

Hlediska tvorby výukových počítačových simulačních modelů

Petr Michalík

Abstrakt: Následující příspěvek uvádí souvislosti mezi tvorbou počítačových výukových simulačních modelů elektronických systémů a jednotlivými pedagogickými proměnnými vyučovacího procesu. Je třeba zdůraznit, že vyučovací proces spoluvytvářejí všechny pedagogické proměnné a figurují v něm v dosti komplikovaných vzájemných vztazích.

Klíčová slova: simulace, model, modelování, elektronický systém, vyučovací proces.

Abstract: The aim of the following paper is to present the context of creation of computer simulation models of electronic learning systems with different educational variables of the teaching process. In the beginning it should be emphasized that the teaching process they create all the educational variables, and include it in a rather complicated relations.

Key words: Simulation, model, modeling, electronic system, teaching process.

MICHALÍK, P. 2015. Hlediska tvorby výukových počítačových simulačních modelů. *Arnica 4, 1–2*, 13–18. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.

Rukopis došel 8. července 2014; byl přijat po recenzi 10. prosince 2014.

Petr Michalík, Katedra výpočetní a didaktické techniky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, Plzeň, 306 19, Česká republika; e-mail: michalik@kvd.zcu.cz

Úvod

Článek se zabývá souvislostmi mezi tvorbou výukových počítačových simulačních modelů elektronických systémů a důležitými proměnnými výukového procesu. V úvodu je třeba zdůraznit, že vyučovací proces spoluvytvářejí všechny pedagogické proměnné a figurují v něm v dosti komplikovaných vzájemných vztazích. Následující členění je proto provedeno pouze za účelem lepší strukturovanosti textu.

Hledisko cílů výuky

Cílem výuky specifikujeme očekávané výsledky chování vyučovaného subjektu po absolvování procesu výuky. Cíl výuky tedy predikuje stav vyučovaného subjektu, kterého se má dosáhnout na konci vyučovacího procesu. Vzhledem k tomu, že se vyučovací proces skládá z jednotlivých vyučovacích jednotek (např. vyučovací hodina, cvičení, přednáška, výuková kapitola, kurz, semestr), rozlišují se úrovně cílů jako směrné, hlavní a dílčí. Směrný cíl se stanovuje pro celý kurz, např. pro konkrétní předmět na konci jednoho semestru. Hlavní cíle výuky jsou již vztaženy na menší vyučovací jednotky – cvičení (přednášky), příp. vyučovací hodiny. Jednotlivé dílčí cíle pak napomáhají dosažení hlavního cíle.

Dosažení stanovených cílů výuky představuje komplexní proces, během kterého se na vyučovaný subjekt působí v několika oblastech. Podle toho se rozlišují kategorie cílů pro jednotlivé oblasti: kognitivní, psychomotorické a afektivní. Kognitivní cíle se vztahují k oblasti poznání, psychomotorické cíle zahrnují oblast motorické zručnosti (např. obsluhu přístrojů),

afektivní cíle jsou zaměřeny na oblast pocitů a emocí. Při používání virtuální počítačové elektronické laboratoře ve vyučovacím procesu se dosahuje zejména cílů v kognitivní oblasti (např. ověření teoretických poznatků o chování elektronických obvodů simulací) a také do určité míry cílů v psychomotorické oblasti (např. ovládnutí měřicích přístrojů, pokud konkrétní počítačová virtuální elektronická laboratoř obsahuje jejich modely).

Pro každou z výše uvedených kategorií cílů byly vytvořeny posloupnosti (stupně) stavů uspořádaných podle náročnosti od jednoduchých ke složitějším dovednostem. Byla tak vytvořena určitá hierarchie cílů v kognitivní, psychomotorické a afektivní oblasti. Velkou zásluhu na tom má B. S. Bloom, který vytvořil taxonomii cílů v kognitivní oblasti, nebo D. R. Krathwohl, jenž se zabýval afektivní oblastí. Uvedené pojetí uvádí do souvislostí také Anderson & Kraftwohl (2001).

Vzhledem k zaměření příspěvku se budeme zabývat pouze taxonomií cílů v kognitivní oblasti. Za nejnižší stupeň se považuje znalost, která předpokládá umět reprodukovat fakta, jevy, zákonitosti. Cílem na této úrovni může být popis zapojení obvodu a jeho vlastností. Dalším stupněm kognitivních cílů je pochopení. Mohli bychom sem zařadit např. pochopení principu činnosti elektronického obvodu. Vyšším stupněm kognitivního cíle je použití. Chápe se jako schopnost používat naučeného a pochopeného učiva v jiných situacích. S tím souvisí také schopnost nacházet analogie s probraným učivem. Jako příklad uvedeného stupně

cíle lze uvést schopnost změnit hodnotu součástky daného zapojení (např. oscilátoru) tak, aby se změnil jeho vlastnosti (např. rezonanční kmitočet).

Dalším stupněm kognitivních cílů je analýza. Je tím míněna schopnost provedení rozkladu na jednotlivé strukturální složky tak, aby byla pochopena podstata. U elektronického obvodu znamená provedení analýzy nalezení chování v zadaných uzlech obvodu při specifikovaných podmínkách. Analýzu elektronického obvodu lze provádět výpočtem, měřením nebo simulací chování pomocí počítače. Lze např. analyzovat chování obvodu za účelem stanovení pracovních bodů jednotlivých součástek, zjistit přechodovou charakteristiku v zadaném uzlu obvodu nebo frekvenční charakteristiky. Simulace chování elektronických obvodů ve virtuální počítačové elektronické laboratoři umožňuje provést navíc celou řadu analýz (teplotní, citlivostní, zkreslení, statistické analýzy apod.). Hierarchicky vyššího stupně výukového cíle dosahuje syntéza. Syntéza znamená schopnost z jednotlivých dílů složit nový celek (Vališová & Kasíková 2006).

Jedná se o návrh nového elektronického obvodu na základě zadaných vstupních požadavků. Nejvyšším stupněm kognitivních cílů je posuzování. Představuje schopnost stanovit relace za určitým cílem. Vyžaduje u posuzovatele jisté znalosti a zkušenosti. Patří sem schopnost vypracovávat odborné posudky a expertizy, výzkumné zprávy apod.

Cíle výuky musí být vyjádřeny jednoznačně. Proto by měly obsahovat srozumitelný popis cílového stavu vyučovaného subjektu, dále by měly specifikovat podmínky, za nichž má být cílů dosaženo, a případně také způsob, jakým bude dosažení cílů prověřeno.

Hledisko strukturovanosti učiva

Učivo jako jedna z pedagogických proměnných úzce souvisí zejména s cílem výuky. Oblast elektronických systémů patří mezi oblasti vědy, v nichž probíhá soustavný a intenzivní rozvoj. Jeho důsledkem jsou nové vědecké poznatky, které se promítají do lidského života a ovlivňují také vyučovací proces. Tento nárůst objemu vědeckých poznatků se označuje jako informační exploze. V oblasti učiva vyvolává informační exploze závažný rozpor, a sice že rostoucí objem poznatků nelze „vtěsnat“ do časového intervalu, který je pro vyučovací proces vyhrazen. Uvedená skutečnost se někdy označuje jako problém učivo – čas. Jeho důsledky na vyučovací proces se projevují v zásadě dvěma tendencemi:

1. snahou zefektivnit vyučovací proces,
2. snahou o prodloužení doby vyučovacího procesu (nemusí se přitom jednat o přímou výuku).

Prodloužení trvání vyučovacího procesu může probíhat v různých formách a nemusí obvykle znamenat nárůst doby přímé skupinové výuky. Lze např. v průběhu studia zvýšit do určité míry podíl individualizované nebo individuální výuky (řízené samostudium nebo e-learning). V některých oborech, mezi něž elektronika jednoznačně patří, tento požadavek přerůstá v celožitovní převážně individuální vzdělávání.

Zefektivnění vyučovacího procesu vyžaduje uvážlivě volit cíle výuky, rozsah, strukturu a hloubku učiva, vyučovací prostředky i metody výuky. Počítačová virtuální elektronická laboratoř jako moderní vyučovací prostředek může napomoci zefektivnění vyučovacího procesu.

Z výše uvedeného je zřejmé, že v dnešní době není možné vyučovat veškerým oborovým poznatkům, ale je vhodné se zaměřit na výběr principů, zákonitostí a hledání jevových souvislostí. Aplikace tohoto požadavku na učivo znamená vytvořit vhodnou strukturovanost učiva. Základy strukturální teorie výuky položil Bruner (1996). Vycházel přitom z teze, že moderní věda usiluje vedle hledání nových faktů o hledání vztahů a souvislostí mezi nimi (Bruner 1996).

Strukturovat učivo vyžaduje od vyučujícího uplatňování určitých zásad. Známá zásada souvisí s uspořádáním učiva od jednoduššího ke složitějšímu. Pochopí-li student skutečně princip např. tranzistorového jevu, získá tím předpoklady pro porozumění činnosti bipolárního tranzistoru jako stejnosměrného zesilovače, dále snáze pochopí, co je třeba provést s tranzistorem, aby mohl zesilovat střídavý signál a co vlastně znamená tzv. nastavení pracovního bodu tranzistoru. Navazujícím učivem pak mohou být víceúrovňové zesilovače, koncové stupně, stejnosměrné zesilovače, operační zesilovače atd.

Hlavní zásadou strukturovanosti učiva je nacházení souvislostí v něm, což lze považovat z hlediska výsledků vyučovacího procesu za významné. Naučíme-li vyučovaný subjekt hledání strukturovaných souvislostí, vytvoříme tím předpoklady pro přenášení konkrétních principů a zákonitostí v zobecněné. Vedle usnadnění učení vytvoříme vhodnější podmínky pro zefektivnění vyučovacího procesu a dosažení jeho výsledků, zároveň tím potlačujeme povrchní přístup k učení a podporujeme u vyučovaného subjektu vytváření celkového přehledu. Strukturování, rozsahu a hloubce učiva je tedy potřebné věnovat náležitou pozornost.

Hledisko psychostruktury a sociostruktury vyučovaného subjektu

Psychostruktura jako další pedagogická proměnná představuje zejména psychologické a biologické

charakteristiky vyučovaného subjektu. Při vytváření simulačních modelů elektronických systémů pro výukové účely patří obě charakteristiky k velmi důležitým, neboť na základě jejich posouzení modifikuje vyučující výukové cíle a rozsah i strukturu učiva.

Důležitou charakteristikou vyučovaného subjektu jsou vstupní znalosti, které mohou studenti při tvorbě simulačních modelů elektronických systémů uplatnit. Jsou-li tyto znalosti nedostatečné, má vytváření simulačních modelů z hlediska pedagogického omezený význam. Je proto potřebné před zahájením práce s virtuální počítačovou elektronickou laboratoří analyzovat vstupní znalosti o simulovaném obvodu a docílit u vyučovaného subjektu určité vědomostní úrovně. Tuto úroveň lze charakterizovat stupni kognitivních cílů znalost a pochopení, což v tomto případě znamená znát zapojení elektronického obvodu, jeho vlastnosti a pochopit princip činnosti simulovaného obvodu. Teprve za těchto předpokladů má význam ověřovat simulací chování elektronického systému, např. parametrickou analýzou.

Další charakteristikou vyučovaného subjektu jsou studijní zkušenosti. Tato na první pohled banální záležitost je dosti významná, neboť v souvislosti s tvorbou výukových simulačních modelů elektronických systémů je důležité předem vědět, zda studenti již se simulačním programem dříve pracovali a zda jsou navyklí na určitou výukovou metodu (např. skupinovou výuku). V každém případě je potřeba tomu uzpůsobit výukové cíle.

Dále je vhodné u vyučovaného subjektu analyzovat motivaci k výuce a v případě potřeby se jí pokusit ovlivnit. Pozitivní změny v motivaci studentů lze docílit stanovením přiměřené obtížnosti simulačních modelů, která se může poněkud lišit pro každou výukovou skupinu. Pozitivně působí také navození pocitu dosažitelnosti úspěchu u vyučovaného subjektu třeba ukázkou simulace chování „hotového“ výukového modelu.

Další důležité charakteristiky vyučovaného subjektu lze označit jako sociodemografické. Patří sem věk, pohlaví, ročník studia, typ studia (prezenční, kombinované) apod. Všechny tyto charakteristiky mají vliv na vyučovací proces a jeho přípravu.

Hledisko vyučovacího prostředku a výukové metody

Obě uvedená hlediska souvisejí se specifikací virtuální počítačové elektronické laboratoře jako vyučovacího prostředku a s výběrem vhodné vyučovací metody.

Virtuální počítačová elektronická laboratoř byla charakterizována jako moderní technický vyučovací

prostředek s částečnou adaptabilitou, který je vhodný pro skupinovou výuku. O některých specifikách, která tento vyučovací prostředek přináší, pojednávají Michalík & Toman (2010).

Zde budou uvedena z hlediska tvorby simulačních modelů. Jedna z prvních záležitostí, kterou je potřeba vyřešit, je naučit se pracovat s virtuální počítačovou elektronickou laboratoří. Platí to jak pro samotného vyučujícího, tak pro vyučovaný subjekt. Zásady ovládní moderního simulačního programu jsou zpravidla sjednoceny s ovládním ostatních aplikací, které pracují v prostředí stejného operačního systému. Aby však činnost s virtuální počítačovou elektronickou laboratoří byla co nejefektivnější, je vhodné dobře se naučit využívat všech možností, které poskytuje. Jedná se zejména o volbu vhodného typu analýzy a také o nastavení počátečních podmínek vlastní simulace (Michalík 2000a). Je proto žádoucí seznámit studenty se základy obvodové simulace, s jednotlivými typy analýz a vyzkoušet na jednoduchých příkladech jejich průběh za rozdílných parametrů. V začátcích práce se simulačním programem je vhodné poskytnout studentům hotové simulační modely jednodušších obvodů, aby na nich mohli vyzkoušet, jaké výsledky jednotlivé analýzy poskytují a v jakých formách jsou výsledky simulace zobrazeny. Dále je třeba uživatele připravit na skutečnost, že simulace chování elektronického obvodu nemusí vždy skončit nalezením konečného řešení, a seznámit je s tím, jaké jsou možnosti pomoci v takových situacích z hlediska jednotlivých etap simulace (Michalík 2000b).

Vhodné je také seznámit studenty s knihovnamí modelů elektronických součástek, kterými disponuje konkrétní simulační program.

Při pozdější tvorbě simulačních modelů elektronických systémů se osvědčuje před zahájením vlastní práce předvést studentům funkční model jako ukázkou možného řešení, což pozitivně motivuje studenty k práci. Při zadávání činnosti je také vhodné studenty upozornit na alternativní typy součástek, které mohou při tvorbě modelu použít. Různá řešení pak umožňují formulovat jednotlivým učebním skupinám konkrétní závěry.

V souvislosti s tvorbou simulačních modelů elektronických systémů je jako vhodná výuková metoda preferována skupinová výuka včetně tzv. sněhové koule. Vybranou metodu je potřeba studenty naučit při tvorbě jednodušších simulačních modelů, u složitějších již musí být studenti na průběh výuky navyklí, jinak by byla odváděna pozornost od řešeného problému a kontinuita výuky by tím byla narušována.

Příklad využití výukového simulačního modelu ve vyučovacím procesu

Dále bude ukázán příklad využití výukového simulačního modelu A/D (analogově-digitálního) převodníku integračního typu ve vyučovacím procesu. Některé další příklady uvádějí Michalík & Vrbík (2001).

Hlavní výukový cíl: Simulací ověřit princip činnosti A/D převodníku integračního typu

Dílčí výukové cíle:

- ověřit simulací činnost integrovaného binárního čítače
- ověřit simulací činnost OZ (operačního zesilovače) jako analogového komparátoru
- ověřit simulací činnost integračního zesilovače s OZ

Cílová skupina: studenti vysokoškolského studia se zaměřením na vzdělávání

Časová dotace: 2 výukové hodiny

Učební pomůcky: simulační program Multisim nebo EWB (Electronics Workbench), počítače, interaktivní tabule nebo dataprojektor

Klíčové kompetence: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, komunikativní kompetence

Formulace zadání: Navrhněte a zrealizujte výukový simulační model A/D převodníku integračního typu a ověřte simulací princip jeho činnosti.

Postup činnosti:

- 1) Realizujte v simulačním programu zapojení 4bitového integrovaného binárního čítače a ověřte simulací jeho činnost.
- 2) Realizujte v simulačním programu zapojení operačního zesilovače jako analogového komparátoru a ověřte simulací jeho činnost.
- 3) Realizujte v simulačním programu zapojení integračního zesilovače s operačním zesilovačem a ověřte simulací jeho činnost.
- 4) Realizujte v simulačním programu s využitím výše uvedených a simulací ověřených subobvodů zapojení 4bitového A/D převodníku integračního typu a ověřte simulací jeho činnost pro několik hodnot vstupního napětí.

Vstupní znalosti: binární čítač, operační zesilovač jako analogový komparátor a integrační zesilovač, princip činnosti A/D převodníku integračního typu

Očekávané výstupy: Studenti zrealizují výukový simulační model převodníku integračního typu, dokáží nastavit počáteční podmínky simulace a odsimulovat chování převodníku, prezentují výsledky simulace.

Metodické pokyny: Jako čítače použijte libovolný integrovaný binární čítač (např. 7493). Jako zdroj

hodinových impulzů lze využít výstup nazvaný „CLK“ (hodiny) generátoru datových slov. Integrační zesilovač a komparátor může být realizován pomocí modelu ideálního operačního zesilovače. Průběh převodu sledujte na výstupu integračního zesilovače osciloskopem. Motivace studentů může být zvýšena ukázkou funkčního simulačního modelu.

Vstupní a výstupní signály: U_x (vstupní analogové napětí), 4bitové datové slovo na výstupu

Doporučené typy analýz: parametrická pro různé hodnoty vstupního napětí U_x

Typy pro řešení možných problémů při výuce:

Problémy se simulací – simulace po spuštění neukazuje průběh dle obr. 2. Problém odstraníme nastavením nulových počátečních podmínek přechodové analýzy (Initial conditions – Set to zero).

Problém nevyrovnaných skupin – může způsobit značné rozdíly v přístupu a rychlosti při vytváření modelu. Tento problém lze eliminovat spojením nadprůměrných studentů s podprůměrnými, pokud je to možné (např. z hlediska vzniku tzv. přátelských skupin).

Výukové formy a výukové metody: skupinová výuka, metody frontální, dovednostně-praktická, skupinová diskuze, příp. metoda „sněhové koule“

Formy a kritéria hodnocení: ověření splnění výukových cílů prezentací funkčního simulačního modelu v souladu s očekávanými výstupy, verbální forma

Příklady výsledků simulace

Obr. 1 je výstupem z pracovní plochy simulačního programu EWB a ukazuje možné zapojení výukového simulačního modelu A/D převodníku integračního typu ve virtuální počítačové elektronické laboratoři s ohledem na formulaci výukových cílů. Praktický dopad uvedeného např. znamená, že doba převodu výukového modelu tohoto převodníku byla záměrně prodloužena o řád oproti reálnému převodníku.

Grafické výsledky simulace jsou vidět na obr. 2 a jsou opět výstupem ze simulačního programu EWB. Je zde zřejmý průběh napětí na výstupu integračního zesilovače (červený průběh), modrý průběh ukazuje impulzy přicházející na vstup čítače ve druhé etapě činnosti převodníku. Na dalším obrázku jsou vidět výstupy integračního zesilovače získané parametrickou analýzou pro tři různá vstupní napětí (červený průběh pro napětí $U_x = 1V$, modrý pro $U_x = 2V$, zelený pro $U_x = 3V$). Z obrázku je mj. patrný tzv. mezipřevod na čas, kdy druhá etapa převodu je nejkratší pro vstupní signál o velikosti napětí $1V$ a nejdělsí pro $3V$.

Závěr

Stanovení didaktického postupu tvorby výukových simulačních modelů elektronických systémů vyžaduje komplexní pohled. Některé pedagogické proměnné se v průběhu vyučovacího procesu mění více, jiné zůstávají téměř beze změny. Např. psychostruktura vyučovaného subjektu se v průběhu semestru mění jen nepatrně, rovněž sociostrukturální podmínky k výuce se v průběhu semestru zpravidla nemění vůbec. Naproti tomu se mění hlavní a dílčí cíle výuky, učivo a podle potřeby také výuková metoda.

Problematika tvorby výukových simulačních modelů elektronických systémů vyžaduje přístup, při kterém je třeba vzít v úvahu všechny pedagogické proměnné, jež ovlivňují vyučovací proces. Některé pedagogické proměnné se přitom budou uplatňovat s větší vahou, jiné méně výrazně. Stanovení oné váhy pro každý specifický případ je klíčovým atributem úspěšnosti výuky s počítačovou virtuální elektronickou laboratoří.

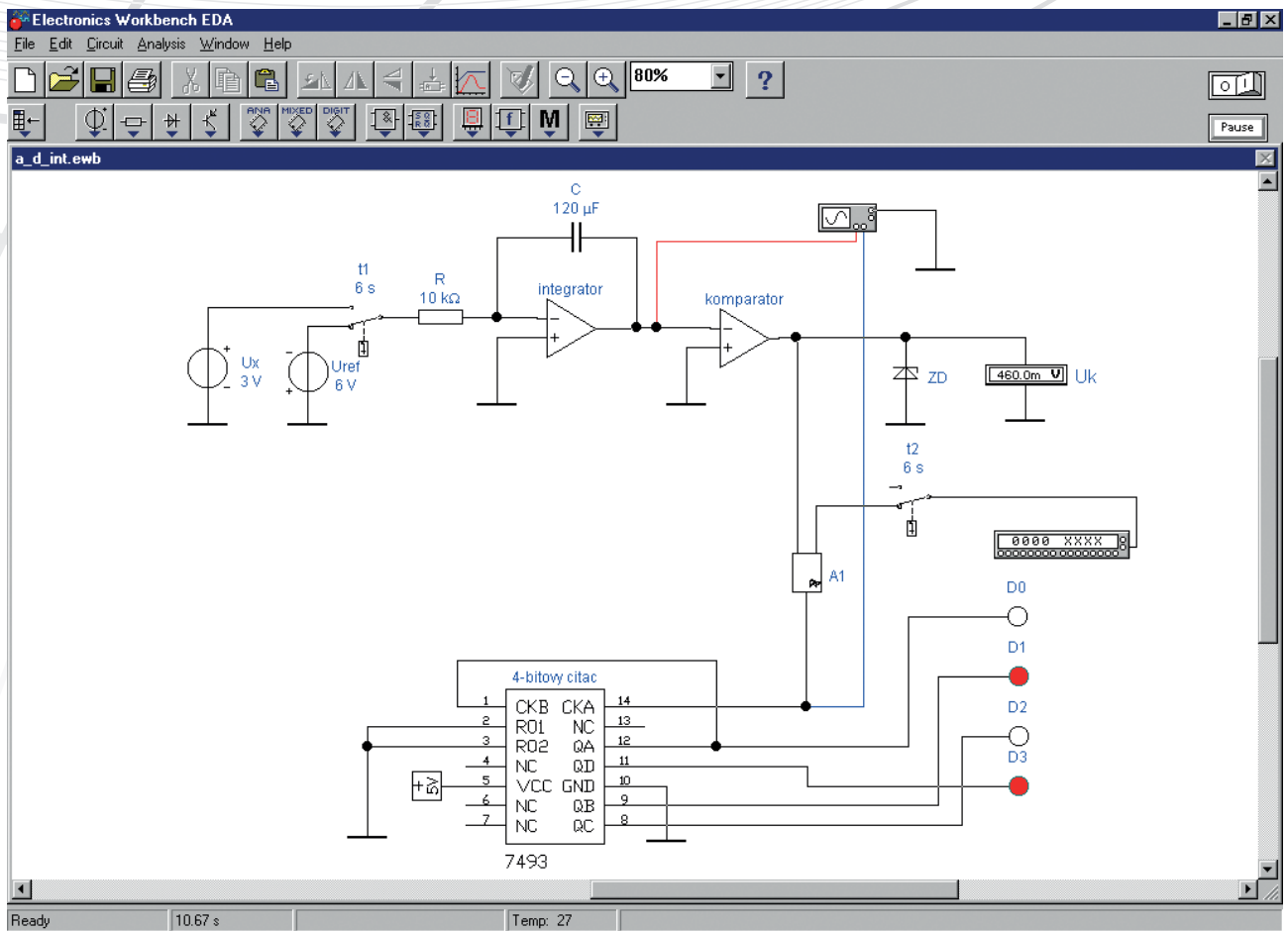
Literatura

- ANDERSON, L.W. & KRATHWOHL, D.R. (eds) 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman, New York. 352 s.
- BRUNER, J. 1996. *The Culture of Education*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge. 224 s.
- MICHALÍK, P. & TOMAN, J. 2010. Specifika výuky pomocí virtuální počítačové laboratoře. In *Alternativní metody výuky*. Gaudeamus, 1–8. Hradec Králové.
- MICHALÍK, P. 2000a. Počítačová simulace elektronických obvodů – nastavení podmínek a konvergenční algoritmy. *Sborník 4. mezinárodní konference Informatika a algoritmy*, 214–218. Prešov.
- MICHALÍK, P. 2000b. Počítačová simulace elektronických obvodů – etapy simulace a princip řešení rovnic. *Sborník 4. mezinárodní konference Informatika a algoritmy*, 210–214. Prešov.
- MICHALÍK, P. & VRBÍK, V. 2001. Examples of the utilization of the program EWB simulation in teaching the subjects Computer technics and Control. *Proceedings of UWB, Západočeská Univerzita v Plzni*: 191–196. Plzeň.
- VALIŠOVÁ, A. & KASÍKOVÁ, H. a kol. 2006. *Pedagogika pro učitele*. Grada, Praha. 456 s.

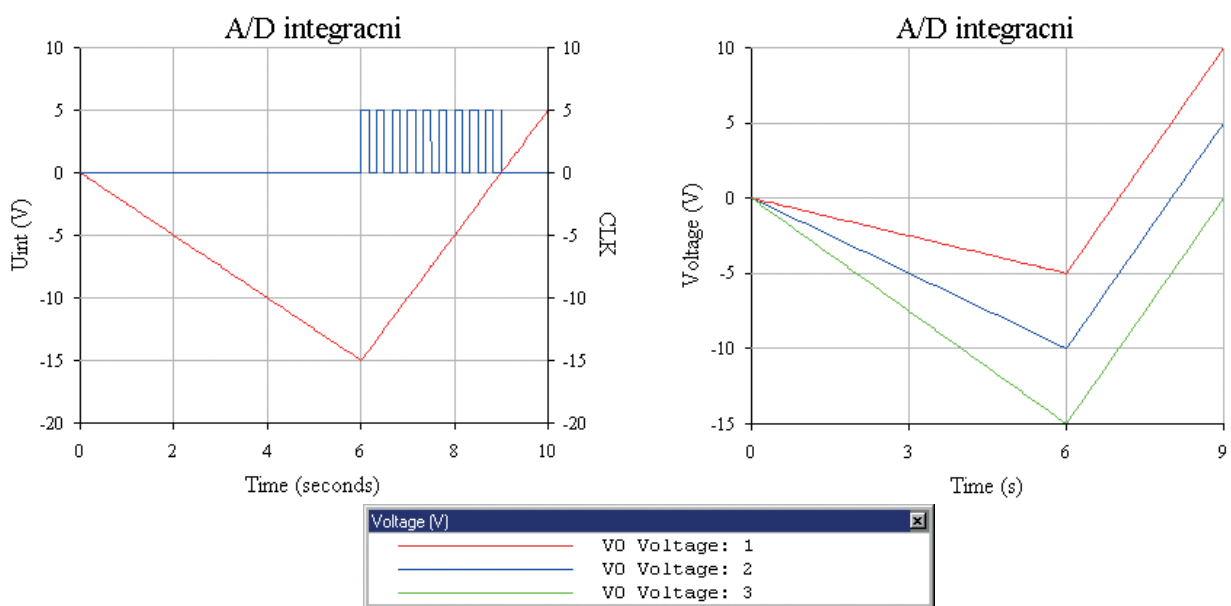
Summary – In Terms of the Creation of Educational Computer-Aided Simulation Models

The aim of the following paper is to present the context of creation of computer simulation models of electronic learning systems with different educational variables of the teaching process. In the beginning it should be emphasized that the teaching process they create all the educational variables, and include it in a rather complicated relations.

Determination of the educational procedure of making teaching simulation models electronic systems requires a comprehensive look. Some pedagogical variables in the course of teaching the process of change more, others remain almost unchanged. For Example psychostruktura in the subject taught during the semester changed only slightly, also sociostrukturální the conditions for teaching in the course of the semester, usually does not change at all. By contrast, the amended main and intermediate objectives of teaching, curriculum and teaching method, as appropriate. The issue of making the teaching of simulation models of electronic systems requires access, where it is necessary to take into account all the variables that affect the educational teaching process. Some pedagogical variables will apply with greater weight, other less significantly. Determination of weight for each specific case is a key attribute of success teaching with computer virtual electronic laboratory.



Obr. 1. Zapojení výukového modelu na pracovní ploše simulačního programu



Obr. 2. Výstupy analýz ze simulačního programu