s využitím modulu zesilovače ve výuce.
 - c) Zpracovat konkrétní úlohy modulu zesilovače, měření na zesilovači, realizace modulu, modelování v simulačním programu.
 - d) Porovnat zpracované úlohy s komerčními produkty.
 - e) Hlavním cílem práce je aplikovat modul zesilovače do praktické výuky žáků a to: navržením konkrétní úlohy s aplikací v simulačním programu Multisim[©] na střední a Edison[©] na základní škole v měření parametrů nízkofrekvenčního zesilovače pro žáky škol.

1 ÚVOD

Elektrotechnika je v současné době jedním z nejrychleji se rozvíjejících oborů lidské činnosti. Tempo vědeckotechnického pokroku v této oblasti a mimořádná rychlost ve výzkumu, výrobě a uvádění nových elektrotechnických součástek a zařízení na trh kladou stále vyšší nároky na odbornou teoretickou i praktickou přípravu studentů středních odborných škol a učilišť v návaznosti výuku základů elektroniky a techniky na základní škole a tím také na učitele odborných předmětů a praktického vyučování. Ale i na zvládnutí základní teorie na základní škole.

Úkolem školy jako vzdělávacího a výchovného zařízení je připravit nejen absolventa s dobrou úrovní odborných znalostí, ale také absolventa, který se dokáže dobře uplatnit na trhu práce a který bude schopen získané vědomosti a dovednosti aplikovat v konkrétních výrobních podmínkách. Pokud chtějí být střední odborné školy v oblasti přípravy budoucích odborných pracovníků úspěšné, jsou nuceny na tyto skutečnosti aktuálně reagovat v teoretické i praktické rovině.

V teoretické rovině se zmíněné požadavky trhu práce promítají do řešení koncepce výuky, přizpůsobování učebních plánů studijních programů jednotlivých oborů tak, aby bylo možné pružně reagovat na měnící se požadavky trhu práce, usiluje se o vytvoření atraktivní a perspektivní nabídky oborů a zaměření, které na trhu práce chybí, dochází ke snižování hodinových dotací u neperspektivních tematických okruhů ve prospěch posilování hodinové výuky v teoretických i praktických předmětech, školy umožňují svým žákům získat nejruznější certifikáty a osvědčení a znalosti již během studia na škole.

V praktické rovině je patrné úsilí o propojení teorie s praxí a s tím související snaha zařazovat do výuky co nejvíce nových moderních výukových prostředků simulujících reálné výrobní podmínky. S tím jsou spojeny zvýšené nároky na materiální a technické vybavení učeben, laboratoří a dílen pro praktické vyučování a nemalé náklady vydávané na modernizaci přístrojového vybavení a na nákup nejmodernějších didaktických výukových prostředků.

Jedním z prostředků, které zvládnutí těchto náročných úkolů ve výchovně vzdělávacím procesu napomáhají, jsou nejmodernější didaktické prostředky. V jejich rámci pak v poslední době zaujímají stále výraznější místo výukové moduly s podporou simulačních programů. Tyto moduly zvláště na základních školách podporuje používání elektrotechnických stavebnic na našich školách pro lepší názornost v praktickém vyučování v návaznosti na probíranou teorii. Výukové moduly simulační programy a případně stavebnice rozvíjet u žáků právě výše zmíněné žádoucí vlastnosti: kreativitu, schopnost přemýšlet, pracovat samostatně a

rozhodovat se při řešení zadaných úkolů. Zároveň si žáci při práci osvojují nezbytné pracovní návyky a pravidla bezpečnosti práce.

1.1 Kompetence komunikativní

Vzhledem k tomu[1,2], že žáci pracují na řešení zadaného problému obvykle ve dvojicích nebo v malých skupinkách, jsou nuceni mezi sebou verbálně komunikovat. Učí se vyjadřovat srozumitelně, přiměřeně a vhodně a volit k vyjádření optimální jazykové prostředky. Vzhledem k tomu, že žáci pracují při práci se stavebníci na řešení odborného problému, učí se zároveň používat také odbornou terminologii. Při řešení problémů se žáci učí naslouchat jeden druhému, vyjadřovat určitým způsobem své názory, přiměřeně reagovat na názory druhého, argumentovat, vyjadřovat souhlas a nesouhlas a adekvátně řešit konflikty.

1.2 Kompetence personální a sociální

S kompetencí[1,2], komunikativní úzce souvisí také rozvoj kompetencí sociálních a personálních. Žáci se při praktické činnosti se stavebníci učí přijmout zodpovědnost za svůj výkon a učí se spolupracovat s ostatními za účelem dosažení určitého cíle. Žáci se také učí rozlišit vnější a vnitřní příčiny úspěchu či neúspěchu a identifikovat je. Při práci se učí překonávat také vnitřní překážky na cestě ke stanovenému cíli [1,3], (nechť k práci, nutnost překonávat problémy, které při práci vznikají). Učí se přiměřeným způsobem spolupracovat a komunikovat s ostatními žáky, například při výměně a vypůjčování elektrotechnických součástí, ale také s učitelem v případě, že se mu práce nedaří, nebo nedokáže sám vzniklý problém najít a vyřešit. Učí se vyjadřovat své názory [1,2,3,5], zdůvodňovat své požadavky, navrhopvat a přijímat kompromisní řešení. Důležitým aspektem této kompetence je také budování odpovědného vztahu k vlastnímu zdraví a ke zdraví druhých. Žák se již od prvních okamžiků práce v dílně učí předvídat, jak by jeho aktivity mohly ohrozit jeho zdraví i zdraví druhých a jak toto ohrožení minimalizovat.

1.3 Kompetence občanská a kulturní povědomí

Žáci jsou v hodinách praktického vyučování vychováváni k tomu [1,2,3], aby se stali platnými členy společnosti a odpovědnými pracovníky. Během studia na střední škole se při práci v dílně vytváří a posiluje vztah žáků k práci a k tvorbě materiálních hodnot. Žáci jsou při práci s elektrotechnickým materiálem poučeni o materiální hodnotě výrobku, s nímž pracují, a o odpovědnosti za tento výrobek, dále o ochraně životního prostředí a jsou vedeni k odpovědnému chování v situacích ohrožujících život a zdraví při použití elektrického proudu.

Elektrotechnické stavebnice jako didaktický materiální prostředek vzhledem ke svým vlastnostem představují vhodný a zároveň bezpečný prostředek osvojování výše zmíněných kompetencí.

1.4 Struktura úloh a zadání.

Každá úloha obsahuje název a slovní zadání [2,3,4]. Úlohy jsou koncipovány od základu k nástavbě a jsou koncipovány pro „ideální“ přesné součásti, takže teorie souhlasí s praktickým zaměřením [2,3,5]. Poté následuje oddíl Teorie, v němž jsou stručně shrnuty podstatné teoretické poznatky nutné pro zvládnutí daného tématu. Dále je zde uveden seznam Pomůcek, které jsou pro danou úlohu potřeba. Oddíl Měření je věnován jednak realizaci měřicího obvodu a také vysvětlení postupu měření. U obvodu [2,4] je zobrazeno schéma zapojení jednotlivých součástek včetně příslušných charakteristik [2,3,6]. Postupem je podrobně popsáno, jakým způsobem lze úlohu provést. Jsou vysvětleny funkce jednotlivých komponentů, barevných symbolů, písmenných a číselných zkratk. Na závěr každé úlohy je zařazeno několik obrázků zobrazujících výsledky, které by se měly při úspěšném zapojení zobrazit žákovi na obrazovce počítače nebo měřicím přístroji.

2 VÝUKA ELEKTRONIKY NA ZŠ A SŠ

Metodika výuky na základní škole vychází z RVP[1,2,3] školní vzdělávací plány, kde stěžejní část výuky probíhá při výuce Člověk a svět práce, který vychází z mezipředmětových vztahů z hlediska výuky fyziky na základní škole a vlastní výuka modulu zesilovače v rámci Člověk a svět práce na základních školách se v podstatě nevyskytuje, protože školní vzdělávací programy vytvořené pro jednotlivé základní školy obsah výuky modul výuky[2,3,4], který by se týkal zesilovače, neobsahují. Pouze v rámci nepovinných předmětů se vyskytuje na některých školách v rámci kroužkové výuky elektroniky. V rámci vlastního vzdělávání Člověk a svět práce[1,2,3] se vyskytuje výuka v rámci základních elektrotechnických základů po úroveň diody a led diody v rámci vedení proudu a jejich aplikace jednoduchý spínač, signalizace a zvonek, ale i tato látka se probírá jen na některých školách a při výuce Člověk a svět práce na základě dotazování mezi žáky nastupujícími do prvních ročníků střední školy, jsem zjistil, že pouze jedna škola tyto základní elektrické obvody prováděla v rámci výuky. Jinak probíhá výuka v rámci Člověk a svět práce pouze v rámci pracovních činností, kde se učí práce na zahradě a se dřevem. Dle mého výzkumu se elektrické obvody učí na Základní škole v Netolicích, výuka v rámci volitelných předmětů probíhá pouze ve škole v Pardubicích.

2.1 Metody vyučování

Nejjednodušší metodou by mohlo být nahlédnutí do ŠVP[1,2,3,5] (školního vzdělávacího programu) vybraných typů škol. ŠVP však vychází z RVP [1,2] (rámcového vzdělávacího programu), který určuje minimální rozsah probírané látky na jednotlivých typech škol. ŠVP si pak tvoří každá škola sama, vždy však musí být pokryta všechna témata obsažená v RVP a navíc si každá škola může své ŠVP rozšířit o další probíraná témata, zaměřená na konkrétní potřeby regionu, kde se daná škola nachází. Pro seznámení s obsahem výuky na ZŠ[3] a SŠ [4] bude tedy výhodnější použít dokument, ze kterého vycházejí všechny školy - RVP[1,2]. Při vlastní výuce se do procesu výuky musí zapojit všechny aspekty pedagogiky a psychologie[5].

2.2 Výuka elektroniky na základní škole

S výukou elektroniky se může žák na základní škole setkat ve dvou vzdělávacích oblastech: v oblasti Člověk a příroda (Fyzika) a Člověk a svět práce v rámci ŠVP[1,2,3].

Předmět Fyzika vzdělávací oblasti Člověk a příroda je povinný předmět, který je vyučován na druhém stupni ZŠ. Zde se konkrétně jedná o probírané téma Elektromagnetické a světelné děje. [1,2]

Tab. č. 1 - Oblast z RVP[1,2,3] ZV Člověk a příroda vzdělávacího oboru Fyzika

Očekávané výstupy - Fyzika žák	Učivo
<ul style="list-style-type: none">- sestaví správně podle schématu el. obvod- rozliší stejnosměrný proud od střídavého a změří el. proud a napětí- využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů- zapojí správně polovodičovou diodu	<ul style="list-style-type: none">- elektrický obvod - zdroj napětí, spotřebič, spínač- elektrické a magnetické pole - el. odpor, transformátor

Vzdělávací oblast Člověk a svět práce je vyučována jednak na 1. stupni, kde je rozdělena na čtyři okruhy dle RVP[1,2,3] (Práce s drobným materiálem, Konstrukční činnosti, Pěstitelské práce, Příprava pokrmů), které jsou pro školu povinné. Na 2. stupni je celkem 8 okruhů (Práce s technickými materiály, Design a konstruování, Pěstitelské práce a

chovatelství, Provoz a údržba domácnosti, Příprava pokrmů, Práce s laboratorní technikou, Využití digitálních technologií, Svět práce). Škola musí vždy zvolit okruh Svět práce, který je povinný, z dalších sedmi vybírá dva další okruhy. S elektronikou se tedy žák setká pouze v případě, že škola do ŠVP [1,2] uvedou alespoň jeden ze dvou okruhů Design a konstruování a Provoz a údržba domácnosti. Případně v rámci nepovinných předmětů.

U okruhu Design a konstruování může být vhodný simulační program velmi dobrým doplňkem při využití elektronických stavebnic.

Tab. č. 2 - Oblast z RVP[1,2]. ZV Člověk a svět práce - tematický okruh Design a konstruování

Očekávané výstupy - Design a konstruování žák	Učivo
- sestaví podle návodu, náčrtu, plánu, jednoduchého programu daný model	- stavebnice (konstrukční, elektrotechnické, elektronické)

U okruhu Provoz a údržba domácnosti můžeme simulační program využít např. pro měření v souvislosti s ekonomikou provozu, je zde sice předepsána i elektronika, ale jedná se především o obsluhu, užití dle návodu.

Tab. č. 3 - Oblast z RVP [1,2] Člověk a svět práce

Očekávané výstupy - Provoz a údržba domácnosti, žák	Učivo
- orientuje se v návodech k obsluze běžných domácích spotřebičů	- elektrotechnika v domácnosti - elektrická instalace, elektrické spotřebiče, elektronika, bezpečnost a ekonomika provozu

Základní školy nemají povinnost plynoucí z RVP[1,2,3] vyučovat elektroniku jako takovou, některé části související s elektronikou a elektrotechnikou jsou zahrnuty do předmětů Fyzika (rezistory, kondenzátory, cívky a z polovodičových součástek alespoň polovodičová dioda a tranzistor) a nepovinně i výše zmíněné části předmětu Technická výchova a ty pak. Předměty je možno doplnit o další pasáže z oblasti elektroniky v ŠVP pro část jako volitelné předměty. Náhornou ukázkou je možné provést i s pomocí příslušných prezentací případně apletů, které jsou však jednorázově zaměřeny a nemají obvykle takové možnosti nastavení. Proto se dá říci, že i na základních školách si simulační programy lze použít jednoduchých simulačních programů typu Edison[©].

3 KONCEPCE VÝUKY ELEKTROOBORŮ NA STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ, CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY, HLUBOKÁ NAD VLTAVOU, ZVOLENOVSKÁ 537

Cílem studia elektrotechnických oborů ve středoškolském rozsahu ŠVP[4] , který vychází z platného RVP[1,2] je, aby studenti získali nové odborné znalosti vyšší úrovně z oblasti spotřební a průmyslové elektroniky, měřicí, řídicí a výpočetní techniky a informace o nových mikroelektronických prvcích, progresivních technologiích, měřicích a servisních zařízeních a aby byli schopni uplatnit je v praxi. Výuka ve všech oborech je proto koncipována na základě platných učebních dokumentů schválených MŠMT ČR tak, aby žáci získali ucelený systém znalostí, dovedností a návyků, které jim umožní orientaci i práci v oboru. Důležitým prvkem při vytváření školních vzdělávacích programů je snaha o zajištění návaznosti učebních a studijních oborů a také propustnosti oborů a jejich nabídky od učebních, přes studijní až k vyššímu odbornému studiu. Hlavním kritériem pro volbu a zpracování učební látky je její přínos pro pochopení technických souvislostí a pro vzdělání žáka jako spotřebitele a zaměstnance. Při volbě obsahu učební látky proto učitel bere v úvahu zejména aktuální stav vědy a techniky. Dalším důležitým kritériem je pro učitele také rozsah teoretické výuky, který posléze musí přizpůsobit rozsahu vyučovacích hodin, které jsou stanoveny pro praktické vyučování. Aby bylo zaručeno dosažení vzdělávacího a učebního úkolu, vychází se účelově z předchozích znalostí a zkušeností žáků (znalosti a zážitky, které žáci získali na základní škole v předmětech fyzika a pracovní vyučování). Současně jsou žáci vedeni k tomu, aby další potřebné informace dokázali získat z odborné literatury, časopisů a internetu, neboť tyto obory se velmi dynamicky vyvíjejí a celoživotní soustavné doplňování znalostí je nezbytným předpokladem jejich úspěšného uplatnění na trhu práce.

3.1 Učební osnova předmětu Odborný výcvik

obor 26-41-L/01 Mechanik elektrotechnik

hodinová dotace 1120 hodin za 4 roky studia

3.1.1 Pojetí předmětu zpracováno dle ŠVP

Zpracováno dle ŠVP[4] a RVP[1,2,7,8]

Obecný cíl[4]

Rozhodující význam pro praktickou přípravu žáků má odborný výcvik.

Cílem odborného výcviku je praktické uplatnění teoretických znalostí v praxi, rozvoj schopností a dovedností spojených především s manuální činností. Odborný výcvik vede k rozvoji motorických schopností, upevňování návyků z praktické činnosti, k rozvoji a zdokonalování zručnosti. Žáci poznávají význam vlastní práce pro život. Učí se aplikovat teoretické poznatky, používat přístroje a zařízení, dále dodržovat technologické postupy, upevňují si principy uvědomělé kázně, dodržování požadavků bezpečnosti práce, ochrany zdraví a základních hygienických pravidel.

3.2 Charakteristika učiva

Učivo předmětu navazuje na teoretické znalosti z oblasti odborných předmětů a je sestaveno z bloků tak, aby po jejich zvládnutí měli žáci široký základ elektrotechnických a elektronických znalostí a dovedností. Odborný výcvik nemá speciální zaměření, čerpá ze všech odborných předmětů, které žáci během studia absolvují a umožňuje tak komplexní pohled na danou problematiku. Výuka je organizována ve skupinách, které pracují v odborných učebnách, laboratořích, dílnách nebo na pracovištích odborných firem.

Žáci navrhují, zapojují, sestavují jednoduché elektronické obvody, vybírají vhodné součástky z katalogu elektronických součástek, navrhují, zhotovují desky s plošnými spoji, osazují desky plošných spojů součástkami a provádí jejich pájení. Oživují a měří jednoduché analogové i číslicové obvody, zapojují elektroinstalace a přístroje nízkého napětí, zapojují a instalují základní prvky výpočetní techniky, instalují a konfigurují komponenty osobního počítače. Zapojují a programují programovatelné prvky automatizace, vyzkouší a ověřují správnost navrženého programu, vyvozují závěry na základě zjištěných výsledků. Zhotovují podle výkresu jednoduché součásti ručním a strojním obráběním. Užitím měřicích přístrojů se učí diagnostikovat nesprávnou funkci zařízení, odhalovat chyby a vadné součástky.

První ročník je zaměřen na získání manuálních zručností a vztahu k práci při ručním a strojním zpracování kovů. Zde se žáci zdokonalují a prohlubují v základních postupech a dovednostech při dělení, opracování a tváření materiálů. Dále se žáci seznámí s elektrotechnickým materiálem a jeho používáním, se základními elektrotechnickými součástkami, jejich měřením a osazováním na desky plošných spojů a významem a účelem těchto součástí v elektrotechnice.

V druhém ročníku se žáci učí praktickým dovednostem, které spojují teoretické znalosti s postupy a zásadami při zapojování a ožívování elektronických analogových i číslicových obvodů. Žáci se prakticky seznamují s návrhem desek plošných spojů, provádí jejich zhotovení, osazování a pájení součástkami klasické i povrchové montáže. Další bloky jsou věnovány rozvodům nízkého napětí, elektroinstalacím, číslicové technice, výpočetní technice.

V prvním a druhém ročníku odborného výcviku je náplň výuky společná, třetí a čtvrtý ročník je rozdělený podle zaměření (specializace).

Třetí ročník je zaměřený na specializaci oboru – prohlubuje znalosti v oboru slaboproudá elektrotechnika, např. (zesilovače, číslicová mikroprocesorová technika, optická vlákna a kabely, automatizační technika) nebo v oboru silnoproudá energetika např. sítě NN a její rekonstrukce, bytová a inteligentní elektroinstalace, programovatelné automaty.

Čtvrtý ročník je převážně zaměřený na řešení složitějších technických problémů v oblasti slaboproudu, či silnoproudu. Zde žáci využívají svých načerpaných vědomostí. Poslední blok je věnovaný intenzivní přípravě k praktické maturitní zkoušce z odborného výcviku. Neoddělitelnou součástí výuky jsou požadavky na bezpečnost, ochranu zdraví při práci a hygienu práce, která vychází z platných předpisů, zákonů a prováděcích vládních zákonů, vyhlášek a norem.

3.3 Výsledky vzdělávání v oblasti citů, postojů, preferencí a hodnot

V odborném výcviku jsou žáci také vedeni k získání správného vztahu k výkonu budoucího povolání, k odpovědnosti za vykonanou práci, k pocitu sounáležitosti s pracovním kolektivem, k respektování jiných názorů než svých vlastních a k dodržování obecných pravidel slušného chování.

3.4 Strategie výuky

V předmětu převažují při výuce tyto metody: výklad, rozhovor, instruktáž, praktický výklad, samostatné řešení složitějších úloh. Žáci pracují samostatně podle pokynů vyučujícího odborného výcviku a konkrétní činnosti provádí pod jeho dohledem. Výuka je vedena tak,

aby žáci byli schopni uplatnit vědomosti z různých odborných předmětů při řešení konkrétních problémů. Snahou je vést žáky tak, aby jednoduché úkoly řešili samostatně a složitě týmovou prací. Dále jsou žáci vedeni ke komplexnímu pohledu na problematiku a k hledání souvislostí s příbuznými obory. Výuka musí být pro žáky zajímavá, aby v nich motivovala touhu po poznávání v elektrotechnice. Proto je výklad učiva doprovázen příklady z praxe, exkurzemi a prací v laboratoři. V souvislosti s tím je rozvíjena schopnost žáků samostatně studovat odbornou literaturu a vyhledávat na internetu odborné články a dokumenty.

3.5 Hodnocení výsledků vzdělávání

Výsledky žáků v jednotlivých předmětech hodnotí učitelé dle Pravidel hodnocení výsledků vzdělávání žáků SOŠE, COP Hluboká nad Vltavou, která jsou schválena ředitelem školy a jsou součástí dokumentace školy.

Učitel odborného výcviku zohledňuje úroveň odborných vědomostí a dovedností. Hodnotí správné používání pracovních postupů, plynulost projevu, znalost norem, znalosti parametrů elektrotechnických přístrojů, strojů, zařízení a rozvodů. Hodnotí se též schopnost samostatného přístupu k problematice, manuální zručnost, dodržování technologií a bezpečnosti práce. Žáci jsou zkoušeni písemnou i ústní formou.

3.6 Klíčové kompetence

Kompetence k učení – vzdělání směřuje k tomu, aby žáci byli schopni efektivně se učit, vyhodnocovat dosažené výsledky a pokrok a reálně si stanovovat potřeby a cíle svého dalšího vzdělávání, tzn., aby žáci dokázali:

- mít pozitivní vztah k učení a vzdělávání;
- uplatňovat různé způsoby s textem, umět efektivně vyhledávat a zpracovávat informace;
- využívat ke svému učení různé informační zdroje, včetně zkušeností svých i jiných lidí.
- Kompetence k řešení problémů – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci byli schopni samostatně řešit běžné i pracovní problémy, rozvíjet schopnost porozumění zadání úkolu nebo určit jádro problému, navrhnout způsob řešení, popř. varianty řešení, a zdůvodnit je, vyhodnotit a ověřit správnost zvoleného postupu a dosažené výsledky, volit prostředky a způsoby vhodné pro splnění jednotlivých úkolů, využívat vědomostí, dovedností a zkušeností, nabytých dříve, tzn., aby žáci dokázali:

- 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;
 - volit vhodné prostředky a způsoby pro splnění jednotlivých aktivit.
- Komunikativní kompetence - vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci byli schopni se vyjadřovat v písemné i ústní formě v různých učebních, životních i pracovních situacích, tzn., že žáci by měli:
- zvládnout formulovat své myšlenky srozumitelně a souvisle, v písemné podobě přehledně a jazykově správně;
 - účastnit se aktivně diskusí, formulovat a obhajovat své názory a postoje;
 - zaznamenávat písemně podstatné myšlenky a údaje z textů a projevů jiných lidí (přednášek, diskusí, porad apod.);
 - chápat výhody znalosti cizích jazyků pro životní i pracovní uplatnění
- Personální a sociální kompetence – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci 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 žáci by měli:
- posuzovat reálně své fyzické a duševní možnosti, odhadovat důsledky svého jednání;
 - stanovovat si cíle a priority podle svých osobních schopností;
 - mít odpovědný vztah ke svému zdraví, pečovat o svůj fyzický i duševní rozvoj;
 - pracovat v týmu a podílet se na realizaci společných pracovních a jiných činností;
 - přijímat a odpovědně plnit svěřené úkoly.
- Občanské kompetence a kulturní povědomí – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci uznávali hodnoty a postoje podstatné pro život v demokratické společnosti a dodržovali je, jednali v souladu s udržitelným rozvojem a podporovali hodnoty národní, evropské i světové kultury, tzn., že žáci by měli:
- jednat odpovědně, samostatně a iniciativně nejen ve vlastním zájmu, ale i ve veřejném zájmu;
 - dodržovat zákony, respektovat práva a osobnost druhých lidí;
 - jednat v souladu s morálními principy a zásadami společenského chování, přispívat k uplatňování hodnot demokracie;
 - chápat význam životního prostředí pro člověka a jednat v duchu udržitelného rozvoje.
- Kompetence k pracovnímu uplatnění a podnikatelským aktivitám – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci 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 žáci by měli:

- mít odpovědný postoj k vlastní profesní budoucnosti, a tedy i vzdělávání;
- mít přehled o možnostech uplatnění na trhu práce v daném oboru;
- 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 jako z oblasti světa práce, tak vzdělání;
- vhodně komunikovat s potencionálními zaměstnavateli.

• Kompetence využívat prostředky informačních a komunikačních technologií a pracovat s informacemi – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci pracovali s osobním počítačem a jeho běžným základním a novým aplikačním programovým vybavením, učí se používat nový aplikační software, ale i další prostředky ICT, využívat adekvátní zdroje informací a efektivně pracovat s informacemi získané z otevřených zdrojů např. z celosvětové sítě Internet, tzn., že žáci by měli zejména:

- 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;
- získávat informace z otevřených zdrojů, zejména Internet.
- Matematické kompetence – vzdělávání směřuje k tomu, aby žáci byli schopni funkčně

využívat matematické dovednosti v různých životních situacích, tzn., že žáci by měli:

- správně používat a převádět běžné jednotky
- provádět reálný odhad výsledku řešení dané úlohy
- číst a vytvářet různé formy grafického znázornění (tabulky, diagramy, grafy, schémata apod.)
- efektivně aplikovat matematické postupy při řešení různých praktických úkolů v běžných situacích.
- Odborné kompetence.

• Provádět elektroinstalační práce, navrhovat, zapojovat a sestavovat jednoduché elektrické a elektronické obvody, navrhovat a zhotovovat plošné spoje a obrábět různé materiály, tzn., aby žáci:

- zhotovovali součásti podle výkresu ručním obráběním;
 - zapojovali vodiče, elektrické rozvody, zásuvky apod.;
 - navrhovali, zapojovali a sestavovali jednoduché analogové i digitální elektronické obvody;
 - orientovali se v katalogu elektronických součástek;
 - měřili vlastnosti elektronických součástek a znali jejich schématické značky;
 - navrhovali plošné spoje včetně využití výpočetní techniky;
 - zhotovovali desky s plošnými spoji včetně osazení součástek a oživení desky;
 - projektovali, sestavovali a zapojovali funkční celky složené z elektronických obvodů.
- Provádět montážní, diagnostické, opravárenské a údržbářské práce na elektrických a elektronických zařízeních a přístrojích, tzn., aby žáci:
 - vykonávali přípravné i finální práce při zhotovování mechanických dílců elektrických přístrojů, zařízení a různých montážních přípravků;
 - řešili elektrické obvody, navrhovali a realizovali odpovídající náhradní zapojení těchto obvodů či zařízení, volili vhodné součástky;
 - demontovali, opravovali a zpětně sestavovali mechanismy nebo části elektrických zařízení, elektromechanických přístrojů a dalších technických zařízení;
 - osvojili si technologické postupy a bezpečnostní a hygienické normy.
 - Provádět elektrotechnická měření a vyhodnocovat naměřené výsledky, tzn., aby žáci:
 - používali měřicí přístroje k měření elektrických parametrů a charakteristik elektrotechnických prvků a zařízení;
 - volili nejvhodnější měřicí metodu pro měření na elektrotechnických a elektronických zařízeních a přístrojích ;
 - měřili elektrické veličiny a jejich změny v elektrických a elektronických obvodech a příslušných obvodových prvcích;
 - analyzovali a vyhodnocovali výsledky uskutečněných měření a přehledně o nich zpracovávali záznamy;
 - využívali naměřené hodnoty pro kontrolu a diagnostiku zařízení, k odstraňování jejich závad, uvádění do provozu, seřizování a provozní nastavení.
 - Číst a tvořit technickou dokumentaci, uplatňovat zásady normalizace a graficky komunikovat, tzn., aby žáci:
 - rozuměli různým způsobům technického zobrazování;
 - četli a tvořili různé druhy technické a elektrotechnické dokumentace s ohledem na normy v oblasti technického zobrazování;

- četli a vytvářeli elektrotechnická schémata, grafickou dokumentaci desek plošných spojů aj. produkty grafické technické komunikace používané v elektrotechnice.
- Dbát na bezpečnost práce a ochranu zdraví při práci, tzn., aby žáci:
- chápali bezpečnost práce jako nedílnou součást péče o zdraví své i spolupracovníků a dalších osob vyskytujících se na pracovištích;
- 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;
- byli vybaveni vědomostmi o zásadách poskytování první pomoci při náhlém onemocnění nebo úrazu a dokázali první pomoc sami poskytnout.
- Jednat ekonomicky a v souladu se strategií udržitelného rozvoje, tzn., aby žáci:
- znali význam, účel a užitečnost vykonávané práce;
- zvažovali při plánování a posuzování určité činnosti možné náklady, výnos a zisk;
- nakládali s materiálem, energiemi, odpady, vodou a jinými látkami ekonomicky a s ohledem na životní prostředí.

3.7 Mezipředmětové vztahy

Při výuce odborného výcviku jsou žáci vedeni k uplatňování mezipředmětových vztahů a to především z poznatků teoretických odborných předmětů např. elektrotechnický základ, technický základ, elektrotechnologie, elektronika, číslicová elektronika, elektrotechnická měření a tím si prohlubují nedílnou provázanost mezi teoretickými předměty a odborným výcvikem. Tento poznatek je vede také ke zvyšování motivace k dalšímu vzdělávání.

3.8 Průřezová témata

Člověk v demokratické společnosti

Žáci jsou vedeni k tomu, aby na základě dosažených výsledků a získaných schopností a dovedností měli vhodnou míru sebevědomí a odpovědnosti, aby byli připraveni klást si základní existenční otázky a hledat na ně odpovědi a řešení.

Člověk a svět práce

Žáci si na základě získaných znalostí a dovedností prohlubují svou identifikaci a formulují vlastní priority, uvědomují si zodpovědnost za vlastní život, význam vzdělání pro život a jsou motivováni k aktivnímu pracovnímu životu a k úspěšné kariéře.

Člověk a životní prostředí

Žáci jsou dále vedeni k tomu, aby dodržovali technologické postupy a pravidla zacházení s materiály (zejména s odpady) tak, aby nepoškozovali životní prostředí. Žáci jsou dále vedeni k tomu, že k ochraně přírody může napomoci každý jedinec svým ekologicky zodpovědným přístupem, při běžných činnostech i v odborné praxi.

Informační a komunikační technologie

Žáci jsou vedeni také k používání výpočetní techniky v tvorbě technické dokumentace, komunikace pomocí internetu, vyhledávání informací a prezentaci své práce.

3.9 Kutikulární rámec předmětu odborný výcvik

1. ročník

Hodinová dotace:

7 hodin za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – vysvětlí základní úkoly a povinnosti organizace při zajišťování BOZP; – zdůvodní úlohu státního odborného dozoru nad bezpečností práce; – dodržuje ustanovení týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární prevence; – uvede základní bezpečnostní požadavky při práci se stroji a zařízeními na pracovišti a dbá na jejich dodržování; – postupuje v souladu s předpisy a pracovními postupy při obsluze, běžné údržbě a čištění strojů a zařízení; – uvede příklady bezpečnostních rizik, event. nejčastější příčiny úrazů a jejich prevenci; – poskytne první pomoc při úrazu na pracovišti; – uvede povinnosti pracovníka i zaměstnavatele v případě pracovního úrazu; – osvojuje si zásady bezpečné práce na elektrických zařízeních; – poskytne první pomoc při úrazu elektrickou energií; 	<p>Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, hygiena práce, požární prevence</p> <ul style="list-style-type: none"> – řízení bezpečnosti práce v podmínkách organizace a na pracovišti – pracovněprávní problematika BOZP – bezpečnost technických zařízení – poskytování první pomoci – práce zakázaná mladistvým

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - používá základní druhy měřidel; - stříhá, řeže a ohýbá materiály; - piluje rovinné plochy a otvory; - vyvrtá a zahlubí otvory, vyřeže závity; - vybere vhodnou metodu spojování materiálů; - objasní si rozdíl mezi nýťovaným a šroubovaným spojem, je mu vysvětlen princip a třídění závitů, dovede tyto spoje vytvářet; 	<p>Zpracování materiálů</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - měření a orýsování - dělení materiálů, ohýbání - pilování - vrtání, zahlubování, řezání závitů - spojování materiálů - práce s ruční i stojanovou vrtačkou, druhy a použití vrtáků, zahlubování - řezání závitů ručních i strojních - používání samořezných šroubů i šroubů do plechu - nýťování klasickými i dutými nýty
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - provádí základní strojního obrábění kovových a nekovových materiálů; - vysvětlí rozdíl mezi soustružením a frézováním a broušením; 	<p>Strojní obrábění</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - nastavení a seřízení soustruhu, soustružení průměru a čela - měření rozměrů - nastavení a seřízení frézky, frézování rovinných ploch, broušení nástrojů - důraz na bezpečnost práce (zejména ochrana očí)
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - hledá v katalogu součástek; - vybere vhodnou součástku; - získává přehled o systému značení pasivních součástek; - použije, navrhne a sestaví základní obvody s pasivními součástkami a změří jejich parametry; - dokáže správně osadit a zapájet součástky na DPS; 	<p>Pasivní obvodové součástky</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - rezistory - kondenzátory - cívky - pájení pasivních součástek na DPS
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - upraví konce vodičů podle způsobu jejich spojování; - vybere koncovky pro mechanické spojení vodičů; - pájí vodiče a kovové součástky; - zapojí kabely do elektrických obvodů; - získává přehled o významu a funkci elektrických instalací; - prohlubuje si znalosti v základních zapojeních elektroinstalačních obvodů a dokáže popsat funkci jednotlivých prvků; - čte ve schématech instalačních obvodů. 	<p>Elektromontážní práce</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - úprava vodičů - zapojování kabelů a vodičů - tvarování, pájení, lisování, krimpování - jednožilové i slané vodiče, způsoby odstranění instalace, ukončování slané vodičů lisovacími dutinkami - připojování vodičů do svorek a instalačních prvků - znalost průřezů vodičů a barevné označení - znalost funkce instalačních prvků a zapojování jednoduchých instalačních schémat - seznámení se s přístroji pro kontrolu a zjišťování závad v instalačních obvodech, kontrola správné funkce těchto instalačních obvodů.

2. ročník

Hodinová dotace: 10,5 hodiny za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – použije schematické značky polovodičových součástek; – měřením ověří vlastnosti polovodičových součástek; – zjistí z katalogu nebo aplikačního listu parametry polovodičové součástky; – vybere polovodičovou součástku dle požadované funkce a použití; – sestaví obvod s bipolárním nebo unipolárním tranzistorem a změří jeho vlastnosti; – využije spínací součástky v obvodech s ohledem na jejich funkci; – vybere vhodnou polovodičovou součástku reagující na fyzikální veličiny vzhledem k očekávanému využití; – získává přehled v základní nabídce analogových a číslicových integrovaných obvodů; – vybere vhodný integrovaný obvod z katalogu a určí jeho pouzdro a vývody; – sestaví obvod s polovodičovými součástkami na základě elektrotechnického schéma; – bezpečně manipuluje s elektrostaticky citlivými součástkami; 	<p>Polovodičové součástky</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – přechod PN a polovodičové diody – bipolární a unipolární tranzistory; – spínací prvky – součástky řízené neelektrickou veličinou – integrované obvody – technologie polovodičových součástek a integrovaných obvodů
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozeznává technologické metody výroby desek na plošné spoje; – dodržuje zásady návrhu a konstrukce plošných spojů; – navrhne plošné spoje i s využitím výpočetní techniky; – zpracuje technickou dokumentaci daného zapojení; – zhotoví plošné spoje a využívá příslušné materiály; – osadí plošné spoje, provede povrchovou montáž, zapájí součástky a oživí desky; 	<p>Technologie plošných spojů</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – materiály – technologické metody výroby plošných spojů – zásady návrhu a konstrukce plošných spojů

<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – zvolí elektrochemický zdroj podle parametrů a s ohledem na ekologii; – použije elektrochemické zdroje a zná jejich vlastnosti; – provede údržbu a nabíjení elektrochemických zdrojů; – vybere a použije síťový zdroj potřebných vlastností na základě znalosti funkce lineárních a spínaných zdrojů; – navrhne, vypočítá a změří jednoduchý síťový zdroj; – diagnostikuje závady na síťových zdrojích a provádí jejich opravy; 	<p>Zdroje elektrického proudu a napětí</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – baterie – lineární a spínané zdroje
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – získává znalosti o principu polovodičových spínacích prvků; – sestaví zesilovač s diskrétními součástkami a změří jeho vlastnosti; – navrhne, sestaví a změří obvod s operačním zesilovačem; – navrhne, sestaví a změří obvod oscilátoru; – ověřuje jejich funkčnost; 	<p>Zesilovače a oscilátory</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – tranzistor – rozdělení, typy, princip činnosti – zesilovače – jednostupňový zesilovač třídy A, B, C – spínací obvody s tranzistory – spínací obvody s tyristory

<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – ovládá kalibraci měřicího přístroje, dokáže nastavit měřicí přístroj; – provádí oddělené měření proudu a napětí na spotřebiči chápe rozdíl mezi přímou a nepřímou metodou; – provádí měření proudu, napětí, výkonu, elektrické práce; – popisuje mechanickou část měřicího přístroje; – zvládne zvolit správný měřicí přístroj pro dané zapojení; – zpracovává naměřenou hodnotu do tabulek a do protokolu o měření; – používá tabulku SI jednotek a vyhodnocuje naměřené rozdíly; – zvládá zapojení zářivek podle konstrukce; – provádí na světelných zdrojích měření proudu, výkonu a fázového posunu, rozděluje druhy výbojek podle provedení a konstrukce; – hledá a odstraňuje závady na zapojených zářivkách a výbojkách; – rozděluje tepelné spotřebiče podle tříd; – počítá hodnoty jističů pro různé typy tepelných spotřebičů; – zapojuje a používá přednostní relé pro tepelné spotřebiče; – zapojuje kombinaci dvou tepelných spotřebičů v kombinaci s HDO a elektroměrem; – provádí měření proudu, napětí, výkonu, fázového posunu, zemního, izolačního odporu na tepelných spotřebičích; – provádí základní zapojení dálkově ovládaných spínacích zařízení; 	<p>Silnoproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – základní rozdělení měř. přístrojů podle – schematické značky, provedení, druhu, konstrukce – druhy metod měření el. veličin – měření napětí, proudu, kapacity fázový posunu, zemního a izolačního odporu, výkonu, elektrické práce – Měřicí přístroje – druhy měřících přístrojů – analogové, digitální, vibrační, světelné – vyhodnocení naměřených hodnot – tabulkové zpracování výsledků – charakteristiky hodnot – převody do jiných jednotek – světelné spotřebiče – zářivky, rtuťové, sodíkové, halogenidové výbojky – halogenové žárovky, energeticky úsporné žárovky neony – tepelné spotřebiče – třídy spotřebičů 0, 01, 1, 2, 3, – spotřebiče podle napětí podle místa použití, podle uspořádání topných článků, podle počtu fází – spínání elektrických zařízení
---	---

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - používá bezpečné postupy práce na elektroinstalaci; - volí vhodný elektromateriál, orientuje se v situačních schématech elektrorozvodů; - navrhuje jednoduchá schémata elektrorozvodů; - čte v elektrodokumentaci; - volí vhodný typ a druh jištění pro dané elektrorozvody; - rozeznává druhy pojistek, barevné značení pojistek, druhy jističů; - kreslí charakteristiky jističů a pojistek; - vysvětluje funkci, použití a činnost proudového chrániče; - provádí montáž elektroinstalace; - sestavuje a zapojuje elektroměrové a bytové rozvaděče; 	<p>Elektroinstalace</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - základní kritéria elektroinstalace - vedení silová, na povrchu, v lištách, plastových kanálech, pod omítkou - čtení v projektové dokumentaci - pojistky, jističe, proudový chránič - montáž elektroinstalace - rozvaděče
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - získává základní znalosti o technologii odizolování kabelů - provádí lisování kabelových ok a oček; - vysvětluje technologii a způsob připojování kabelových skříní; - čte v projektové dokumentaci; 	<p>Kabely</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - rozdělení kabelů - značení kabelů a jejich průřezy - celoplastové kabely NN dovolené poloměry ohybu - spojování kabelů NN - kabelové skříně - zapojování kabelů do kabelových skříní - celoplastové kabely VN, klasické kabely NN a VN, kabelové soubory NN, kabelové souběhy NN, kabelové rozvody - čtení z elektrodokumentace, uzemnění
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - rozlišuje jednotlivá provedení transformátorů; - popíše funkci transformátoru; - připravuje otvory v kostřičce pro vývody; - vyrábí dřevěné jádro pro vinutí cívky na kostřičku transformátoru; - zjišťuje vady transformátoru, provádí demontáž tak, aby nedošlo k poškození jádra; - demontuje vinutí a zhotovuje kostřičku; - navrhuje transformátor pro zadané parametry; - navíjí vinutí transformátoru za dodržování stanovených technologických postupů dle návrhu; - provádí montáž transformátoru dle odpovídajícího technologického postupu; 	<p>Transformátory</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - funkce, rozdělení, použití, - konstrukce - rozebírání a demontáž transformátoru - výpočet transformátoru - vinutí transformátoru na el. navíječe - úprava vývodů

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - provádí kompletní demontáž elektromotorů včetně demontáže starého vinutí a ložisek; - spočítá dle typu motoru potřebné vinutí, která navine na příslušném zařízení; - založí navržené vinutí do drážek elektromotoru a provede jeho zapojení; - odzkouší motor a případně diagnostikuje závadu, navrhne řešení na její odstranění. 	<p>Elektromotory</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - demontáž řemenice a víka motoru - vybourání vinutí a vyčištění drážek - stanovení velikosti cívek a počtu závitů - navíjení cívek založení do drážek motoru a jejich zapojení - provede impregnaci a vypálení el. motoru - vyzkoušení a proměření motoru.
--	--

3. ročník - silnoproud

Hodinová dotace: 10,5 hodiny za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozeznává základní rozdíly mezi číslicovou a analogovou technikou; – použije číselné soustavy a provede převody mezi nimi; – vyjádří logickou funkci vzorcem i tabulkou a minimalizuje ji; – realizuje logickou funkci vhodným typem integrovaného obvodu; – diagnostikuje logické funkce v obvodech; – sestaví sekvenční obvod a ověří jeho funkci; – realizuje elektronické zařízení za pomoci kombinačních a sekvenčních obvodů a ověří jeho činnost; – získává znalosti o funkci mikropočítače; – aplikuje a diagnostikuje zařízení programovým řízením; 	<p>Číslicová technika</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – číselné soustavy – logické funkce jedné a více proměnných – dekodéry – kombinační a sekvenční obvody – klopné obvody, čítače – mikroprocesory – paměti – vstupní a výstupní obvody
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – uvědomuje si podstatu fotoelektrického jevu a jeho využití pro výrobu světloemitujících a zobrazovacích součástek; – osvojuje si chování tekutých krystalů v indikačních a zobrazovacích součástkách; – využije optických kabelů k přenosu informace; 	<p>Optoelektronika</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – fotoelektrický jev – LED diody a lasery – přeměna elektrického signálu na optický a naopak – druhy optických vláken a kabelů
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozeznává druhy transformátorů; – provádí měření proudu, napětí, výkonu na el. strojích a přístrojích dokáže spočítat jejich ztráty; – rozeznává druhy elektroměrů, dokáže je správně zapojit; – určí motory podle štítkových údajů; – zvládne zvolit a zapojit správný přepínač k danému motoru; 	<p>Silnoproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – transformátory – druhy, podle konstrukce, provedení – měření na elektrických strojích a přístrojích, výpočet ztrát naprázdno, nakrátko – elektroměry – činný, jalový, zdánlivý, 1f, 3f, 1 sazbový, 2 sazbový, indukční, pro přímé a nepřímé měření – motory – druhy, konstrukce, složení, 1f, 3f, komutátorový – zapojení přepínače hvězda / trojúhelník, reverzační přepínač, přepínač počtu pólů – určení začátků a konců vinutí

<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – doplňuje své dovednosti ve spojování a ukončování kabelů, kabelové skříně; 	<p>Kabely</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – kabelové spojky – smršťovací spojky – smršťitelné rozdělovací hlavy – kabelové skříně
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – poznává rozdíly mezi reléovou logikou, polovodičovou logikou a programovatelnými systémy; – využívá PLA v praxi; – rozlišuje způsob připojení vstupních a výstupních prvků a připojení k napájecímu napětí; – pracuje s vývojovým prostředím Step7-MicroWin; – rozeznává rozdíl mezi statickými, pseudodynamickými, dynamickými a smíšenými programy; – rozeznává rozdíl mezi programovými editory LAD, FBD a STL, dokáže je mezi sebou převádět a monitorovat je v PC; – rozeznává základní instrukce bitové logiky v PLA a dokáže sestavovat jednoduché programy v editoru LAD; – je schopen naprogramovat tyto logické funkce v editoru LAD a sestavuje pravdivostní tabulky pro libovolný počet operandů; – pracuje s instrukcemi časovačů a sestavuje sekvenční úlohy dle zadání; 	<p>Programovatelné automaty</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – vývoj logického řízení od relé, polovodičových systémů k programovatelným zařízením – rozdělení programovatelných automatů dle výkonu na kompaktní, modulární a rackové – zapojení PLA do systémů řízení – vývojové prostředí Step 7 MicroWin – typy řídicích programů – typy programových editorů – práce s bitovou logikou – – logické funkce AND, OR, XOR a NOT – časovače TON, TOF, TONR – čítače CTU, CTD, CTUD
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – popíše nové možnosti realizace elektroinstalace, využívá jednotlivých zařízení při programování SW; – využívá složitějších zařízení při programování SW s výstupem na mobilní telefon; 	<p>Inteligentní instalace</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – inteligentní elektroinstalace – konvenční a sběrnicová elektroinstalace – vstupní a multifunkční jednotky, kanálové spínací jednotky, využití převodníků D-A, skupinové ovladače a SW s výstupem na mobilní telefon
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozeznává a kreslí soustavy: TNC, TNC – S, začleňuje napětí podle jeho velikosti; – používá různé druhy vodičů, aplikuje jejich použití a spojování; – rozeznává druhy izolátorů, jejich použití podle vedení a způsoby, připevnění na konzole; – rozeznává druhy vazů; – používá vazy dle potřeby, zná připevnění vodiče pomocí vazů, k izolátorům; 	<p>Sítě NN</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – druhy soustavy napětí a sítě – vodiče, spojování, svorky podle druhů, materiálu, průřezu, barevného značení – izolátory – vazy – vyvazování vodičů, vázací metody

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - používá v bytové elektroinstalaci elektronických zařízení; - zvládá složitější kombinace zapojení v bytové elektroinstalaci s využitím elektronických zařízení; - sestavuje podle požadavků rozvaděče do trafostanic (RST); - zapojuje bytové rozvaděče; 	<p>Elektrické instalace</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - časové relé - multifunkční relé - IČ pohybové čidlo - kouřové čidlo, spínače, přepínače - praktická provedení elektrických instalací - zapojování rozvaděčů
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje ustanovení týkající se bezpečnosti ochrany zdraví při práci a požární prevence; - vysvětlí funkci jednotlivých prvků EZS; - navrhne a zrealizuje jednoduchý EZS; - provede základní konfiguraci EZS. 	<p>Zabezpečovací technika</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - základní pojmy EZS - prvky plášťové ochrany - prvky prostorové ochrany - prvky tísňového hlášení - prvky předmětové ochrany - prvky venkovní obvodové ochrany.

3. ročník – slaboproud

Hodinová dotace: 10,5 hodiny za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozeznává základní rozdíly mezi číslicovou a analogovou technikou; – použije číselné soustavy a provede převody mezi nimi; – vyjádří logickou funkci vzorcem i tabulkou a minimalizuje ji; – realizuje logickou funkci vhodným typem integrovaného obvodu; – diagnostikuje logické funkce v obvodech; – sestaví sekvenční obvod a ověří jeho funkci; – realizuje elektronické zařízení za pomoci kombinačních a sekvenčních obvodů a ověří jeho činnost; – charakterizuje funkci mikropočítače; – aplikuje a diagnostikuje zařízení s programovým řízením; – popíše význam a použití mikroprocesoru – osvojí si principy práce s I/O branami – napíše jednoduchý program pro ovládání LED diody ve vývojovém prostředí; – navrhne časovou smyčku pro danou dobu zpoždění a aplikuje ji v programu; – zkomprimuje zdrojový kód programu, případně provede debugging; – ověří na simulátoru správnou činnost programu a nahraje do mikrokontroléru; 	<p>Číslicová technika</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – číselné soustavy – logické funkce jedné a více proměnných – dekodéry – kombinační a sekvenční obvody – klopné obvody, čítače – mikroprocesory – paměti – vstupní a výstupní obvody
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – poznává podstatu fotoelektrického jevu a jeho využití pro výrobu světloemitujících a zobrazovacích součástek; – osvojuje si chování tekutých krystalů v indikačních a zobrazovacích součástkách; – využije optických kabelů k přenosu informace; 	<p>Optoelektronika</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – fotoelektrický jev – LED diody a lasery – přeměna elektrického signálu na optický a naopak – druhy optických vláken a kabelů

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - využívá nové možnosti elektroinstalace; - využívá jednotlivých zařízení při programování SW; - využívá složitějších zařízení při programování SW s výstupem na mobilní telefon; - programuje různé scény osvětlení a rolet; - naprogramuje velmi přesně regulaci vytápění a klimatizace včetně kroků k šetření médií; - tvoří scénáře, kdy systém zvládá dům zcela samostatně; - samostatně vytvoří náročný scénář dle požadavků zákazníka a norem ČSN včetně vytvoření SW; 	<p>Inteligentní instalace</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - inteligentní elektroinstalace, - konvenční a sběrníková elektroinstalace - vstupní a multifunkční jednotky - kanálové spínací jednotky - využití převodníků D-A, skupinové - ovladače a SW s výstupem na mobilní telefon - vytváření různých světelných scén - ovládání rolet - inteligentní regulace vytápění a klimatizace - zabezpečovací systém včetně simulace přítomnosti - ovládání spotřebičů v závislosti na čase či teplotě - vytvoření scénáře a SW na daném inteligentním systému
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - poznává rozdíly mezi reléovou logikou, polovodičovou logikou a programovatelnými systémy; - využívá PLA v praxi; <ul style="list-style-type: none"> - rozlišuje způsob připojení vstupních a výstupních prvků a připojení k napájecímu napětí; - pracuje s vývojovým prostředím Step7-MicroWin; - poznává rozdíl mezi statickými, pseudodynamickými, dynamickými a smíšenými programy; - poznává rozdíl mezi programovými editory LAD,FBD a STL, dokáže je mezi sebou převádět a monitorovat je v PC; - osvojuje si základní instrukce bitové logiky v PLA a dokáže sestavovat jednoduché programy v editoru LAD; 	<p>Programovatelné automaty</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - vývoj logického řízení od relé, polovodičových systémů k programovatelným zařízením - rozdělení programovatelných automatů dle výkonu na kompaktní, modulární a rackové - zapojení PLA do systémů řízení - vývojové prostředí Step 7 – MicroWin - typy řídicích programů - typy programových editorů - práce s bitovou logikou
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy, dodržuje ustanovení týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární prevence; - vysvětlí funkci jednotlivých prvků EZS; - navrhne a zrealizuje jednoduchý EZS; - ovládá nastavení systému pro vnější komunikaci; 	<p>Zabezpečovací technika</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - základní pojmy EZS - prvky plášťové ochrany - prvky prostorové ochrany - prvky tísňového hlášení - prvky předmětové ochrany - prvky venkovní obvodové ochrany

<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozezná druhy transformátorů; – provádí měření proudu, napětí, výkonu na el. strojích a přístrojích dokáže spočítat jejich ztráty; – rozeznává druhy elektroměrů, dokáže je správně nainstalovat a zapojit; 	<p>Silnoproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – transformátory – druhy, podle konstrukce, provedení – měření na elektrických strojích a přístrojích, výpočet ztrát naprázdno, nakrátko – elektroměry – činný, jalový, 1f, 3f, 1 sazbový, 2 sazbový, indukční, pro přímé a nepřímé měření
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – aplikuje a analyzuje základní obvody VF techniky; – ověří základní funkce VF obvodů. 	<p>Slaboproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – VF technika (modulátory, demodulátory, směšovače)

4. ročník – silnoproud

Hodinová dotace: 7 hodin za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – rozděluje stykače podle druhů a konstrukce; – zapojuje silovou a ovládací část na stykačích; – zapojuje různé druhy silnoproudých zapojení, dokáže odstranit závady v silových a ovládacích obvodech; 	<p>Silnoproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – stykače – elektromagnetické, vzduchové, podle konstrukce, podle napětí
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – popíše vodiče, kabely a ostatní typizovaná instalační zařízení; – provádí normalizované ukládání kabelů do různých materiálů; – provádí montáž jističů, chráničů a elektronického zařízení používané v současné době v elektroinstalaci; – samostatně zvládá technicky i prakticky všechny požadavky zákazníka dle norem ČSN; 	<p>Elektrické instalace</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – opakování, vodiče, kabely, – elektromontážní, prvky instalačních zařízení, spínače, přepínače – jističe, chrániče a elektronické zařízení v elektroinstalaci – složité zapojování spínačů, zásuvek, elektronických, zařízení dle náročných, zadání zákazníka
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – pracuje s instrukcemi čítačů; – naprogramovává instrukce přesunů dat MOV a zná datové oblasti S7-200; – programuje reverzaci asynchronního motoru, spouštěč Y/D, atd.; – vypočítává v PLA různé matematické výrazy základními matematickými instrukcemi; – nakonfiguruje textový displej TD-200; – zobrazuje různé zprávy a data z PLA; 	<p>Programovatelné automaty</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – přesuny dat, přístup k datům v PLA – různé programy a simulace činností multifunkčních časových relé – matematické operace sčítání, odčítání, násobení a dělení – textový displej TD-200 – měnič frekvence Siemens MM410 – příprava na praktickou maturitní zkoušku

<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - naprogramuje různé scény osvětlení a rolet, - naprogramuje velmi přesně regulaci vytápění a klimatizace včetně kroků k šetření médií; - tvoří scénáře, kdy systém zvládá dům zcela samostatně; - samostatně vytvoří náročný scénář dle požadavků zákazníka a norem ČSN včetně vytvoření SW; 	<p>Inteligentní instalace</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - vytváření různých světelných scén - ovládání rolet, inteligentní regulace, vytápění a klimatizace - zabezpečovací systém včetně simulace přítomnosti - ovládání spotřebičů v závislosti na čase či teplotě - vytvoření scénáře a SW na daném inteligentním systému
<ul style="list-style-type: none"> - dodržuje bezpečnostní předpisy; - provádí různé druhy přípojek včetně závěsných kabelů z distribuční sítě NN; - rozlišuje materiál na montáž izolovaného vedení; - rozeznává druhy armatur a uzemnění, provádí jejich montáž; - provádí zemnění u trafostanice, montuje uzemnění u úsekových, odpojovačů; - vytváří uzemnění v průběhu, linky (sítě); - uzemňuje přípojkové skříně; - čte v projektové dokumentaci. 	<p>Sítě NN</p> <ul style="list-style-type: none"> - BOZP - přípojky - izolované vedení - ochranné armatury, uzemnění, - omezovače přepětí, jiskřiště, zemnicí lano - zemnicí páska, zemnicí tyče - transformovny 22/0,4 KV - veřejné osvětlení - čtení podle projektové dokumentace.

4. ročník – slaboproud

Hodinová dotace – 7 hodiny za týden

Výsledky vzdělání	Učivo
<p>Žák:</p> <ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – aplikuje a analyzuje složité regulovatelné celky; – ověří základní funkce a parametry složitých celků s využitím digitální a analogové techniky; – provádí rozbor navrženého řešení; – porovnává dosažené výsledky s požadovanými; – provádí návrh a simulaci činnosti složitých elektronických celků s využitím výpočetní techniky; – vytváří technickou dokumentaci; 	<p>Slaboproudá laboratoř</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – složité celky s IO – složité regulované celky s využitím digitální a analogové techniky – diagnostika a ověření funkce
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – pracuje s instrukcemi časovačů a sestavuje sekvenční úlohy dle zadání; – pracuje s instrukcemi čítačů; 	<p>Programovatelné automaty</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – časovače TON, TOF, TONR – čítače CTU, CTD, CTUD
<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – dodržuje ustanovení týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární prevence; – navrhne a zrealizuje jednoduchý EZS; – provede základní konfiguraci EZS ústředny; – ovládá nastavení systému pro vnější komunikaci; 	<p>Zabezpečovací technika</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – ústředny EZS - základní funkce, rozdělení, kritéria výběru – ovládání a indikace zařízení – doplňková zařízení ústředen EZS

<ul style="list-style-type: none"> – dodržuje bezpečnostní předpisy; – připojí tlačítko k mikroprocesoru, programově vyhodnotí stav připojeného tlačítka; – vysvětlí důvody zavádění maticové klávesnice; – osvojí si problematiku přerušení; – vysvětlí princip ovládání servomotoru; – napíše program pro řízení polohy servomotoru; – vysvětlí princip řízení krokového motoru; – vysvětlí důvody zavádění expandérů výstupů; – vysvětlí režimy nastavení LCD displeje a jejich vliv na zobrazení; – rozumí programu pro nastavení LCD displeje a vypsání jednoduchého textu; – navrhne jednoduchý obvod s mikrokontrolerem PIC; – řeší složitější kombinační obvody za použití mikropočítače; – popíše základní rozdíly (uvede výhody a nevýhody) ve vývoji aplikací v jazyce Assembler a v jazycích vyšší úrovně. 	<p>Programování PIC</p> <ul style="list-style-type: none"> – BOZP – tlačítka – klávesnice – obvody čítače a časovače přerušení – ovládání servomotorů a krokových motorů – zobrazovače (led a LCD displej); – návrhy obvodů s PIC – možnosti vývoje aplikací ve vyšších programovacích jazycích
---	--

4 UČEBNÍ POMŮCKY

Jen těžko si dnes lze představit edukační proces bez učebních pomůcek [2,3,6], které učitel používá při realizaci modulů případně stavebnic. Jejich používání musí být vhodné pro nabytí vědomostí. S použitím těchto pomůcek souvisí zásada názornosti, ze které vychází daný problém slyšet, osahat si ho, ochutnat či uvidět.

Při vzdělávání [1,2,3,4,5] dochází ke vzájemnému kontaktu jak učitele, tak žáků a je zcela jisté, že nelze vystačit pouze s verbální komunikací [5]. Při používání učebních pomůcek lze dosahovat efektivnějšího dosahování cílů. Žáci si nemusí předměty či věci pouze představovat, ale vnímat ho tak jak skutečně vypadá, čímž se zkvalitňuje výuka a tyto poznatky jsou žáci schopni použít v praxi. Samozřejmě je zde i stránka atraktivnosti vyučovací hodiny, kdy žáci pouze neposlouchají učitele a postupně tak neztrácejí zájem o daný problém. Mezi pomůcky dnes můžeme zařadit počítač včetně aplikačních a simulačních programů, který je z pohledu dnešních žáků podstatně zajímavější a efektivnější je kombinace i z hlediska mezipředmětových vztahů.

4.1 Učební pomůcky používané v elektronice

V hodině elektroniky se setkáváme s mnoha elektronickými součástkami (rezistor, kondenzátor, cívka, tranzistor, dioda, LED dioda, tyristor, triak, žárovka, integrovaný obvod, relé, transformátor, atd.), s přístroji (multimetry, zdroje, voltmetry, ampérmetry, osciloskopy, atd.) a ostatními potřebnými vybaveními, jako jsou např. kabely, spojky, držáky, pájivé a nepájivé pole, páječky, svorky, spínače, atd. Všechny tyto pomůcky by před použitím měly být žáky a učiteli zkontrolovány, aby nedošlo k úrazu.

S bezpečností práce a s učebními pomůckami je spojeno i vybavení pracovní místa, respektive učebny. Stoly by měly být vybaveny rozvodem elektřiny a především nevodivými částmi, aby nedošlo ke styku s elektrickým proudem. Zásuvky by měly být připojeny na jistič, který v takovém případě vypne proud. Žáci na základních školách by neměli pracovat s napětím 230V.

5 NÁVRH ŘEŠENÍ A KONSTRUKCE MODULU ZESILOVAČE S DVĚMA TRANZISTORY

Jedná se o teoretickou část zadání pro zpracovaného pro závěrečné zkoušky dle odborné literatury [7,8,9,10,11] v následujících bodech.

5.1 Aplikace zesilovače v aplikační úloze

Popis

Aplikační úloha, která se skládá z části teoretického zadání včetně správného řešení a návrhu a realizace dvojestupňového zesilovače a měření jeho frekvenční charakteristiky pomocí sinusového generátoru.

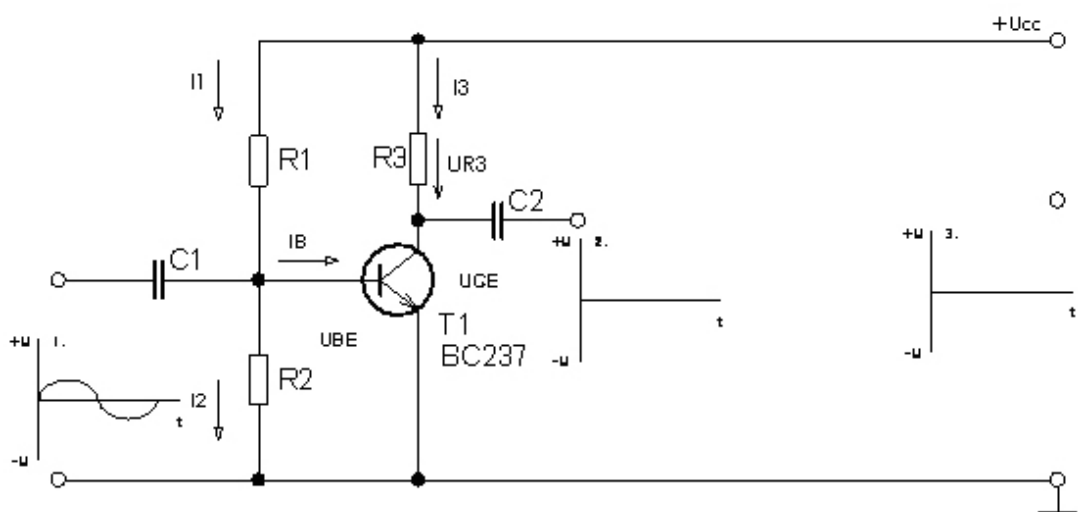
5.2 Laboratorní úloha- teoretická část: dvoustepňový nízkofrekvenční zesilovač

5.2.1 Zadání teoretické části [7,8,9,10,11]

1. Rozšíření stávajícího zesilovače o druhý stupeň.

a) K stávajícímu zesilovači dokreslete zapojení zesilovače s teplotní stabilizací pracovního bodu můstkovou metodou. Oba zesilovače spojte kapacitní vazbou.

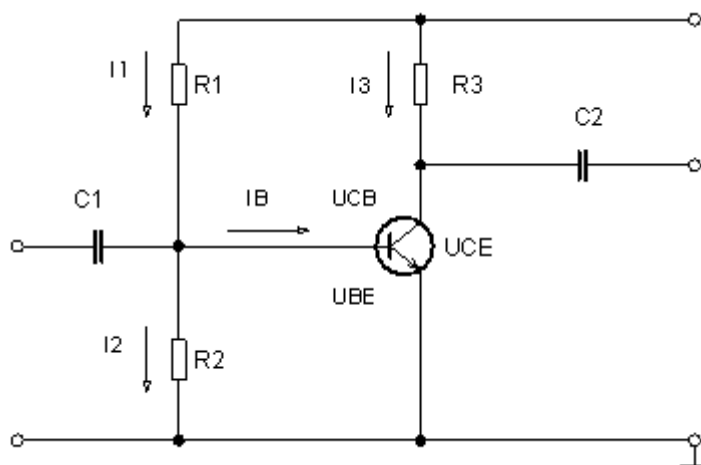
b) Zakreslete průběhy signálu na výstupu zesilovacího stupně 1 (za C2, průběh 2) a na výstupu druhého zesilovacího stupně (průběh 3)



Obrázek č.1zadání úlohy

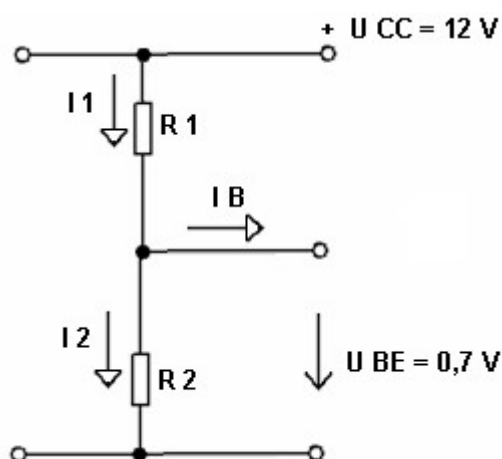
2. Nastavte pracovní bod pro jedноступňový tranzistorový zesilovač, převzatého [7,8,9,10,11]

Jednostupňový tranzistorový zesilovač je napájen napětím $U_{CC} = 12\text{ V}$, proudový zesilovací činitel tranzistoru BC 237 je $h_{21E} = \beta = 200$. Napětí $U_{BE} = 0,7\text{ V}$, $I_1 = 0,125\text{ mA}$, pracovní bod tranzistoru je dán: $U_{CE} = 6\text{ V}$, $I_3 = 5\text{ mA}$.
K výpočtům použijte Ohmův a Kirchhoffovy zákony.



Obrázek č. 2 výpočet R_3

- Vypočítejte: $R_3 = ?$
- Vypočítejte: $I_B = ?$
- Vypočítejte rezistory R_1 , R_2 zatíženého napěťového děliče, když proud $I_1 = 0,125\text{ mA}$.



Obrázek č. 3 výpočet děliče báze

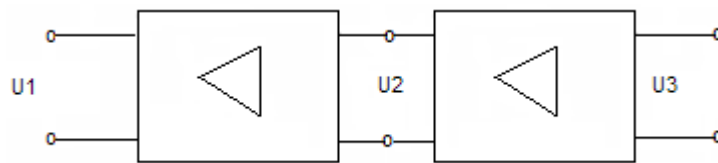
- Zvolte velikost rezistorů R_1 , R_2 a R_3 . Volte vždy nejbližší hodnotu k vypočtené, z hodnot rezistorů vyráběných v řadě E6, dle (1,2,3).

e) Určete, jak velký ztrátový výkon vzniká na rezistoru R3.

f) Jakým zapojením dvou rezistorů z řady E6 získáme nejjednodušším způsobem hodnotu 90 kΩ?

3. Výpočet zesílení zesilovače

Předpokládejme, že zesilovač má napěťové zesílení $AU_1 = 150$ a druhý zesilovač má zesílení $AU = 50$. Vstupní signál má amplitudu $U_1 = 2$ mV. Vypočítejte celkové zesílení a určete dle následujícího schématu odpovídající napětí na výstupu prvního a druhého zesilovače (U_2 a U_3).



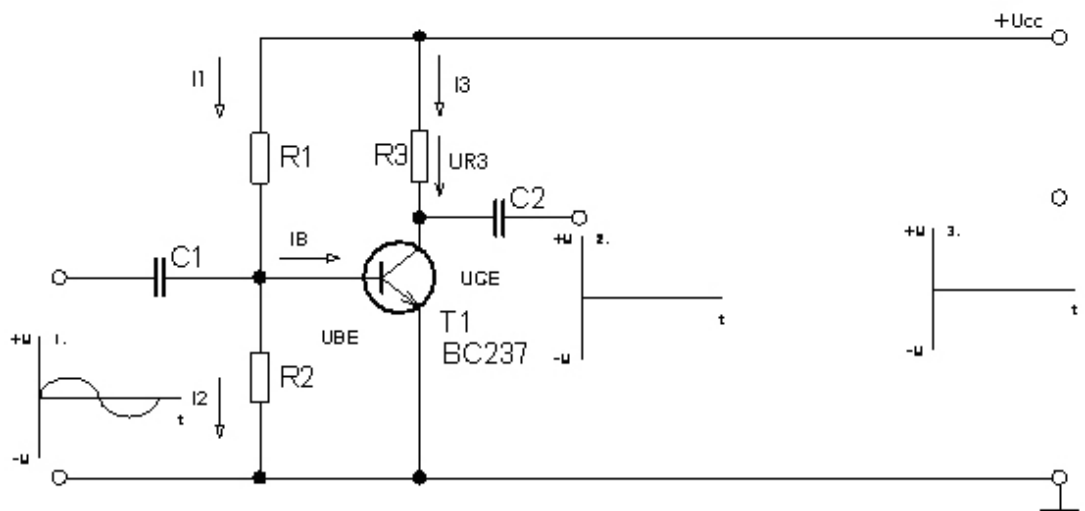
Obrázek č. 4 výpočet napěťového zesílení

5.2.2 Správná řešení návrhu dvojstupňového zesilovače

1. Rozšíření stávajícího zesilovače o druhý stupeň.

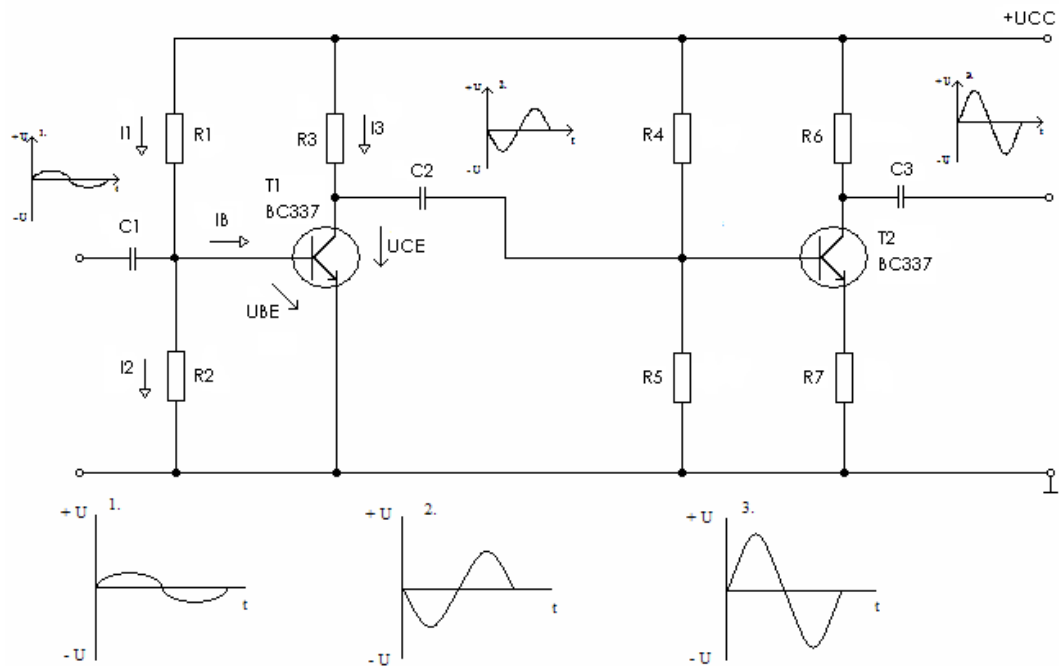
a) K stávajícímu zesilovači dokreslete zapojení zesilovače s teplotní stabilizací pracovního bodu můstkovou metodou. Oba zesilovače spojte kapacitní vazbou.

b) Zakreslete průběhy signálu na výstupu zesilovacího stupně 1 (za C2, průběh 2) a na výstupu druhého zesilovacího stupně (průběh 3)



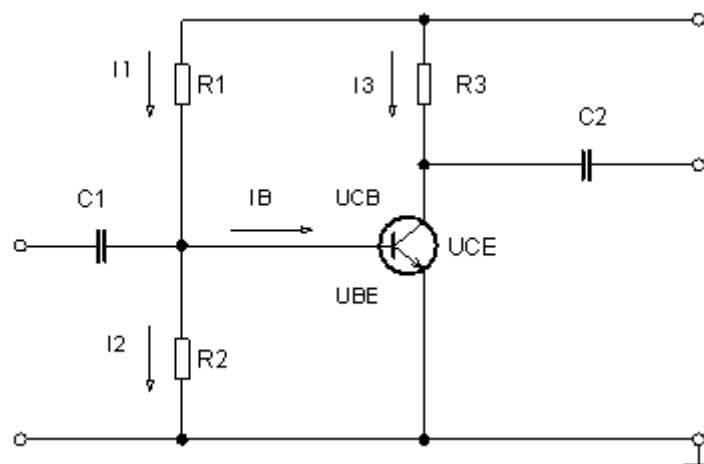
Správné schéma zapojení:

Obrázek č. 5 zadání



Obrázek č. 6 správné řešení

2. Nastavte pracovní bod pro jednostupňový tranzistorový zesilovač, převzato z učebnice. [1]
 Jednostupňový tranzistorový zesilovač je napájen napětím $U_{CC} = 12 \text{ V}$, proudový zesilovací činitel tranzistoru BC 237 je $h_{21E} = \beta = 200$. Napětí $U_{BE} = 0,7\text{V}$, $I_1 = 0,125 \text{ mA}$, pracovní bod tranzistoru je dán: $U_{CE} = 6 \text{ V}$, $I_3 = 5 \text{ mA}$.
 K výpočtům použijte Ohmův a Kirchhoffovy zákony.



Obrázek č. 7 výpočet R_3

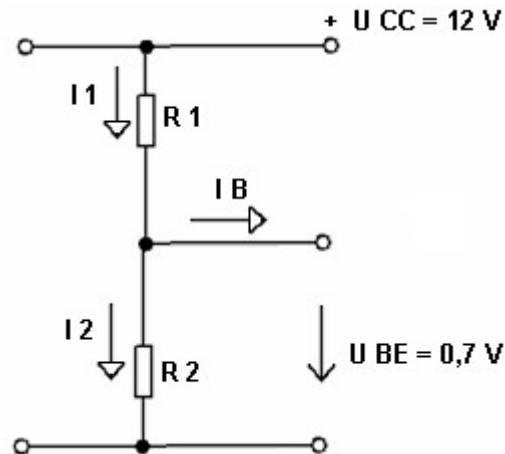
a) Vypočítejte dle (1): $R_3 = ?$

$$R_3 = \frac{U_{CC} - U_{CE}}{I_3} = \frac{12 - 6}{0,005} = 1200\Omega = 1,2k\Omega \quad (1)$$

b) Vypočítejte: $I_B = ?$

$$I_B = \frac{I_3}{\beta} = \frac{0,005}{200} = 0,000025A = 0,025mA \quad (2)$$

c) Vypočítejte rezistory R1, R2 zatíženého napěťového děliče, když proud $I_1 = 0,125 mA$.



Obrázek č. 8 výpočet děliče báze

$$R_1 = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{I_1} = \frac{12 - 0,7}{0,000125} = 90400\Omega = 90,4k\Omega \quad (3)$$

$$R_2 = \frac{U_{BE}}{I_2} = \frac{U_{BE}}{I_1 - I_B} = \frac{0,7}{0,0001} = 7000\Omega = 7k\Omega \quad (4)$$

d) Zvolte velikost rezistorů R1, R2 a R3. Volte vždy nejbližší hodnotu k vypočtené, z hodnot rezistorů vyráběných v řadě E6.

R1 = 90,4 kΩ volíme R1 = 100 kΩ

R2 = 7 kΩ volíme R2 = 6,8 kΩ

R3 = 1,2 kΩ volíme R3 = 1,0 kΩ

e) Určete jak velký ztrátový výkon vzniká na rezistoru R3.

$$P_3 = (U_{CC} - U_{CE}) \cdot I_3 = (12 - 6) \cdot 0,005 = 0,03W = 30mW \quad (5)$$

f) Jakým zapojením dvou rezistorů z řady E6 získáme nejjednodušším způsobem hodnotu 90 kΩ?

Sériovým spojením rezistorů 68 kΩ a 22 kΩ

$$68 \text{ k}\Omega + 22 \text{ k}\Omega = 90 \text{ k}\Omega$$

Výpočet zesílení zesilovače

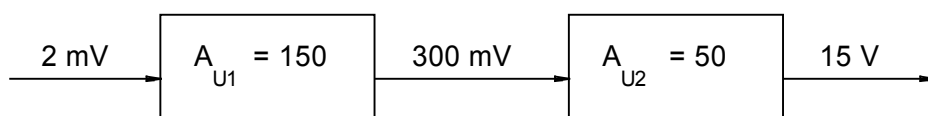
Předpokládejme, že zesilovač má napěťové zesílení $A_{U1} = 150$ a druhý zesilovač má zesílení $A_U = 50$. Vstupní signál má amplitudu $U_1 = 2 \text{ mV}$. Vypočítejte celkové zesílení a určete dle následujícího schématu odpovídající napětí na výstupu prvního a druhého zesilovače (U_2 a U_3).

Řešení příkladu kaskádního zapojení zesilovačů:

$$A_u = A_{u1} \cdot A_{u2} = 150 \cdot 50 = 7500 \quad (6)$$

$$U_1 = 0,002 \cdot 150 = 0,3 \text{ V} = 300 \text{ mV} \quad (7)$$

$$U_2 = 0,002 \cdot 7500 = 15 \text{ V} \quad (8)$$



Obrázek č. 9 výpočet napěťového zesílení dvojestupňového zesilovače

6 PRAKTICKÁ REALIZACE MODULU ZESILOVAČE A JEHO MĚŘENÍ

Praktická realizace modulu dvojstupňového zesilovače zpracovaného dle [7,8,9,10,11], realizace stavby a mechanického provedení a správného řešení.

Úkoly zadání:

- prostudujte přiloženou dokumentaci
- zkontrolujte materiál dle rozpisky a jednotlivé součástky proměřte
- proved'te mechanické opracování plošného spoje
- plošný spoj osad'te
- proved'te kontrolu a oživení zesilovače
- osad'te oživený zesilovač do krabičky
- proved'te změření frekvenční charakteristiky
- do tabulky zapište naměřené hodnoty
- nakreslete frekvenční charakteristiku
- během práce dodržujte bezpečnostní předpisy

6.1 Zadání praktické úlohy pro vlastní realizaci

Podle přiloženého schématu proved'te zapojení a oživení nízkofrekvenčního dvojstupňového zesilovače se zpětnou vazbou.

Oživený zesilovač připojte na napájecí zdroj a na vstup zesilovače připojte generátor tvarových kmitů nastavený na sinusový signál, nastavte vstupní napětí pomocí nízkofrekvenčního milivoltmetru na 40mV,

1. Podle přiloženého schématu proved'te zapojení nízkofrekvenčního dvojstupňového zesilovače se zpětnou vazbou.
2. Proved'te ověření hodnot součástek pomocí měřících přístrojů.
3. Pečlivě zkontrolujte plošný spoj před i po osazení součástkami a vyvrtejte otvory pro distanční sloupky dle příslušných kót.
4. Dle přiloženého schématu osad'te součástky na přiloženou desku plošných spojů a proved'te oživení zesilovače.
5. Vložte oživený zesilovač do krabičky dle nákresu, do krabičky vyvrtejte otvory dle nákresu a vlastní desku umístěte na distanční sloupky.
6. Oživený zesilovač připojte na napájecí zdroj a na vstup zesilovače připojte nízkofrekvenční generátor tvarových kmitů v poloze sinusového signálu. Nastavte vstupní napětí pomocí nízkofrekvenčního milivoltmetru na 40mV, při frekvenci 1

kHz. Na výstup zesilovače připojte nízkofrekvenční milivoltmetr a osciloskop pro měření úrovně a tvaru signálu. Ve frekvenčním rozsahu (10 Hz až 100 kHz – dle přiložené tabulky) změřte úroveň výstupního napětí U_2 při dodržení vstupní úrovně napětí $U_1=40\text{mV}$, z naměřených hodnot vypočítejte zesílení v db (pro výpočet hodnot využijte kalkulačky), vypočítané hodnoty zanepte do tabulky a vytvořte graf frekvenční charakteristiky.

7. Při konstantní úrovni vstupního signálu 40 mV změřte zesílení zesilovače pro frekvence dané v tabulce a spočítejte toto zesílení v dB. Tyto hodnoty zapište do tabulky. Frekvenční charakteristiku vytvořte pro rozsah frekvencí (0 ÷ 20) kHz.
8. Dodržujte BOZP.

Tabulka pro naměřené hodnoty

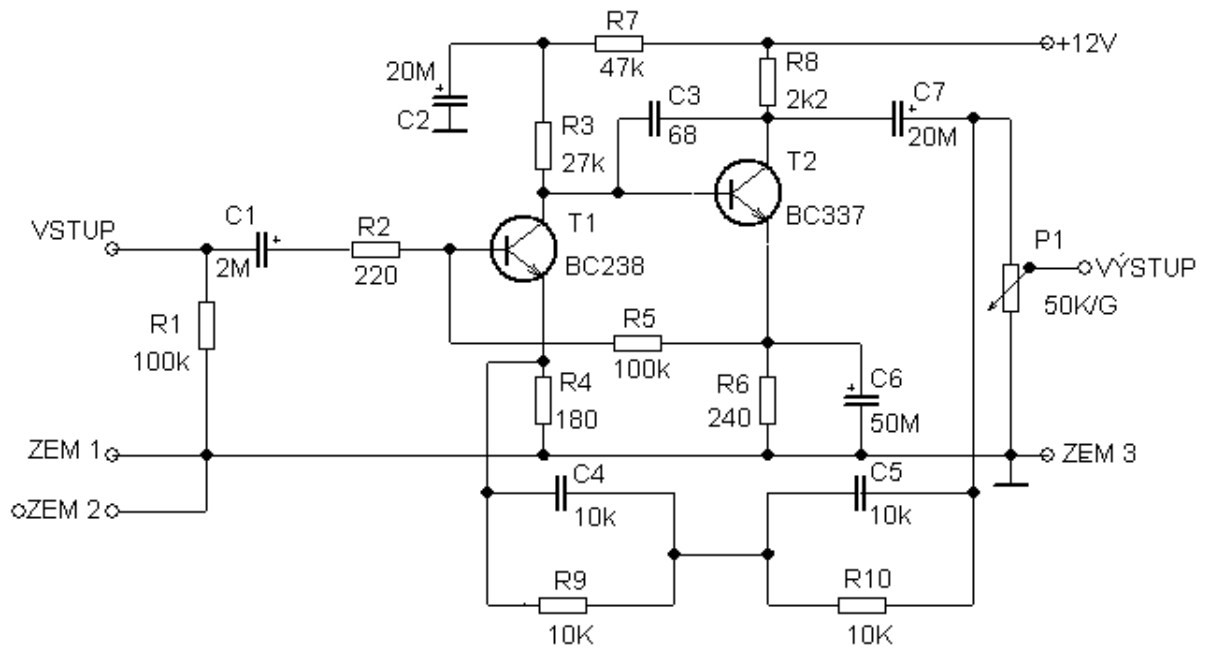
F [Hz]	10	100	200	500	1k	2k	5k	10k	12k	15k	18k
U1 [mV]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
U2 [mV]											
A [dB]											

F [Hz]	20k	40k	60k	100k	
U1 [mV]	40	40	40	40	
U2 [mV]					
A [dB]					

Seznam součástek

Pořadové číslo	Pozice	Název	Typ	Hodnota	Počet kusů
1	R1	Rezistor	RR 100K	100k / 0,6 W	1
2	R2	Rezistor	RR 220R	220 Ω / 0,6 W	1
3	R3	Rezistor	RR 27K	27K / 0,6 W	1
4	R4	Rezistor	RR 180R	180 Ω / 0,6 W	1
5	R5	Rezistor	RR 100K	100K / 0,6 W	1
6	R6	Rezistor	RR 240R	240 Ω / 0,6W	1
7	R7	Rezistor	RR 47K	47K / 0,6W	1
8	R8	Rezistor	RR 2K2	2K2 /0,6 W	1
9	R9	Rezistor	RR 10K	10K /0,6W	1
10	R10	Rezistor	RR 10K	10K /0,6W	1
11	C1	Kondenzátor	E2M	2M / 25V	1
12	C2	Kondenzátor	E20M	20M / 25V	1
13	C3	Kondenzátor	CK68p	68p, keramický	1
14	C4	Kondenzátor	CK10n	10n, keramický	1
15	C5	Kondenzátor	CK10n	10n, keramický	1
16	C6	Kondenzátor	E50M	50M / 25V	1
17	C7	Kondenzátor	E20M	E20M /25V	1
18	P1	Potenciometr	50K, logaritmický	50K/G	1
19	T1	Tranzistor	BC238	NPN – TO92	1
20	T2	Tranzistor	BC337	NPN – TO92	1
21		Krabička	U-KP06	Obj. č. GM 622-406	1
22		Svorka	Svorka černá	Obj. č. GM K205-808 005	3
23		Svorka	Svorka červená	Obj. č. GM K205R-808 039	1
24		Svorka	Svorka zelená	Obj. č. GM K205G-808!058	1
25		Svorka	Svorka žlutá	Obj. č. GM K205Y-808 059	1
26	Šroub	M3x6			3
27	Matice	M3			3
28	Podložka	Podložka M3			
29	Sloupek	Distanční sloupek	KDA6M3X10	Obj. č. GM 623-016	3
30		Regulační kotouč	Na potenciometr P1		1

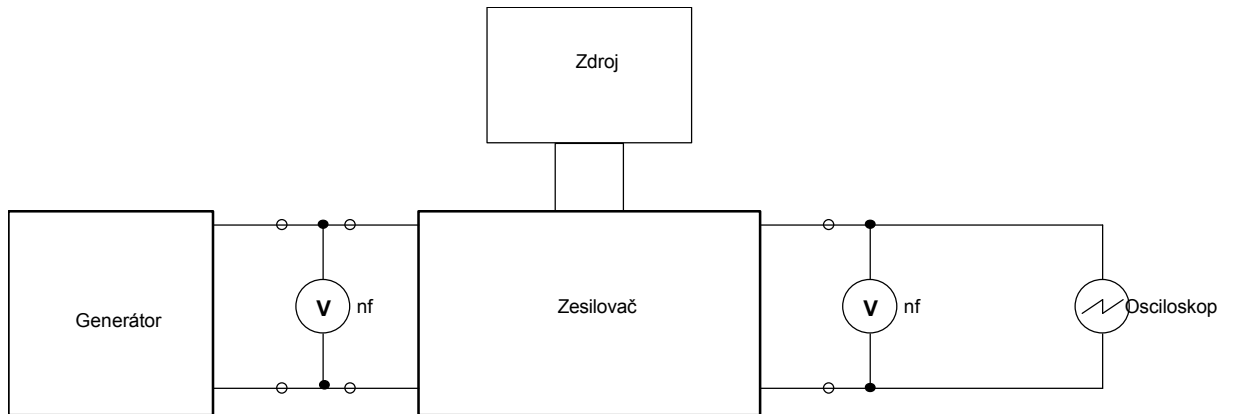
Schéma zapojení:



Funkce zesilovače:

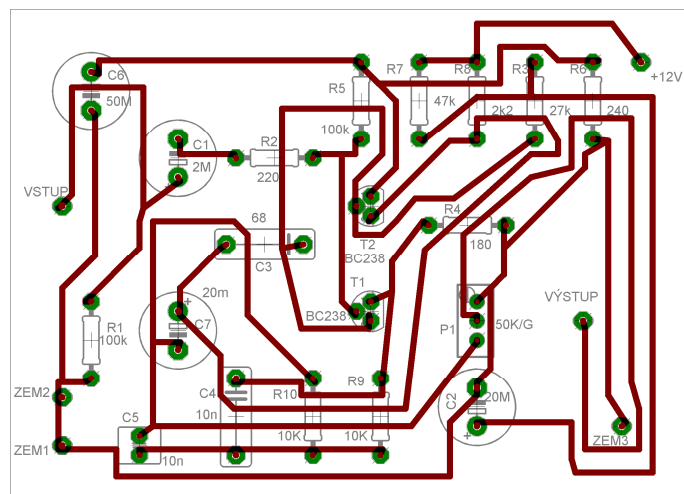
Jedná se o dvoustupňový zesilovač se zápornou zpětnou vazbou a stejnosměrnou vazbou mezi stupni. R7 a C2 zajišťují dodatečnou filtraci napájecího napětí, které je 12V. Napětí na kolektoru T1, který zesiluje malé vstupní napětí, je 1,3V napětí na emitoru T1 je 0,025V. Na kolektoru T2 je 5,5 V a na emitoru 0,7 V. R5 a R6 zajišťují nastavení a stabilizaci pracovního bodu obou stupňů zesilovače. R9, R10, C4, C5 a R4 vytváří střídavou zápornou zpětnou vazbu určující zesílení zesilovače, která výrazně ovlivňuje frekvenční charakteristiku zesilovače. Keramický kondenzátor C3 vytváří zápornou zpětnou vazbu pro omezení zesílení na vysokých kmitočtech. Potenciometr P1 připojený na výstup zesilovače je zapojen jako zátěž a při měření musí být nastaven na maximální hodnotu.

Blokové schéma pro měření frekvenční charakteristiky



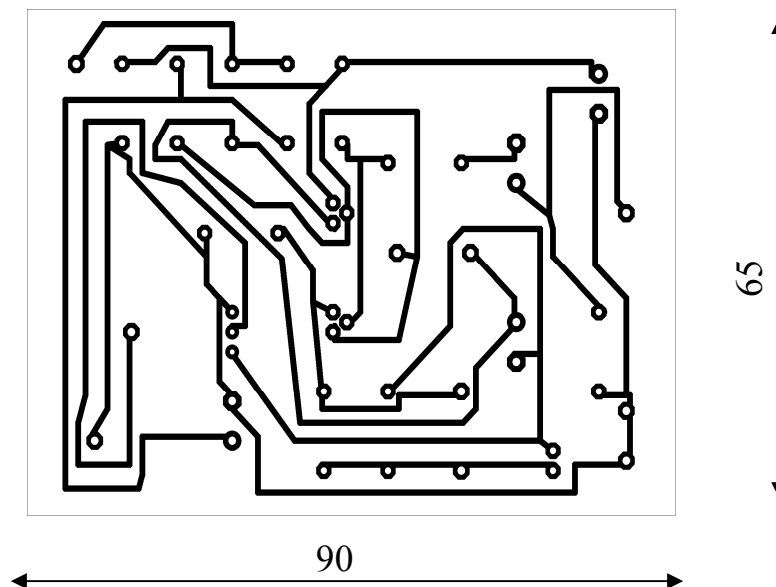
Úroveň vstupního signálu generátoru nastaveného na sinusový signál nastavte na úroveň 40 mV pomocí nízkofrekvenčního milivoltmetru a potom milivoltmetr připojte na výstup pro měření výstupní úrovně napětí po zesílení. Současně kontrolujte úroveň vstupního signálu (40mV).

Deska plošného spoje osazená:



Deska plošného spoje, pohled ze strany spojů:

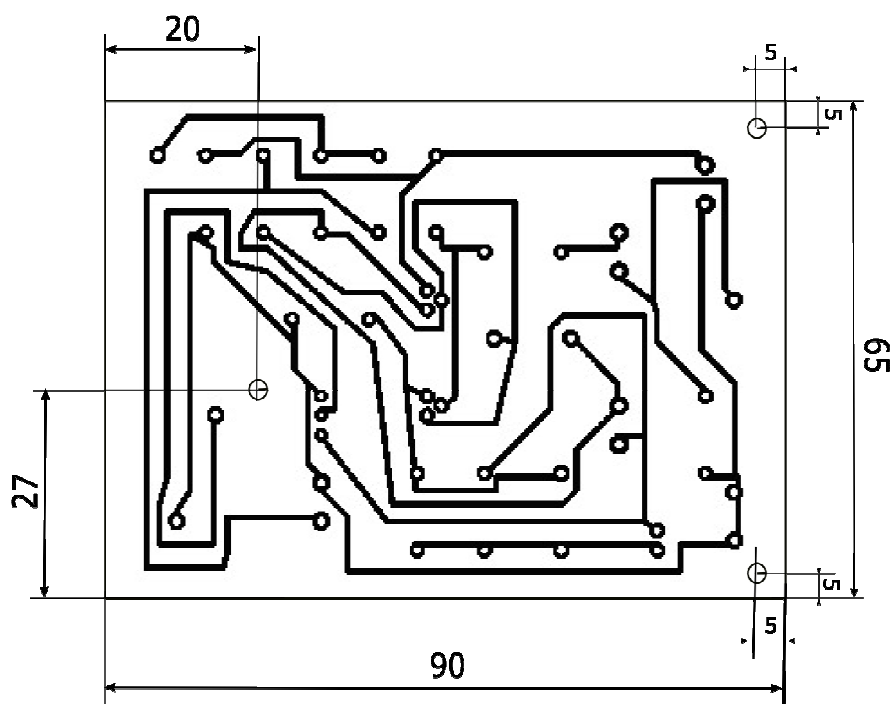
Obrázek č. 2



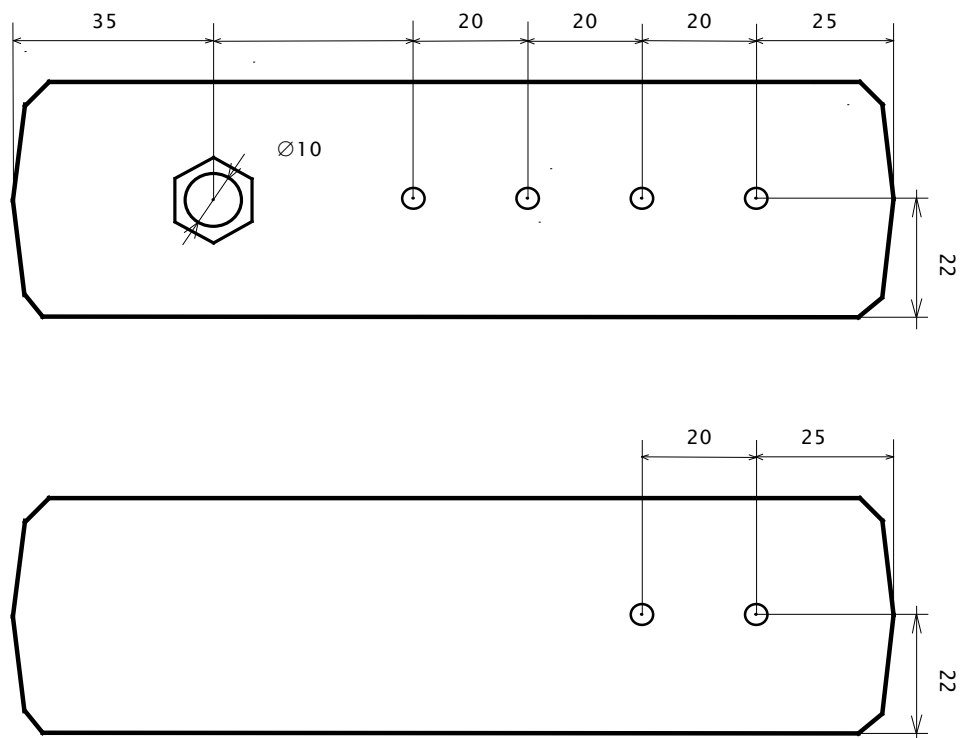
Rozměr destičky plošného spoje je 90 x 65 mm M 1:1

Deska plošného spoje okótovaná včetně otvorů

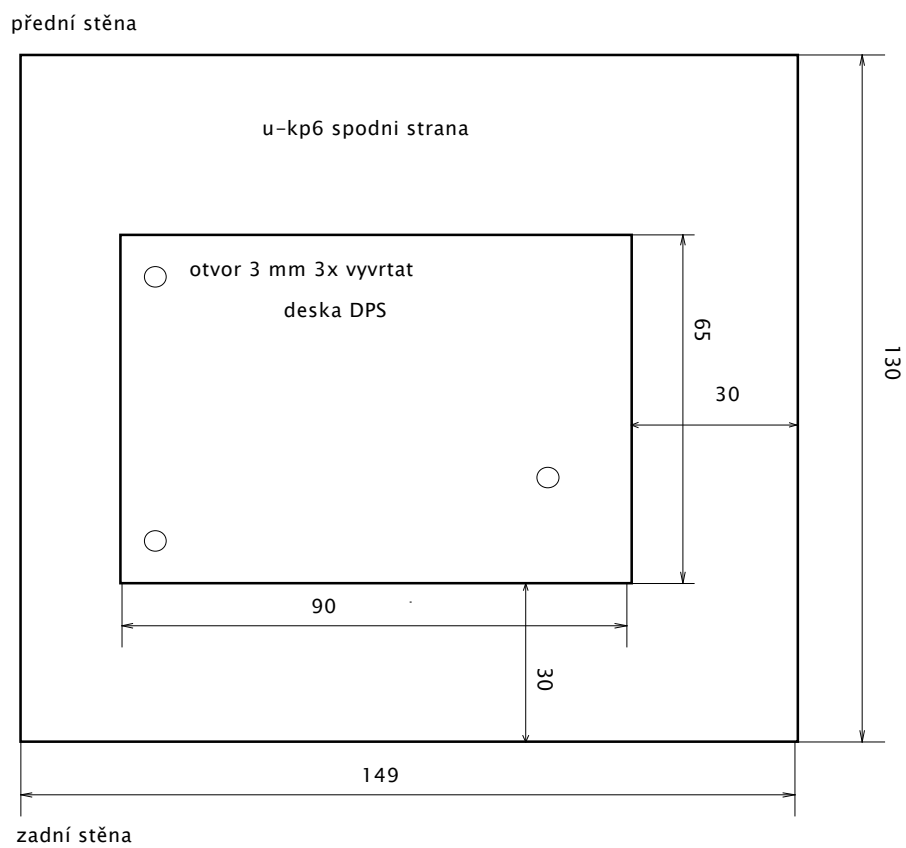
Obrázek č. 2



Osazení svorek a potenciometru – přední a zadní panel



Umístění desky v krabičce U-KP06



NÍZKOFREKVENČNÍ DVOUSTUPŇOVÝ ZESILOVAČ SE ZPĚTNOU VAZBOU

Vybavení pracoviště – U

Sada součástek pro zesilovač	1 ks
Deska plošného spoje dle návrhu	1 ks
Stabilizovaný zdroj 12 V	1 ks
Sada náradí pro práci s elektronickými součástkami	1 ks
Pájecí stanice	1 ks
Katalog součástek	1 ks

Potřebné měřicí přístroje:

Milivoltmetr 10 Hz – 1 MHz

NF generátor tvarových kmitů

Osciloskop 20 MHz

Univerzální měřicí přístroj (např. DT-830B)

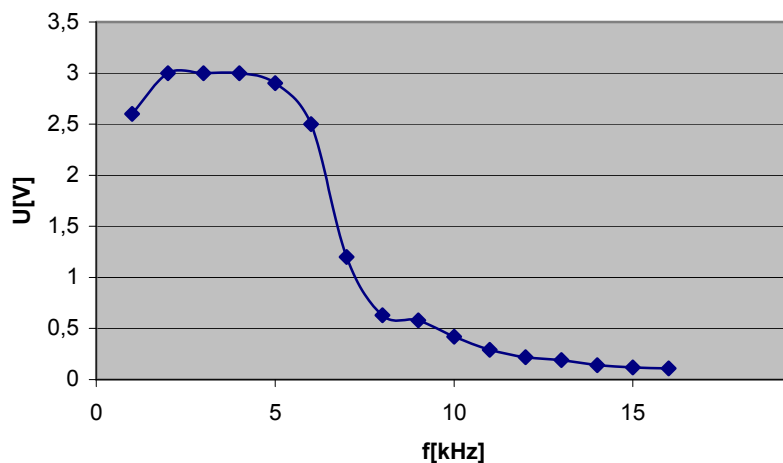
6.2 Správné řešení - zesilovače

Hodnoty v tabulce jsou pouze informativní a mohou se lišit dle tolerance použitých součástek.

Tabulka: $A_u = 20 \cdot \log U_2/U_1$

f[Hz]	A[dB]	U[V]
10	36,2	2,6
100	37,5	3
200	37,5	3
500	37,5	3
1k	37,2	2,9
2k	35,9	2,5
5k	29,5	1,2
10k	23,9	0,63
12k	23,2	0,58
15k	20,4	0,42
18k	17,2	0,29
20k	14,8	0,22
40k	13,5	0,19
60k	10,8	0,14
100k	9,5	0,12
500k	8,7	0,11

Kmitočtová charakteristika zesilovače



Tabulka naměřených hodnot:

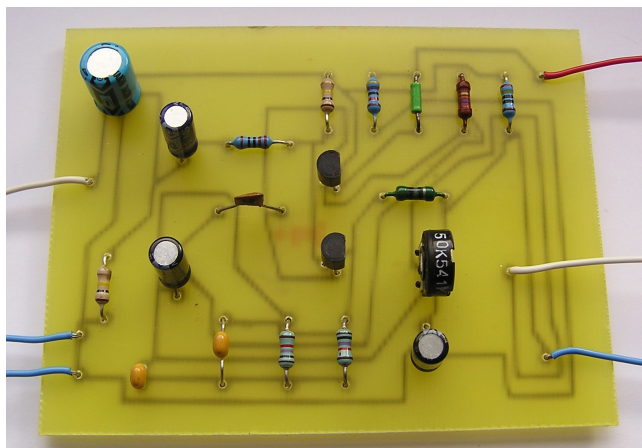
R1=10k, R2=10k, C4=10nF, C5=10nF

U1=40mV = konstantní úroveň

F[Hz]	10	100	200	500	1k	2k	5k	10k	12k	15k	18k
U1[mV]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
U2[mV]	2600	3000	3000	3000	2900	2500	1200	630	580	420	290
A[dB]	36,2	37,5	37,5	37,5	37,2	35,9	29,5	23,9	23,2	20,4	17,2

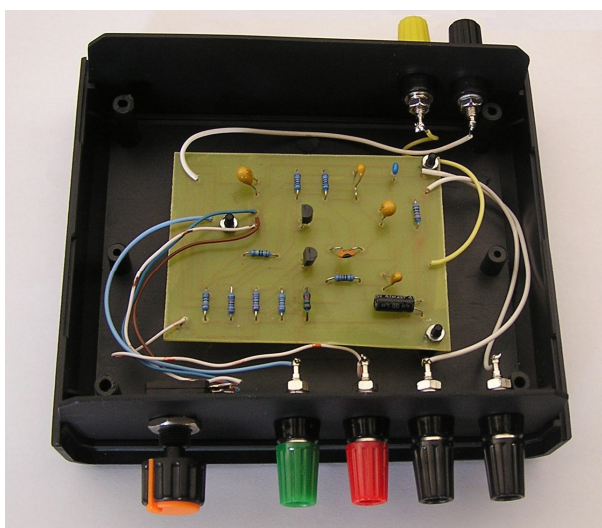
F[Hz]	20k	40k	60k	100k	
U1[mV]	40	40	40	40	
U2[mV]	220	190	140	120	
A[dB]	14,8	13,5	10,8	9,5	

Obrázek č. 1 - Pohled na osazenou desku



[foto autor]

Obrázek č. 10 - Umístění desky v krabičce

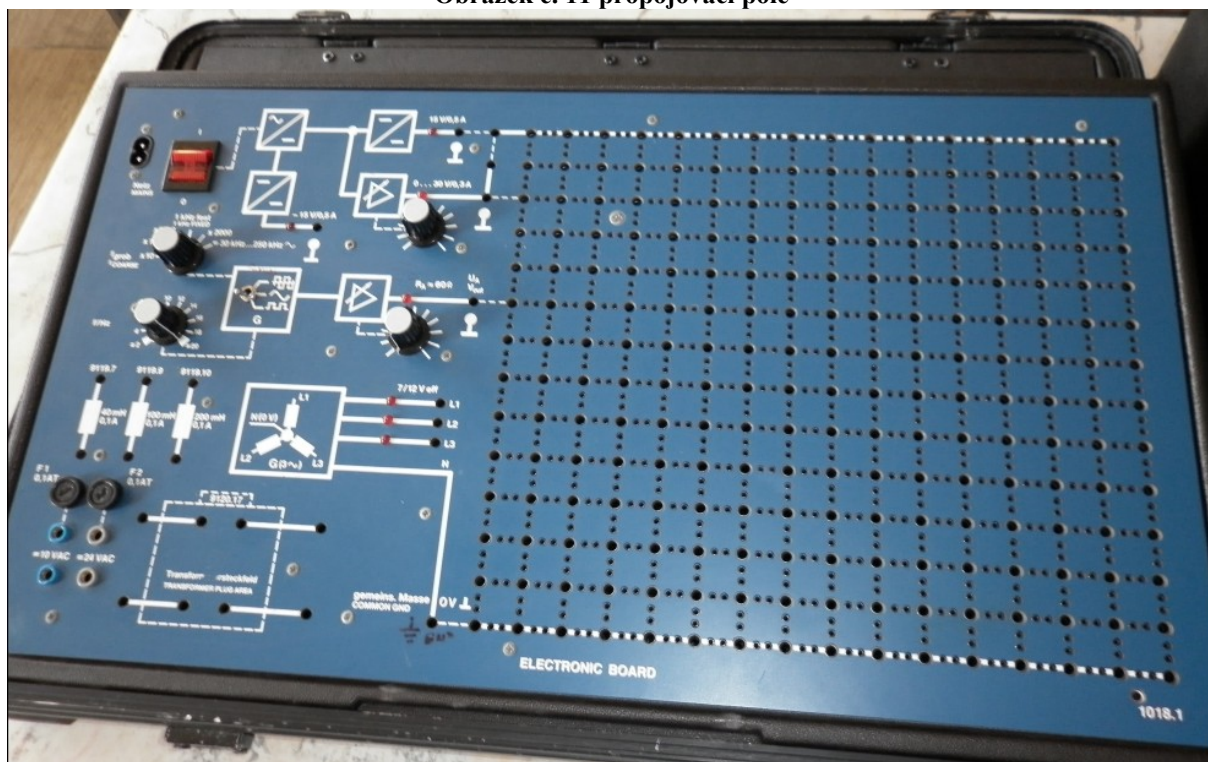


[foto autor]

7 SROVNÁNÍ S KOMERČNÍM PRODUKTEM , KTERÝ JE POUŽÍVÁN VE VÝUCE

Použití elektronického kufru pro řešení stejné úlohy zesilovače se zpětnou vazbou ve výuce. Tento produkt používám i pro výuku 1 a 2 ročníků praktického vyučování [8]. Jde velmi názorné řešení, které umožňuje jasnou a přehlednou stavbu dle zadaných schémat. Z následujících fotografií vyplývá jak je úloha pro žáka přehledná a vypovídající. Jdou zde realizovat jednodušší zapojení, je daň přehlednosti a počtu součástek. Uvedené používám při výuce elektrikářů a rekvalifikantů. Je zde vidět realizovaný modul zesilovače včetně měření.

Obrázek č. 11 propojovací pole

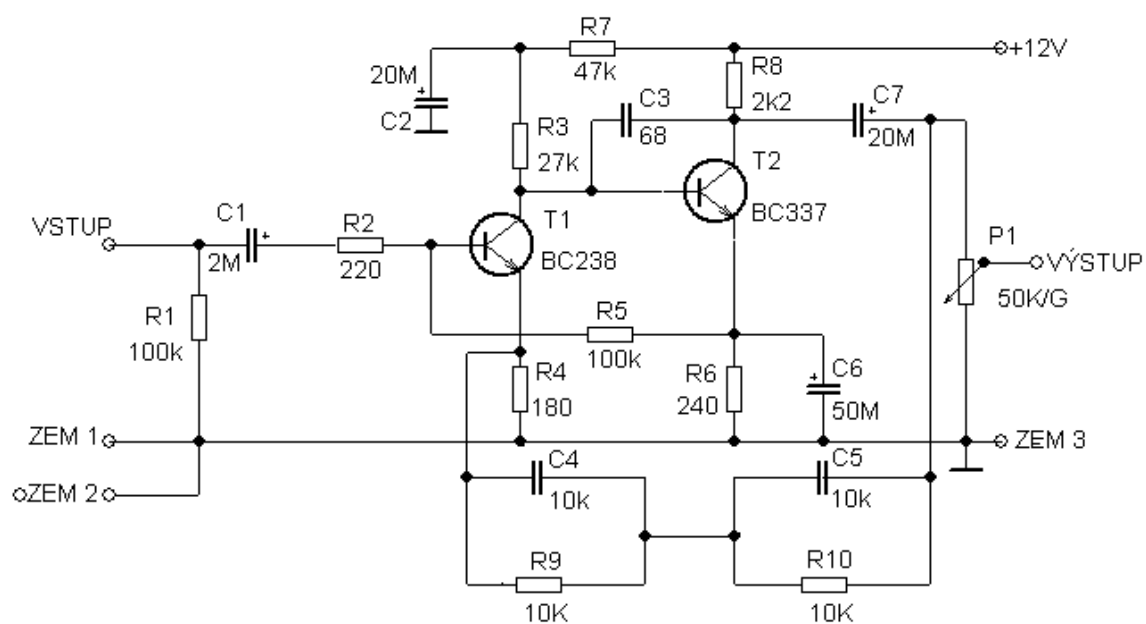


[foto autor]

Obrázek č. 12 součástky v elektronickém kufru

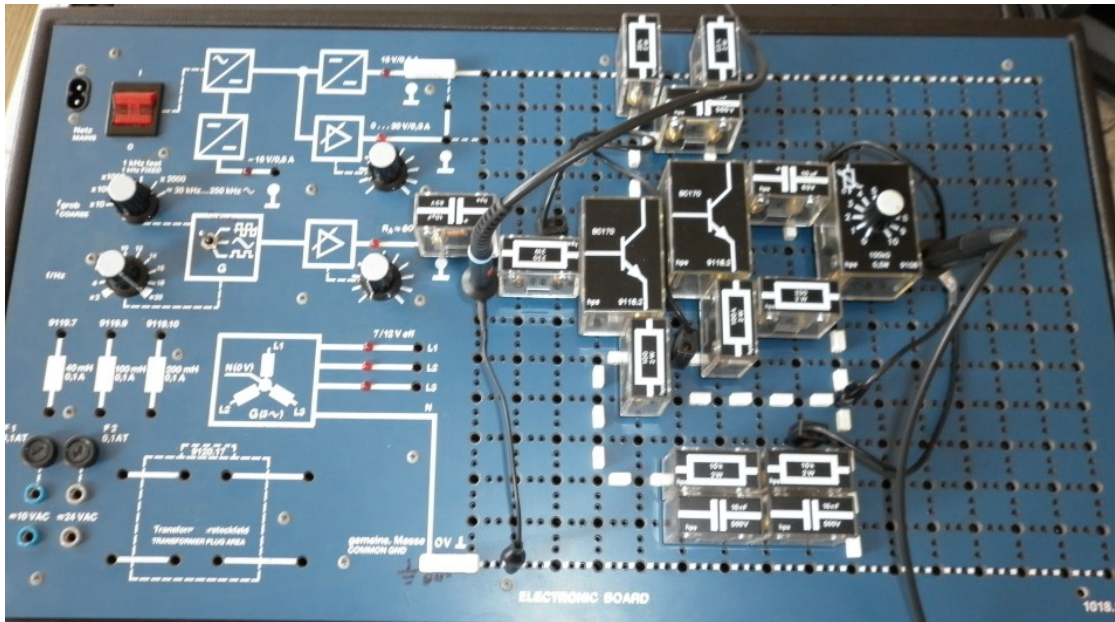


[foto autor]



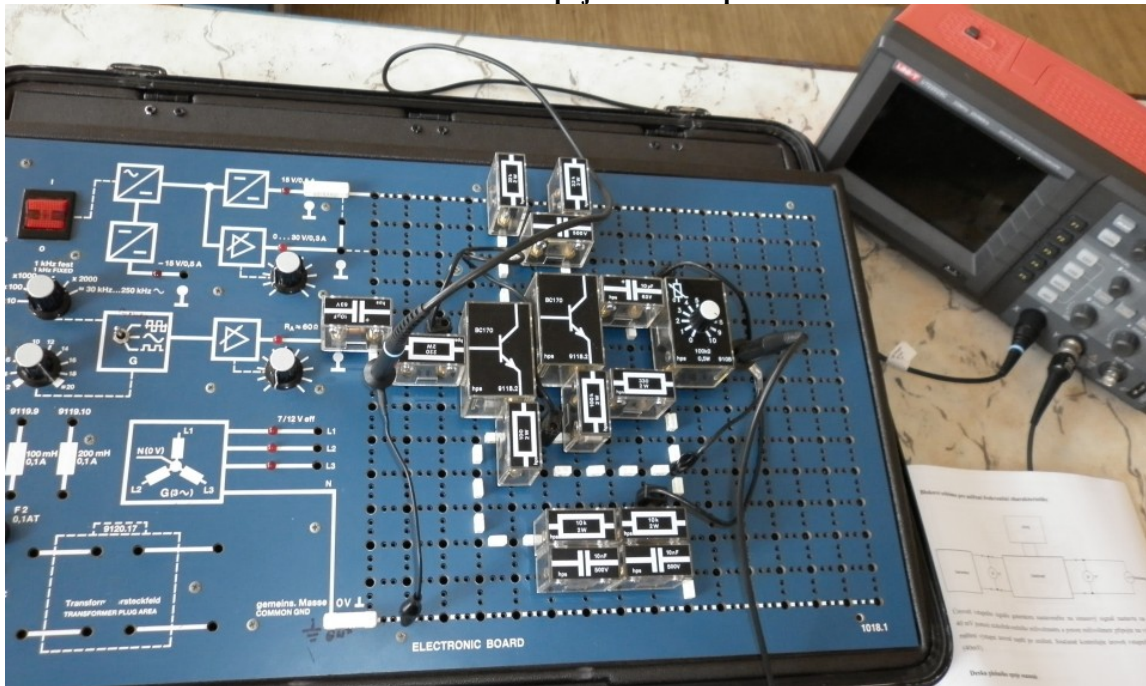
Obrázek č 13 zapojení zesilovače

Obrázek č. 14 realizovaný zesilovač



[foto autor]

Obrázek č. 15 zapojení obvodu pro měření



[foto autor]

7.1 Srovnání komerčních produktů dostupných v obchodní síti.

Jedná se stavebnici Voltík II. [12,13]

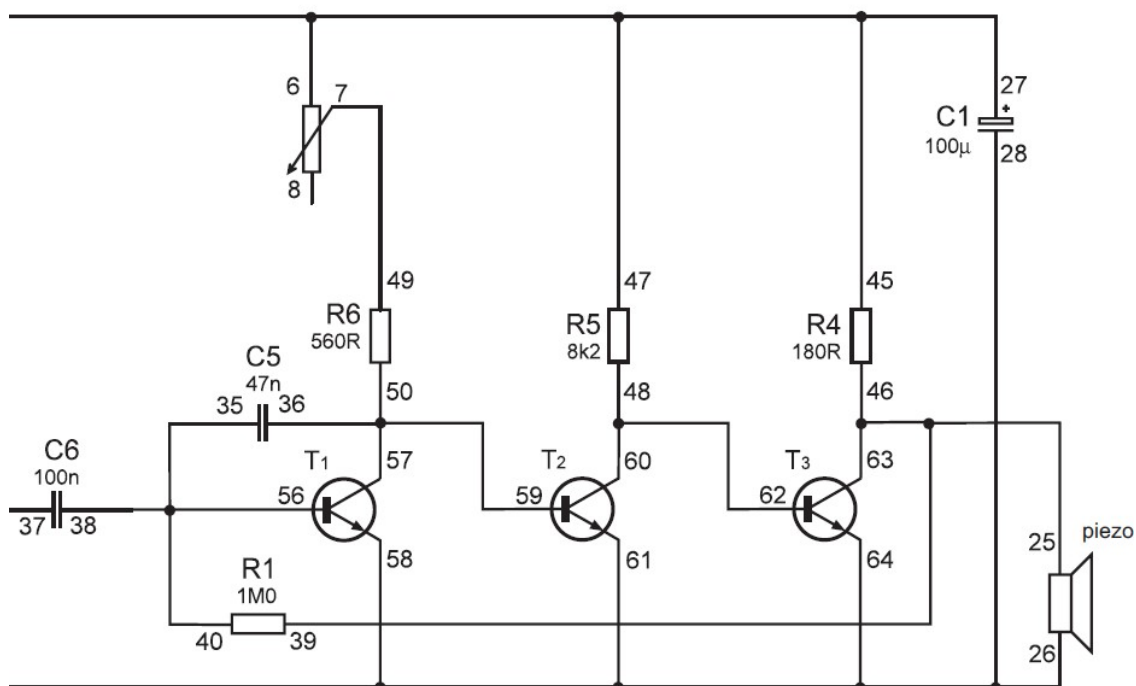
Obrázek č. 16 stavebnice Voltík II



Stavebnice [12,13] obsahuje pracovní panel, na kterém jsou na rubu připájeny ke zdírkám elektronické součástky, dále pak propojovací elektrické vodiče a gumové špuntíky k upevňování vodičů. Zdířky (a tím i elektronické součástky) se propojují elektrickými vodiči podle návodů v této příručce, výsledkem je pak některý z 50 elektronických obvodů s rozmanitými vlastnostmi. Stavebnice samozřejmě umožňuje sestavovat různé varianty zapojení nebo nové elektronické obvody. Voltík II.[©] obsahuje mimo elektrická schémata přesný postup mechanického propojení součástek na pracovním panelu. Voltík II.[©] Je vhodný jak pro základní tak pro základní školu 8 a 9 třída pro fyzikální praktika a pracovní vyučování a umožňuje sestavení a měření modulu zesilovač pro 2 ročník SŠ.

příklad zapojení

Obrázek č. 17 příklad zapjení

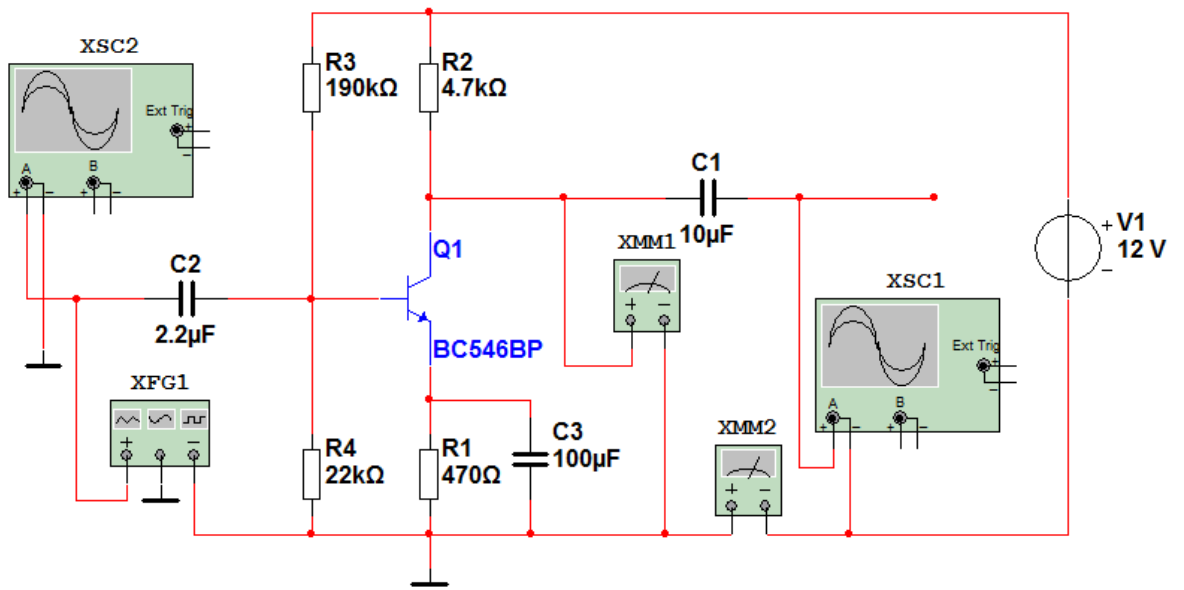


8 SOFTWAREVÉ ŘEŠENÍ POMOCÍ ELEKTRONICKÉHO PROGRAMU.

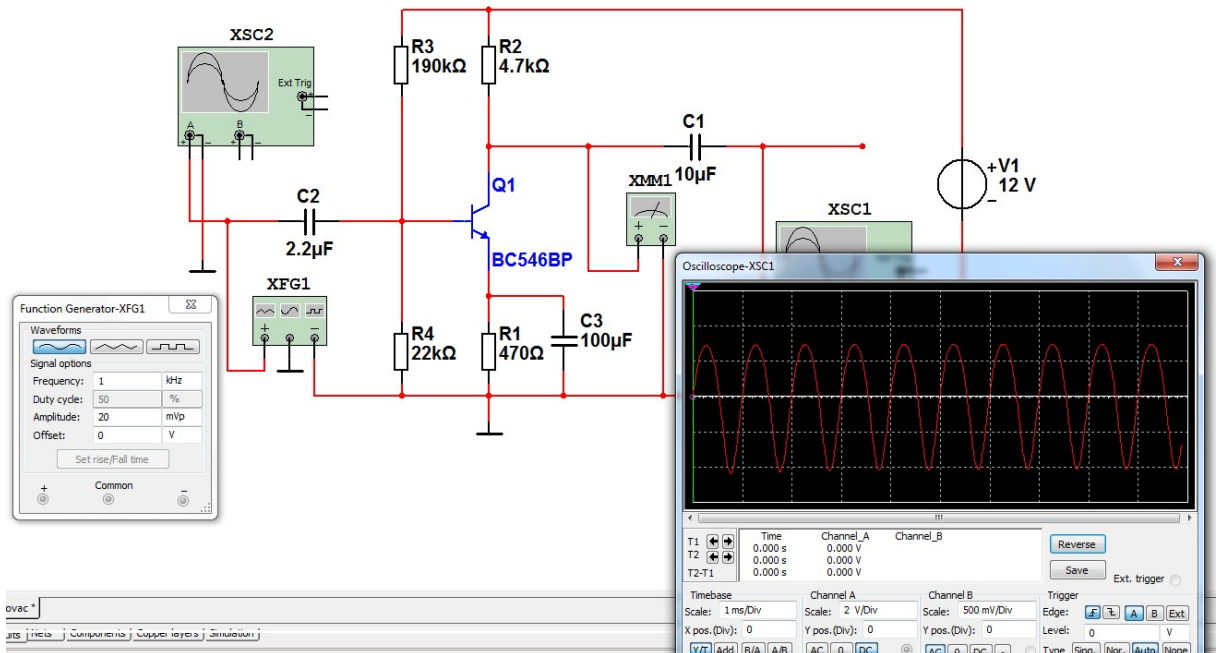
Pro základní školu je vhodný a ekonomicky dostupný program Edison[©] pro základní a 1. ročník SŠ. Prakticky pro řešení pomocí programu Multisim[©] [8,9,14], který ve vlastní výuce v kombinaci s praktickou hodně při výuce žáků používám

Simulační program [2,8,9,14] umožňuje především sestavit požadovaný elektronický obvod z modelů jednotlivých prvků, jejichž funkce je matematicky popsána a následně modelovat přesnou činnost obvodu. Do obvodu můžeme zapojit měřicí přístroje a měřit požadované elektrické veličiny. Knihovna virtuálních přístrojů zahrnuje multimetr (voltmetr, ampérmetr), wattmetr, 4 kanálový osciloskop, funkční generátor, logický analyzátor, analyzátor zkreslení, čítač, spektrální analyzátor, atd. K dispozici jsou i virtuální přístroje odpovídající skutečným přístrojům věhlasných značek, např. Agilent[©] či Tektronix[©]. Bezproblémová je i změna parametrů obvodu během simulace, např. změna hodnot součástek, která se provede kliknutím na schematickou značku. Celé zapojení a způsob měření je tak velmi podobný skutečnému měření na modulu s reálnými součástkami. Velkou výhodou je přívětivost přehlednost programu. Velkým plusem je úspora materiálu, kde každou zničenou součástku lze nahradit, modul zesilovač v programu Multisim[©] lze modifikovat pro následné měření a ověřování funkce a přímo v programu lze změřit frekvenční charakteristiku stejně jako u modulu zesilovače realizovaného na DPS. Jedným problémem je cena produktu.

Obrázek č. 18 zapojení obvodu



Obrázek č. 19 měření funkce obvodu



9 ZÁVĚR

V této práci bylo provedeno:

- a) Diplomová práce se zabývá problematikou výukový a realizačních modulu pro výuku na středních školách a jejich úlohu ve výuce. V návaznosti na probíranou teorii ve vazbě na platný školní vzdělávací program. Modul výukového zesilovače realizovat podle daného zadání na DPS. Případně činnost modulu zesilovač nasimulovat v simulačním programu Multisim[©]. Dále je vytvořen návrh obvodového řešení modulu zesilovače v diskretním. Je zde zhodnocena možnost realizace a simulace v jednotlivých realizacích modulu zesilovač na druhém stupni základní školy v návaznosti na školní vzdělávací program. Srovnání aplikace modulu zesilovače pro výuku na střední a základní škole. Na jednotlivých úrovních škol.
- b) Bylo provedeno srovnání stavu výuky na základní a střední škole, ze kterého vyplývá, že na základní škole probíhá výuka v rámci fyziky a při výuce Člověk a svět práce je, výuka zaměřená více na mechanickou činnost a výuka kde by se žák setkal s modulem zesilovače probíhá pouze v nepovinných předmětech v rámci volby žáků. Proto modul, který je v této diplomové práci zvolen se zabývá výukou na střední odborné škole a to v rámci odborného výcviku, který navazuje na látku probíranou v rámci teoretické výuky. Toto je ověřeno v rámci mé vlastní pedagogické práce na Střední odborné škole elektrotechnické kde vyučuji.
- c) Byla navržena teoretická úloha pro se zadáním pro obor elektrikář
- d) Zpracování konkrétní úlohy modulu zesilovače, měření na zesilovači, realizace modulu výukového zesilovače realizovat podle daného zadání na DPS včetně jeho aplikace ve výuce.
- e) Úloha byla porovnána s komerčním produktem, který používám při praktickém vyučování, které používám při vlastní výuce žáků v praktickém vyučování a komerční v obchodní síti distribuovanou stavebnici Voltík II.[©].
- f) Ukázka řešení úlohy zesilovač v programu Multisim[©].
- g) Úloha byla aplikována mnohokrát v rámci jednotného zadání a byla aplikována v rámci závěrečných zkoušek. Úlohu je možno kombinovat softwarově v simulaci a pak provést praktickou realizaci v rámci výuky.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2012-10-28]. Dostupné

[2] Rámcový vzdělávací program pro RVP_2641M01_Elektrotechnika. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 80 s. [cit. 2012-10-28]. Dostupné z WWW: www.msmt.cz/uploads/VKav_200/rvp_mat/RVP_2641M01_Elektrotechnika.pdf

[3] KŘENEK, M., Praktické činnosti pro 6.-9. ročník základních škol: elektrotechnika kolem nás. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1997, 119 s. ISBN 80-716-8466-X

[4] ŠVP_Mechanik elektrotechnik , Studijní obor: 26-41-L/01 Mechanik elektrotechnik, Střední odborná škola elektrotechnická, Centrum odborné přípravy, Hluboká nad Vltavou, Zvolenovská 537

[5] VALIŠOVÁ A., KASÍKOVÁ H., 1. vyd., Pedagogika pro učitele. Praha: GRADA, 2010., 456 s. ISBN 978-80-247-3357-9

[6] HORÁK V., TYLLICH F., JANDA O. – Pracovní vyučování, Technické práce v 8. ročníku základní školy, SPN, n.p. Praha 1983

[7] CHALOUPEK, P. Jednotné zadání, Praha, MŠMT, 2007 - nezveřejněno!

[8] Sobotka, B., a kolektiv. Dílenská příručka Elektronika I, SOUE a U Plzeň, 2002.

[9] Bezděk, M. Elektronika I., České Budějovice: Kopp, 2002. ISBN: 80-7232-171-4

[10] KESL, J. Elektronika I. - analogová technika, 1. vyd., Praha, BEN - technická literatura, 2003, 119 s., ISBN 80-7300-074-1

[11] Boháč, Z., a kolektiv, Elektronika odborný text, Hluboká nad Vltavou: Střední odborná

[12] Návod Elektronická stavebnice Voltík II.©

<http://www.gme.cz/img/cache/doc/761/439/elektronicka-stavenice-voltik-ii-cznavod-1.pdf>

[13] Katalogový list Elektronická stavebnice Voltík II.©

<http://www.gme.cz/elektronicka-stavenice-voltik-ii-p761-439>

[14] JURÁNEK, Antonín. MultiSIM - elektronická laboratoř na PC: schémata a zapojení. 1.

7.1 Přílohy

CD ROM