

## Oponentní posudek disertační práce

### Počítačové modely pro výuku elektroniky

Autor: **PhDr. Pavel Kratochvíl**

Oponent: **doc. RNDr. Josef Hubeňák, CSc.**

Disertační práce obsahuje kromě úvodu a stanovení cíle kapitoly s názvy *Modely ve fyzice*, *Popis vytvořených analogových modelů*, *Popis vytvořených digitálních modelů* a *Pedagogický výzkum*. Práci uzavírá *Hodnocení výsledků práce a závěr*. Příloha A obsahuje strom adresáře příloženého DVD a příloha B seznam oslovených škol a učitelů. V příloze C najdeme doručené dotazníky z pedagogického výzkumu a příloha D je statistika získaných dat. K práci je přiloženo DVD (CD) které obsahuje vedle celého textu disertační práce také funkční verze programů, vytvořených autorem. Autorský text je na 161 stranách, další stránky jsou povinné náležitosti.

V *Úvodu* autor připomíná návaznost na rigorózní práci, která obsahovala modely z oblasti analogové elektroniky. Disertační práce je pak zaměřena na tvorbu modelů, určených pro střední školy, především pro elektroniku na elektrotechnických středních školách.

*Cíle* jsou vymezeny takto: vytvořit modely z různých oblastí elektroniky, zhodnotit přínos těchto modelů pro vyučování, zjistit míru používání učebních pomůcek a počítačových modelů. Dále má být vyhodnocen pedagogický přínos počítačových modelů v edukačním procesu a navržena klasifikace počítačových modelů používaných ve vyučování elektroniky.

Obsáhlá třetí kapitola *Modely ve fyzice* je přehledem výsledků studia literatury, zabývající se touto problematikou. Autor se opírá o práce Emila Kašpara, Emanuela Svobody, Růženy Kolářové, Oldřicha Lepila a J.Vachka. Kapitola obsahuje i výčet modelů a pomůcek pro výuku elektroniky a zamýšlenou klasifikaci počítačových modelů. Tady autor předkládá jednoduché třídění na programy pro měření, programy simulační, animace a virtuální laboratoře. Tento článek by měl být spíše závěrem kapitoly (viz stanovené cíle). Poněkud nelogicky se následující článek vrací na obecnou rovinu a čteme o pedagogicko-psychologickém významu modelů v kognitivních procesech. Závěrečný článek řeší otázky vhodného programu pro tvorbu animací a uvádí některé zásady, důležité pro animace určené pro výuku.

Čtvrtá kapitola obsahuje popis vytvořených analogových modelů. Je zpracováno 16 témat a najdeme zde zprvu animace s unipolárními tranzistory, s usměrňovači a s klopnými obvody. Jednotlivé články obsahují fyzikální teorii, programovou realizaci modelu, metodický návod (pokyny pro používání programu) a nakonec výklad pro úroveň střední školy. Jevy v polovodičích jsou zastoupeny modely pro rozhraní kov-polovodič, P-N přechod, Zenerův jev, lavinový jev, tunelový jev v propustném směru (tunelová neboli Esakiho dioda), fotoelektrické jevy a bipolární tranzistor. Zde je teorie opřena o kvantovou fyziku a poněkud přesahuje možnosti středoškolské výuky. Je pak otázkou, nakolik jsou tyto animace využitelné na středních odborných školách elektrotechnických. Možnost měnit parametry v animaci a sledovat probíhající odezvy je ale velmi dobrou motivací. Může se stát podnětem pro studium potřebné teorie.

Pátá kapitola představuje autorovy modely logických obvodů. Celkem jedenáct modelů ukazuje na obrazovce principy hradla NAND, kodéru, dekodéru, sčítačky, registru a čítače – obvodů kombinačních.. Pak následují sekvenční logické obvody RS, RST, D a JK. Závěrečný model je obrazem funkce mikroprocesoru. Modely jsou plně funkční a práce s nimi poskytuje základní informaci o možnostech těchto stavebních kamenů výpočetní techniky.

Kapitola šestá dokumentuje pedagogický výzkum, jímž byly zjišťovány vybrané souvislosti výuky elektroniky, materiálních pomůcek pro výuku a užití počítačových modelů. Autor použil techniku elektronického dotazníku a zformuloval několik hypotéz, jejichž platnost zjistil statistickými metodami na základě získaných dat.

V *Závěru* hodnotí autor použití svých počítačových modelů na vysoké škole a na středních školách, pokud získal z těchto škol odezvu na elektronický dotazník. Pedagogické poznatky jsou relativně skromné: modely prokazatelně mají motivační vliv. Vliv na výkony a trvalé znalosti studentů nebyl potvrzen.

### **Připomínky k textu disertační práce**

V textu zůstalo několik překlepů a jazykových odchylek:

Str. 16 „...odvodit ohmův zákon...“ Správně ...Ohmův...

Str. 19 „Měřicí programy“ Správně Měřicí programy

Str. 27 „U zdrojů jsou vloženy ovládací tlačítka“ Správně ...vložená...

Str. 73 „...použití těchto striktur...“ Správně ...struktur...

Str. 93 „Při této polaritě procházejí přechodem pouze minoritní nositelé, ty nejsou z důvodu přehlednosti v modelu zakresleny.“

Jinde v textu je nositel podstatné jméno rodu mužského a životné, zde neživotné. Podle Pravidel českého pravopisu je tvar nositelé životný a správně by měla být věta zapsána:

Při této polaritě procházejí přechodem pouze minoritní nositelé, ti nejsou z důvodu přehlednosti v modelu zakresleni.

V textu jsou některá tvrzení, která mohou být sporná:

Str. 16 Zde je kritizována vodní analogie elektrického obvodu. Existuje ale i analogie s uzavřeným oběhem vody a ta je dobrým přiblížením k vlastnostem elektrického obvodu.

Str. 21 „Například model gravitačního pole lze později použít i na pole elektrostatické a magnetostatické.“ S magnetostatickým polem je obtíž, nemá zdroj.

Str. 39 „... a odpor rezistoru je nekonečný.“ To neodpovídá skutečnosti.

Str. 93 „Závěrný proud...řádově pikoampéry, je téměř zanedbatelný.“ Velikost závěrného proudu závisí na typu diody a dalších podmínkách.

### Typografické nedostatky

Str. 19 Předložka „s“ na konci řádku.

Str. 25 „a“ na konci řádku.

Na koncích řádků nemají být jednotlivá písmena. Tato typografická chyba se vyskytuje i na jiných stránkách textu.

Str. 33 „ $U_{DS} = 0,5V$   $U_{GS} = 0V$ “ je umístěno nad řádek. Značka pro volty nemá být kurzívou. Podobná chyba je i na jiných stránkách.

### Nepřesné formulace

Str. 29 „...zvyšování napětí  $U_{GS}$  z 0V na 4V...“ Hradlo G je vůči S záporné. Polarita je vyznačena v obrázku, ale pojem zvyšování je obecně chápán jako kladný přírůstek.

Str. 41 „Toho je dosaženo zabudováním kanálu při výrobě.“ Tady by bylo vhodnější „Vodivý kanál je vytvořen difuzí donorů do oblasti mezi S a D.“

### Jiné drobné chyby

Str. 20 „...didaktických zásad podle [9].“ V seznamu literatury je pod tímto číslem technická literatura.

Str. 34 a 38 Oblasti S a D jsou označeny  $N^+$ , v obrázku na str. 38, pak 40,42,43,45,46 (+) chybí.

Str. 159 Obrázek je zčásti málo čitelný.

Str. 171 V seznamu chybí položka 17, 23 a 27. Jsou označeny jako 18, 24 a 28.

Poznámka k seznamu použité literatury: pro citace platí norma ISO 690 a ISO 690-2.

### **Otázky k obhajobě**

Na stránkách 47-50 je v „Teorii“ zmínka o vyhlazovacím kondenzátoru, model s ním nepracuje. Jak by bylo možné doplnit model o funkci tohoto kondenzátoru?

Str. 52-57 a dále 65-72: Pokusil jste se obvod simulovat v Orcadu nebo postavit reálně?

Str. 58-64 Jsou exponenciální náběhy počítány podle vzorce uvedeného na str.58?

### **Závěry oponentního posudku**

Pro výuku elektroniky na středních a zčásti na vysokých školách práce poskytuje řadu počítačových modelů, které jsou plně využitelné.

Autor splnil velmi dobře základní cíl – vytvořit počítačové modely k výuce elektroniky. Na základě dat získaných elektronickým dotazníkem zhodnotil i míru používání učebních pomůcek a počítačových modelů. Dále má být vyhodnocen pedagogický přínos počítačových modelů pro výuku a navržena klasifikace počítačových modelů používaných ve vyučování elektroniky. Získaných dat je poměrně málo a výsledky pedagogického výzkumu je nutno brát s rezervou.

Z příloženého nosiče lze snadno kopírovat plně funkční soubory a ihned je použít pro výuku. Modely mají jednoduché intuitivní ovládání a velmi dobře vytvářejí i upevňují představu o funkci vybraných součástek a obvodů. Pokud se dostanou do rukou učitelů elektroniky a studentů, určitě přispějí k efektivitě výuky elektroniky.

Disertační práce má velmi dobrou grafickou úroveň a pěknou češtinu. Výše uvedené připomínky by měly být zohledněny při dalším využití k publikaci a šíření práce do škol.

Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Hradci Králové 9.8.2012

Doc. Josef Hubeňák

