

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: **Kamil Cinkraut**

Název práce: **Elektrické obvody se zdroji harmonického napětí ve výuce fyziky**

Studijní program a obor: **Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání**

Rok odevzdání: **2019**

Jméno a tituly oponenta: **RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.**

Pracoviště: **Katedra didaktiky fyziky MFF UK**

Kontaktní e-mail: **petr.kacovsky@mff.cuni.cz**

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Jak název napovídá, posuzovaná bakalářská práce se věnuje možnostem, jak do výuky zapojit problematiku harmonických střídavých obvodů. V jejím úvodu si autor vymezuje dva základní cíle (str. 3) – hlavním cílem je nastínit využití komplexních čísel v této oblasti fyziky, dalším cílem pak ilustrace řešení vybraných obvodů v komplexním oboru. Je pozoruhodné, že tyto dva jediné cíle, které autor v úvodu zmiňuje, jsou v práci splněny až kapitolami 6 a 7 a zabírají dohromady pouhých 15 stránek z celkových téměř 60. Domnívám se proto, že autor zřejmě podřídil své úsilí spíše naplnění *Zásad pro vypracování* (které lépe odpovídají struktuře práce), než těmto cílům.

Práce obsahuje tři logické celky – první z nich je tvořen kapitolou 1, která představuje rešerši SŠ (a okrajově i VŠ) zdrojů zabývajících se střídavými obvody. Bohužel, nikde není explicitně uvedeno, co je cílem rešerše – zda se sleduje výskyt konkrétního učiva, konkrétních pojmů, nebo jde o jakýsi „celkový dojem“; zdá se ale, že se autor zejména zaměřil na pojmy *fázor* (resp. jeho analogie) a *fázorový diagram*. Celkově je posuzováno 13 učebnic fyziky, elektronická sbírka úloh z fyziky a 2 učebnice matematiky a až na chybějící zacílení je rešerše poměrně rozsáhlá, pečlivá a velmi zdařile komentovaná.

Druhý logický celek tvoří kapitoly 2 až 6, které mají teoretický charakter a vyznačují se značnou matematizací. Kapitola 2 formuluje matematické základy pro další text, kapitoly 3 a 5 sumarizují chování prvků R , L , C a jejich sériových i paralelních zapojení do obvodů s harmonickým napětím; v kapitole 6 jsou poznatky z kapitoly 5 přepsány pomocí komplexní symboliky. Za pozornost stojí zejména kapitola 4, která dle mého názoru vhodně a srozumitelně motivuje zavedení pojmu fázor a precizuje jej.

Třetí, poslední celek, je reprezentován kapitolou 7, kde jsou uvedeny tři konkrétní fyzikální situace (úlohy) řešené zejména pomocí komplexní symboliky. Domnívám se, že cílům práce by prospělo, kdyby byla tato část (klidně i na úkor předchozích kapitol) delší a více akcentovala výhodnost použití komplexní symboliky v některých problémech – vlastně jedinou úlohou, kde je přínos komplexních čísel zásadní, je ta v kapitole 7.3. Stejně tak bych považoval za rozumné uvést důvody, proč se vůbec střídavými RLC obvody zabývat (RVP G žádný očekávaný výstup v této oblasti neočekává, stejně tak v matematice neuvádí žádnou zmínku o komplexních číslech).

Vzhledem k charakteru práce není překvapivé, že většina odkazované literatury se vztahuje ke kapitole 1, tj. k rešerši. Není ovšem zcela zřejmé, jaký je původ definic 12-14, zda byly převzaty z literatury či navrženy autorem.

Celý text je sepsán pečlivě, použitý jazyk se snaží zachovávat matematickou rigoróznost, ale současně být srozumitelným. Množství použité matematiky vede k ojedinělým pochybením ve vzorcích, pravděpodobně vzniklých překlepy nebo kopírováním z jiných částí textu. Gramatické chyby se vyskytují jen ojediněle, typicky v interpunkci. Grafická stránka práce je výborná, oceňuji zejména autorovy vlastní ilustrace.

Další komentáře připojuji níže v sekci *Drobnější komentáře*.

Drobnější komentáře a připomínky:

- Str. 15, definice 2: V první větě je chybně dvakrát za sebou zmíněna polopřímka VB.
- Str. 18, předposlední odstavec: Nekonzistence v terminologii, v souladu s autorem zavedenými pojmy by mělo být uvedeno „*Speciálně pro komplexní čísla, jež mají imaginární část nulovou...*“

- Str. 18, poslední řádek: Ve jmenovateli prvního zlomku by mělo být $\pm i$.
- Str. 21, řádek na vztahem 3.2: Spojení úhlová rychlost se v případě střídavých obvodů dle mých znalostí neuvádí.
- Str. 22, vztahy 3.7 a 3.8: Zde bych navrhl využít vztahy 3.7 a 3.8 k odvození obecného vztahu pro amplitudu U_m a fázi φ ; na rozdíl od autora (str. 31) se domnívám, že nejde o složitý výpočet.
- Str. 23, věta pod vztahem 3.9: Amplituda proudu se v této části textu značí I_m .
- Str. 23 a další: Schématické značky mají své ustálené tvary (například značka rezistoru je obdélník s daným poměrem délky stran, cívka má čtyři „obloučky“ apod.); existuje software na jejich vkládání, např. ProfiCad.
- Str. 24: Je škoda, že autor neopustil zažité vyjadřování typu „proud předbíhá napětí“ apod., které je z mých zkušeností pro studenty zavádějící a jazykově dvojnásobné – není jasné, co je ve větě předmětem a co podmětem.
- Str. 38, poslední vztah dole na stránce: Z Pythagorovy věty přímějí plyne rozdíl $I_C - I_L$, ale rozumím motivaci autora volit opačný rozdíl.
- Str. 39, dvojice rovnic pod vztahem 5.12: Ve druhé rovnici je chybně uveden součin IY , správně by mělo být UY .
- Str. 43: Poslední dvě věty stránky nesou velmi podobnou informaci, nadbytečné.
- Str. 49: Rovnice nad nadpisem 3 je psána bez jednotek, veličiny $u(t)$ a I by tedy měly být ve složených závorkách, které udávají jejich číselnou hodnotu.
- Str. 54: Zhruba od poloviny strany až do jejího konce se chybně objevuje veličina U_{BC} (správně U_{CD}); napětí U_{BC} je vzhledem k vodivému spojení bodů B a C nulové. Na stejné straně se omylem vyskytuje ve všech vztazích s indukčností označení X_{L2} , ovšem v některých vztazích má být X_{L1} .

Navzdory uvedeným nedostatkům autor splnil své v úvodu definované cíle a požadavky vytyčené zásadami pro vypracování jeho práce, kterou tímto doporučuji uznat jako práci bakalářkou.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. V rámci práce byly vzorově řešeny tři střídavé obvody, dva z nich (7.1 a 7.2) jak v komplexní symbolice, tak běžným SŠ postupem geometricky pomocí fázorů; náročnost obou postupů je ale prakticky stejná a pouze třetí příklad (7.3) naznačuje benefity práce v komplexním oboru. Nabízí se otázka, proč nebyl větší důraz kladen právě na situace, kde je užitečnost komplexních čísel zřejmá (i kdyby měly úroveň SŠ lehce přesahovat).
2. V zadání práce je uvedeno „vytvořit doplňující studijní materiál opírající se o základní poznatky z VŠ fyziky“. Není mi zcela jasné, co je tedy tímto materiálem – celá práce, některá její část, popř. která? Bude tento materiál zveřejněn jinde než v repozitáři závěrečných prací?
3. Pojetí a označení veličin R , X_L a X_C jako fázorů (na str. 42 a dále) je ve sporu s definicí 12 fázoru uvedenou na str. 33; autor sice tuto skutečnost komentuje na str. 46, ale pro čtenáře je takové značení matoucí a komentář by měl být spojen hned s prvním výskytem tohoto

značení. Proč byla tedy zvolena taková symbolika, o kterém sám autor přiznává, že neodpovídá jeho vlastní definici?

4. Autor práce používá v kapitole 5 symboly U a I jako amplitudy napětí/proudu, například v gymnaziálních učebnicích ale značí tyto symboly efektivní hodnoty. Jaký je důvod této – pro učitele možná matoucí – nekonzistence?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 14. 6. 2019