

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Pedagogická fakulta

Katedra technické a informační výchovy

Návrh a testování souboru učebních úloh z elektrotechniky

Bakalářská práce

Kalabis Ondřej

Vedoucí práce: doc. PhDr. PaedDr. Jiří Dostál, Ph.D.

Olomouc 2018

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně za pomoci citované literatury a použitých zdrojů pod vedením doc. PhDr. PaedDr. Jiří Dostála, Ph.D.

V Olomouci, duben 2018

.....

podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce doc. PhDr. PaedDr. Jiří Dostálovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnoval při zpracování mé bakalářské práce.

Obsah

Úvod	7
1. Vymezení pojmů	8
2. Učení	9
2.1. Obsah učební činnosti	9
2.2. Uskutečnění v čase.....	10
2.3. Záměr (cíl, účel)	10
2.4. Schopnost subordínace (podřízenost)	11
2.5. Tvárnost, flexibilita (adaptabilita)	12
2.6. Geneze (proces vzníkání) učebních činností	13
2.7. Závislost na osobnost učícího se subjektu	14
3. Učební úloha	15
3.1. Znak učebních úloh.....	15
3.2. Didaktická analýza.....	16
3.3. Pedagogická smysluplnost v úkolovém poli.....	16
3.4. Stimulační parametr.....	17
3.5. Operační parametr.....	17
3.6. Emocionálně motivační náboj.....	17
3.7. Aspirační nivó	18
4. Didaktické testy, druhy didaktických testů	19
4.1. Testy rychlosti	21
4.2. Testy úrovně.....	21
4.3. Testy standardizované	22
4.4. Nestandardizované didaktické testy	22
4.5. Testy kognitivní a testy psychomotorické	23
4.6. Testy výsledků výuky a testy studijních předpokladů	23
4.7. Testy rozlišující (testy relativního výkonu).....	24
4.8. Testy ověřující	24
4.9. Testy vstupní, průběžné a výstupní.....	25
4.10. Testy monotematické a polytematické.....	26
4.11. Testy objektivně skórovatelné	26
4.12. Testy subjektivně skórovatelné.....	26
5. Klasifikace výsledků testů.....	27
5.1. Intuitivní přístup ke klasifikaci.....	27

5.2. Klasifikace na základě procenta správních odpovědí.....	28
5.3. Klasifikace na základě normálního rozdělení	29
6. Vybrané poznatky z elektrotechniky ve vazbě na návrh didaktických testů.....	30
6.1. Sčítání rezistorů.....	30
6.1.1. Sčítání rezistorů za sebou – do série	30
6.1.2. Sčítání rezistorů vedle sebe – paralelně.....	31
6.1.3. Sérioparalelní řazení.....	31
6.2. Stabilizátor se Zenerovou diodou	31
6.3. Rezonanční sériový obvod	32
6.3.1. Rezonance	32
6.3.2. Sériový rezonanční obvod.....	32
6.3.3. Fázový diagram	33
6.4. Tranzistorový zesilovač	34
6.4.1. Tranzistory.....	34
6.4.2. Tranzistorový zesilovač se společným emitorem.....	34
6.5. Seznam použitého značení.....	35
7. Návrh učebních úloh	36
7.1. Učební úloha č. 1.....	37
7.2. Učební úloha č. 2.....	38
7.3. Učební úloha č. 3.....	39
7.4. Učební úloha č. 4.....	40
8. První praktické ověřování navržených učebních úloh.....	41
8.1. Hodnocení učební úlohy č. 1	42
8.2. Hodnocení učební úlohy č. 2	43
8.3. Hodnocení učební úlohy č. 3	44
8.4 Celkové hodnocení prvního ověřování	45
9. Druhé praktické ověřování navržených učebních úloh.....	46
9.1. Hodnocení učební úlohy č. 1	46
9.2. Hodnocení učební úlohy č. 2	47
9.3. Hodnocení učební úlohy č. 3	48
9.4 Celkové hodnocení druhého testování	49
Závěr.....	51
Seznam použité literatury	53
Seznam tabulek	56

Seznam příloh z prvního testování	57
Seznam příloh z druhého testování	130

Úvod

Cílem práce je navrhnout a podrobit testování učební úlohy z elektrotechniky. Řešený problém spočíval v navržení učebních úloh, poté proběhlo testování znalostí studentů. Učební úlohy byly konstruovány tak, aby byly přiměřeně náročné a aby byly srozumitelné všem studentům. Důvodem volby tématu je skutečnost, že jsem studoval na Střední průmyslové škole elektrotechnické v Olomouci, obor Technické lyceum je mi toto téma blízké.

Teoretická část je zaměřena na vymezení základních pojmů, na rozbor učebních úloh a druhy didaktických testů včetně jejich klasifikace. V dalších kapitolách je vymezena teorie k učebním úlohám v praktické části.

Praktická část je zaměřena na čtyři vzorové učební úlohy z elektrotechniky. První učební úloha je na téma stabilizátoru se Zenerovou diodou, druhá učební úloha na spojování rezistorů – sériově a paralelně, třetí učební úloha se zabývá sériovým rezonančním obvodem a poslední čtvrtá úloha tranzistorovým zesilovačem se společným emitorem. Každá učební úloha začíná zadáním a schématickým zapojením, po kterém následuje vzorový výpočet. Každá učební úloha obsahuje tabulku s hodnocením, kde se dozvíme, kolik studentů dostalo příslušnou známku. Je zde i grafické zobrazení četností různých známek. Na konci každé učební úlohy je hodnocení klasifikace. Pro některé studenty je předmět elektrotechnika náročný na pochopení. Navržením konkrétních učebních úloh, jejich vyhodnocením a zpětnou vazbou by mělo studenty motivovat k úspěšnému studiu.

1. Vymezení pojmů

V první kapitole si vymežíme pojmy, které bude práce obsahovat, a budou potřeba k porozumění dané látky.

Obecně je učební úloha dle pedagogického slovníku definována jako každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle.

(1, s. 240)

Učební úloha – úlohami lze nazvat všechny situace, které subjekt stimuluje k činnosti vedoucí k vyřešení těchto situací (2, s. 4).

Didaktický test - obecně představuje zkoušku, jejíž podmínky jsou pro všechny testované jedince shodné a jejíž výsledky mají číselný charakter. Didaktický test je zvláštním druhem testu v oblasti ověřování výsledků vzdělávacího procesu (3).

Návrh – je myšlenka, kterou předkládáme ostatním k posouzení.

Testování – ověření znalostí, v tomto případě vyhodnocení úspěšnosti výpočtů učebních úloh z elektrotechniky.

Elektrotechnika – je obor lidské činnosti zabývající se technickým využitím elektrické energie (4).

2. Učení

Učení je základní *autoregulační* proces, v němž se formují jak činnosti, tak vědomí, tak i psychické vlastnosti člověka. Vychovatel proto může na základě určitého výchovného cíle a vhodného programu využívat zákonitosti učení k tomu, aby upevnil vhodný pracovní kolektiv a formuloval vědecký světový názor i ostatní složky jeho vědomí. (5, s. 22)

Pojem učení podle pedagogického slovníku je mimo jiné získávání zkušeností a utváření jedince v průběhu jeho života. Učení můžeme členit podle řady hledisek.

(1, s. 240)

Další podkapitoly uvádějí, co mají učební činnosti společné.

2.1. Obsah učební činnosti

Naskytá se otázka, jak tedy žáka intenzivněji motivovat obsahem jeho učební činnosti. Domníváme se, že především by bylo třeba vrátit skutečný význam nejdůležitější složce obsahu učební činnosti žáka – aktivitě. Dosud se bohužel v praxi často setkáváme s tím, že za aktivitu bývají považovány vnější znaky, které mohou, ale nemusí odpovídat skutečné vnitřní aktivitě žáka. Avšak jestliže se např. žák hlásí, často správně odpoví na otázku, často se ptá na vysvětlení, má vždy vypracován úkol, věnuje pozornost práci atd., může jít jak o žáka skutečně motivovaného učební činností, tak o žáka, který podvádí, předstírá, zdržuje. Jindy bývá aktivita žáka zaměřována s pouhou přítomností při akcích, s ojedinelou akcí výkonem. Skutečnou aktivitu žáka však reprezentuje, jak již bylo definováno, cílevědomost, vůle a uvědomělost, ale podle našeho názoru také zájem o činnost, samostatnost, vytrvalost a radost z činnosti.(6, s. 464)

Motivační působení činnosti lze bezesporu zintenzivnit také zvýšením hodnoty činnosti. Například tak, že se žáků nebudou nabízet a už vůbec vnucovat rozsáhlé možnosti činnosti. Naopak se domníváme, že účast v určité činnosti by se měla stát faktem, jež si žák musí zasloužit, odměnou za vynaložené úsilí, skutečností, které by si žák vážil. Žákův zájem o činnost by se pak stal samozřejmostí, faktem, jemuž by nebylo zapotřebí věnovat velkou pozornost nebo i pochvalu, jak se v současné době ještě někdy stává.(6, s. 464)

2.2. Uskutečnění v čase

Všem učebním činnostem je také společné to, že se uskutečňují v čase. To dovoluje rozlišovat v jejich průběhu fáze a stavy. Je to například fáze motivace učebních činností, fáze vlastního průběhu činnosti, fáze korekce, sankcionování a hodnocení výsledků činnosti atd. Tento tradiční výčet lze rozšířit ještě o tři další, předrealizační fáze. Je to anticipace neboli předjímání činnosti, expektance neboli očekávání činnosti a projektování neboli plánování činnosti (7, s. 210).

Co se týká stavů, může být učební činnost ve stavu potencionálním (má podobu způsobilosti k činnosti) nebo aktuálním (má podobu kompetence k činnosti), ve stavu počátečním, konečném nebo přechodovém, ve stavu upevňování nebo vyhasínání, ve stavu pohotovosti k činnosti nebo relaxace po výkonu činnosti atd (7, s. 210).

Bakalářská práce může být rozdělena do několika fází. Předrealizační fáze obsahuje přípravu pro realizaci testování učebních úloh, tzn. veškerá komunikace s učitelem střední školy, kde testování úloh probíhalo, nebo stanovení cílů práce.

Fáze vlastního průběhu činnosti obsahuje teoretickou část práce a sbírání dat z testování.

Fáze hodnocení je ta, kde byly vyhodnocovány učební úlohy, jejich postupy a výsledky. Dále hodnocení a shrnutí celého testování.

2.3. Záměr (cíl, účel)

Východiskem řízení učení žáků a podmínkou jeho úspěšnosti je vymezení cílů, jichž mají žáci dosáhnout. Stanovené výchovné cíle musí být přesné a konkrétní (Kulič, 1979, Mareš, 1979). Správně požaduje Váňa (1962), aby výchovné cíle byly formulovány tak, aby bylo možné objektivně kontrolovat jejich dosažení. Pokud nestanovíme, čeho konkrétně má být dosaženo a způsob ověření, zdali toho bylo, nebo nebylo dosaženo, nemůžeme procesy učení bezpečně ovládat a řídit. (5, s. 99)

Činnost učitelů a žáků musí mít svůj cíl. Cíl je idealistická představa toho, čeho by mělo být ve výuce dosaženo. Cíle se mění zároveň s tím, jak se vyvíjí společnost, v oblasti pedagogiky jsou vymezeny studijními materiály, učebními plány a osnovami.

2.4. Schopnost subordonace (podřízenost)

Dalším společným znakem učebních činností je jejich schopnost subordonace. Podle toho hlediska dělíme činnosti na hlavní (vedoucí) a vedlejší (průvodní nebo pomocné), (7, s. 211).

Z hlediska učení je vedoucí ta učební činnost, která prostřednictvím učiva směřuje nejspolehlivěji k zadanému cíli. Ostatní činnosti tuto vedoucí činnost jakoby obsluhují, zabezpečují. Tak např. řešení úkolu je činnost dominantní. Paměťové operace k tomu nutné jsou činnosti vedlejší, obslužnou, servisní. Jakmile by se však cílem vyučování stalo procvičování logické paměti, staly by se paměťové operace dominantními a řešení úkolu by se změnilo pouze v prostředek tohoto procvičování. Příkladem vztahu vedoucí a vedlejší činnosti může být i hlasitá odpověď na zadanou otázku. Hlavní je při tom obsah odpovědi. Vlastní řečový akt je pouze jejím nositelem. Plní funkci řečového servomechanismu učení. Podobně třeba koncentrace sluchové pozornosti při poslechu učitelova výkladu je jen senzorickým servomechanismem nutným k pochopení smyslu mluveného slova (7, s. 211).

Pokud je cíl bakalářské práce navrhnout a otestovat učební úlohy z elektrotechniky je tenhle cíl činností hlavní. Na to navazuje spousta činností vedlejších jako je znalost elektrotechniky, znalost matematiky, práce s microsoft word, práce s literaturou atd. Bez vedlejších učebních činností by nebylo možné dosáhnout činnosti hlavní a nebylo by dosaženo stanoveného cíle.

2.5. Tvárnost, flexibilita (adaptabilita)

Tento společný znak pro učební činnosti podle Pedagogického slovníku znamená vlastnost, která může být připisována jak živému, tak neživému systému. V pedagogice se setkáváme s:

- adaptabilitou člověka (na řízení zvnějšku, na okamžitou situaci, na podmínky, v nichž žije a pracuje, na sociální systém), ať už jde o učitele nebo žáka,
- adaptabilitou počítačového programu, který řídí žákovo učení,
- adaptabilitou vyučování a adaptivním učením,
- přeneseně se mluví též o adaptabilitě → učebních pomůcek a technických vyučovacích prostředků.

(1, s. 15 – 16)

Lidská společnost se neustále vyvíjí. Ve výchově a vzdělávání můžeme inovaci chápat jako obecný pojem pro nová opatření, např. pedagogické postupy, koncepce, nové prostředky mohou být přínosem pro zkvalitňování výuky, školy. Jiné vysvětlení podává J. Skalková (1995), která chápe pedagogickou inovaci jako rozvíjení a praktické zavádění nových prvků do výchovného a vzdělávacího systému s cílem jeho zkvalitňování.

(8, s. 69)

Z tohoto vyplývá, že proces učení prochází historickým vývojem, je nutné učební úlohy přizpůsobit tomuto vývoji, a je potřeba, aby se učitelé i žáci rychle a bez problémů adaptovali. V elektrotechnice je navíc vývoj velmi důležitý a je nutné se učit stále nové věci. Pokud studenti mají např. praktika z elektrotechniky, kde sestavují různé obvody, měří různými měřicími přístroji, nebo používají různé elektrotechnické pomůcky. Všechny tyto přístroje prochází často různými inovacemi a studenti a učitelé se musí zdokonalovat a naučit se nové věci, která nám moderní technologie nabízejí.

2.6. Geneze (proces vznikání) učebních činností

Učební činnosti se utvářejí se po etapách. Celý tento proces se nazývá interiorizace, zvnitřňování (P. J. Gaľperin). Interiorizace je obecně zvnitřňování, začleňování myšlenek, postojů, hodnot, sociálních norem do psychiky jednotlivce. (1, s. 91)

V průběhu této interiorizace se jako po stupních schodiště plánovitě přechází od činnosti v rovině materiální, k činnosti v rovině řečové a konečně k činnosti v rovině psychického odrazu.

Rovina materiální je rovina reálných motorických nebo senzomotorických činností a to buď přímo s předměty, nebo s jejich znaky (pak mluvíme o činnosti materializované). Při přechodu na rovinu vnější řeči se činnost osvobozuje od motoriky ruky. Žák pouze vypovídá, jak by si počíнал, kdyby s předměty nebo jejich znaky zacházel. Přímou s nimi však již nemanipuluje. Je to jednání v představě. Při přechodu na rovinu vnitřní řeči se činnost osvobozuje od další obslužné komponenty, od motoriky mluvidel, od motoriky hlasité řeči. Zachována zůstává pouze tzv. vnitřní artikulace, řeč v duchu, řeč pro sebe. Všechno, co žák v předchozí fázi učení říkal nahlas, říká nyní pro sebe, potichu. Při přechodu na poslední rovinu, rovinu psychického odrazu, mizí i tento vnitřněřečový mechanismus. Původní rozvinutá, pohybem bohatě saturovaná činnost ruky s předmětem se komprimovala, změnila se v obraz předmětu, v myšlenku o něm, v pojem (7, s. 211-212).

2.7. Závislost na osobnost učícího se subjektu

Podle Pedagogického slovníku teorie učení je ucelený a vnitřně konzistentní soubor obecných předpokladů a tvrzení, který se snaží vysvětlit podstatu psychického procesu učení, předvídat jeho průběh a umožnit účinné zasahování do něj. Existují desítky různých teorií učení. (1, s. 229)

V procesu učení se nemění jen poznání nebo způsob rozhodování, ale rozvíjí se sama činnost člověka a mění se a vyvíjí i sám člověk – učení má povahu autoregulačního a formativního procesu, který vnitřně souvisí s vývojem osobnosti a umožňuje její všestranný rozvoj. (5, s. 29)

Požadavkem ve školách je dosažení kvalitního vzdělání, proto při sestavování učebních činností musíme brát všechny společné znaky učebních činností ve vzájemné souvislosti, nelze je oddělovat. To znamená, že nejdříve si určíme obsah – neboli konkrétní látku, kterou chci studenty naučit, určíme si časový plán, jednotlivé fáze učení a určíme si postup výuky.

Dále stanovíme cíle, kterých má být dosaženo, určíme hlavní učební činnost, což je výuka konkrétní látky a vedlejší učební činnost, což může být procvičování látky v příkladech. Důležitá je také tvárnost a přizpůsobení se vývoji, na základě poznatků a zpětné vazby od studentů se výuka může měnit a zdokonalovat dle požadavků. Důležité je také propojení teorie s praxí, kdy poznatky získané z výuky je možno vyzkoušet prakticky. Např. v elektrotechnice zapojování rezistorů, kdy ve výuce se učí počítat úlohu dle vztahů a prakticky si obvod mohou studenti zkonstruovat a ověřit výsledky měřením (multimetrem).

3. Učební úloha

Učební úloha (též úloha, úkol, problém, otázka, dotaz, cvičení, úkolová situace aj.) je každé zadání, které vyžaduje realizaci určitých úkonů a je zadáváno s didaktickým záměrem. Učební úloha vyžaduje hledání výsledného řešení pomocí řady poznávacích nebo i manuálních operací, samostatně žákem vybíraných ze souboru žákovi známých postupů řešení (neproblémová úloha) nebo postupů jim nově vytvořených (problémová učební úloha), (9, s. 4-5).

Učební úloha je každý podnět (pedagogická situace), který svým obsahem i operační strukturou (předpokládanými učebními operacemi žáků) směřuje k dosažení stanovených výukových cílů. (10, s. 61)

3.1. Znaky učebních úloh

Aby žák detekoval (rozpoznal) úlohu jako úkol, který před ním vytváří bariéru k intelektuálnímu překonání, který ho vyzývá k řešení, i aby tuto úlohu vydržel řešit do úspěšného konce, musí učební úloha v sobě kumulovat vlastnosti:

- a) Jazyková forma
- b) Pedagogická smysluplnost v úkolovém poli
- c) Stimulační síla
- d) Regulační vliv
- e) Motivační vliv
- f) Aspirační nívó

(9, s. 6).

3.2. Didaktická analýza

Didaktická analýza usiluje o odhalení vlastností učebních úloh z pohledu vyučovacího procesu. Tato procedura může odpovědět na otázky např. k jakým didaktickým cílům byly učební úlohy sestaveny, jakou mají funkci v hodině, jaký je počet učebních úloh na jednu vyučovací hodinu nebo počet učebních úloh v celé učebnici, ve vyučovací hodině, nebo co je předmětem činností žáků při řešení úloh atd. (11, s. 24)

Didaktický test v praktické části byl sestaven, aby byl otestován na žácích střední školy a vznikl nám obraz o tom, jakými vědomostmi žáci disponují, nebo jaké mají znalosti z již probraného učiva. Na jednu vyučovací hodinu můžeme klidně zařadit první tři učební úlohy. V testování studenti s časem neměli vůbec žádný problém. Předmětem studentů při řešení učebních úloh je znalost matematických operací, znalost správných vztahů, dosazení správných jednotek a dospět ke správnému výsledku.

3.3. Pedagogická smysluplnost v úkolovém poli

Každá učební úloha je včleněna do věcného nebo významového úkolového pole (pedagogické situace), které určuje působnost úlohy. V úkolovém poli úloha vzniká, působí a zachovává si svůj pedagogický smysl. Mimo toto pole se specifické rysy učební úlohy oslabují nebo ztrácejí, takže nenavozují produktivní řešení činnosti žáka. Věcné úkolové pole charakterizuje obsah učiva, netýká se činností žáka. Významové úkolové pole charakterizuje sémantiku úlohy, její pedagogický smysl. Navozuje činnosti žáka (9, s. 7-8).

Pokud žák neumí dešifrovat ze znění úlohy její sémantiku (významové úkolové pole), tj. nechápe, co má dle představ autora při řešení úloh učinit, je pro něj úloha neřešitelným problémem, případně je předem odsouzen k neúspěšnému řešení (9, s. 9).

3.4. Stimulační parametr

Stimulační parametr je velmi důležitý: především ovlivňuje do značné míry přijetí úlohy a tím spolurozhoduje o průběhu jejího řešení. Problémy s ní spjaté se však exaktně zkoumají teprve krátce a málo sympaticky, Stimulační hodnota konkrétní učební úlohy nezávisí totiž jen na samotném znění učební úlohy, na jejím obsahu, ale také na individuálních a věkových zvláštностech žáků, kteří mají úlohu řešit, na úrovni jejich předchozí přípravy, na vztazích mezi učitelem a žáky atd. Obecně se dá uvést, že stimulační parametr učební úlohy má svou stránku objektivní (znění úlohy, vztahy mezi prvky úlohy apod.). Stimulační hodnota úlohy spočívá zejména v tom, že u řešitele nejprve navodí zájem o poznání, vystupňuje ho v potřebu poznání a konečně „vede do chodu“, aktivuje poznávací činnost. (12, s. 221 – 222)

3.5. Operační parametr

Učební úlohy (otázky) navozují (podněcují) a rozvíjejí učební operace, které odpovídají svou náročností vymezeným výukovým cílům. Úlohy lze rozlišit podle operační struktury, tj. podle toho, které učební operace (činnosti) u žáků vyvolávají. Můžeme proto při vytváření učebních úloh (otázek) využít taxonomie cílů výuky (resp. učebních cílů), kterou navrhl B.S. Bloom a dále propracovali i naši autoři, (a to zejména ve vztahu k učebním úlohám), především D. Tollingerová. (10, s. 55)

3.6. Emocionálně motivační náboj

Tj. síla působení učební úlohy ve smyslu výzvy k řešení. Způsobuje, že výrok, informace nebo údaj zaujmou žáka natolik, že je ochoten jim nejen naslouchat či přihlížet, ale je jimi i motivován řešit úkolovou část (9, s. 14).

Úloha má provokovat zájem, vzbuzovat zvědavost, důvtip, líbit se, navozovat touhu dokázat vyřešit právě tento úkol. Dosahuje se toho např. přiměřeností náročnosti učebních úloh, využíváním regionálních nebo naopak exotických netradičních obsahů, netradičními formami úloh, využitím zájmových oblastí žáků, soutěživých prvků technických prostředků aj. (9, s. 14).

3.7. Aspirační nivó

Učební úloha má budit touhu (aspirace) po dobrém výkonu a sama vytvářet předpoklady pro dosažení toho výkonu. Proto má být koncipována jako šance k úspěchu, k uplatnění všech sil a potenci žáka. Má být šita na každého žáka. Nemá být léčkou. Pokud žák při jejím řešení neuspěje, má ho mobilizovat k lepšímu výkonu. (13, s. 23)

Učební úlohy byly konstruovány, aby nebyly náročné a byly srozumitelné pro co největší počet studentů. Jelikož studenti měli učivo již probrané v minulých ročnících a v ročníku, ve kterém nyní studovali, měla by se většina studentů dopracovat ke správnému řešení.

4. Didaktické testy, druhy didaktických testů

Vzdělávací proces není myslitelný bez zkoušek. Účelem zkoušek je průběžné nebo výstupní zjišťování osvojených znalostí a dovedností žáků v určité oblasti a za určité časové období. Didaktický test je jedním z mnoha nástrojů, které k tomuto účelu slouží.

(14, s. 7)

V předchozí kapitole byly podrobně popsány učební úlohy. Pokud tyto úlohy spojíme do určitého celku, mohou vzniknout testy, na základě kterých můžeme prověřovat například úroveň znalostí studentů. Didaktických testů existuje mnoho druhů (15, s. 13).

Didaktický test patří mezi písemné diagnostické formy získávání informací především o učebních činnostech a učebním výkonu žáka. (16, s. 51)

Podle Schindlera je didaktický test nástrojem k určení objektivního měření výsledků vzdělávání v předem vymezené konkrétní oblasti. (14, s. 7)

Didaktické testy používané ve výuce plní trojí funkci:

- umožňují objektivně zjistit stav vědomostí a nedostatků žáků a podle toho modifikovat vyučování,
- poskytují jedno ze základních východisek pro klasifikaci žáků,
- použití testů umožňuje učiteli hodnotit svoji vlastní práci.

(17, s. 27)

V následující kapitole si uvedeme některé druhy testů a rozebereme, v čem se jednotlivé druhy testů od sebe liší. V pedagogické praxi se můžeme setkat s didaktickými testy různé kvality a různého druhu. Jednotlivé druhy didaktických testů mají své specifické vlastnosti a liší se tím, jaké informace pomocí nich získáváme. Při popisu jednotlivých druhů didaktických testů budeme postupovat podle klasifikace, kterou navrhl P. Byčkovský (1982), (15, s. 13).

Tabulka : Přehled druhů testů (Byčkovský, 1988)

Klasifikační hledisko	Druhy testů		
Měřená charakteristika výkonu	rychlosti	úrovně	
Dokonalost přípravy testu a jeho příslušenství	standardizované	kvazistandardizované	nestandardizované
Povaha činnosti testovaného	kognitivní	psychomotorické	
Míra specifickosti učení zjišťovaného testem	výsledků výuky	studijních předpokladů	
Interpretace výkonu	rozlišující (relativního výkonu)	ověřující (absolutního výkonu)	
Časové zařazení do výuky	vstupní	průběžné	výstupní
Tématický rozsah	monotématické	polytématické (souhrnné)	
Míra objektivity skórování	objektivně skórovatelné	kvaziobj. skórovatelné	subjektivně skórovatelné

(17, s. 29)

Didaktické testy mají význam nejen pro pedagogický výzkum, ale zejména pro běžnou učitelskou praxi. Některé objektivizující klasifikaci, jiné pomáhají odhalovat příčiny neznalostí jednotlivců i celých tříd. Zpřesňují řízení procesu učení, protože jak učitel, tak žákům poskytují včasnou a rychlou informaci o úrovni osvojených vědomostí a dovedností.(27, s. 89)

4.1. Testy rychlosti

Testy rychlosti měří rychlost, s jakou žáci řeší testové úlohy. Pro tyto testy je typické, že obsahují jednoduché úlohy a je vždy pevně stanoven časový limit, po který mohou žáci úlohy řešit. Předpokladem správné aplikace testů rychlosti je to, že všichni studenti umí úlohy řešit a liší se jen v rychlosti řešení. (18, s. 17)

V elektrotechnice je mnoho druhů učebních úloh. Pro testy rychlosti by se dalo použít jen málo z nich, jelikož většina učebních úloh jsou složitější na řešení a pro jejich řešení by bylo potřeba více času na úspěšné vyřešení. I přesto se v elektrotechnice najde učební úloha, která by na test rychlosti byla vhodná. Například na střední škole by se dala použít úloha na řešení jednoduchého zapojení rezistorů.

4.2 Testy úrovně

Většina testů úrovně používaných v současné době na našich školách jsou testy, které se svým charakterem blíží testům úrovně. Čisté testy úrovně nepoužívají žádné časové omezení (časový limit) a výkon v nich je dán pouze úrovní vědomostí nebo dovedností zkoušeného. Z praktických důvodů však bývá nutné s určitým, i když velmi volným limitem pracovat zpravidla vždy. (17, s. 30)

Pokud testy úrovně používají časového limitu, pak je volen tak, aby znamenal přerušeni práce jen pro ty nejpomalejší žáky. Výzkumy ukazují, že tito nejpomalejší žáci mají ve většině také nejslabší vědomosti a ani při dalším prodloužení času nedosahují lepších výsledků. Úlohy jsou totiž v testu zpravidla řazeny ve vzrůstající obtížnosti, takže velmi pomalý žák v okamžiku přerušeni práce na testu řeší ty nejobtížnější úlohy, které by byl již sotva schopen vyřešit (15, s. 14).

Někdy i testy úrovně používají rychlosti jako vedlejší kritéria pro hodnocení výkonu v testu. Je např. možno použít systému kombinovaného hodnocení, při kterém žákovi, který vyřeší správně většinu testových úloh (např. 80 % a více), připíšeme za každou „ušetřenou“ minutu jeden bod navíc (15, s. 14).

Jako testy úrovně by se dali použít všechny navržené učební úlohy. Časový limit (35 minut) byl dostačující pro výpočet tří příkladů. Žádný z žáků nepotřeboval čas navíc. Někteří dokonce odevzdali i dříve (po 20 minutách) - poznatky z výsledků druhého testování.

4.3. Testy standardizované

Didaktické testy, které jsou připravovány důkladněji a které také mají úplnější vybavení, se označují jako testy standardizované. Standardizovaný didaktický test je připravován profesionálně, je důkladně ověřen, takže jsou známy jeho základní vlastnosti. Tyto testy vydávají většinou specializované instituce. Součástí příslušenství standardizovaného didaktického testu je testová příručka (manuál), ze které se uživatel dozví o vlastnostech testu, o jeho správném použití atd. Většinou je také k dispozici standard (testová norma) pro hodnocení dosažených výkonů. (17, s. 30)

4.4. Nestandardizované didaktické testy

Didaktické testy, u nichž nebyly realizovány všechny kroky obvyklé při přípravě a ověřování testů standardizovaných, označujeme jako testy nestandardizované (učitelské, neformální). Neproběhlo u nich ověřování na větším vzorku žáků a nejsou tudíž známy všechny jejich vlastnosti. Tyto testy si připravují učitelé sami pro svoji vlastní potřebu. U testů nestandardizovaných není také k dispozici testová příručka ani objektivně stanovený testový standard (testová norma). I při konstrukci těchto testů by však učitelé měli dbát všech základních pravidel a zásad, které se doporučují u testů standardizovaných. (19, s. 22)

Někdy se užívá i termínu testy kvazistandardizované, čímž se rozumí testy připravované dokonaleji než testy učitelské, u nichž ale standardizace nebyla provedena beze zbytku. Kvazistandardizovaným testem je např. didaktický test, zjišťující úroveň vědomostí žáků v daném předmětu na určité škole (několik paralelních tříd) nebo na několika školách. Konstrukci těchto testů se většinou věnuje větší pozornost než u testů nestandardizovaných, bývají známy některé jejich vlastnosti a někdy bývají k dispozici i standardy pro hodnocení testových výsledků. (19, s. 22)

Didaktický test, který byl navržen, můžeme zařadit do testů učitelských, jelikož sloužil pouze pro vlastní potřebu a nebyl testován na větším vzorku žáků. Dále není k dispozici testová příručka a není objektivně stanovený testový standard.

4.5. Testy kognitivní a testy psychomotorické

Kognitivní (poznávací) testy měří úroveň vědomostí žáků, příkladem kognitivních testů jsou testy z učiva fyziky, matematiky, chemie, biologie atd.

U elektrotechniky se budou využívat testy na ověření vědomostí hlavně z matematiky, popřípadě z fyziky. U matematiky to budou všechny matematické operace. V elektrotechnice jsou matematické operace velmi důležité, jelikož jsou potřeba k dosažení správných výsledků.

Psychomotorické testy měří úroveň dovedností, které žák získal učením se manuálních dovedností. (18, s. 18).

Když se podíváme na psychomotorické testy v oblasti elektrotechniky, bude to ověřování schopností v praktickém měření. Můžou to být různá měření například spojování rezistorů na nepájivé pole a následné měření odporu multimetrem. Příklady můžeme spojit teoretické s praktickými, a to tak, že nejdříve zadáme žákům písemný test a následně bychom mohli určit výsledky prakticky například na nepájivém poli.

4.6. Testy výsledků výuky a testy studijních předpokladů

V pedagogické praxi se doposud téměř výlučně používají didaktické testy výsledků výuky, které měří to, co se žáci v dané oblasti naučili. Testy studijních předpokladů měří úroveň obecnějších charakteristik jedince, které jsou potřebné k dalšímu studiu. Testy studijních předpokladů by se měly používat zejména při přijímání žáků ke studiu na vyšší typ školy. Zatím však je praxe taková, že testy, které se k tomu účelu na našich školách používají, se příliš neliší od běžných testů, tj. od testů výsledků výuky. Konstrukce testů studijních předpokladů je podstatně náročnější a vyžaduje vedle pedagogické kvalifikace autora také dobrou kvalifikaci psychologickou. (17, s. 31)

Na elektrotechnických školách by se k přijímacím zkouškám mohly použít testy na prověřování znalostí z matematiky nebo fyziky. Z matematiky by to mohly být např. zlomky a všechny jejich operace. Z fyziky by to mohly být příklady na převod jednotek. Dalo by se využít i chemie např. chemických prvků v návaznosti na použité materiály. I v elektrotechnice se využívá prvků u materiálů vodičů a různých elektrotechnických součástek.

4.7. Testy rozlišující (testy relativního výkonu)

Podle toho, jakým způsobem interpretujeme (vysvětlujeme a hodnotíme) výkon žáka v testu, můžeme rozlišit tzv. rozlišující didaktické testy (testy relativního výkonu) a ověřující didaktické testy (testy absolutního výkonu). (17, s. 31)

Testy rozlišující se také označují jako testy statisticko-normativní a nebo jako NR testy (norm-referenced tests). (19, s. 23)

Hlavní rozdíl mezi těmito dvěma druhy testů spočívá v tom, že u rozlišujících testů se výkon žáka určuje vzhledem k populaci testovaných, zatímco u testů ověřujících se výkon určuje vzhledem ke všem možným úlohám, které určité učivo reprezentují. (19, s. 23)

V naší pedagogické praxi se zatím používají téměř výlučně testy rozlišující. Základní ideou, o kterou se opírá koncepce rozlišujících didaktických testů, je snaha dosáhnout maximální možné objektivity a diferencovanosti hodnocení testových výkonů. Výkon žáka v testu se srovnává s výkony ostatních žáků, v případě standardizovaných rozlišujících testů s výkony celé žákovské populace. Rozlišující didaktické testy jsou tedy konstruovány tak, že umožňují rozhodnout, jaký výkon v testu žák dosáhl vzhledem k celé populaci, k níž patří. Umožňují posoudit, zda určitý konkrétní žák je ve srovnání s ostatními žáky např. „velmi slabý“, „podprůměrný“, „průměrný“ atd.. (17, s. 31)

4.8. Testy ověřující

Ověřující testy dokáží ověřit úroveň vědomostí a dovedností žáků v přesně vymezené oblasti učiva. Cílem těchto testů je ověřit, zdali student učivo zvládl či ne. (18, s. 18)

Podle Schindlera ověřující test poměřuje výkon žáka s předem danými kritérii. Výsledky pak vyjadřují míru splnění vytčených požadavků, informují nás o úrovni dosažených znalostí a dovedností žáka, ale neříkají nic o pořadí žáků.

Výsledky žáka neporovnáváme s ostatními žáky ve skupině, ale pouze s dokonalým zvládnutím učiva (tzv. „ideálním žákem“). (14, s. 23)

Pokud bychom navrženými učebními úlohami testovali vědomosti a znalosti, zjistili bychom, že studenti danou problematiku moc naučenou nemají a učivo víceméně zvládlo jen pár studentů.

4.9. Testy vstupní, průběžné a výstupní

Vstupní didaktické testy se zadávají na začátku výuky určitého celku učební látky a jejich cílem je postihnout úroveň vědomostí a dovedností, které jsou pro úspěšné zvládnutí daného celku učiva důležité. Zařazení vstupního testu na začátku výuky může posloužit jako zdroj cenných informací např. v případě, že hodláme realizovat diferencovanou výuku (15, s. 16).

Jako vstupní testy v elektrotechnice můžeme použít matematické příklady např. zlomky a jejich sčítání, odčítání, násobení a dělení. Dále můžeme použít převody jednotek, které jsou také velmi důležité pro elektrotechniku. Také bychom mohli procvičovat upravování rovnic. Například u sčítání rezistorů budeme potřebovat zlomky, tak před tím, než začneme látku probírat, připravíme pro studenty test na zlomky.

Průběžné didaktické testy se zadávají v průběhu výuky a jejich úlohou je poskytovat učiteli zpětnovazební informace potřebné k optimálnímu řízení výuky. Obvykle zkouší jen poměrně malou část učiva a jejich posláním je sledovat, jak žáci probírané učivo přijímají, chápou a jak si je osvojují. V této souvislosti se často hovoří tzv. formativních testech, které slouží ke sledování procesu formování vědomostí a dovedností u žáků. Tyto testy neslouží většinou k hodnocení žáků, nýbrž k hodnocení výuky (15, s. 16).

Pokud bychom v elektrotechnice probírali např. sčítání rezistorů, tak zde můžeme sestavit několik průběžných didaktických testů. Jako první bych zařadil sčítání rezistorů za sebou (sériově). Dále sčítání rezistorů paralelně a nakonec bych použil kombinaci dvou předchozích, kde je již potřeba i zjednodušovat schéma. Vždy po probrání jedné předchozí části bychom mohli otestovat, jestli studenti tuhle část učiva pochopili. Pokud zjistíme, že studenti učivo nezvládají, můžeme učivu věnovat více času.

Výstupní didaktické testy se zadávají, buď na konci výukového období, nebo na konci určitého celku a většinou poskytují informace potřebné pro hodnocení žáků. Bývají také označovány jako testy sumativní. (17, s. 32)

U výstupního testu (sčítání rezistorů) po probrání celého učebního celku a po napsání všech průběžných testů, bychom zařadili 2-3 učební úlohy na smíšené sčítání rezistorů. Z výsledků testu zjistíme, jak si studenti učivo osvojili a pochopili.

4.10. Testy monotematické a polytematické

Monotematické testy zkouší jediné téma učební látky, testy polytematické zkouší učivo několika tematických celků. Testy polytematické jsou proto náročnější z hlediska přípravy i konstrukce (15, s. 16).

Jako monotematický test můžeme použít všechny učební úlohy z praktické části, ale musíme vždy použít jeden samostatně a přidat k vždy jen učební úlohy na stejné téma.

4.11. Testy objektivně skórovatelné

Testy objektivně skórovatelné obsahují úlohy, u nichž lze objektivně rozhodnout, zda byly vyřešeny správně či nikoli. Výhodou těchto testů je, že skórování může provádět jakákoli osoba (někdy i stroj). (17, s. 32)

Vzhledem k tomu, že velká většina používaných didaktických testů se vyznačuje možností objektivního skórování, vznikla u části pedagogické veřejnosti nesprávná představa, že test je zkouška, která vždy obsahuje pouze objektivně hodnotitelné úlohy (např. úlohy, kde žák vybírá správnou odpověď, nebo úlohy, kde žák formuluje vlastní, ale velmi stručnou, a tudíž objektivně hodnotitelnou odpověď). (17, s. 32)

4.12. Testy subjektivně skórovatelné

Subjektivně skórovatelné testy (označované často jako esej testy) obsahují úlohy, u nichž není možno stanovit jednoznačná pravidla pro skórování. Mezi subjektivně skórovatelné testové úlohy patří např. tzv. otevřené široké úlohy, ve kterých žák volně odpovídá na položenou otázku uvedením rozsáhlejší odpovědi. Ukazuje se, že není rozumné vyhýbat se používání takových úloh jen proto, že neumožňují objektivní skórování. Otevřené široké úlohy totiž mohou zkoušet daleko komplexnější vědomosti a dovednosti než úlohy objektivně skórovatelné. (19, s. 24)

5. Klasifikace výsledků testů

Mnoho nejasností je mezi učiteli v otázce převodu bodového hodnocení na klasifikační stupně. Je to vcelku pochopitelné, když uvážíme, že ani v teorii nebyl tento problém doposud spolehlivě a jednoznačně rozřešen. Uvedeme některé přístupy, které se v této oblasti nejčastěji uplatňují (15, s. 77).

Každý učitel je jedinečný a má jiné známkování, jiné bodové stupnice. Nebude žádný velký znatelný rozdíl ve známkování různých učitelů, ale také nemůžeme říci, že by všichni učitelé známkovali stejně.

5.1. Intuitivní přístup ke klasifikaci

Intuitivní přístup ke klasifikaci je přístupem zcela subjektivním a lze doporučit spíše učitelům s dlouhou pedagogickou praxí. Výhoda tohoto přístupu spočívá především v tom, že pro každý didaktický test lze vytvořit individuální hodnocení, které respektuje věk žáků a jejich rozumové schopnosti. (18, s. 31)

Tvorba klasifikační stupnice s využitím intuitivního přístupu spočívá v tom, že vytvořený didaktický test necháme posoudit několika nezávislým učitelům předmětu s tím, že je požádáme o vytvoření klasifikační stupnice. Z takto získaných stupnic vytvoříme průměrnou klasifikační stupnici, čímž eliminujeme extrémní názory ostatních učitelů. (18, s. 31)

5.2. Klasifikace na základě procenta správních odpovědí

Někdy se při převodu bodových výsledků na klasifikační stupně vychází z procenta správních odpovědí, kterého žák dosáhl. Jeden z návrhů (Sedláčková, 1993), jak převádět dosažené počty bodů na klasifikační stupně touto metodou, uvádí tabulka č. 2

Tabulka 2: Klasifikace podle procenta správně vyřešených úloh

Procento správně vyřešených úloh v testu			Klasifikační stupeň
Běžná klasifikace	Přísná klasifikace	Klasifikace velmi přísná	
91 - 100	96 - 100	95 - 100	1
81 - 90	88 - 95	90 - 94	2
71 - 80	82 - 87	85 - 89	3
61 - 70	70 - 81	80 - 84	4
0 - 60	0 - 69	0 - 79	5

(15, s. 77-78).

Hodnocení nemusí vždy znamenat jen známku nebo hodnocení úspěš či neúspěš. Můžeme také použít kombinaci dvou zmíněných hodnocení a přidat k tomu ještě např. drobný komentář. Komentář by mohl obsahovat stručné zhodnocení testu, co v testu bylo špatně a na co by se student měl zaměřit, aby se příště mohl chyb vyvarovat. Dále by se dalo použít slovní hodnocení při rozdávání testů. Studenti by měli na testu známku a ke každému testu by učitel řekl každému žákovi pár slov.

Hodnocení podle procenta správních odpovědí se používá především tam, kde je v testu kladen důraz na předem určené požadavky. Důsledně se aplikuje hodnocení podle podílu zvládnutého učiva u kritériálních testů. Ty se konstruují tak, aby zkoušely fundamentální znalosti, dovednosti a operace, stanovené jako nezbytné. (19, s. 42)

Učitelé touto metodou často postupují např. při hodnocení písemných prací. Zadávají např. celkem 4 rozsáhlejší úlohy a hodnotí takto: všechny vyřešené úlohy - výborně, tři vyřešené úlohy - chvalitebně, dvě vyřešené úlohy - dobře, jedna vyřešená úloha - dostatečně, žádná vyřešená úloha - nedostatečně. Užívání této metody převodu bodových výsledků na klasifikační stupně je v některých případech diskutabilní, protože nepřihlíží ke skutečnosti, že úlohy v testu mohou mít rozdílnou obtížnost. Odpoví-li např. žák 50 % úloh správně v testu s velmi obtížnými úlohami, může to znamenat dobrý výkon, zatímco stejný výsledek v testu velmi snadném může být výsledek velmi slabým. Tento způsob klasifikace může vcelku vyhovovat u testů, které neobsahují extrémně snadné ani extrémně obtížné úlohy (15, s. 77-78).

Hodnocení výkonu žáka podle procenta správně vyřešených úloh se důsledně používá u testů ověřujících (kriteriálních). Tyto testy jsou konstruovány tak, aby zkoušely jen nezbytné učivo, a výkon žáků se hodnotí většinou pouze dichotomicky, tj. vyhověl – nevyhověl. Aby žák v testu vyhověl, musí zodpovědět správně zpravidla 80 – 90 % všech úloh (15, s. 77-78).

5.3. Klasifikace na základě normálního rozdělení

Je postaveno na předpokladu, že výkony dostatečně velké skupiny lidí v jakémkoliv oboru se blíží ve svém znázornění tzv. Gaussově křivce s největší četností průměrných výkonů. Problémem klasifikace podle předpokládaného normálního rozdělení známek je přílišný důraz na rozdíly mezi výkony jednotlivců a slabší citlivost na ty složky výkonu, které jsou společné celé skupině. (19, s. 43)

Normální norma hodnocení:

- prvních 15 % žáků je klasifikováno výborně
- dalších 20 % chvalitebně,
- dalších 30 % dobře,
- dalších 20 % dostatečně a
- zbývajících 15 % žáků nedostatečně

(19, s. 43)

6. Vybrané poznatky z elektrotechniky ve vazbě na návrh didaktických testů

Jelikož se praktická část zabývá návrhem a testováním učebních úloh z oboru elektrotechnika, proto se v následující kapitole budeme věnovat vybraným poznatkům z tohoto oboru.

Elektrotechnika se zabývá výrobou, rozvodem a spotřebou elektrické energie a zařízeními, která se pro tyto účely používají. Rozdělujeme ji na silnoproudou a slaboproudou, hranice mezi nimi však není přesně definována (v silnoproudé elektrotechnice se používá slaboproudé ovládání a řízení a ve slaboproudé zase silnoproudé pohony, např. pro otáčení antén), (28, s. 6).

Elektrotechnika je technicko - vědní obor, který od svého vzniku významně ovlivnil technický pokrok a životní úroveň v celém civilizovaném světě. Není proto překvapující, že je studium elektrotechniky součástí studia většiny technických disciplín (20, s. 3).

V dalších podkapitolách si uvedeme teoretickou část učebních úloh, které byly následně předmětem testování u studentů střední školy.

6.1. Sčítání rezistorů

V elektrotechnice se používají tzv. rezistory, tj. součástky vyráběné tak, aby měly přesně stanovený odpor. Rezistory se liší jednak materiálem, který vytváří požadovaný odpor, a jednak tvarem a konstrukcí vývodů, popř. i tím, že u některých lze požadovaný odpor nastavit. Rezistory lze sčítat neboli řadit několika způsoby: za sebou, vedle sebe nebo smíšeně (28, s. 13-14).

6.1.1. Sčítání rezistorů za sebou – do série

Výsledný odpor je roven součtu odporů jednotlivých rezistorů a určí se ze vztahu $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Napětí na jednotlivých rezistorech jsou v přímém poměru odporů rezistorů $U_1 : U_2 : U_3 : \dots U_n = R_1 : R_2 : R_3 : \dots R_n$

6.1.2. Sčítání rezistorů vedle sebe – paralelně

Převrácená hodnota výsledného odporu se rovná součtu převrácených hodnot jednotlivých odporů rezistorů řazených vedle sebe a určí se ze vztahu

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

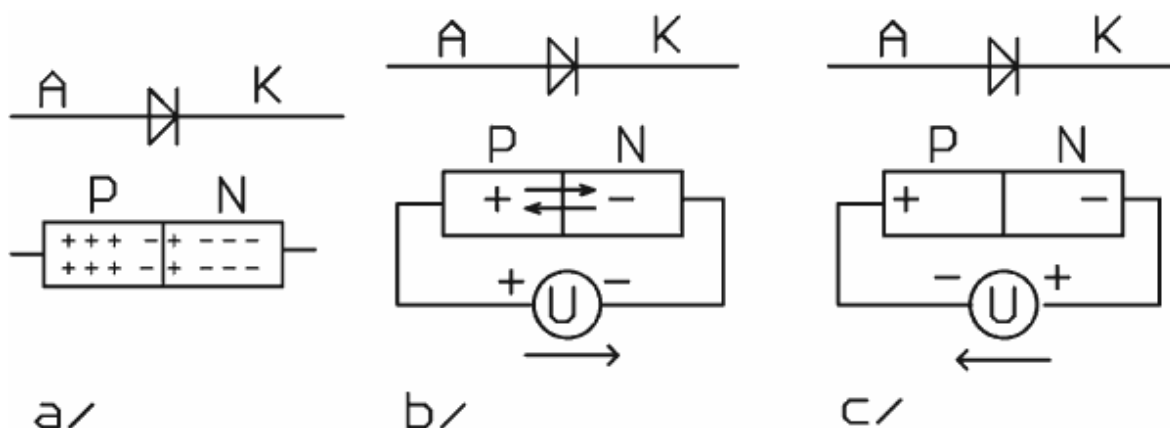
6.1.3. Sérioparalelní řazení

Sérioparalelní řazení rezistorů je kombinací sériového a paralelního spojení rezistorů. Z toho také vyplývá řešení takového elektrického obvodu postupným zjednodušováním při použití metodiky pro řešení sériového nebo paralelního řazení.

(21, s. 12)

6.2. Stabilizátor se Zenerovou diodou

Jde o parametrický stabilizátor, který využívá průběh voltampérové charakteristiky diody v závěrném směru. Velkou výhodou těchto Zenerových diod je relativně velký počet možných Zenerových napětí (2,2 V až 200 V), neboli napětí, která jsou na výstupu ze stabilizačního obvodu (22).



(23)

Dioda je polovodičová součástka. Její základní vlastností je, že vede proud pouze v jednom směru. Je tvořena přechodem P - N. Má 2 vývody anodu (A) a katodu (K). Je-li tento přechod bez vnějšího napětí, dochází na rozhraní oblasti P a N ke spojování - rekombinaci volných elektronů a děr. Náboje opačné polaroty se přitahují a tak vzniká potenciálový val, který brání průchodu proudů. (23)

6.3. Rezonanční sériový obvod

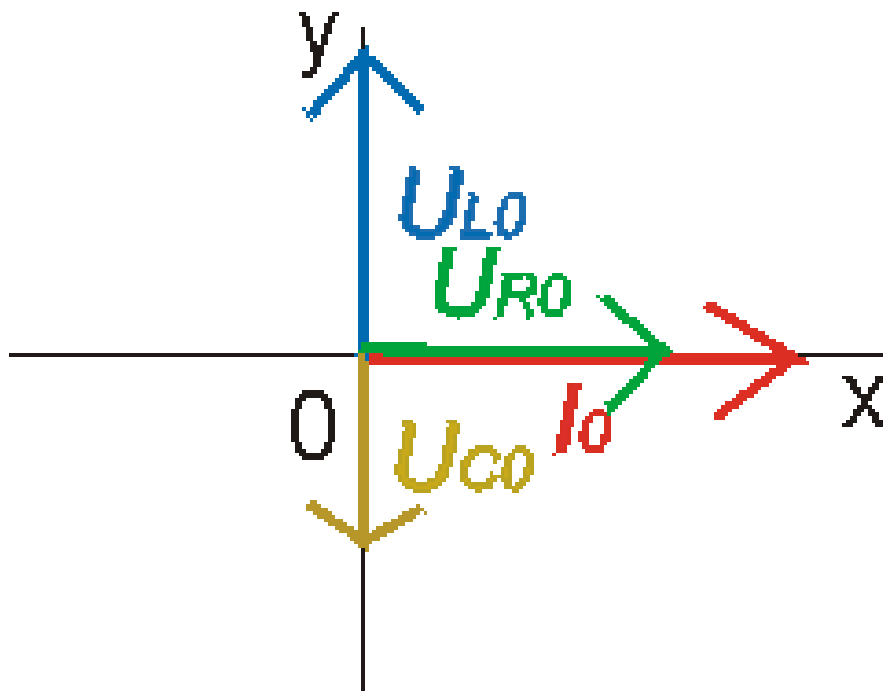
6.3.1. Rezonance

Obecně se při střídavém buzení elektrických obvodů část dodávané energie vrací zpět do zdroje v podobě jalové složky. Pokud se však kmitočet budícího zdroje shoduje s určitými kmitočty, které jsou charakteristické pro daný elektrický systém, vzájemná výměna energie mezi zdrojem a obvodem ustane a výměna energie probíhá pouze uvnitř systému. V tomto stavu zdroj kryje pouze ztráty, které vznikají v obvodu, a nastává výrazné zvýšení amplitud elektrických obvodových veličin. Tento jev vznikající ve střídavých elektrických obvodech nazýváme rezonancí a kmitočet, při kterém jev nastává, nazýváme rezonančním kmitočtem. Zřejmě rezonance nastává, když je jalový proud mezi zdrojem a spotřebičem nulový (20, s. 100).

6.3.2. Sériový rezonanční obvod

Rezonance nastane, pokud ustane vzájemná výměna energie mezi budícím zdrojem a obvodem. Energie se do zdroje vrací v podobě jalového proudu, který je nulový tehdy, pokud fázový posun mezi napětím zdroje a celkovým proudem zátěže je nulový (jsou ve fázi). To platí tehdy, pokud celková komplexní impedance obvodu je reálné číslo, tj. má nulovou imaginární část (20, s. 100-101).

6.3.3. Fázový diagram



(24)

Všemi sériově zapojenými prvky prochází stejný proud.

Napětí na kondenzátoru je dáno vztahem: $U_C = X_C I$, a je zpožděno za proudem o 90° ,

Napětí na cívce L je dáno vztahem: $U_L = X_L I$, a předbíhá proud o 90° ,

Napětí na rezistoru R je dáno vztahem: $U_R = RI$

Pro impedanci sériového obvodu R, C, L platí: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Z fázového diagram lze podle velikosti napětí na jednotlivých prvcích určit tři možné stavy tohoto zapojení:

- Je-li $X_L > X_C$, obvod má indukční charakter, proud se bude zpožďovat za napětím,
- Je-li $X_L < X_C$, obvod má kapacitní charakter, proud bude předbíhat napětí,
- Je-li $X_L = X_C$, obvod je v rezonanci, proud a napětí je ve fázi a impedance obvodu se bude rovnat velikosti odporu rezistoru R. (21, s. 18)

6.4. Tranzistorový zesilovač

6.4.1. Tranzistory

Jsou polovodičové součástky se dvěma přechody PN a v praxi fungují jako zesilovače proudy, napětí a výkonu. Tranzistor se skládá ze tří částí. Krajní části jsou kolektor a emitor (mají stejný typ vodivosti). Prostřední část se nazývá báze. Emitor v elektrotechnické značce je označen šipkou. Tranzistory jsou typu NPN a PNP. Pro poznání typu tranzistoru podle značky platí pomůcka – NPN šipka ven (26, s. 258).

6.4.2. Tranzistorový zesilovač se společným emitorem

Výkonové zesílení je největší ze všech sledovaných zapojení, ale je velmi závislé na parametru h_{21e} . Napětíové zesílení se pohybuje ve stovkách, ale zapojení otáčí fázi napětí. Proudové zesílení je rovněž velké, výstupní proud je ve fázi se vstupním. Vstupní odpor je řádově jednotky kiloohmů, výstupní odpor jsou desítky kiloohmů (27).

6.5. Seznam použitého značení

U_1	... vstupní napětí
$U_{z\min}$	... minimální napětí Zenerovy diody
$U_{z\max}$	... maximální napětí Zenerovy diody
$P_{z\max}$	... maximální ztrátový výkon Zenerovy diody
U_{zds}	... střední proud Zenerovy diody
I_2	... proud zátěží
I_{zds}	... střední proud
R	... odpor
f_0	... rezonanční frekvence
f	... frekvence
Z	... impedance
ωL	... induktance
ωC	... kapacitance
R_e	... reálná část
I_m	... imaginární část
φ	... fázový posun
U_{CC}	... napájecí napětí
I_C	... kolektorový proud
h21E	... zesilovací činitel tranzistoru
U_{Re}	... napětí na emitorovém rezistoru
U_{Be0}	... napětí mezi bází a emitorem
I_B	... bázeový proud
U_{R2}	... napětí na rezistoru R_2

7. Návrh učebních úloh

V praktické části byly navrženy učební úlohy, jejich zapojení a řešení daných učebních úloh, které byly následně testovány na studentech střední školy. Dále zde byla řešena klasifikace učebních úloh a proběhlo konečné vyhodnocení výsledků. Výsledek hodnocení nám udává úroveň znalostí studentů dle řešených učebních úloh a také může sloužit jako zpětná vazba pro vyučujícího, například, na kterou problematiku je potřeba se více zaměřit.

Pro praktickou část jsem si zvolil studenty Střední průmyslové školy elektrotechnické, Božetěchova 3, Olomouc.

Nejprve jsem navrhl učební úlohy z předmětu elektrotechnika. Není vůbec lehké najít školu pro ověření učebních úloh. Učitelé mají hodně práce a málo vyučovacích hodin, ve kterých by měli studenty naučit témata podle plánu. Z tohoto důvodu jsem volil školu, na které jsem dříve studoval, a můj bývalý učitel mi vyšel vstříc. Následně jsem zkontaktoval učitele, který mě v dřívějších letech vyučoval předmět elektrotechniky. V době mého studia měl elektrotechniku v prvním až třetím ročníku a ve čtvrtém maturitním roce jsem měl předmět měření. Teorii a příklady jsme probírali z poznámek a materiálů, které jsme obdrželi od učitele. Pro zjištění připravenosti studentů jsem si panem učitelem e-mailem sjednal termín návštěvy. Jednalo se o termín návštěvy školy, kdy mám přijet a cílem mé návštěvy bylo rozdat studentům školy moje předem připravené učební úlohy. Poté jsem dorazil do školy, dostavil se do kabinetu a šli jsme s učitelem společně do výuky, kde už na nás čekali studenti. U prvního testování studenti předem netušili, jaké konkrétní úlohy dostanou, ale věděli, že bude probíhat písemné prověřování znalostí z probraného učiva elektrotechniky. Jednalo se o studenty třetího ročníku a jejich studijním oborem byla elektronika. U druhého testování již studenti znali typy učebních úloh předem. Opět se jednalo o studenty třetího ročníku, kdy jejich studijním oborem byla elektronika, avšak jednalo se o jinou třídu, tedy jinou množinu studentů podrobených testování.

Studenti při řešení učebních úloh mohli používat psací potřeby a kalkulačky. Nepatrnou část (10 minut) vyučovací hodiny zabralo krátké vysvětlení a rozdání zadání. Čas na vyhotovení učebních úloh byla tedy necelá jedna vyučovací hodina, přibližně asi 35 minut čistého času. U první učební úlohy (pouze u prvního testování) byla záměrně v zadání použita didaktická chyba, aby bylo vidět, jestli žáci úlohám rozumí a budou na tuto chybu reagovat. Jakmile jsem učební úlohy rozdal a studenti začali vypracovávat, se

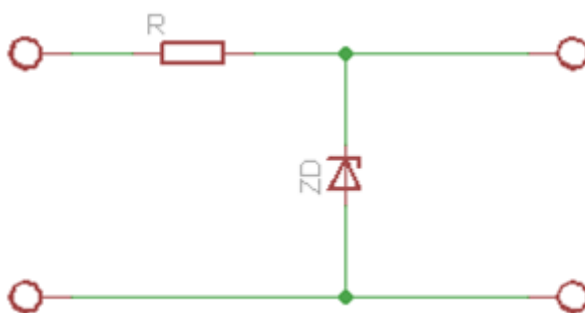
hned přihlásilo několik studentů a chybu odhalili. Chyběly uzly a svorky v obvodu. Tuto chybu můžeme vidět v přílohách u učební úlohy č. 1 z prvního testování. Studenti v průběhu testu měli drobné dotazy, které jsem zodpověděl buď já, nebo jejich učitel. Původně jsem měl navržený k testování čtyři učební úlohy, avšak ze zkušeností z prvního testování, kdy jsem tuto učební úlohu z hodnocení vyloučil z důvodu objektivity, jsem již v rámci druhého testování studentům k řešení nepředkládal.

7.1. Učební úloha č. 1

Učební úloha č. 1 se zabývá stabilizátorem se Zenerovou diodou. Zapojení bylo navrhováno tak, aby bylo jednoduché a srozumitelné pro všechny žáky. Tato učební úloha byla vybrána z důvodu, že se jedná o běžné zapojení stabilizátoru.

Stabilizátor se Zenerovou diodou:

$$U_1 = 15V \quad U_{z\min} = 8,8V \quad U_{z\max} = 9,4V \quad P_{z\max} = 0,5W$$



$$U_{zds} = \frac{U_{z\max} + U_{z\min}}{2} = \frac{8,8V + 9,4V}{2} = 9,1V$$

$$I_{z\max} = \frac{P_{z\max}}{U_{z\max}} = \frac{500\text{ mW}}{9,4V} = 53,2\text{ mA}$$

$$I_z = 50\text{ mA} \pm 20\text{ mA}$$

$$I_{zds} = 25\text{ mA}$$

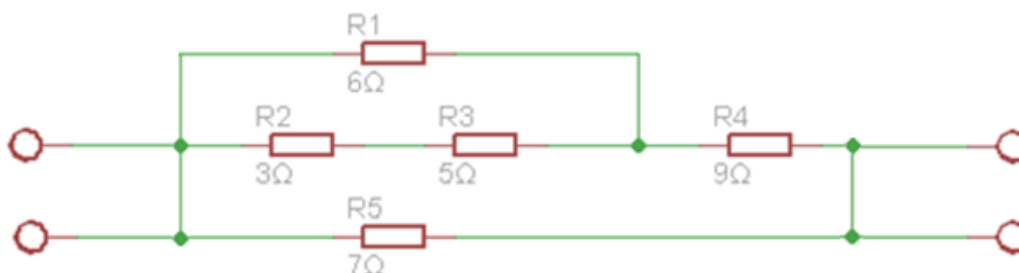
$$R = \frac{15V - 9,1V}{50\text{ mA} + 29,1\text{ mA}} = 74,5\ \Omega$$

7.2. Učební úloha č. 2

Učební úloha č. 2 se zabývá sčítáním rezistorů sériově a paralelně. Je to jedna z nejjednoduchších úloh v elektrotechnice. Rezistory jsou pasivní prvky a nejčastěji se do obvodu používají pro snižování napětí.

Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 3 \, \Omega + 5 \, \Omega = 8 \, \Omega$$

$$R_{23,1} = \frac{R_1 * R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{6 \, \Omega * 8 \, \Omega}{6 \, \Omega + 8 \, \Omega} = 3,43 \, \Omega$$

$$R_{231,4} = R_{231} + R_4 = 3,43 \, \Omega + 9 \, \Omega = 12,43 \, \Omega$$

$$R = \frac{R_{2314} * R_5}{R_{2314} + R_5} = \frac{12,43 \, \Omega * 7 \, \Omega}{12,43 \, \Omega + 7 \, \Omega} = 4,48 \, \Omega$$

7.3. Učební úloha č. 3

Učební úloha č. 3 se zabývá rezonančním obvodem. Volil jsem zapojení sériové, protože je jednodušší než paralelní. Jestliže dosáhneme rezonanční frekvence v tomhle obvodu, stav se nazývá rezonance. Při rezonanční frekvenci se u sériového obvodu zvětší proud.

Rezonanční sériový obvod



$$f_0 = 1,59 \text{ Mhz} \quad f = 1,57 \text{ Mhz}$$

$$\omega L = 2 * \pi * f * L = 2 * \pi * 1,57 \text{ Mhz} * 10 \mu\text{H} = 98,64 \Omega$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 * \pi * f * C} = \frac{1}{2 * \pi * 1,57 \text{ Mhz} * 1 \text{ nF}} = 101,37 \Omega$$

$$Z = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = 10\,000 \Omega + j(98,64 - 101,37) = (10\,000 - j\,2,73) \Omega$$

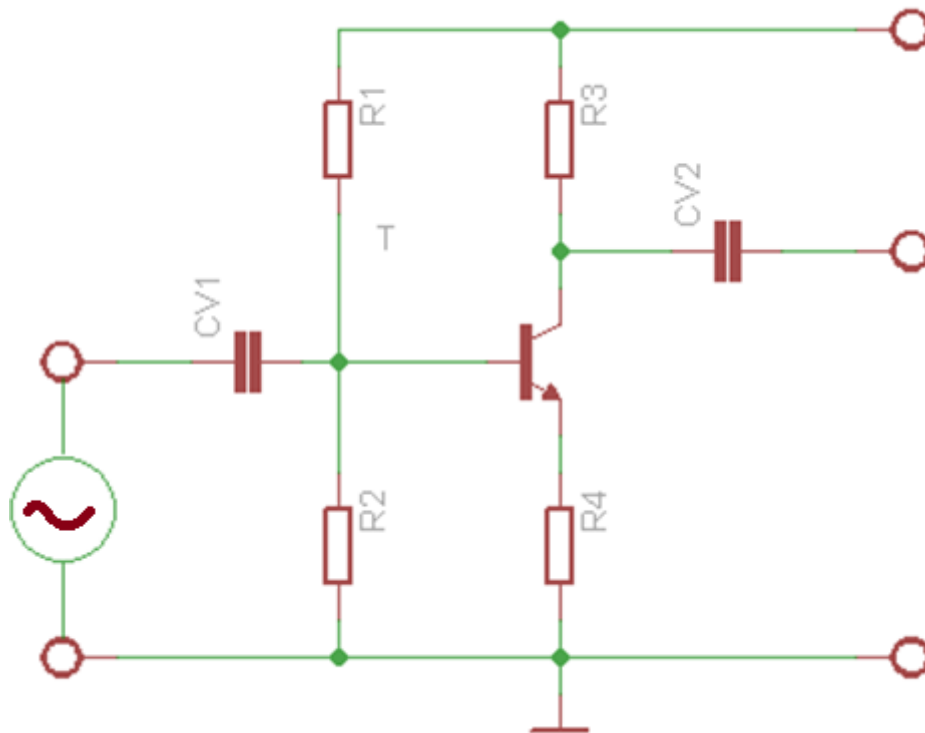
$$|Z| = \sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2} = \sqrt{10\,000^2 + 2,73^2} = \sqrt{100000000 + 7,45} = 10000,00037 \Omega$$

$$\varphi = \arctg \frac{\text{Im}}{\text{Re}} = \arctg \frac{-2,73}{10000} = \arctg -0,273 * 10^{-4} = -0,015^\circ$$

7.4. Učební úloha č. 4

Tranzistorový zesilovač SE

$U_{CC} = 24 \text{ V}$ $I_C = 1,5 \text{ mA}$ $h_{21E} = 400$ $U_{RE} = 0,15 \text{ V}$ $U_{BE0} = 0,7 \text{ V}$



$$I_B = \frac{I_C}{h_{21E}} = \frac{1,5}{400} = 0,003 \text{ mA}$$

$$I = 0,03 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{U_{CC} - U_{R2}}{I_B} = \frac{23,15}{0,03} = 771 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_{BE0} + U_{RE}}{I_B} = \frac{0,85}{0,03} = 28 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = \frac{\frac{1}{2} U_{CC}}{I_C} = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = \frac{U_{RE}}{I_C} = \frac{0,15}{1,5} = 0,1 \text{ k}\Omega$$

8. První praktické ověřování navržených učebních úloh

Prvního testování se zúčastnilo 24 studentů. Pro vyhodnocení, jak studenti vyřešili učební úlohy, jsem stanovil následující kritéria (platné pro první i druhé testování):

- pokud více jak 50 % studentů obdrželo hodnotící známku 1 nebo 2 = výsledky vynikající,
- pokud více jak 50 % studentů obdrželo hodnotící známku 4 nebo 5 = výsledky nevyhovující,
- v ostatních případech = výsledky vyhovující.

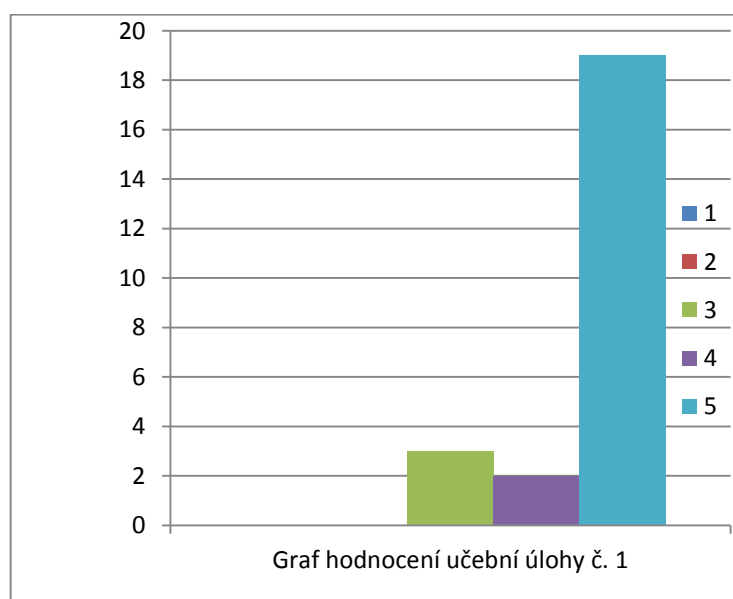
8.1. Hodnocení učební úlohy č. 1

Při hodnocení všech učebních úloh u obou testování jsem postupoval stejným způsobem, a to: Postup každé učební úlohy jsem důkladně vyhodnotil a přidělil známku hodnocení v rozmezí jedna až pět. Hodnocení jedna je hodnocení nejlepší.

Tabulka s hodnocením:

Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	0	0	3	2	19

Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 1 stabilizátoru se Zenerovou diodou. Z vyhodnocení je zřejmé, že z celkového počtu 24 studentů je 21 studentů s hodnocením 4 nebo 5, což je 87,5 % studentů, tudíž jsou výsledky zcela nevyhovující, protože hodnotící známky 4 nebo 5 obdržely více než tři čtvrtiny studentů. Z uvedeného vyplývá, že tuto učební úlohu převážná většina studentů nezvládla.



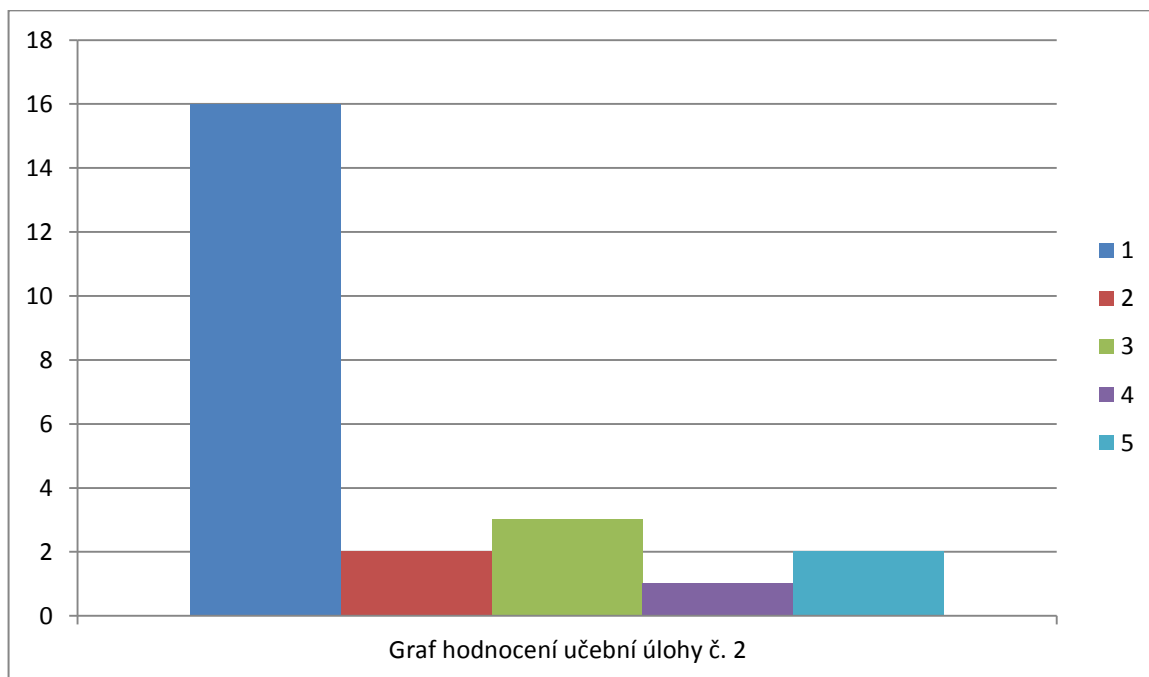
Tato učební úloha se moc neosvědčila. Kdyby studenti věděli, že budou počítat zrovna tenhle typ příkladu, tak by se mohli připravit a hodnocení by mohlo dopadnout lépe.

8.2. Hodnocení učební úlohy č. 2

Tabulka s hodnocením:

Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	16	2	3	1	2

Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 2 sérioparalelní zapojení rezistorů. Z vyhodnocení je zřejmé, že z celkového počtu 24 studentů je 18 studentů s hodnocením 1 nebo 2, což je 75 % studentů, tudíž jsou výsledky vynikající. Hodnotící známku 1 nebo 2 obdržely tři čtvrtiny studentů, což můžeme hodnotit, že tato učební úloha byla zvládnuta velice dobře.



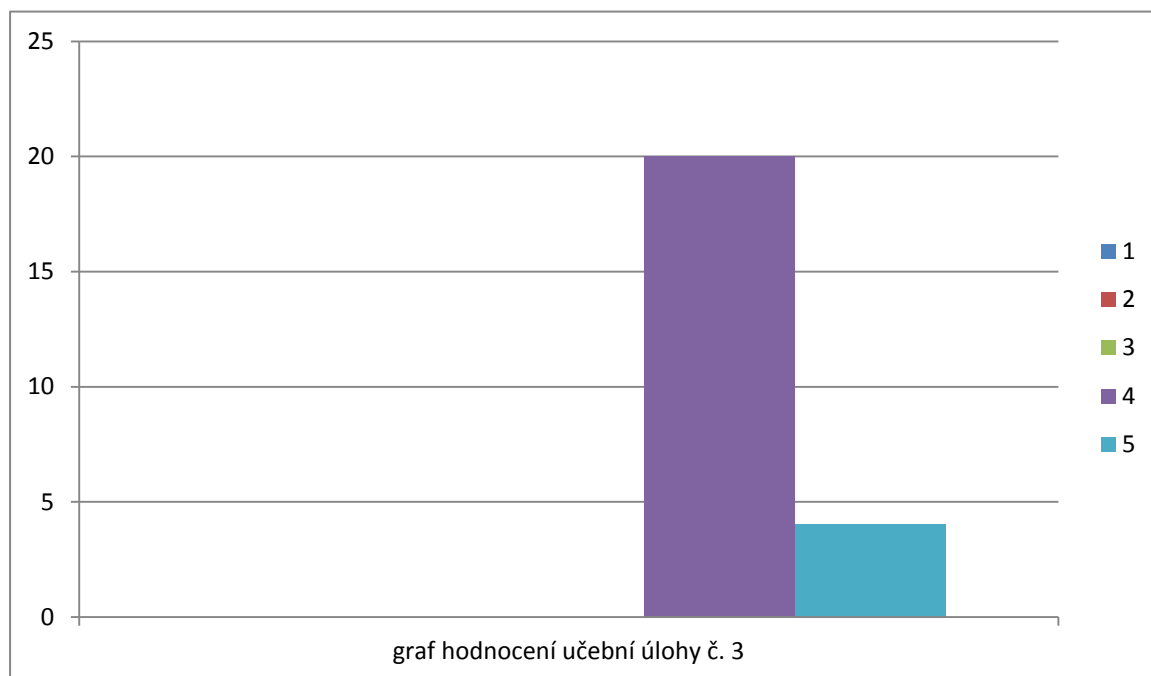
S učební úlohou č. 2 sérioparalelním zapojením rezistorů si studenti poradili velmi dobře. Příklad zcela bez chyby vyřešilo 71 % studentů a zbytek studentů věděli jak postupovat, ale ve výpočtu udělali drobnou chybu a tím dospěli ke špatnému konečnému výsledku.

8.3. Hodnocení učební úlohy č. 3

Tabulka s hodnocením:

Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	0	0	0	20	4

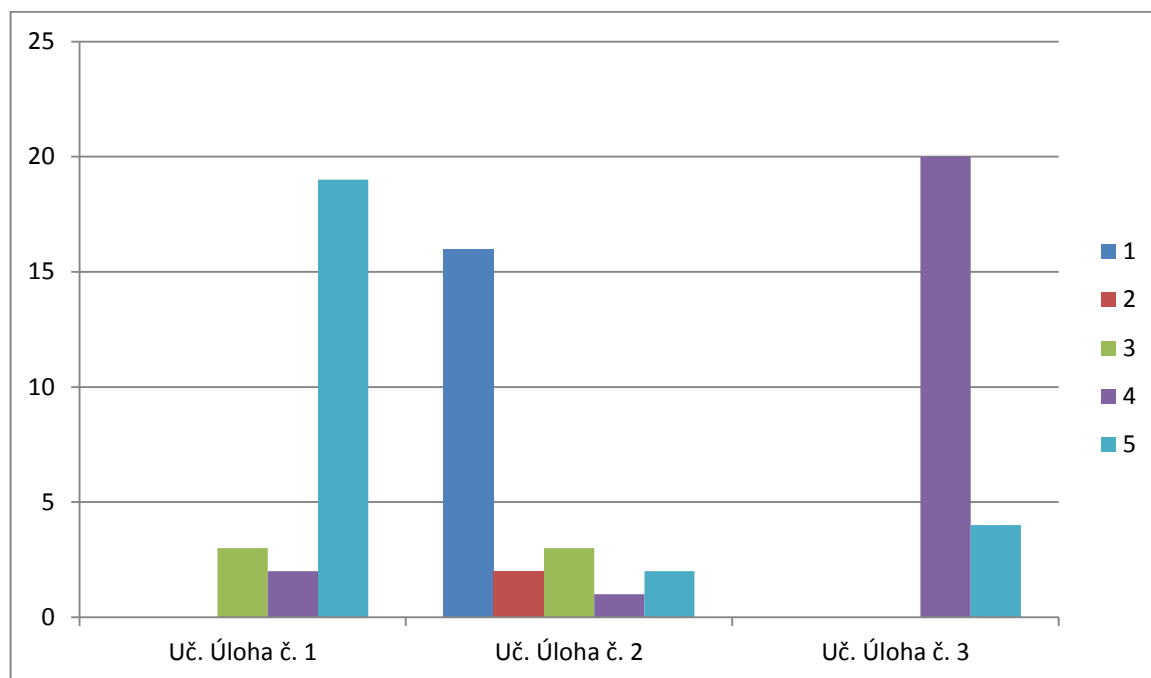
Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 3 sériovým rezonančním obvodem RLC. Z vyhodnocení vyplývá, že z celkového počtu 24 studentů jsou všichni studenti s hodnocením 4 nebo 5, což je 100 % studentů, kteří neuspěli. K tomuto můžeme uvést, že tato učební látka způsobuje studentům velké problémy.



Učební úloha č. 3, sériový rezonanční obvod byl pro studenty obtížný. Vůbec nic nespočítali 4 studenti a 20 studentů spočítalo jen ωL a $\frac{1}{\omega C}$. Celou učební úlohu bohužel nespočítal ani jeden.

Z testů je zřejmé, že i druhou část učební úlohy studenti začali vypracovávat, ale ne správným postupem. Z tohoto zjištění vyplývá, že to nebylo způsobeno nedostatkem času. Jak uvádí Chráska ve své publikaci (14, s. 54), je potřeba věnovat zvýšenou pozornost úlohám, ve kterých vynechalo odpověď 30 – 40 % studentů. Z našeho hodnocení vyplývá, že procento neúspěchu je vyšší, proto je potřeba věnovat těmto typům úloh vysokou pozornost.

8.4 Celkové hodnocení prvního ověřování



Náročnost učebních úloh by se dala seřadit podle náročnosti od nejjednodušší po nejsložitější takto: učební úloha č. 2, učební úloha č. 1, učební úloha č. 3 a učební úloha č. 4. Dle vyhodnocení vypočítaných příkladů od studentů je následující: nejlépe si studenti poradili s výpočtem učební úlohy č. 2, potom s učební úlohou č. 3 a nakonec s učební úlohou č. 1. V případě, že bych vyhodnocoval výpočet celého zadání učební úlohy č. 3, pak je zřejmé, že byl pro studenty nejtěžší. Učební úlohu č. 4 nemůžu do svého hodnocení započítávat, protože nebyl spočítán z časových důvodů, nebylo by proto objektivní posuzovat složitost tohoto příkladu pro můj výsledek.

Z výsledků, které jsem dostal z mého testování, můžeme vidět, že se studenti nepřipravují z hodiny na hodiny a učivo, které bylo probráno dříve, si již moc nepamatují a potřebovali by si ho oživit. Možná, že kdyby studenti dopředu znali konkrétní učební úlohy nebo alespoň typy úloh, které měli vypočítat, výsledek by mohl být pozitivnější.

9. Druhé praktické ověřování navržených učebních úloh

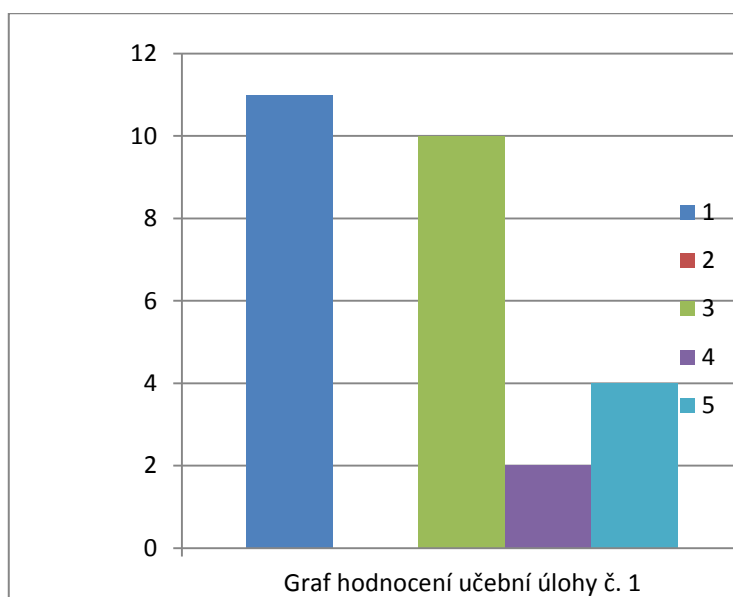
Druhého testování se zúčastnilo 27 studentů.

9.1. Hodnocení učební úlohy č. 1

Tabulka s hodnocením:

Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	11	0	10	2	4

Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 1 stabilizátoru se Zenerovou diodou. Z vyhodnocení je zřejmé, že z celkového počtu 27 studentů je méně než 50 % s hodnocením 1 nebo 2 a zároveň méně než 50 % s hodnocením 4 nebo 5. Proto lze řešení této učební úlohy vyhodnotit jako vyhovující. Jak je vidět, druhé testování dopadlo podstatně lépe. Stav hodnocení se změnil z nevyhovujícího na vyhovující, což je způsobeno tím, že studenti znali typ učebních úloh.



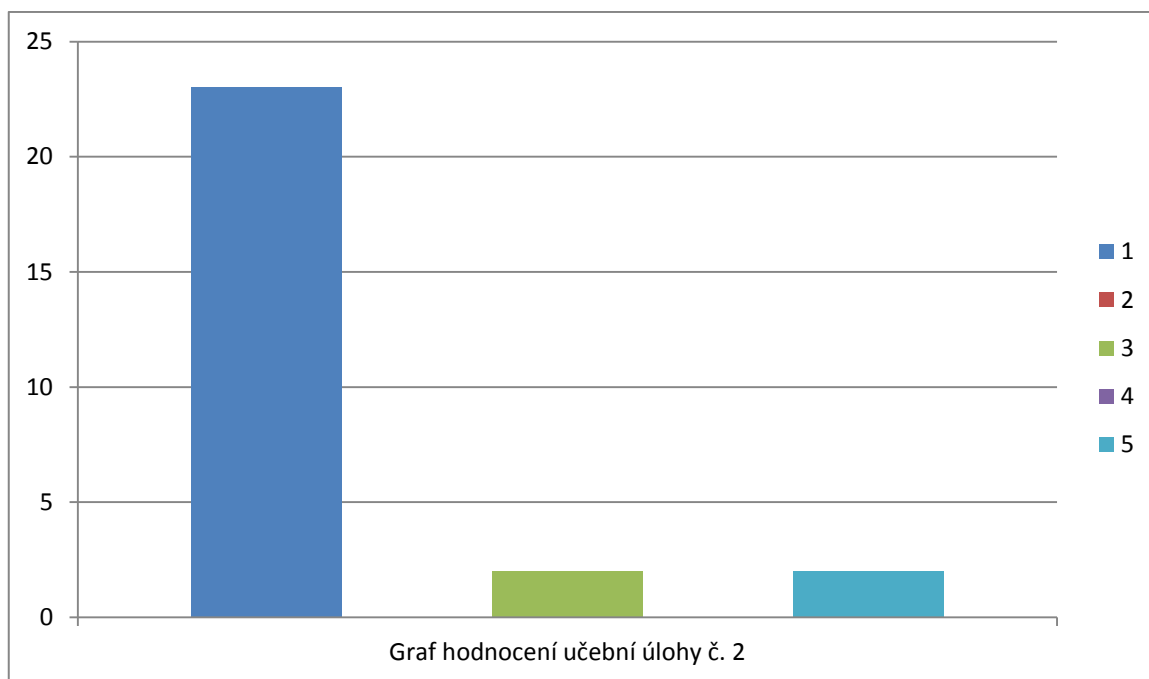
Studenti věděli, jak mají postupovat při řešení učební úlohy. Ke správnému výsledku a bezchybnému postupu dospělo 11 studentů. Polovinu učební úlohy spočítalo 11 studentů. Studenti věděli jak začít, ale následně nevěděli jak pokračovat, je možné že neznali vztahy potřebné k vyřešení učební úlohy. Pouze 4 studenti si vůbec nevzpomněli na žádný vztah a nespočítali vůbec nic. Jedna skupina studentů dělala chybu v dosazení do vztahu a vyšel jim poté špatný výsledek, druhá skupina nevěděla jak pokračovat, proto v počítání nepokračovala.

9.2. Hodnocení učební úlohy č. 2

Tabulka s hodnocením:

Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	23	0	2	0	2

Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 2 sérioparalelní zapojení rezistorů. Z vyhodnocení vyplývá, že z celkového počtu 27 studentů je 23 studentů s hodnocením 1, což je asi 85 %. Výsledky hodnotím jako vynikající. I u této učební úlohy je vidět, že i tady se hodnocení oproti prvnímu testování zlepšilo.

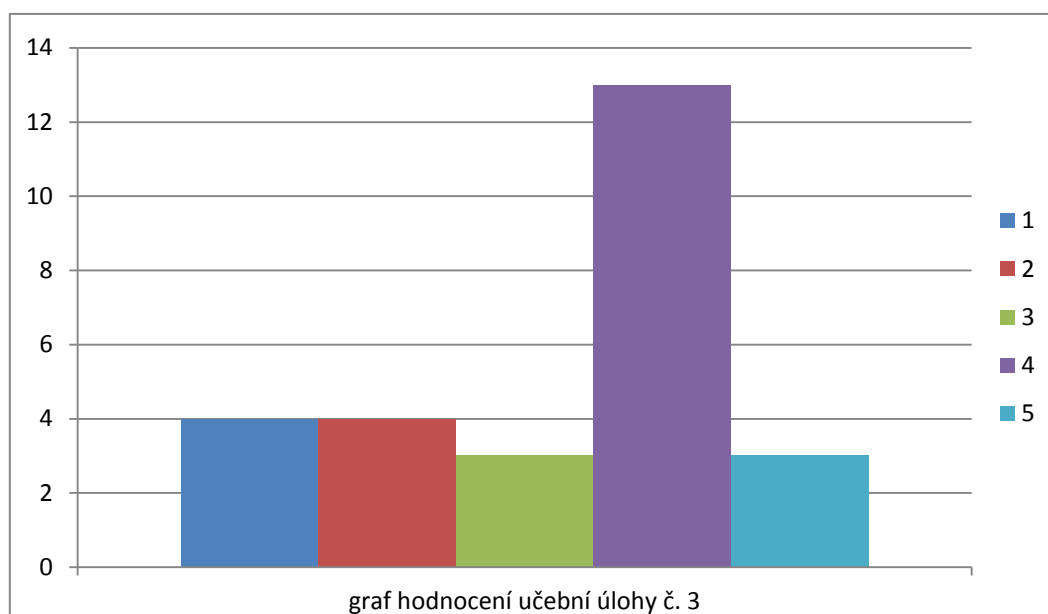


Studenti neměli problém dospět ke správnému výsledku u učební úlohy č. 2. Ovšem bylo zde i pár výjimek, kde 2 studenti spočítali polovinu příkladu, a 2 studenti nespočítali nic. Tahle učební úloha by se dala také použít do didaktického testu rychlosti, kdy se hodnotí rychlost vyřešení úlohy.

9.3. Hodnocení učební úlohy č. 3

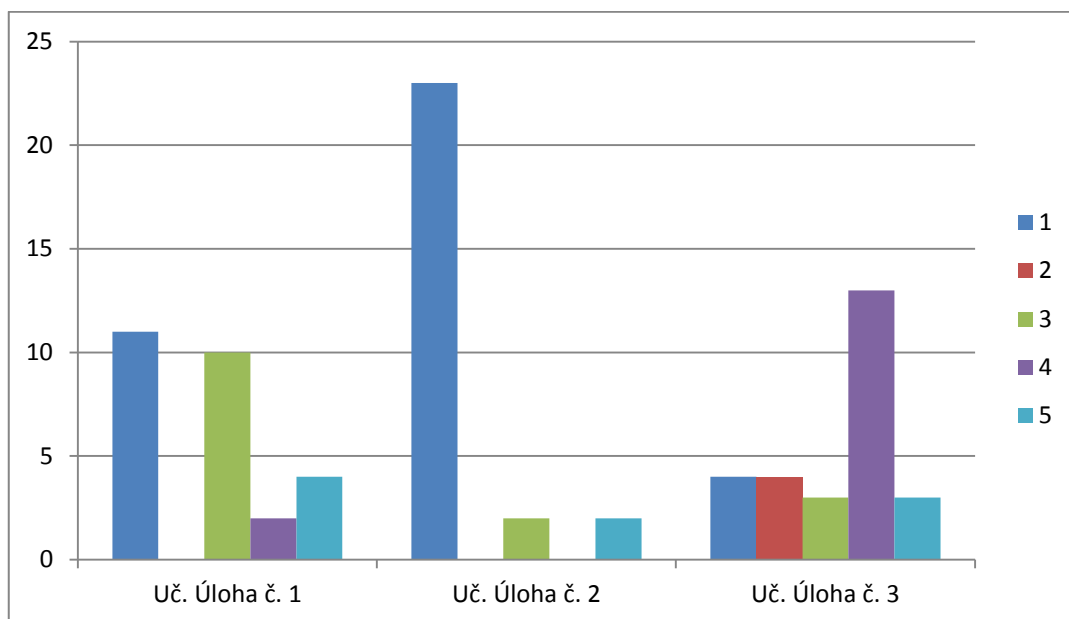
Hodnocení	1	2	3	4	5
Četnost hodnocení	4	4	3	13	3

Z tabulky vidíme hodnocení učební úlohy č. 3 sériovým rezonančním obvodem RLC. Z vyhodnocení je zřejmé, že z celkového počtu 27 studentů je 16 studentů s hodnocením 4 nebo 5, což je asi 59 %. Výsledky jsou nevyhovující, i když oproti prvnímu testování je zde vidět zlepšení. Procento studentů s hodnocením 4 nebo 5 se z hodnoty 87,5 % snížilo na hodnotu 59 %.



Učební úloha č. 3 měla sice lepší výsledky než v prvním testování, avšak byly očekávány lepší výsledky. U prvního testování byly pouze „známky“ 5 a 4. U druhého se objevili i lepší známky, ale bohužel opět převládala „známka“ 4. Většina žáků spočítala dobře část úlohy a to konkrétně ωL a $\frac{1}{\omega C}$. Studenti měli problém s dosazováním, kdy místo 10 k Ω dosazovali hodnotu 10 Ω . Snaha o vyřešení příkladu byla, ale bohužel dosazením špatné hodnoty se hodně studentů nedopracovalo ke správnému výsledku.

9.4 Celkové hodnocení druhého testování



Náročnost učebních úloh by se dala seřadit podle náročnosti od nejjednodušší po nejsložitější takto: učební úloha č. 2, učební úloha č. 1, učební úloha č. 3. Dle vyhodnocení vypočítaných úloh od studentů je následující: nejlépe si studenti poradili s řešením učební úlohy č. 2, potom s učební úlohou č. 1 a nakonec s učební úlohou č. 3.

Výsledky druhého testování dopadly lépe než výsledky v prvním, je vidět, že došlo k podstatnému zlepšení, když studenti znali typy učebních úloh. Avšak řešení učební úlohy č. 3 je nevyhovující i po druhém testování, což by mělo sloužit jako zpětná vazba pro učitele k přizpůsobení výuky v daném předmětu.

Z uvedeného tedy vyplývá, že opakování a více času na procvičování je potřeba. Vhodné by bylo vytvořit soubor úloh, který by obsahoval učební úlohy na procvičování témat, které by vycházely z konkrétní probírané látky ve výuce. Tento soubor úloh by měl obsahovat i ukázkové příklady s konkrétním postupem výpočtu a podrobným komentářem, aby si studenti ještě více „osahali“ probíranou látku. Dále by součástí souboru úloh mělo být dostatečné množství zadání úloh z elektrotechniky k procvičování a na závěr by měl soubor úloh obsahovat i výsledky (v případě nutnosti i řešení) jednotlivých úloh, a to z důvodu, aby si studenti mohli ověřit správnost výpočtu. Vhodné by také bylo studenty motivovat, aby měli zájem o výuku a učební úlohy procvičovali ve svém volném čase v rámci domácí přípravy na vyučování.

Předložené učební úlohy k výpočtu studentům by se daly charakterizovat jako test ověřující, neboť cílem bylo testovat úroveň vědomostí studentů z konkrétních učebních úloh, a to se zaměřením, jak vybrané vzorky studentů zvládly tyto učební úlohy. U vyhodnocení nebyly srovnávány výkony jednotlivých studentů. U učebních úloh byl použit intuitivní přístup ke klasifikaci a to z důvodu, že výsledky učebních úloh sloužily pouze pro ověření úrovně vědomostí studentů. Protože tato klasifikace neslouží k hodnocení výsledků studenta, proto i případné subjektivní vlivy nemají vliv na výsledek didaktického testu.

Závěr

Cílem práce bylo navrhnout a otestovat soubor učebních úloh z elektrotechniky. Navržené učební úlohy byly testovány ve dvou etapách. Obě etapy proběhly se žáky 3. ročníku s tím rozdílem, že v první etapě studenti předem nevěděli, jaké typy úloh budou řešit. V druhé etapě studenti předem znali typy úloh. Při porovnávání výsledků z prvního testování a druhého testování je vidět zlepšení, které je způsobeno tím, že v prvním případě testování nebyly známy typy úloh a v druhém testování typy úloh byly známy. Jestliže si příklady seřadíme podle náročnosti nejjednodušší je učební úloha č. 2, následuje učební úloha č. 1 a nejnáročnější učební úloha č. 3. Jako nejjednodušší učební úloha podle výsledků, které vyšly z prvního testování, je učební úloha č. 2, poté úloha č. 3 a nejméně vyřešili studenti úlohu č. 1. V druhé etapě testování vidíme, že pro žáky opět nejjednodušší byla úloha č. 1, ale na rozdíl od první etapy více studentů vyřešilo úlohu č. 1 a nejnáročnější podle výsledků byla úloha č. 3. Práce by se také dala určitě rozšířit ať už o více učebních úloh, více typů učebních úloh, nebo o větší počet studentů, kteří budou tyto učební úlohy vypracovávat.

Jméno a příjmení:	Ondřej Kalabis
Katedra:	Pedagogická
Vedoucí práce:	doc. PhDr. PaedDr. Jiří Dostál, Ph.D.
Rok obhajoby:	2018

Název práce:	Návrh a testování souboru učebních úloh z elektrotechniky
Název v angličtině:	Design and Testing of Electrical Engineering Task File
Anotace práce:	Teoretická část se zabývá učebními činnostmi, učebními úlohami, druhy didaktických testů, klasifikací a teorií potřebnou k praktické části. V praktické části jsou navrženy učební úlohy. Následně vyhodnocení navržených učebních úloh a vyhodnocení, jak testování úloh dopadlo.
Klíčová slova:	Učební úlohy, didaktický test, učební činnosti, elektrotechnika, klasifikace.
Anotace v angličtině:	The theoretical part deals with teaching activities, teaching tasks, types of didactic tests, classifications and theory necessary for the practical part. The practical part is designed for learning tasks. Subsequently, the evaluation of the proposed learning tasks and the evaluation of how the task tests were done.
Klíčová slova v angličtině:	Learning tasks, didactic test, learning activities, electrotechnics, classification.
Přílohy vázané v práci:	Vyhodnocené učební úlohy.
Rozsah práce:	50
Jazyk práce:	čeština

Seznam použité literatury

1. PRŮCHA, Jan, WALTEROVÁ, Eliška, MAREŠ Jiří. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 1995. ISBN 80-7178-029-4.
2. NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80 – 7041 – 230 – 5.
3. *Cermat: Didaktické testy* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <http://www.cermat.cz/didakticke-testy-1404034141.html>.
4. *Tzb - info: Pojem elektrotechnika* [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/3803-zaklady-elektrotechniky-i>.
5. LINHART, Josef. *Základy psychologie učení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. ISBN 14-402-82.
6. PÝCHOVÁ, Iva. *Ke struktuře motivace učební činnosti žáků*. Gymnázium Ostrava 1.
7. TOLLINGEROVÁ, Dana a kolektiv. *K teorii učebních činností*. Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1986. ISBN 14 – 389 – 87.
8. ČÁBALOVÁ, Dagmar. *Pedagogika*. Praha: Grada publishing, 2011. ISBN 978-80-247-2993-0.
9. NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80 – 7041 – 230 – 5.
10. Švec, V., Filová, H., Šimoník, O. *Praktikum didaktických dovedností*. Brno 1996. ISBN 80-210-1365-6.
11. NETUŠILOVÁ, Miloslava, *Učební úlohy z fyzické geografie ve výuce zeměpisu na ZŠ*, Brno: Diplomová práce, 2008.

12. HELUS, Zdeněk, HRABAL, Vladimír, KULIČ, Václav, MAREŠ, Jiří. *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. ISBN 14-722-79
13. VYCHODILOVÁ, Jana, *Taxonomie učebních úloh v hodinách českého jazyka pro 4. ročník základní školy*, Masarykova univerzita Brno: Diplomová práce, 2008.
14. SCHINDLER, Radek a kolektiv. *Rukověť autora testových úloh*. Praha. 2006. ISBN 80-239-7111-5.
15. CHRÁSKA, Miroslav. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999. ISBN 80 – 85931 – 68 – 0.
16. KALHOUS, Zdeněk, OBST, Otto. *Školní didaktika*. Olomouc. 2000. ISBN 80-7067-920-4.
17. Kolektiv autorů. *Hodnocení výsledků vzdělávání – Teoretická část*. Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7368-392-4.
18. JEŘÁBEK, Ondřej a BÍLEK, Martin. *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2494-1.
19. KONÍČEK, Libor, MALČÍK, Martin, MAŤAŠEJE, Helena, MAZUROVÁ, Veronika. *Evaluace výsledků vzdělávání*. Ostravská univerzita v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7368-292-7.
20. MALÝ, Karel. *Elektrotechnika*. Praha: ČVUT, 2011. ISBN 978 – 80 – 01 04866 – 5.
21. ČECH, Michal. *Základní elektronické obvody – realizace simulačních obvodů*. Masarykova univerzita Brno: diplomová práce: 2009.

22. KRŮŽELA, Miroslav. *Stabilizátory napětí a jejich řešení*. Zlín, 2008. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky.
23. *Elektro tzb - info* [online]. [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/3822-zaklady-elektrotechniky-ii>
24. *Elektross: fázový diagram RLC* [online]. 2004 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://elektross.gjn.cz/sesit/sesit11.html>
25. BLAHOVEC, Antonín. *Elektrotechnika III*. Praha: Informatorium, 2015. ISBN 978 – 80 – 7333 – 116 – 0.
26. WOJNAR, Jiří. *Základy Elektrotechniky*. Brno: Tribun EU, 2013. ISBN 978 – 80 – 263 – 0395 – 4.
27. *Moryst: Tranzistorový zesilovač* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z: <http://moryst.sweb.cz/elt2/stranky1/elt020.htm>.
28. *Sstzr: elektrotechnika* [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://web.sstzr.cz/download/cat1/elektrotechnika/elektrotechnika1.pdf>
29. ŘEŠÁTKO, Miloš. *Didaktické testy ve školní praxi*. Praha, 1975. ISBN 301-02-45.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Druhy didaktických testů

Tabulka 2 - Klasifikace podle procenta správně vyřešených úloh

Tabulka 3 - Doporučovaná rozdělení klasifikačních stupňů

Seznam příloh z prvního testování

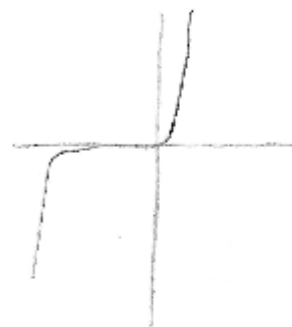
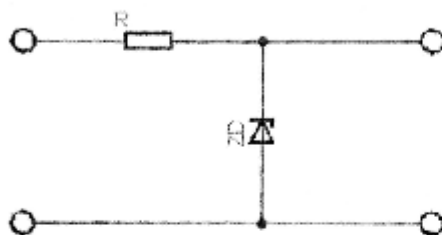
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3

Obor: ELEKTROTECHNIKA

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

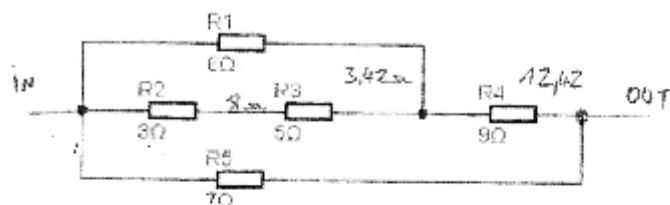
$U_1 = 15V$ $U_{zd-In} = 8,8V$ $U_{zd-max} = 9,1V$ $P_{zd-max} = 0,5W$ $I_2 = 50mA + 20mA$ $I_Z = 5mA$



X (5)

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{2,3} = 3 + 5 = 8 \Omega$$

$$R_{\text{celk}} = 4,48 \Omega$$

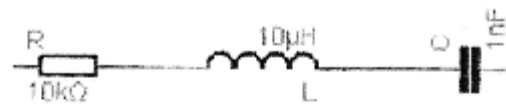
$$R_{1,1} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = 3,42 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = 3,42 + 9 = 12,42 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4,5} = \frac{12,42 \cdot 7}{12,42 + 7} = 4,47 \Omega$$



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ ,

X
(5)

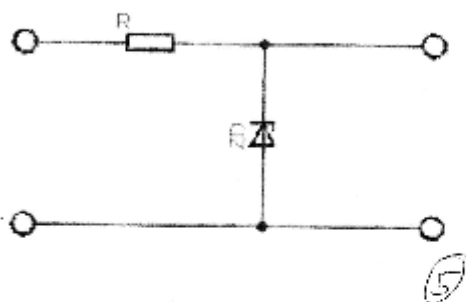
Škola: VOŠ A SPŠE Olomouc

Ročník: 3

Obor: IT Počítačové systémy (elektro)

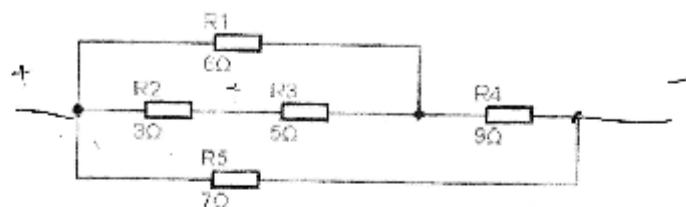
1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{\text{zomin}} = 8,8V$ $U_{\text{zimax}} = 9,4V$ $P_{\text{zimax}} = 0,5W$



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



~~$$R_2 = 8$$~~

~~$$R_{TS} = \frac{6 \cdot 8}{14} = \frac{48}{14} = 3,42$$~~

~~$$R_{BTS} = \frac{3,42 \cdot 7}{10,42} = 2,29$$~~

~~$$R_{cl} = 11,29 \Omega$$~~

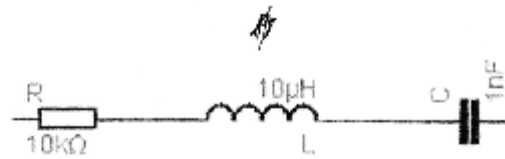
~~$$R_{1,2,3} = 3,42 \Omega$$~~

$$R_{1,2,3,4} = 12,42$$

$$R_{cl} = 4,47 \Omega \quad \checkmark$$

①

3) Rezonanční sériový obvod

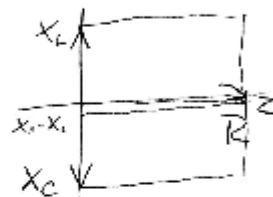


$$R = 10 \text{ k}\Omega \quad L = 10 \mu\text{H} \quad C = 1 \text{ nF}$$

~~10 = 1.57 MHz~~ $f = 1.57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$X_L = 2\pi fL = 98,64 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = 101,37 \Omega \quad \checkmark$$



$$|Z| = \sqrt{X_L^2 + X_C^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{R}{X_L - X_C}$$

$$Z = 141,44 \Omega$$

$$\varphi = 89^\circ 59' 3,69''$$

$$Z = 141,44 e^{j 89^\circ 59' 3,69''} \Omega$$

④

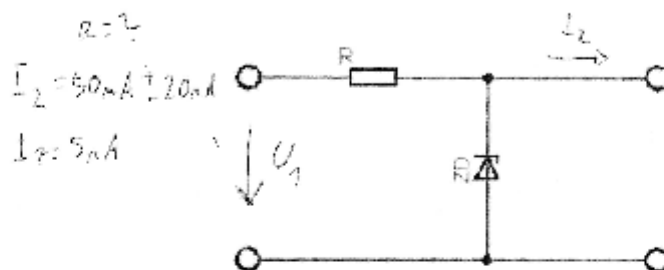
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3

Obor: Elektronika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$



$$R = \frac{U_{z1} - U_{z2}}{I_{z1} + I_{z2}}$$

$$R = \frac{9,1}{0,055}$$

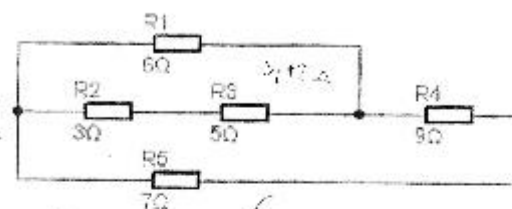
$$R = 165,45 \Omega$$

(5)



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



8Ω

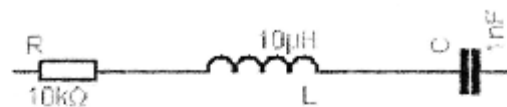
6Ω
8Ω
7Ω

2) $R = 4,47 \Omega$ ✓

$$\frac{12,5 + 28,7}{12,5 + 28,7}$$

1

3) Rezonanční sériový obvod



~~10~~ $f = 1,57 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$X_L = 2\pi f L = 98,646 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = 101,39 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{10000^2 + (-2,744,65)^2}$$

$$\varphi = 84^\circ 42'$$

X

4

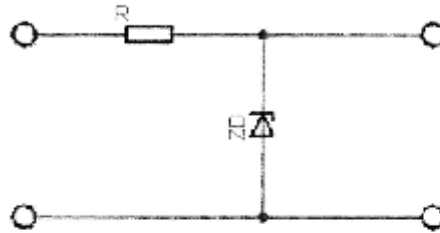
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3.

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_i = 15V$ $U_{z0min} = 8,8V$ $U_{z0max} = 9,4V$ $P_{z0max} = 0,5W$



$$I_2 = 50mA + 20mA$$

$$I_{z0max} = 5mA$$

$$R = \frac{U}{I_1}$$

$$I_{z0} \sim 30mA$$

$$P_{z0max} = U_{z0max} \cdot I_{z0max}$$

$$I_{z0max} = \frac{0,5}{9,4} = 53,2mA \checkmark$$

(4)

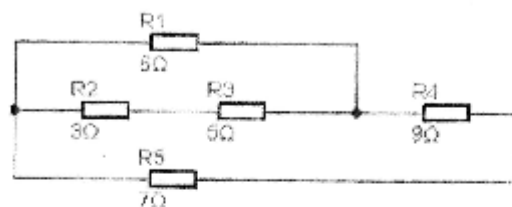
$$I_1 = I_2 + I_{z0} = 50 + 30 = 80mA$$

$$R = \frac{U}{I_1} = \frac{15}{80 \cdot 10^{-3}} = 187,5\Omega$$

X

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = 8\Omega$$

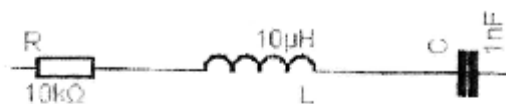
$$R_{123} = \frac{8 \cdot 6}{14} = 3,4\Omega$$

$$R_{1234} = 12,4$$

$$R = \frac{12,4 \cdot 7}{19,4} = \frac{87}{19,4} = 4,48\Omega$$



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ω , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,65 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,34 \Omega \quad \checkmark$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{R^2 + (101,34 - 98,65)^2} = \sqrt{10000^2 + 2,69^2} = 10000,00034 \Omega$$

$$|Z| = R + jX = 10000 + j2,42 = 10000 e^{j0}$$

$$\tan \varphi = \frac{X}{R} = \frac{2,42}{10000}$$

$$\varphi \approx 0^\circ$$

X

(4)

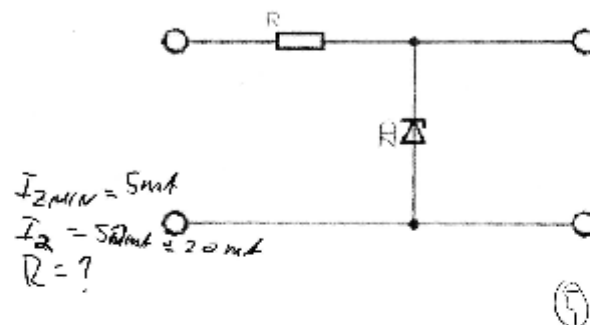
Škola: VOŠ A SPSF Olomouc

Ročník: 3.

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zd-in} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$



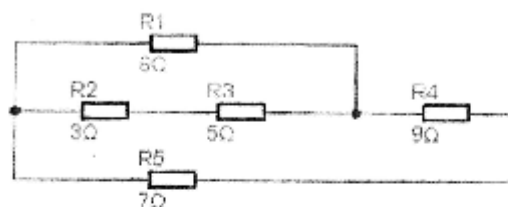
$$P = U \cdot I$$

$$0,5 = 9,4 \cdot I$$



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{\text{celk}} = \frac{R_2 + R_3 + R_4}{1}$$

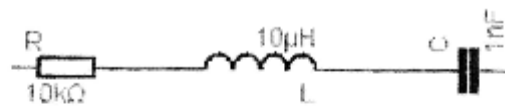
$$R_{\text{celk}} = 19,4 \Omega$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{8 \cdot 17}{8 + 17} = 3,4 \Omega \checkmark$$

(3)



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L \quad \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = 107,37 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{2\pi f C} = 2\pi f L \quad \omega L = 2\pi f L = 98,65 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{0,0098646} = 98$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 98$$

$$Z = 141,45 \quad \times$$

4

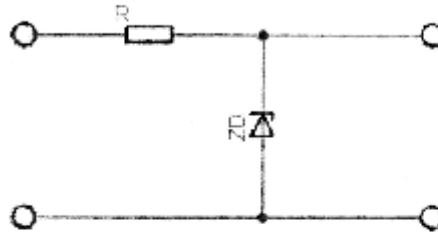
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Račník: 1.

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_i = 15V$ $U_{z\text{dmin}} = 8,8V$ $U_{z\text{dmax}} = 9,4V$ $P_{z\text{dmax}} = 0,5W$, $I_z = 50mA \pm 20mA$, $I_z = 5mA$



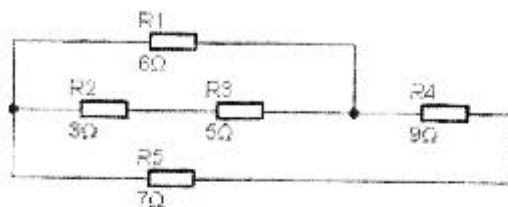
8/6

(1)



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R

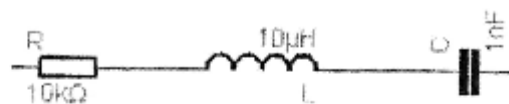


$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 3 \checkmark$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1,2 \times$$

4

3) Rezonanční sériový obvod



$$1.5708 \times 10^6 = 1570000$$

$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ ,

$$\omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 1570000 \cdot 0,0000100 = 98,59 \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9}} = 102 \checkmark$$

$$Z = \sqrt{98,59^2 + 102^2} = 141,8$$

$$\varphi =$$



Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

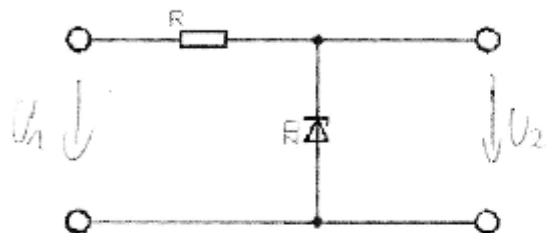
Ročník: 3

Obor: ELEKTROTECHNIKA

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$ $I_z = 50mA$ $I_{z0} = 10\mu A$ $I_z = 5mA$

$R = ?$



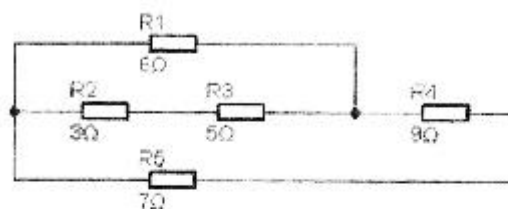
$$R = \frac{U}{I} = \frac{U_{zmax} - U_{zmin}}{I_z} = \frac{9,4V - 8,8V}{50 \cdot 10^{-3} A} = 120 \Omega$$

X

5

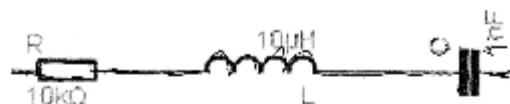
2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



X 5

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ .

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10\cdot 10^{-6} \cdot 10\cdot 10^{-9}}} \approx 1,592\text{MHz}$$

$$f = 1,57\text{MHz}$$

$$\omega L = ?$$

$$\frac{1}{\omega C} = ?$$

$$Z = ?$$

$$\varphi = ?$$

$$1) \omega L = 2\pi f L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10\cdot 10^{-6} = 98,65 \checkmark$$

$$2) \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10\cdot 10^{-9}} = 101,37 \checkmark$$

$$3) Z =$$



Škola: VOŠ A SPSF Olomouc

Ročník: 3. A

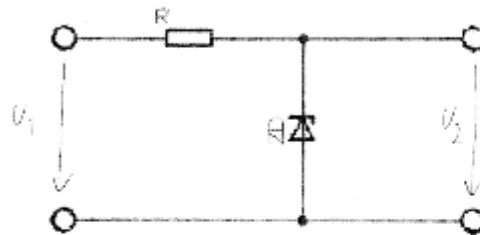
Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diódou

$U_1 = 15V$ $U_{z0min} = 8,8V$ $U_{z0max} = 9,4V$ $P_{z0max} = 0,5W$

$I_z = 50 \mu A \pm 20 \mu A$

$I_{zmin} = 3 \mu A$



$I_{zmax} = P/U = 5,3 \mu A$

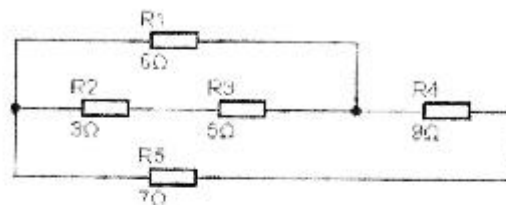
$R = \frac{U}{I} = 287 \Omega$



⑤

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = 8 \quad \checkmark$$

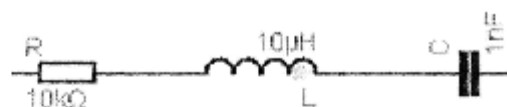
$$R_{23} = \frac{24}{3} \quad \checkmark$$

$$R_{133} = \frac{82}{3} \quad \checkmark$$

$$R_{\text{CELK}} = \frac{160}{50} = 3,22 \, \Omega \quad \times$$

$\frac{160}{50}$ (2)

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{Mhz}$ $f = 1,57\text{Mhz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .



$$\omega L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 98,65 \Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = 707,37 \Omega \quad \checkmark$$

$$Z =$$

X

4

Škola: VOŠ A SPŠE Olomouc

Ročník: 3A

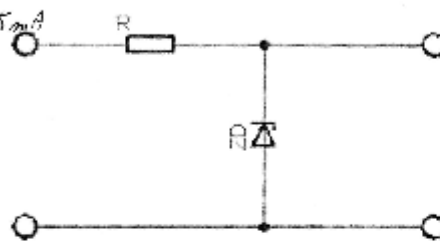
Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_i = 15V$ $U_{z\min} = 8,8V$ $U_{z\max} = 9,4V$ $P_{z\max} = 0,5W$

$$I_z = 50mA \pm 20mA$$

$$I_z = 5mA$$



$$U_{z0} = 0,6V$$

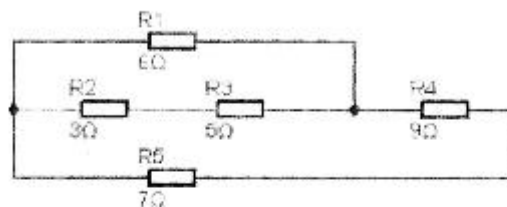
$$R = \frac{U_{z\max} - U_{z\min}}{I_z}$$

$$R_z = \frac{U_z}{I_z} = 120\Omega$$

(5)

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



~~$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2 \Omega$$~~

~~$$R_{1,2,3} = \frac{R_{1,2} \cdot R_3}{R_{1,2} + R_3} = \frac{2 \cdot 5}{2 + 5} = 1,43 \Omega$$~~

~~$$R_{1,2,3,4} = \frac{R_{1,2,3} \cdot R_4}{R_{1,2,3} + R_4} = \frac{1,43 \cdot 9}{1,43 + 9} = 1,243 \Omega$$~~

~~$$R_{1,2,3} = \frac{R_1 \cdot R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = 3,43 \Omega \checkmark$$~~

~~$$R_{1,2,3,4} = \frac{R_{1,2,3} \cdot R_4}{R_{1,2,3} + R_4} = \frac{3,43 \cdot 9}{3,43 + 9} = 2,75 \Omega$$~~

~~$$R_{1,2,3,4,5} = \frac{R_{1,2,3,4} \cdot R_5}{R_{1,2,3,4} + R_5} = \frac{2,75 \cdot 7}{2,75 + 7} = 1,943 \Omega$$~~

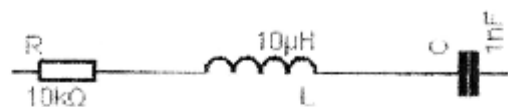
~~$$R_{1,2,3} + R_4 = 3,43 + 9 = 12,43 \Omega \checkmark$$~~

~~$$R_{1,2,3,4} + R_5 = 12,43 + 7 = 19,43 \Omega$$~~

X

2

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, ϕ .

$$\omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,54 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,60 \text{ } \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,54 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,42 \text{ } \checkmark$$

X (4)

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 5

Obor: Elektronika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,1V$ $P_{zmax} = 0,5W$ $I_z = 50mA \div 20mA$

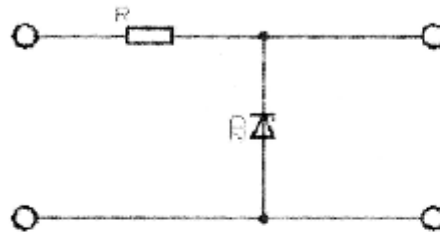
$I_z = 5mA$

$I_{zmin} = 30mA$

$I_{zmax} = 70mA$

$U_z = 9,1V$

$U_R = 5,9V$

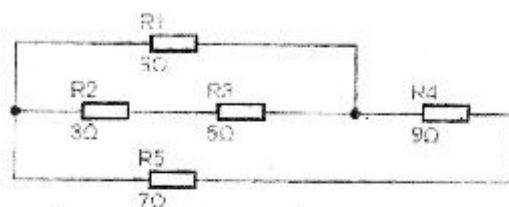


5

X

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_2 + R_3 = 8\Omega \quad \checkmark$$

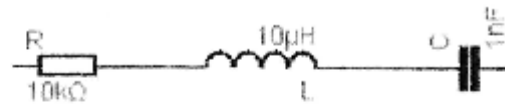
$$\frac{R_1 \cdot R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = \frac{48}{14} = 3,43\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{1,2,3} + R_4 + R_5 = \underline{\underline{19,43\Omega}}$$

③

X

3) Rezonanční sériový obvod



~~$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$~~ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ω , $\frac{1}{\text{mC}}$, Z , $[Z]$, φ ,

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = 101,4 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_L = 2\pi f \cdot L = 99 \Omega \quad \checkmark$$

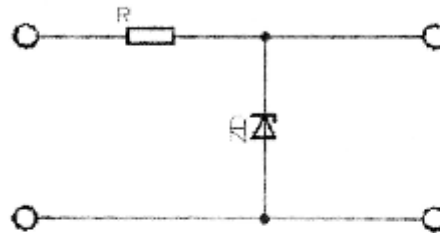
④

X

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$$U_1 = 15V \quad U_{zmin} = 8,8V \quad U_{zmax} = 9,4V \quad P_{zmax} = 0,5W$$

$$R = ? \quad I_z = 50mA \pm 20mA \quad I_z = 5mA$$



$$U_z = U_{zmax} - U_{zmin} = 0,6V$$

$$R_z = \frac{U_z}{I_z} = \frac{0,6}{0,005} = 120\Omega$$

$$I_1 = I_z \cdot R \quad I_1 = I_z - I_z = 45mA$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{15}{0,045} = 333,33\Omega$$

$$R = R_1 + R_z = 453,33\Omega$$

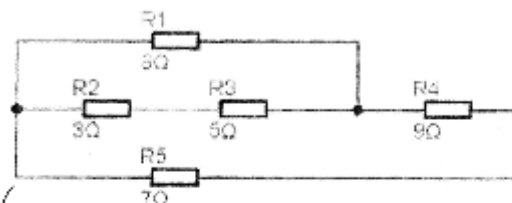
$$R = 453,33\Omega$$

(5)

$$R_z = 120\Omega$$

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 8\Omega \checkmark$$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{5 \cdot 8}{5 + 8} = \frac{40}{13} \approx 3,08\Omega \checkmark$$

$$R_{123} + R_4 = 22,43\Omega$$

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 22,43\Omega$$

$$R_A = 12,43\Omega$$

$$R_A = R = \frac{R_A + R_5}{R_A \cdot R_5} = \frac{12,43 + 7}{12,43 \cdot 7} = \frac{19,43}{87,01} \approx 0,223\Omega$$

$$R = \frac{R_A \cdot R_5}{R_A + R_5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = \frac{87,01}{19,43} \approx 4,48\Omega$$

$$R = 4,48\Omega$$

$$R_{23} = 8\Omega$$

$$R_{123} = 12,43\Omega \quad R_A = 12,43\Omega$$

$$R_{15} = R_4 + R_5 = 16\Omega$$

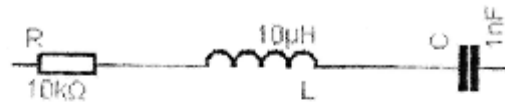
$$R = \frac{R_A \cdot R_{15}}{R_A + R_{15}} = \frac{12,43 \cdot 16}{12,43 + 16} = \frac{198,88}{28,43} \approx 6,99\Omega$$

$$R = R_4 + R_{123} + R_5 = 19,43$$

$$R = 19,43\Omega$$

X (3)

3) Rezonanční sériový obvod



~~10 = 1,59Mhz~~ $f = 1,57\text{Mhz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ ,

$$1,57\text{MHz} = 1570000\text{Hz}$$

$$10\mu\text{H} = 0,000010$$

$$1\text{nF} = 0,000000001\text{F}$$

$$\omega L = 2\pi f L = 6,28 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,596$$

$$\omega L = 98,596$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{6,28 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{98,596} = 0,0101424$$

$$\frac{1}{\omega C} = 101,424 \quad \checkmark \quad Z = \sqrt{R^2 + j\omega L}$$

(4)

$$\frac{1}{\omega C} = 101,424$$

$$\omega L = 98,596$$

$$Z =$$

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

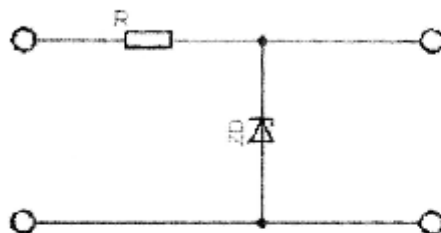
Ročník: 3. A

Obor: Elektronika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$

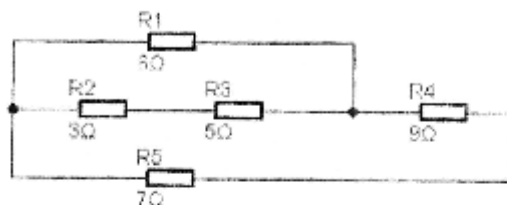
$R = ?$ $I_z = 50mA \pm 20mA$ $I_z = 5mA$



(5)

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{2,3} = 8 \Omega$$

$$R_{2,3,4} = 17 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = \frac{6 \cdot 17}{6 + 17} = \frac{102}{23} = 4,4 \Omega$$

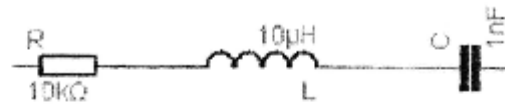
$$R_{1,2,3} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = \frac{48}{14} = 3,4$$

$$R_{1,2,3,4} = 12,4$$

$$R = \frac{12,4 \cdot 7}{12,4 + 7} = \frac{86,8}{19,4} = \underline{\underline{4,4 \Omega}}$$



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ .

$$\omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,596 \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9}} = 101,424 \checkmark$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{10000^2 + (98,596 - 101,424)^2}$$

$$Z = 10000,22 \Omega \approx 10001 \Omega = 10 \text{ k}\Omega$$

X
(4)

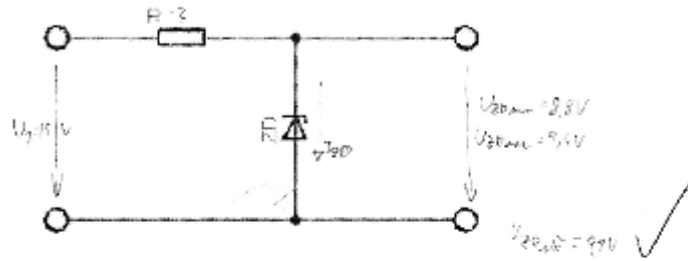
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{Zmin} = 8,8V$ $U_{Zmax} = 9,4V$ $P_{Zmax} = 0,5W$ $I_{L2} = 50mA \pm 10mA$
 $I_{Zmin} = 3mA$



$$I_{Zmax} = \frac{P_{Zmax}}{U_{Zmin}} = \frac{0,5W}{8,8V} = 56,8mA \checkmark$$

$$U_R = U_1 - U_{Zmax} = 5,6V \checkmark$$

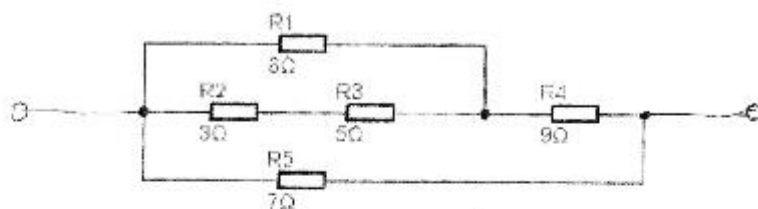
3

X

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R

$R = ?$



$$R_{2,3} = 8 \Omega$$

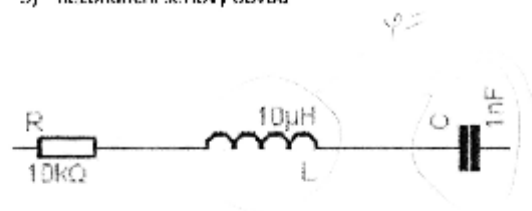
$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 1,429 \Omega$$

$$R_{2,3,5} = R_{2,3} + R_5 = 7,1 \Omega$$

$$R = R_{2,3,5} + R_4 = 4,429 \Omega$$



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ ,

$$X_L = ?$$

$$X_C = ?$$

$$Z = ?$$

$$|Z| = ?$$

$$\varphi = ?$$

$$P = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

$$P_C = ?$$

$$P_L = ?$$

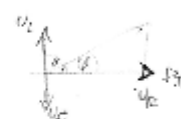
$$P_C = ?$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10^{-9}} = 50,52 \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L = 98,65 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{10000 + 48,13^2} = 100,95 \Omega$$

$$\varphi =$$



$$Z = 10000,52$$



Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3. A

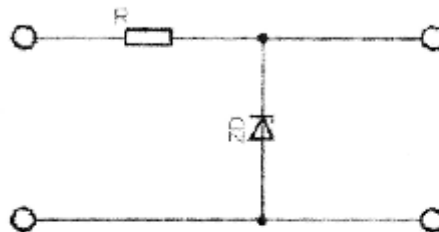
Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$

$R = ?$

$I_z = 50mA$ $I_{Rz} = 20mA$



X

5

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = 3 + 5$$

$$R_{23} = 8 \Omega$$

$$R_{123} = \frac{8 \cdot 6}{8 + 6}$$

$$R_{123} = 3,429 \Omega$$

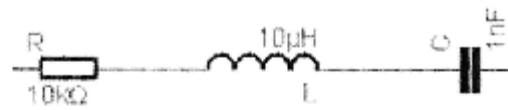
$$R_{1234} = 3,429 + 9$$

$$R_{1234} = 12,429 \Omega$$

$$R_{cel} = \frac{12,429 \cdot 7}{12,429 + 7}$$

$$R_{cel} = 4,478 \Omega$$

3) Rezonanční sériový obvod



~~1,57 MHz~~ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ ,

$$\omega L = 2\pi f L$$

$$X_L = \omega L = \underline{9,865 \Omega}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \underline{101,373 \Omega}$$

$$Z = R + j(X_L + X_C)$$

$$\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z}$$

$$\bar{Z} = \sqrt{R^2 + (X_L + X_C)^2}$$

$$Z = \underline{\underline{10000 \Omega}}$$

$$Z = 10000 \Omega \cdot 36^\circ 41'$$

$$\bar{Z} = 10000 \cdot e^{j36^\circ 41'}$$



?

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3. A

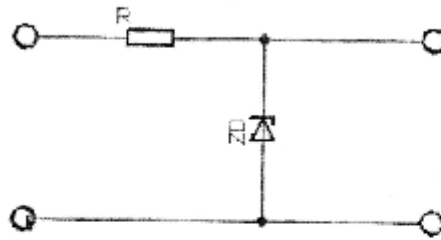
Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zdrin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zdmax} = 0,5W$

$I_z =$

$R =$



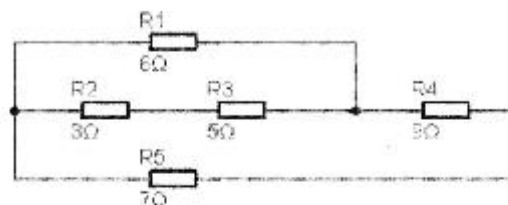
$P = \frac{U}{T}$

5



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



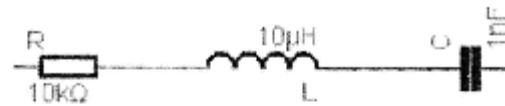
$$\frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,875$$

$$\frac{R_{2,3} \cdot R_4}{R_{2,3} + R_4} = \frac{1,875 \cdot 5}{7,875} = 1,42$$

$$R_{2,3,4} = 10,42$$

$$\frac{R_{2,3,4} \cdot R_5}{R_{2,3,4} + R_5} = \frac{10,42 \cdot 7}{17,42} = \underline{4,18752} \quad \text{Kolik?} \quad (5)$$

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$, $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$\omega L = 2\pi f L$$

$$2 \cdot 3,14 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,596 \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 0,0006 \quad \checkmark$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2 - X_C^2} = \sqrt{10000^2 + 98,596^2 - 0,0006^2} = 10000$$

$$|Z| = 10000$$

$$\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = \frac{98,596 - 0,0006}{10000} = 0,00985$$

$$\varphi = 0,00985 \Rightarrow \Delta \text{in} = 0,5643$$

9 2

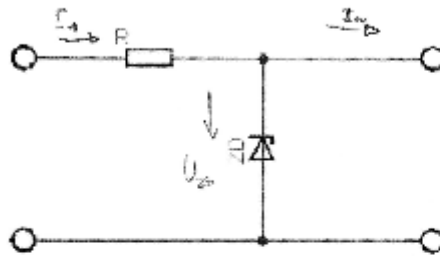
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$ $R = 4\Omega$ $I_2 = 50mA \pm 20\%$ $I_{zmin} = 5mA$



$$P_{zmax} = \frac{U_{zmax}}{I_{zmin}}$$

$$\Delta I_2 = 40mA$$

$$I_{zmax} = \frac{P_{zmax}}{U_{zmax}} = 53mA \checkmark$$

$$R = \frac{U_1}{I_1}$$

$$I_{z0} = \frac{I_{zmin} + I_{zmax}}{2} = 29mA \checkmark$$

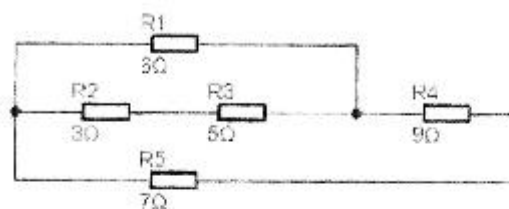
$$R = 150\Omega$$

$$I_1 = I_{z0} + I_2 = 79mA$$

②

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = 3 + 6 = 9 \Omega$$

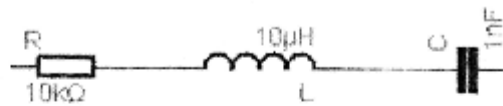
$$R_{23} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = 2 \Omega$$

$$R_{23} = 2 \Omega, 9 = 11 \Omega$$

$$R = \frac{11 \cdot 7}{11 + 7} = 4,1 \Omega$$

✓
①

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ .

$$\vec{Z} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z = \sqrt{(10 \cdot 10^3)^2 + (111,23)^2}$$

$$Z = 10000,62 \, \Omega$$

$$|Z| = 10000,62 \, \Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{111,23}{10000} = 0,0011123$$

$$\varphi = 0,04^\circ$$

$$X_L = 2\pi f L$$

$$X_L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6}$$

$$X_L = 986 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}}$$

$$X_C = 101,32 \, \Omega \quad \checkmark$$

$$X = 111,23$$

9

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

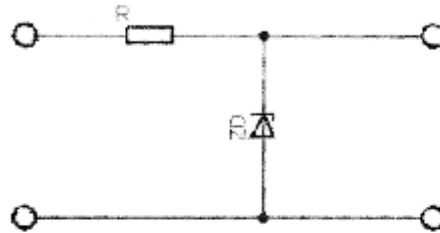
Ročník: 3.4

Obor: ELEKTROTECHNIKA

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$

$$I_2 = 50 \mu A$$



$$I_{z0} + I_2 = I_1$$

$$55 \mu A = I_{z0}$$

$$U_{z0} = 9,1V$$

$$P = P_R = \frac{U_R - U_{z0min}}{I_1}$$

$$P = \frac{15 - 9,1}{0,055}$$

$$P = 107 \Omega$$

$$P = U_R \cdot \frac{U_{zmax}}{I_2}$$

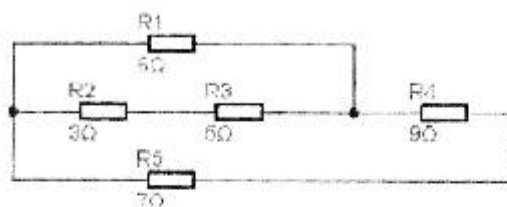
$$P = 180 \Omega$$

⑤

X

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_1 = 6 \Omega$$

$$R_{23} = 8 \Omega$$

$$\frac{48}{16} = 3,43 + 4 \Omega$$

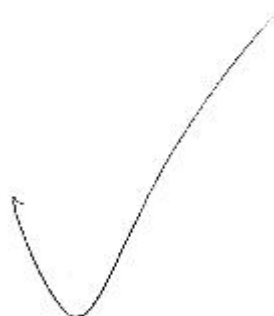
$$12,4285714 \cdot 2$$

$$\frac{81}{19,43}$$

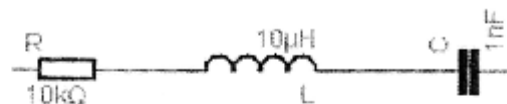
$$19,43$$

$$R = 4,5 \Omega$$

1



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, ϕ ,

$L = 10 \mu\text{H} = 0,00001 \text{ H}$

$\omega L = 98,6 \checkmark$

$C = 1 \text{ nF} = 0,000000001 \text{ F}$

$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{0,0098596} = 101,42 \checkmark$

$R = 10000$

$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$

$\phi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}$

$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$Z = \sqrt{100000000 + 40000}$

$Z = 10002 \angle 89^\circ \Omega$

(4)

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3. A

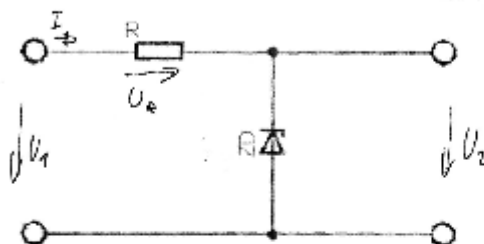
Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$$U_1 = 15V \quad U_{zd-in} = 8,8V \quad U_{zdmax} = 9,4V \quad P_{zd-max} = 0,5W$$

$$I_z = 50mA \pm 30mA$$

$$I_{zDMIN} = 5mA$$



$$I = I_{zmax} + I_{zDMIN} = 70 + 5 = 75mA$$

$$U = U_R + U_Z$$

Při odpojení:

$$P_{zd} = 0,075 \cdot 9,4 = 0,6825W > 0,5W$$

$$U_R = U - U_Z$$

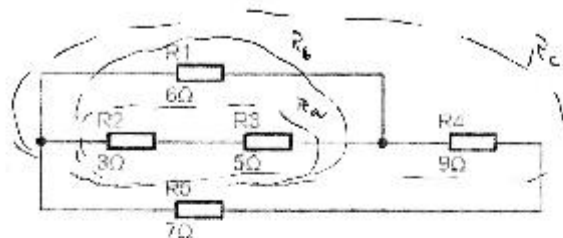
$$U_R = 15 - \frac{8,8 + 9,4}{2} = 5,9V$$

$$R = \frac{U_R}{I} = \frac{5,9}{75mA} = \underline{\underline{78,67\Omega}}$$

ZD by neuvládla odpojení zátěže.

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_a = R_2 + R_3 = 8 \Omega$$

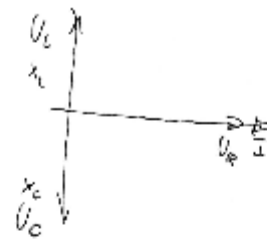
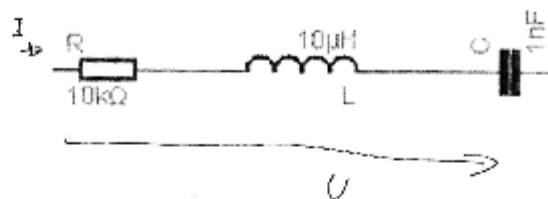
$$R_b = \frac{R_1 \cdot R_a}{R_1 + R_a} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = 3,43 \Omega$$

$$R_c = R_b + R_4 = 3,43 + 9 = 12,43 \Omega$$

$$R = \frac{R_c \cdot R_5}{R_c + R_5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = 4,48 \Omega \quad \checkmark$$

①

3) Rezonanční sériový obvod



~~f = 1,59 MHz~~ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ ,

$$X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,65 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,4 \Omega \quad \checkmark$$

$$\vec{Z} = R + j(X_L - X_C)$$

$$\vec{Z} = 10^4 + j(98,65 - 101,4) = 10^4 - j2,75$$

$$\vec{Z} = 10000 \cdot e^{j0^\circ} \Omega$$

$$\frac{1}{\omega} \varphi = \frac{-2,75}{10^4}$$

$$\varphi = -0^\circ 0' 54'' \approx 0^\circ$$

$$\underline{\underline{Z = 10000}}$$

2 (4)

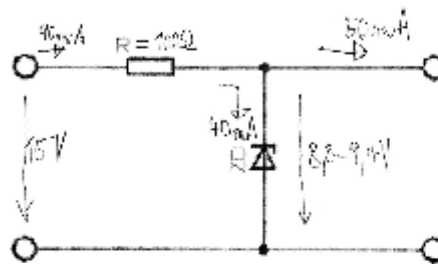
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3.

Obor: elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{ZDmin} = 8,8V$ $U_{ZDmax} = 9,4V$ $P_{ZDmax} = 0,5W$



$$U_{ZD} \cdot I_{ZD} < P_{ZDmax}$$

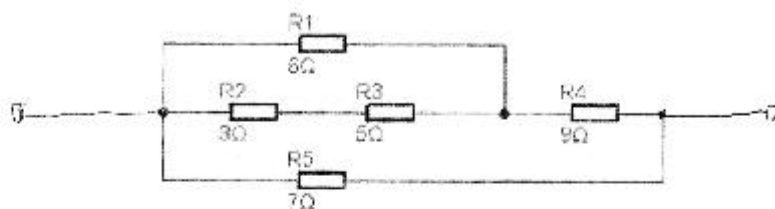
$$R = \frac{U_R}{I_R}$$

$$I_R = I_{ZD} + I_Z$$

5

2) Sčítání rezistorů

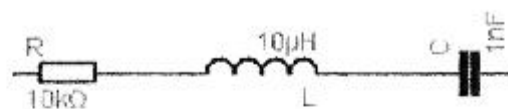
Vypočítejte celkový odpor R



$$\frac{1}{\frac{1}{7} + \frac{1}{9 + \frac{1}{\frac{1}{3+5} + \frac{1}{6}}}} = 1,779 \Omega \quad \checkmark$$

①

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, ϕ .

$$\omega L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 98,546 \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = 101373 \checkmark$$



$$\tan \phi = \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R}$$

$$\phi = 0^\circ 0' 50,25''$$

$$|Z| = 101 \Omega$$

$$Z = 101 \cdot e^{j0^\circ 0' 50,25''}$$

4

2

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

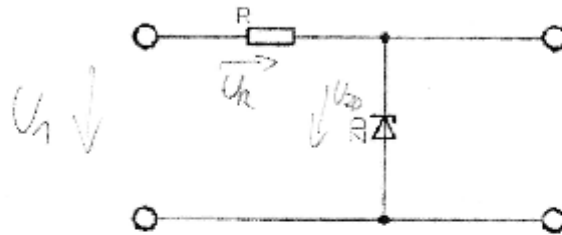
Ročník: 3.

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$

$I_1 = 50mA \pm 20mA$ $I_2 = 5mA$



$$U_{z0(stab)} = \frac{U_{zmin} + U_{zmax}}{2} = \frac{8,8 + 9,4}{2} = 9,1V \quad \checkmark$$

$$I_{z0max} = \frac{P_{z0max}}{U_{z0max}} = \frac{0,5}{9,4} = 53,2mA \quad \checkmark$$

$$I_{z0} = I_2 + \Delta I_2 = 5 + 20 = 25mA$$

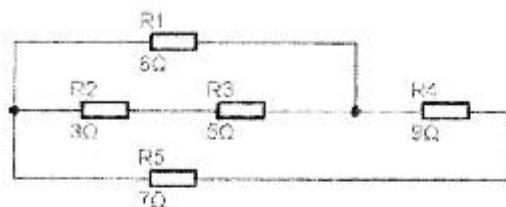
$$I_1 = I_2 + I_{z0} = 50 + 25 = 75mA \quad (3)$$

$$U_R = U_1 - U_{z0(stab)} = 15 - 9,1 = 5,9V$$

$$R = \frac{U_R}{I_1} = \frac{5,9}{75 \cdot 10^{-3}} = 78,6\Omega$$

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



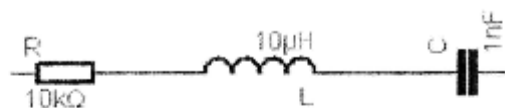
$$R_{23} = 8\Omega$$

$$R_{123} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8} = \frac{6+8}{48} = \frac{14}{48} = \frac{7}{24} = \frac{24}{7} = 3,43$$

$$R_{1234} = 12,43$$

$$R_{12345} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = \underline{4,48\Omega} \quad \checkmark \quad \textcircled{1}$$

3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,57 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ .

$$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 99,9 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,37 \Omega \quad \checkmark$$

$$Z = R + (X_L - X_C)$$

$$Z = 10 \text{ k}\Omega + (-1,47 \Omega)$$

$$\varphi = 0^\circ 0' 30''$$

$$Z = e^{10000 - j0^\circ 30'}$$

4

2

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

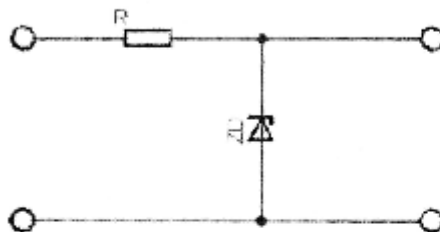
Ročník: 3.

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$ $I_{z1} = 50mA + 20mA$ $I_{z2} = 5mA$

odpověď: R ?

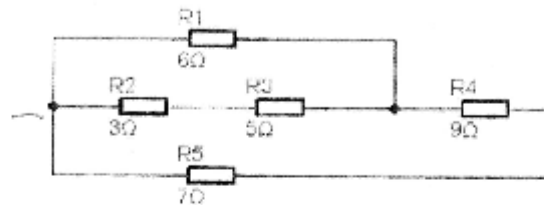


X

(5)

2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{23} = 8$$

$$R_{23} = \frac{8 \cdot 6}{8 + 6} = 3,428 \Omega$$

$$R_{235} = \frac{3,428 \cdot 7}{3,428 + 7} = 2,279 \Omega$$

$$R_{\text{cel.}} = R_{235} + R_4 = 2,279 + 9 = 11,279 \Omega$$

$$R_{23} = 8$$

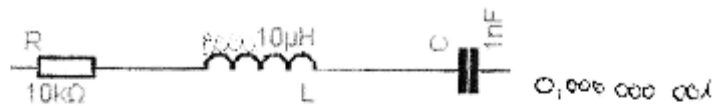
$$R_{23} = \frac{8 \cdot 6}{8 + 6} = 3,428 \Omega$$

$$R_{234} = 3,428 + 9 = 12,428 \Omega$$

$$R_{\text{cel.}} = \frac{12,428 \cdot 7}{12,428 + 7} = 4,4778 \Omega$$

①

3) Rezonanční sériový obvod



~~f₀ = 1,59 MHz~~ f = 1,57 MHz Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z, [Z], φ ,
15 70 000

$$X_L = X_C = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 1570000 \cdot 0,00001 = 98,596 \quad \checkmark$$

$$X_C = X_L = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1570000 \cdot 0,00000001} = 101,423 \quad \checkmark$$

$$Y = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$$

$$Y = \sqrt{1 \times 10^{-10} + (101,423 - 98,596)^2}$$

$$Y = 28,27$$

$$Y = 28,27$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{Y} = 0,3537$$

$$\tan \varphi = \frac{B_L - B_C}{G}$$

$$\tan \varphi = \frac{98,596 - 101,423}{0,00000001} = -89,91^\circ$$

$$\bar{Z} = 0,3537 \angle 89,91^\circ$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{10000} = 0,00001$$

$$\bar{Z} = R + j(X_L + X_C)$$

$$\bar{Z} = 10000 + j(98,596 + 101,423)$$

$$\bar{Z} = 10000 + j(200,019)$$

4

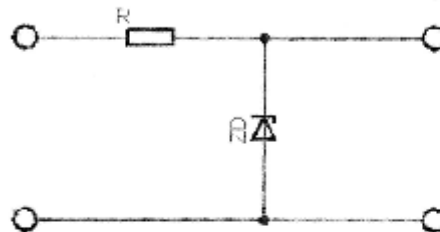
Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3. A

Obor: Elektrotechnika

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zd-In} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$ $I_z = 50mA \pm 20mA$
 $I_z = 5mA$

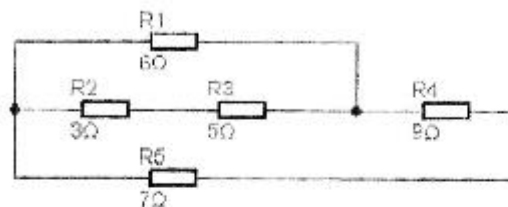


(5)



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$\frac{8 + 6}{3 + 6} = \frac{14}{9} = 1,55 \Omega$$

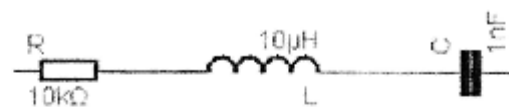
$$\frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = \frac{87,01}{19,43} = 4,48 \Omega$$

~~19,43~~ ~~12,43~~ $R_{\text{celkový}} = 4,48 \Omega$

①



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59\text{MHz}$ $f = 1,57\text{MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[\%]$, φ .

X

5

Škola: VOŠ A SPSE Olomouc

Ročník: 3

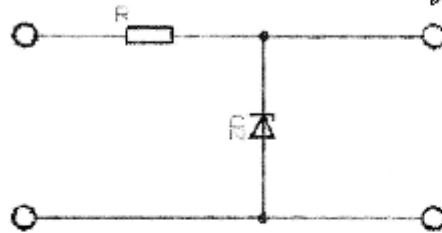
Obor: ELEKTROTECHNIKA

1) Stabilizátor se zenerovou diodou

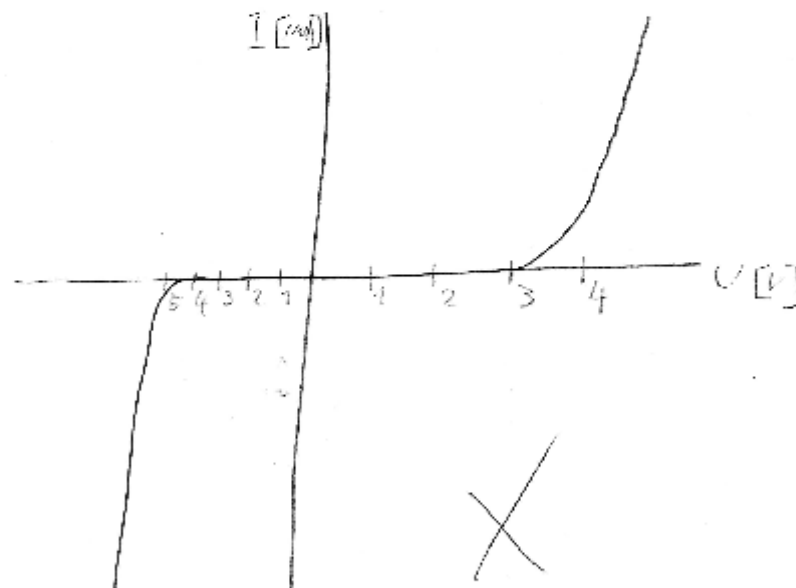
$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$

$I_2 = 50mA \pm 20mA$

$I_{Dmin} = 5mA$

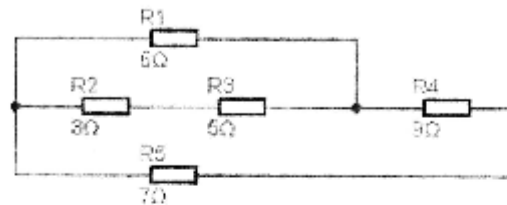


5



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



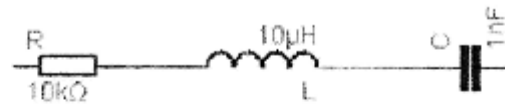
$$R_2 + R_3 = 8 \Omega$$

$$R_{2,3} = \frac{R_1 \cdot R_{2,3}}{R_1 + R_{2,3}} = \frac{48}{14} = \frac{24}{7} \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = \frac{24}{7} + 9 = \frac{87}{7}$$

$$R = \frac{\frac{87}{7} \cdot 7}{\frac{87}{7} + 7} = \frac{87}{\frac{136}{7}} = 4,477941176 \Omega \checkmark$$

3) Rezonanční sériový obvod



~~$\omega = 1,59 \text{ MHz}$~~ , $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $|Z|$, φ .

$$147,44 e^{j 89^{\circ} 59'}$$

X

5

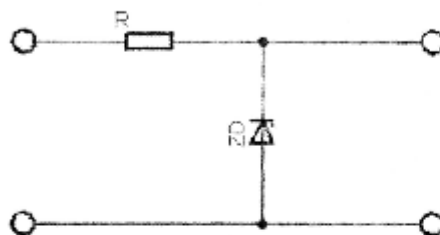
Škola: VOŠ A SPŠE Olomouc

Ročník: 3

Obor: Elektrotechnika

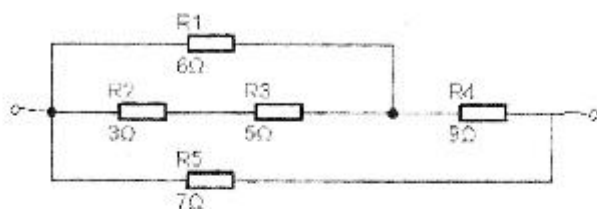
1) Stabilizátor se zenierovou diodou

$U_1 = 15V$ $U_{zmin} = 8,8V$ $U_{zmax} = 9,4V$ $P_{zmax} = 0,5W$



2) Sčítání rezistorů

Vypočítejte celkový odpor R



$$R_{20} = 20$$

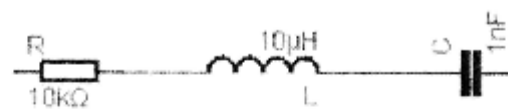
$$R_{12} = \frac{48}{14} = 3,429 \Omega$$

$$R_{20} = 12,579$$

$$R = \frac{87,003}{12,579} = 7,445 \Omega$$



3) Rezonanční sériový obvod



$f_0 = 1,59 \text{ MHz}$ $f = 1,57 \text{ MHz}$ Vypočítejte: ωL , $\frac{1}{\omega C}$, Z , $[Z]$, φ ,

$$X_L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 99 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 100 \Omega$$



Seznam příloh z druhého testování

$$\begin{aligned}
 U &= \frac{U_{\max} + U_{\min}}{2} = \frac{9,4 + 8,8}{2} = 9,1 \text{ V} \checkmark \\
 I_{\max} &= \frac{P_{\max}}{U_{\max}} = \frac{500 \text{ mW}}{9,4 \text{ V}} = 53,19 \text{ mA} \checkmark \\
 I_2 &= 52,19 \pm 25 \\
 I_{205} &= 39,095 \times \\
 R &= \frac{U_1 - U_{205}}{I_{\max} + I_{205}} = \frac{15 - 9,1}{53,19 + 39,1} = \frac{5,9}{92,29} = 0,0639 \text{ } \times 63,9 \Omega \\
 R_{23} &= R_2 + R_3 = 3\Omega + 5\Omega = 8\Omega \checkmark \\
 R_{23} &= \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = \frac{48}{14} = 3,43 \Omega \checkmark \\
 R_{234} &= R_{23} + R_4 = 3,43 + 9 = 12,43 \Omega \checkmark \\
 R &= \frac{R_{234} \cdot R_5}{R_{234} + R_5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = \frac{87,01}{19,43} = 4,48 \Omega \checkmark
 \end{aligned}$$

$$I_{D, \text{max}} = \frac{P_{D, \text{max}}}{V_{DS, \text{max}}} = \frac{0,5 \text{ W}}{9,1 \text{ V}} = 53,2 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$V_{DS, \text{sat}} = \frac{V_{DS, \text{max}} + V_{DS, \text{min}}}{2} = \frac{9,1 + 8,2}{2} = \frac{17,3}{2} = 8,65 \text{ V} \quad \checkmark$$

$$I_2 = 50 \pm 20 \text{ mA}$$

③

$$R_1 = 6 \Omega$$

$$R_2 = 8 \Omega$$

$$R_3 = 9 \Omega$$

$$R_4 = 7 \Omega$$

$$R_{123} = \frac{6 \cdot 8}{6+8} = \frac{48}{14} = 3,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{123} + R_4 = 3,43 + 7 = 10,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{1234} = \frac{10,43 \cdot 9}{10,43+9} = \frac{93,87}{19,43} = 4,83 \Omega \quad \checkmark$$

①

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \mu\text{H} = 98,65 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \text{ nF}} = \frac{1}{9,86 \cdot 10^{-3}} = 101,37 \Omega \quad \checkmark$$

$$Z = R + j(X_L - X_C) = 10,000 + j(98,65 - 101,37) = 10,000 - j2,72 \quad \checkmark$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{10,000^2 + 2,72^2} = 10,02 \Omega \quad \checkmark$$

$$= 10,02 \Omega - j2,72 \Omega$$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 8}{6+8} = \frac{48}{14} = 3,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 3,43 + 7 = 10,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_C = \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5} = \frac{10,43 \cdot 9}{10,43+9} = \frac{93,87}{19,43} = 4,83 \Omega \quad \checkmark$$

①

$$R = 10,02 \Omega$$

$$C = 1 \text{ nF}$$

$$L = 10 \mu\text{H}$$

$$f = 1,57 \text{ MHz}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-9}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10 \cdot 10^{-15}}} = \frac{1}{0,0000000628} = 1,592 \text{ MHz}$$

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 98,64 \Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{0,0098646} = 101,37 \Omega \quad \checkmark$$

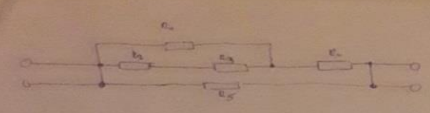
④

$$U_{23} = 6,8 + \frac{24-28}{2} = 9,1 \text{ V} \checkmark$$

$$I_{23} = \frac{P}{U} = 53,2 \text{ mA} \checkmark$$

I_1 X
 I_{23} X
 I_5 X

③

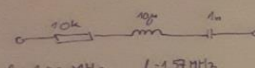


$R_1 = 5 \Omega$
 $R_2 = 5 \Omega$
 $R_3 = 5 \Omega$
 $R_4 = 5 \Omega$
 $R_5 = 5 \Omega$

$R_{23} = 3 \Omega$
 $R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{5 \cdot 5}{5 + 5} = 2,5 \Omega \checkmark$
 $R_5 = R_4 + R_{23} = 5 + 2,5 = 7,5 \Omega \checkmark$
 $R_L = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_5} = \frac{5 \cdot 7,5}{5 + 7,5} = 4,48 \Omega \checkmark$

②

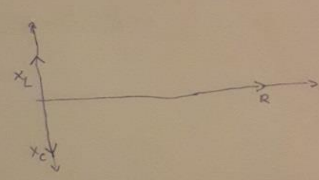
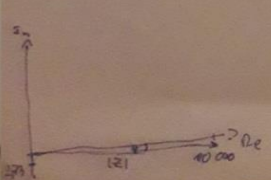
③



$f_0 = 1,55 \text{ MHz}$
 $f = 1,57 \text{ MHz}$

$X_L = 2\pi f L = 98,64 \Omega \checkmark$
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = 101,37 \Omega \checkmark$

$Z = R + j(X_L - X_C) = 10000 - j2,73 \Omega \checkmark$
 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = 10 \text{ k}\Omega \checkmark$
 $\varphi = \arctan \frac{X}{R} = -0^\circ 0' 55,31'' \checkmark$

①



$C_m = \frac{C_1}{2} = 3,33 \text{ k}\Omega$
 $C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = 4,48 \Omega \checkmark$

①

$f_0 = 1,55 \text{ MHz}$
 $f = 1,57 \text{ MHz}$
 $Z = ?$

$X_L = 2\pi f L = 98,64 \Omega \checkmark$
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = 101,37 \Omega \checkmark$
 $Z = R + j(X_L - X_C) = 10000 - j2,73 \Omega \checkmark$
 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = 10 \text{ k}\Omega \checkmark$
 $\varphi = \arctan \frac{X}{R} = -0^\circ 0' 55,31'' \checkmark$

②

$U_1 = 15 \text{ V}$
 $U_{23} = 9,1 \text{ V}$
 $U_{23} = 9,1 \text{ V}$
 $P_{23} = 0,5 \text{ W}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$

④

$U_1 = 15 \text{ V}$
 $U_{23} = 9,1 \text{ V}$
 $U_{23} = 9,1 \text{ V}$
 $P_{23} = 0,5 \text{ W}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$
 $I_{23} = 5,70 \text{ mA}$

①

$$f_0 = 1,59 \text{ MHz} \quad L = 10 \mu\text{H} \quad C = 1 \text{ nF}$$

$$f = 1,57 \text{ MHz} \quad R = 10 \text{ k}\Omega$$

$$X_L = \frac{1}{\omega C} = 101,4 \Omega \quad \checkmark \quad (4)$$

$$R_1 = 6 \Omega$$

$$R_2 = 3 \Omega$$

$$R_3 = 5 \Omega$$

$$R_4 = 9 \Omega$$

$$R_5 = 7 \Omega$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 8 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{231} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 3,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2314} = R_{231} + R_4 = 3,43 + 9 = 12,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{23145} = \frac{R_{2314} \cdot R_5}{R_{2314} + R_5} = 1,48 \Omega \quad \checkmark$$

(1)

$$V_1 = 75 \text{ V} \quad V_{2d\text{min}} = 8,6 \text{ V} \quad V_{2d\text{max}} = 9,4 \text{ V} \quad P_{2d\text{max}} = 0,5 \text{ W} \quad I_{2\text{min}} = 5 \text{ mA} + 20 \text{ mA}$$

$$V_{2ds} = \frac{V_{2d\text{max}} + V_{2d\text{min}}}{2} = 9,4 \text{ V} \quad \checkmark$$

$$I_{2d\text{max}} = \frac{P_{2d\text{max}}}{V_{2d\text{max}}} = 53,2 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$I_2 = 50 \text{ mA} \pm 10 \text{ mA}$$

$$I_{2ds} = 29,7 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$R = \frac{V_1 - V_{2ds}}{50 \text{ mA} + I_{2ds}} = 74,5 \Omega \quad \checkmark \quad (1)$$

~~$$P_{201\text{MAX}}$$~~

$$P = U I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$U_{205} = \frac{U_{201\text{MIN}} + U_{201\text{MAX}}}{2} = \frac{8,9 + 9,4}{2} = 9,15 \text{ V}$$

$$I_{201\text{MAX}} = \frac{U_{201\text{MAX}}}{P_{201\text{MAX}}} = \frac{9,4}{0,5} = 18,8 \text{ A}$$

$$\frac{0,5}{9,4} = 0,053 \text{ A} \checkmark$$

3

$$R_{23} = 3 + 5 = 8 \Omega$$

$$R_{123} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{6}} = \frac{3+4}{24} = \frac{7}{24} = 2,9 \Omega$$

$$R_{42} = 9 + 3,42 = 12,42 \Omega$$

$$R_{5'} = \frac{7}{12,42} + \frac{1}{7} = \frac{7+12,42}{86,94} = \frac{19,42}{86,94} = 0,223 \Omega \checkmark$$

11

$$\omega L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 11 \cdot 159 \text{ MHz} \cdot 10^{-6} = 1,940 \Omega$$

5

~~$$I_{20} = I_1 + I_2 = (50 + 20 + 20) = 90$$~~

$$I_{20} = \frac{90}{1.7} = 53.2 \text{ A} \checkmark$$

$$U_{20} = \frac{8.6 + 9.4}{2} = 9.1 \text{ V} \checkmark$$

③

$$I_{20} = \frac{25^2 - 53.2^2}{2} = 840$$

$$R_{20} = 8 \Omega \quad \text{~~Handwritten scribbles~~} \quad R_{20} = \frac{8 \cdot 6}{8+6} = 3.43 \text{ V}$$

$$R_{20} = 72.43 \Omega \checkmark$$

$$R = \frac{72.43^2}{72.43 + 7} = 4.6852 \checkmark$$

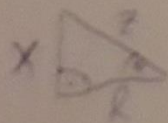
①

$$X_L = \omega L = 98.65 \Omega \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = 101.37 \Omega \checkmark$$

$$Z = R + j(X_L - X_C) = 1000 - j 2.72$$

$$|Z| = \sqrt{1000^2 + 2.72^2} = 1000.02 \Omega \checkmark$$



$$\phi = \frac{X}{R} = \frac{-2.72}{1000} = -$$

$$\phi = \phi^{-1} = -9^\circ \text{ or } 56^\circ \checkmark$$

①

$R_{23} = 32,5 \Omega = 8 \Omega \checkmark$
 $R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 3,43 \Omega \checkmark$
 $R_{234} = R_4 + R_{23} = 12,43 \Omega \checkmark$
 $R = \frac{R_{123} \cdot R_5}{R_{123} + R_5} = 4,48 \Omega \checkmark$
 ①

$f = 157 \text{ kHz}$
 $L = 10 \mu\text{H}$
 $C = 1 \text{ nF}$
 $R = 10 \text{ k}\Omega$
 $U = 10 \text{ V}$
 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
 $X_L = 2\pi f L = 2\pi \cdot 157 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,65 \Omega$
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 157 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,37 \Omega$
 $Z = \sqrt{10000^2 + (98,65 - 101,37)^2} = 10000 \Omega$
 $\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = -0,015^\circ \checkmark$
 ①

$R_{23} = R_2 \cdot R_3 = 8 \Omega \checkmark$
 $R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{48}{15} = 3,2 \Omega \checkmark$
 $R_{234} = R_4 + R_{23} = 12,42 \Omega \checkmark$
 $R_{1234} = \frac{R_5 \cdot R_{234}}{R_5 + R_{234}} = \frac{86,4}{19,42} = 4,48 \Omega \checkmark$
 ①

$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L = 2\pi \cdot 157 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,65 \Omega \checkmark$
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot 157 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,37 \Omega \checkmark$
 $Z = R + j(X_L - X_C) = 10 \Omega + j(98,65 - 101,37) = 10 \Omega - j2,72 \Omega \checkmark$
 $|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{100000000 + 7,45} = 10000 \Omega \checkmark$
 $\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = -0,015^\circ \checkmark$
 ①

$$U_1 = 7.5V \quad U_{Zmin} = 8.8V \quad U_{Zmax} = 9.4V \quad P_{Zmax} = 0.5W$$

$$I_{Zmin} = 5mA + 20\mu A$$

$$U_{Zds} = \frac{U_{Zmin} + U_{Zmax}}{2} = \frac{8.8V + 9.4V}{2} = 9.1V \quad \checkmark$$

$$I_{Zdms} = \frac{P_{Zmax}}{U_{Zds}} = \frac{0.5W}{9.1V} = 53.2mA \quad \checkmark \quad (1)$$

$$I_Z = 50mA \pm 22mA$$

$$I_{Z1s} = 29.7mA$$

$$R = \frac{7.5V - 9.1V}{50mA + 29.7mA} = 71.9\Omega \quad \checkmark$$

Tako, ja sam dobio!

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 3\Omega + 5\Omega = 8\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{23||} = \frac{R_2 \cdot R_{23}}{R_2 + R_{23}} = \frac{6\Omega \cdot 8\Omega}{6\Omega + 8\Omega} = 3.43\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{23||4} = R_{23||} + R_4 = 3.43\Omega + 9\Omega = 12.43\Omega \quad \checkmark$$

$$R = \frac{R_{23||4} \cdot R_5}{R_{23||4} + R_5} = \frac{12.43\Omega \cdot 7\Omega}{12.43\Omega + 7\Omega} = 4.6\Omega \quad \checkmark$$

$$\omega L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 1.571MHz \cdot 10\mu H = 98.64\Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1.571MHz \cdot 10nF} = 101.37\Omega \quad \checkmark$$

$$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}) = 10\Omega + j(98.64 - 101.37) = (10 - j2.73)\Omega \quad \checkmark$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{10^2 + 2.73^2} = \sqrt{100 + 7.46} = 10.36\Omega \quad \checkmark$$

$$\varphi = \arctan \frac{X}{R} = \arctan \frac{-2.73}{10} = \arctan -0.273 = -8.7^\circ \quad \checkmark$$

$$U_{D2} = \frac{U_{D1} + U_{D2}}{2} = \frac{9,1 + 8,7}{2} = 8,9 \text{ V} \checkmark$$

$$I_{D2} = \frac{I_{D1}}{U_{D1}} = \frac{50 \text{ mA}}{9,1} = 5,49 \text{ mA} \checkmark$$

$$I_2 = 50 \text{ mA} \pm 20 \text{ mA}$$

$$I_{D2} = \frac{I_{D1} + U_{D1}}{2} = \frac{0,028 + 8,9}{2} = 4,46 \text{ mA} \checkmark$$

$$R = \frac{U_1 - U_2}{I_1 - I_2} = \frac{9,1 - 8,9}{50 - 44,6} = 0,22 \text{ k}\Omega = 220 \Omega \checkmark$$

(3)

$R_2 + R_3$
 $R_2 + R_3$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 3 + 5 = 8 \Omega$$

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = 3,42 \Omega$$

$$R_{23} = R_{23} + R_4 = 3,42 + 9 = 12,42 \Omega$$

$$R = \frac{R_{23} \cdot R_5}{R_{23} + R_5} = \frac{12,42 \cdot 7}{12,42 + 7} = 4,47 \Omega$$

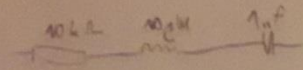
(1)

$$X_L = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^4 \cdot 10^{-6}} = 101,37 \Omega \checkmark$$

$$X_L = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^4 \cdot 10^{-6}} = 98,65 \Omega \checkmark$$

$$Z = R + j(X_L - X_C) = 10 \Omega + j(98,65 - 101,37) = 10 - j2,72 \Omega$$

(4)



$$f_0 = 1,57 \text{ MHz} \quad f = 1,57 \text{ MHz} \quad Z = ?$$

$$\omega L = 2\pi f L = 2,34 \cdot 1,57 \text{ MHz} \cdot 100 \mu\text{H} = 58,796 \Omega \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2,34 \cdot 1,57 \text{ MHz} \cdot 10 \text{ nF}} = 0,058 = 58,796 \Omega \checkmark$$

$$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}) = 10 \text{ k}\Omega + j(58,796 - 58,796) = 10 \text{ k}\Omega \checkmark$$

$$Z = 10 \text{ k}\Omega + j 2,864 \Omega \quad \times$$

$$Z = 2,864 \text{ k}\Omega \quad \times \quad (4)$$

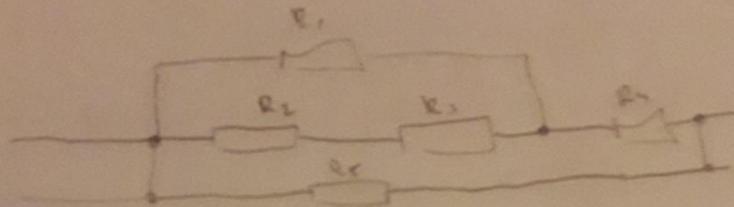
$$R_1 = 5 \Omega$$

$$R_2 = 3 \Omega$$

$$R_3 = 5 \Omega$$

$$R_4 = 5 \Omega$$

$$R_5 = 3 \Omega$$



$$R_x = R_2 + R_3 = 8 \Omega$$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_x}{R_1 + R_x} = 3,42 \Omega \checkmark$$

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 12,72 \Omega \checkmark$$

$$R_c = \frac{R_5 \cdot R_{1234}}{R_5 + R_{1234}} = 7,98 \Omega \checkmark$$

(1)

$$f_0 = 48.9157 \text{ MHz} \quad f = 7.1577 \text{ MHz}$$

$$L = 70 \mu\text{H}$$

$$C = 70 \text{ pF}$$

$$R = 10 \Omega$$

$$Z_L = 23.75 \cdot 48.9157 \cdot 70 \mu\text{H} = 98.16 \Omega \quad \checkmark \quad 0.00070701$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 48.9157 \cdot 70 \cdot 10^{-12}} = 91.22 \Omega \quad \times$$

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) = 10 \Omega + j(98.16 - 91.22) = (10 - j 98.16) \Omega \quad \times$$

$$|Z| = \sqrt{10^2 + 98.16^2} = 99 \Omega \quad \times$$

$$\varphi = \arctan \frac{-98.16}{10} \approx \quad \times$$

$$\varphi = -89.2^\circ$$

4

$$R_0 = 6 \Omega$$

$$R_1 = 3 \Omega$$

$$R_2 = 15 \Omega$$

$$R_3 = 9 \Omega$$

$$R_4 = 9 \Omega$$

$$R_{eq} = 30.5 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{6 \cdot 3}{6+3} = \frac{18}{9} = 2 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{eq} = 2 + 9 = 11 \Omega \quad \checkmark$$

$$R = \frac{11 \cdot 9}{11+9} = 5.5 \Omega \quad \checkmark$$

1

$$X_L = 2\pi fL = 98,65 \Omega \checkmark$$

$$X_L = \frac{1}{2\pi fC} = 101,87 \Omega \checkmark$$

④

$$R_{2,3} = 8 \Omega \checkmark$$

$$R_{2,3,1} = 3,43 \Omega \checkmark$$

$$R_{231,7} = 12,43 \Omega \checkmark$$

$$R = \frac{R_{2317} * R_5}{R_{2317} + R_5} = 4,48 \Omega \checkmark$$

①

$$U_{ZDS} = \frac{8,8 + 9,7}{2} = 9,1V \checkmark$$

$$I_{P_{200mA}} = \frac{500mW}{9,1V} = 53,2mA \checkmark$$

$$I_L = 50,120mA$$

$$I_{23} = 29,7mA$$

$$R = \frac{9,1 - 8,1}{50,120mA - 29,7mA} = 77,5 \Omega \checkmark$$

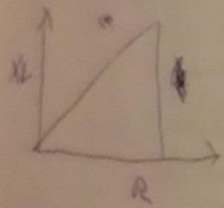
①

$$X_L: \omega L = 98,6 \Omega \checkmark$$

$$X_C: \frac{1}{\omega C} = 707,37 \Omega \checkmark$$

~~$$Z = R + j\omega L - \frac{1}{j\omega C}$$~~

$$Z = R + j(X_L - X_C) = (10 - j21,732) \Omega \times$$



$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 70,37 \Omega \times$$

$$\phi: \text{only } \frac{-21,732}{10} = -75^\circ \times$$

③

$$R_5 = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_7 \cdot (R_4 + R_5)}{R_7 + R_5}$$

$$R_7 + R_5$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 25 \Omega \checkmark$$

$$R_{923} = \frac{R_{23} \cdot R_7}{R_{23} + R_7} = 3,4286 \Omega \checkmark$$

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 72,43 \Omega \checkmark$$

$$R = \frac{R_{1234} \cdot R_5}{R_{1234} + R_5} = 4,478 \Omega \checkmark$$

④

$$I_{2D\max} = \frac{P_{2D\max}}{U_{2D\max}} = \frac{0,5}{9,4} = 53,2 \text{ mA} \quad \checkmark$$

$$R = \left(\overset{5,4}{U_1 - U_{2D\max}} \right) \cdot \left(\overset{95}{I_{2\max}} = 50 \pm 20 \text{ mA} \right) =$$

④

2)

$$R_{2,3} = 8 \Omega$$

$$R_{2,3 \parallel 1} = \frac{8 \cdot 6}{8+6} = 3,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2,3 \parallel 1} + R_4 = 3,43 + 9 = 12,43 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2,3 \parallel 1 + 4 \parallel R_5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = \underline{\underline{4,48 \Omega}} \quad \checkmark$$

⑤

$$U_{20} = \frac{U_{0max} + U_{0min}}{2} = \frac{8,8 + 9,4}{2} = \frac{18,2}{2} = 9,1V \checkmark$$

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U}$$

$$I_{20max} = \frac{P_{20max}}{U_{20max}} = \frac{0,5}{9,4} = 0,0532A = 53,2mA \checkmark$$

$$I_2 = 50mA \pm 20mA$$

$$I_{20s} = 29,1mA \checkmark$$

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow \frac{15V - 9,1V}{50mA + 29,1mA} = 74,5\Omega \checkmark$$

$$R_{23} = 8\Omega$$

$$R_1 = 6\Omega$$

$$R_{23} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = \frac{48}{14} = 3,43 \checkmark$$

$$R_{1234} = 12,63\Omega \checkmark$$

$$R_0 = \frac{12,63 \cdot 7}{12,63 + 7} = \frac{88,41}{19,63} = 4,48\Omega \checkmark$$

$$f_0 = 1,59MHz$$

$$f = 1,57MHz$$

$$\omega L = 2\pi f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 1,57MHz \cdot 10\mu H = 98,64\Omega \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,57MHz \cdot 1n} = 101,37\Omega \checkmark$$

$$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}) = 10\Omega + j(98,64 - 101,37) = 10\Omega + j2,73\Omega \times$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + I_n^2} = \sqrt{100 + 7,45} = 10,37\Omega \times$$

$$\varphi = \arctan \frac{I_n}{R} = \frac{-2,73}{10} = -0,273 \Rightarrow \varphi = 15^\circ \times$$

4

1) Stückliste oder bestimmte diagonal.

$$U_1 = 95V$$

$$U_{\text{dmax}} = 94V$$

$$U_{\text{dmin}} = 81,8V$$

$$P_{\text{dmax}} = 0,5W$$

$$I_{\text{dmax}} = 5mA + 20mA$$

$$U_{\text{dms}} = \frac{U_{\text{dmax}} + U_{\text{dmin}}}{2} = 9,1V \checkmark$$

$$I_{\text{dms}} = \frac{P_{\text{dmax}}}{U_{\text{dms}}} = 0,053A \checkmark$$

$$I_L = 50mA + 20mA$$

$$I_{\text{dms}} = 29,9mA$$

$$R = \frac{U_1 - U_{\text{dms}}}{I_L + I_{\text{dms}}} = 107,3 \Omega \times$$

2) Schaltung $r = 1,2101$

$$R_{\text{effekt}} = ?$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 8 \Omega$$

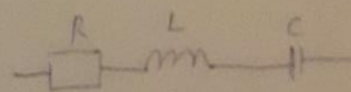
$$R_{23,4} = I_{23} + I_4 = 12,43 \Omega$$

$$R_{23,1} = \frac{R_1 R_{23}}{R_1 + R_{23}} = 3,43 \Omega$$

$$R = \frac{R_{23,1} \cdot R_5}{R_{23,1} + R_5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = 4,65 \Omega \checkmark$$

$$R_{\text{effekt}} = 4,65 \Omega$$

3) Leistung last



$$R = 10k \Omega$$

$$L = 10 \mu H$$

$$C = 1 \mu F$$

$$f_0 = 1,59 MHz$$

$$f = 1,57 MHz$$

$$X_{\text{eff}} = 2 \pi f L \quad X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$X_{C,0} = 10,957 \Omega \checkmark \quad X_C = 10,957 \Omega \checkmark$$

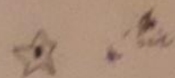
$$Z = 1 + j(X_L - X_C)$$

$$Z = (10000 - j2,99) \Omega \checkmark$$

(2)

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff1}} + U_{\text{eff2}}}{2} = \frac{9,7 \text{ V} + 9,7 \text{ V}}{2} = \frac{19,4}{2} = 9,7 \text{ V}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{P_{\text{eff}}}{U_{\text{eff}}} = \frac{95,7 \text{ W}}{9,7 \text{ V}} = 9,86 \text{ A} \rightarrow 9,87 \text{ A}$$



OLIMPIA

X (3)

$$R_1 = 6 \Omega$$

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 7 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_2 = 1 \Omega$$

$$R_{1,2,3} = \frac{R_1 \cdot R_{1,2}}{R_1 + R_{1,2}} = \frac{42}{13} = 3,178 \Omega \quad \checkmark$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$R_{1,2,3} = R_{1,2} + R_3 = 6 \Omega \quad \times$$

$$R_4 = 3 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4} = \frac{R_{1,2,3} \cdot R_4}{R_{1,2,3} + R_4} = \frac{19,118}{29,118} = 0,657 \quad \times$$

$$R_5 = 9 \Omega$$

(3)

$$R_{1,2,3,4,5} = 10,657 + 10,657 = 21,314 \Omega$$

$$R_{1,2,3,4,5,6} = 21,314 + 10,657 = 31,971 \Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{R_{\text{eff}}} = \frac{1}{10,657} = 0,0938 \quad \checkmark$$

(4)

$$U_{di} = \frac{U_{min} + U_{max}}{2} = \frac{8,7 + 9,4}{2} = \frac{18,2}{2} = 9,1V \quad \checkmark$$

$$I_{20max} = \frac{P_{20max}}{U_{20max}} = \frac{0,5W}{9,4V} = 0,0532A = 53,2mA \quad \checkmark$$

$$I_{20s} = \frac{I_{20min} + I_{20max}}{2} = 29,25mA \quad \checkmark$$

$$R_1 = \frac{U_1 - U_{20s}}{I_{20s} + I_2} = \frac{15 - 9,1}{29,25 + 50} = 45\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2,3} = 3 + 5 = 8\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{1//2,3} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = \frac{48}{14} = 3,43 \quad \checkmark$$

$$R_{1//2,3+4} = 3,43 + 9 = 12,43 \quad \checkmark$$

$$R_{1//2,3+4//5} = \frac{12,43 \cdot 7}{12,43 + 7} = 4,4779\Omega \quad \checkmark$$

$$X_L = \omega L = 2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 98,646\Omega \quad \checkmark$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1,57 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 101,32\Omega \quad \checkmark$$

$$Z = R + j(40,37 - 98,646) = 10 \cdot 10^3 + j(2,725) =$$

$$Z = \sqrt{(10 \cdot 10^3)^2 + (2,725)^2} = 10\,000,00037\Omega \quad \checkmark$$

$$\varphi = \arctan \frac{2,725}{10\,000} = 0^\circ 0' 56''$$

$$U_{s,0} = \frac{U_{s,1} + U_{s,2}}{2} = \frac{11V + 11V}{2} = 11V \quad \checkmark$$

$$I_{s,0} = \frac{P_{s,0}}{U_{s,0}} = \frac{50W}{11V} = 4.545A \quad \checkmark$$

$$I_2 = 5A - 4.545A = 0.455A \quad \checkmark$$

$$I_{s,1} = 2.11A \quad \checkmark$$

$$R = \frac{11V - 11V}{5A + 2.11A} = 74.5 \Omega \quad \checkmark \quad (1)$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 3\Omega + 5\Omega = 8\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{234} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{6\Omega \cdot 8\Omega}{6\Omega + 8\Omega} = 3.43\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{234} = R_{234} + R_4 = 3.43\Omega + 1\Omega = 4.43\Omega \quad \checkmark$$

$$R = \frac{R_{234} \cdot R_5}{R_{234} + R_5} = \frac{4.43\Omega \cdot 7\Omega}{4.43\Omega + 7\Omega} = 2.73\Omega \quad \checkmark$$

(1)

$$Z = 2.73\Omega = 2.73 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 2.73\Omega \quad \checkmark$$

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} = 159.15\Omega \quad \checkmark$$

$$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}) = 11 + j(159.15 - 159.15) = 11 \Omega \quad \checkmark$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{11^2 + 0^2} = 11 \Omega \quad \checkmark$$

$$\varphi = \arctan \frac{X}{R} = \arctan \frac{0}{11} = 0^\circ \quad \checkmark$$

(3)

$$U_1 = 15V \quad U_{20m} = 8,1V \quad U_{20m} = 9,4V \quad P_{20m} = 0,5W \quad I_{20m} = 5,20mA$$

$$U_{20} = \frac{U_1 + U_2}{2} = \frac{15 + 9,4}{2} = 12,2V \quad \checkmark$$

$$I_{20} = \frac{P_{20m}}{U_{20}} = \frac{0,5W}{12,2V} = 4,1A \quad \checkmark$$

①

$$I_0 = 20 + 9,1 = 29,1mA \quad \checkmark$$

$$P = \frac{U_1 - U_2}{I_{20} + I_{20m}} = \frac{15 - 9,4}{50mA + 29,1mA} = 74,9mW \quad \checkmark$$

$$R_1 = 6$$

$$R_5 = 7$$

$$R_2 = 3$$

$$R_3 = 5$$

$$R_4 = 9$$

$$R_{2,3} = 5 + 3 = 8\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2,3,4} = \frac{6 \cdot 8}{6 + 8} = 3,428\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{2,3,4} = 3,428 + 9 = 12,428\Omega \quad \checkmark$$

$$R_{c,5} = \frac{12,428 \cdot 7}{12,428 + 7} = 4,477\Omega \quad \checkmark$$

①

$$R = 10\Omega \quad L = 10\mu H \quad C = 1nF$$

$$f = 1,57MHz$$

$$\omega L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 1,57MHz \cdot 10\mu H = 98,59\Omega \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,57MHz \cdot 1nF} = X$$

④