

Stefan SENCZYNA

## METODYKA PROWADZENIA ZAJĘĆ "BUDOWA I PROJEKTOWANIE KOMPUTERÓW - PROJEKT"

**Streszczenie.** Rozwój programów komputerowego wspomaganie projektowania układów cyfrowych stawia przed dydaktykami wyższych uczelni zadanie wprowadzenia nowych treści do programów kształcenia.

Wykorzystując dostępne środki programowe i sprzętowe (komputery IBM XT/AT, program OrCAD/SDT) przedstawiono propozycję prowadzenia zajęć projektowych na kierunku Informatyka opartych na wybranym programie komputerowego wspomaganie.

## A METHOD OF ORGANIZATION FOR COURSE OF COMPUTERS ARCHITECTURES DESIGN

**Summary.** The development of programs for computer-aided design of logic circuits put up before academic's teachers the task to develop programs of studies. Using easy of approach tools (PC XT/AT, and OrCAD/SDT system), it has introduced a proposition of organization a course of computers architecture design with CAD at a department of computer science in a technical university. For this has been applied accessible programs and PC computers.

## DIE METHODIK DER UNTERRICHTSFÜHRUNG "COMPUTERAUFBAU UND ENTWICKLUNG - EIN ENTWURF"

**Zusammenfassung.** Die Entwicklung der CAD-Systeme stellt vor Universitätsdidaktiken die Aufgabe den neuen Gehelt ins Lehrprogramm einzuführen. Mit verwendung zugänglicher Programmierungs - messnehmen und Computers (PC XT/AT, Programm OrCAD/ SDT) wurde ein vorschlag zur Führung des Prog-

rammierungsunterrichtes an der Fachrichtung Informatik unter Anlehnung an gewahltes CAD-Systeme dargestellt.

## 1. Umiejscowienie przedmiotu BiPK w programie nauczania

Przedmiot BiPK (budowa i projektowanie komputerów) realizowany na IV roku studiów kierunku Informatyka poprzez 3-godzinny wykład i 2-godzinny projekt na V roku, wchodzi w skład grupy przedmiotów stanowiących trzon kształcenia na 5-letnich studiach magisterskich.

Program nauczania zakłada ogólny kierunek, niwelując tradycyjny podział na programistów i projektantów sprzętu. Tym samym studenci przechodzą jednolity kurs, który w dziedzinie informatyki obejmuje zagadnienia: podstaw programowania, arytmetyki i architektury m.c., mikroinformatyki, podstaw informatyki, języków programowania i systemów operacyjnych, projektowania układów cyfrowych oraz wiele zagadnień towarzyszących - bazy danych, modelowanie, grafika komputerowa. Na latach IV i V szeroki repertuar przedmiotów obieralnych ma na celu rozwój indywidualnych zdolności oraz wprowadzenie pewnego ukierunkowania studentów.

Z planu studiów [1] można wyodrębnić przedmioty składające się na ogólnie rozumianą informatykę i przedstawić zestawienie liczbowe:

### a) stałe przedmioty kursu:

nazwa przedmiotu	lata kursu	ilość godzin (wykłady/ćwiczenia/laboratoria)
arytmetyka maszyn cyfrowych	I	2/1/0
analiza algorytmów	II	2/1/0
	III	2/2/0
podstawy programowania	I	2/1/2
programowanie komputerów	I	2/0/0, 2/0/2
	II	0/0/2
programowanie w językach symbolicznych	III	2/1/0, 0/0/3
architektura komputerów	III	2/0/0, 2/0/2
	IV	0/0/2
systemy operacyjne	III	3/0/0



systemy operacyjne	IV	3/0/2,	0/0/4
inżynieria programowania	II	2/1/0,	0/0/3
podstawy informatyki	II	4/2/0,	4/2/2
	III		0/0/2
teoria automatów	I	2/1/0,	2/1/2
konstrukcja urządzeń	II	2/1/0	
cyfrowych	III	0/0/0/2	(projekt)
mikroinformatyka	III	3/1/0	
	IV	2/0/3	
miernictwo cyfrowe	II	2/0/0	
	III	0/0/2	
modelowanie cyfrowe	IV	2/1/0	
	V	2/0/2	
teleinformatyka	IV	2/0/0,	2/1/2
	V	0/0/2	
budowa i projektowanie	IV	3/0/0,	3/0/2
komputerów	V	0/0/0/2	(projekt)
urządzenia zewnętrzne	III	2/0/0,	0/0/3
sieci komputerowe	IV	2/0/0,	2/0/0
	V	0/0/2	

#### b) obieralne przedmioty kursu:

IV	4, 5	(ogółem)
V	15	(ogółem)

Umieszczenie przedmiotu BiPK wymaga od prowadzących wnikliwego uwzględnienia treści całości przedmiotów informatycznych kursu. Oceniając zakres wiedzy wnoszonej przez takie przedmioty, jak: architektura, podstawy informatyki czy blok przedmiotowy matematyki, można stwierdzić, że mają one na celu ugruntowanie formalnej wiedzy oraz dostarczenie metod posługiwania się nią. Będzie to na przykład: sprawność matematyczna, znajomość teorii komputerów czy programowania, analizy algorytmów, obsługi systemów operacyjnych. Tutaj można dokonać ogólnego podziału na przedmioty dające teoretyczne przygotowanie oraz przedmioty kształtujące umiejętności inżynierskie. Przez teoretyczne przygotowanie należy rozumieć umiejętności analizy zjawisk narzędziami matematycznymi opisującymi ich syntetyczny model. W zakres przedmiotów dedykowanych temu podejściu wchodzi wiele definicji, dowodów, opisu właściwości, opisu struk-



tur, metod syntezy struktur. Przykładem przedmiotu tej kategorii są "podstawy informatyki". Nie należy dążyć do jednoznacznej klasyfikacji wszystkich przedmiotów, gdyż możliwe jest podejście mające cechy obu kategorii podziału. Wprowadzenie wymienionej uogólniającej klasyfikacji ma na celu wyeksponowanie problemu dydaktycznego i ustalenie płaszczyzny klasyfikacji dla przedmiotów o wyraźnym profilu. Tym samym, konsekwentnie, BiPK można ocenić jako przedmiot inżynierski. Jego celem jest kształtowanie umiejętności posługiwania się całością zdobytej wiedzy oraz technologicznymi aspektami projektowania sprzętu informatyki.

W ramach wykładu analizowane są koncepcje budowy komputerów, kwestie dotyczące projektowania struktur logicznych procesorów, właściwości elektrycznych i technologicznych ich rzutowania na realizację funkcji logicznych przez różne typy architektur układów cyfrowych.

Ilustracją zagadnienia kształcenia inżynierskich umiejętności jest temat magistrale. Od strony logicznej magistrala komputera jest przedstawiona w formie opisu listy sygnałów i protokołów komunikacyjnych, strona elektryczna jest listą parametrów napięciowo-prądowych, czasowych elementów logicznych magistrali oraz metod obliczania ich punktu pracy.

## 2. Przegląd treści BiPK

Wykład z BiPK [2] realizując inżynierski profil kształcenia, zawiera treści opisujące konstrukcyjno-technologiczny aspekt urządzeń cyfrowych. Poszczególne moduły składowe wybranej architektury maszyny cyfrowej są analizowane w zakresie właściwości funkcjonalnych fizycznej realizacji struktury logicznej. W ten sposób dla architektur maszyn linii PDP-11/xx, IBM XT/AT są przedstawione moduły interfejsów, pamięci, procesora.

Na treść wykładu składają się tematy: pamięci komputerów, struktura JAL, sposoby realizacji operacji arytmetycznych, współpraca elementów TTL z aparaturą stykową, układy szybkiej transmisji, eliminacja zakłóceń.

Metody projektowania maszyn cyfrowych, obejmujące aspekt technologiczny, obejmują: czynniki środowiskowe, wymagania funkcjonalne i techniczne, stabilność cieplna, dobór podzespołów, wybór i zasady normalizacji konstrukcji mechanicznej, obwody drukowane. Szereg tematów dotyczy analizy konstrukcyjnych rozwiązań poszczególnych modułów maszyny cyfrowej: układu sterowania, magistrali, przesyłów międzyrejestrów, układu przerwań, interfejsów. Konsekwentnym uzupełnieniem jest uwzględnienie języków symbolicznych - przedstawienie trybów adresacji.



Zagadnieniem rozwijającym problematykę automatyzacji projektowania komputerów jest zastosowanie języków opisu sprzętu dla wybranych elementów architektury. Treść tematów wykładu zawiera elementy metod projektowania, które to następnie są rozwijane w trakcie realizacji odrębnych zajęć - projektu BiPK.

### 3. Analiza dotychczasowej realizacji zajęć *BiPK* - projekt

Umieszczenie terminu realizacji zajęć projektowych na ostatnim roku kursu, obok podsumowania wykładu, może być wykorzystane do doskonalenia umiejętności studentów służących wykonaniu tematów prac magisterskich. Zajęcia, ze względu na liczbę studentów, prowadzone są przez kilkusobowy zespół z zastosowaniem ujednoczonych założeń metodycznych.

Ich treść jest następująca:

- indywidualizacja działań i kompleksowy temat prac; studenci otrzymują zróżnicowane tematy projektu o charakterze kompleksowym, obejmującego opracowanie założeń technicznych, schematu ideowego, wytycznych do projektu obwodu drukowanego,
- rozwinięcie pracy własnej i zastosowanie katalogów elementów cyfrowych i mikroprocesorowych; czas zajęć zostaje przeznaczony na dyskusje koncepcji i uzyskanych wyników realizacji tematu, poszukiwanie kluczowych elementów rozwiązania; analiza katalogów, realizacja prac nad opracowaniem schematu ideowego oraz opisów jest umiejscowiona w czasie własnym studentów, poza terminami zajęć,
- wprowadzenie komputerowych środków wspomagania projektowania w szczególności programów graficznego opracowania schematów ideowych,
- zamknięcie projektu uproszczoną formą obrony wykonanej pracy; jest to indywidualna dyskusja i ponowne prześledzenie toku realizacji całości poleconego tematu.

Dobór tematów jest podyktowany indywidualnym doświadczeniem dydaktyków i sugestiami studentów. Tematy mogą być zasadniczo zróżnicowane, obok systemów mikroprocesorowych, specjalistyczne urządzenia cyfrowe, interfejsy, moduły sterowników. Istotne jest, by w zależności od stopnia złożoności tematów dobrać odpowiednio wymogi realizacji. W przypadku systemu mikroprocesorowego ważne będzie przeprowadzenie analizy doboru elementów składowych architektury: modułu pamięci, interfejsu, mikro-



procesora, systemu przerwań. Ustalenie wynikających stąd właściwości funkcjonalnych struktury całości, etap opracowania projektu obwodu drukowanego mogą zostać pominięte

Inne wymogi należy postawić wobec tematu, np: bufory wejścia-wyjścia sterownika, gdzie będą również opracowywane zagadnienia technologiczne - w tym wytyczne do projektu druku. Systematyczny nadzór nad przebiegiem tematu umożliwiają kolejne terminy spotkań, które mają dwojakie zastosowanie. Pierwszoplanowo studenci konfrontują opracowane elementy koncepcji z doświadczeniem dydaktyka, uzupełniają swoją znajomość danych katalogowych. Dalej spotkania mają dyscyplinującą rolę dla pracy studentów i obligują do pracy własnej. Zastosowanie komputerów w zajęciach, ze względu na niewielką ilość stanowisk, ma charakter pokazowy i głównie umożliwia zapoznanie się z dostępnymi programami wspomagania projektowania - w szczególności programem graficznego wprowadzania schematów ideowych.

#### **4. Zastosowanie w zajęciach *BiPK* - projekt środków komputerowych**

Indywidualny dobór tematów dla studentów na zajęciach z projektu jest podstawowym założeniem organizacyjnym, umożliwia ponadto dopasowanie zajęć do potrzeb wynikających z innych prac studentów, np.: podjętych tematów prac magisterskich. W takiej realizacji zajęć rolą komputerowego wspomagania jest dostarczenie narzędzi programowych w wybranym zakresie do wykonania wycinka zadania projektu, graficznego wprowadzania schematu ideowego czy wykonania projektu obwodu drukowanego. Rozwinięcie możliwości stosowania środków komputerowych wymaga zwiększenia repertuaru dostępnych narzędzi programowych, (symulator, kompilator języka opisu sprzętu) oraz zwiększenia ilości stanowisk roboczych. Taka linia rozwoju metodyki realizacji projektu ma cechy ekstensywne i powinna być podjęta w szerszym kontekście - w ramach programu nauczania przedmiotów informatycznych.

W zakresie samego przedmiotu *BiPK* można podjąć koncepcję intensywnego rozwoju, opartą na dotychczasowych założeniach metodycznych omówionych w pkt. 3. Intensywny rozwój oznaczałby weryfikację organizacji zajęć w doborze i prowadzeniu tematów przy nie zmienionej treści przedmiotu *BiPK* i obciążeniu godzinowym studentów. W dziedzinie tematów projektu należałoby zebrać projekty nieskomplikowanych urządzeń cyfrowych tak, by była możliwa ich kompleksowa realizacja przy zastosowaniu metodyki podpo-



rządkowanej właściwościom środków komputerowego wspomaganie. Oznacza to, że tok pracy studenta powinien być sterowany algorytmem realizacji kolejnych faz projektu wybranym programem wspomaganie, a za istotne należy uznać naukę umiejętności wyrażania podjętego projektu, już w fazie koncepcyjnej, za pośrednictwem środków dostarczanych przez program wspomaganie (np. stosując elementy języków opisu sprzętu).

Przykład konkretnej organizacji zajęć projektu BiPK (rys. 1) można rozwinąć na bazie dostępnego oprogramowania wspomagającego, realizującego szereg funkcji przygotowania i weryfikacji schematu ideowego projektu - programu OrCAD/SDT [5].

Jako że możliwości programu będą decydujące, ich lista w kolejności zastosowania jest następująca:

- specyfikacja symboli graficznych elementów nie występujących we własnych bibliotekach symboli,
- wprowadzenie schematu ideowego z zastosowaniem funkcji pomocniczych umożliwiających rozłożenie schematu na plachty i stosowanie makrozleceń,
- wstępna weryfikacja graficznych danych programem kontrolnym,
- specyfikacja modułów logicznych bibliotek symulatora,
- weryfikacja symulatorem wykresów czasowych projektowanego układu cyfrowego,
- wydruki graficzne schematów ideowych.

Omówione funkcje są pewnym uogólnieniem możliwości programu OrCAD/SDT i mogą posłużyć do przedstawienia ramowej metody posługiwania się tym programem przy organizacji zajęć projektowych.

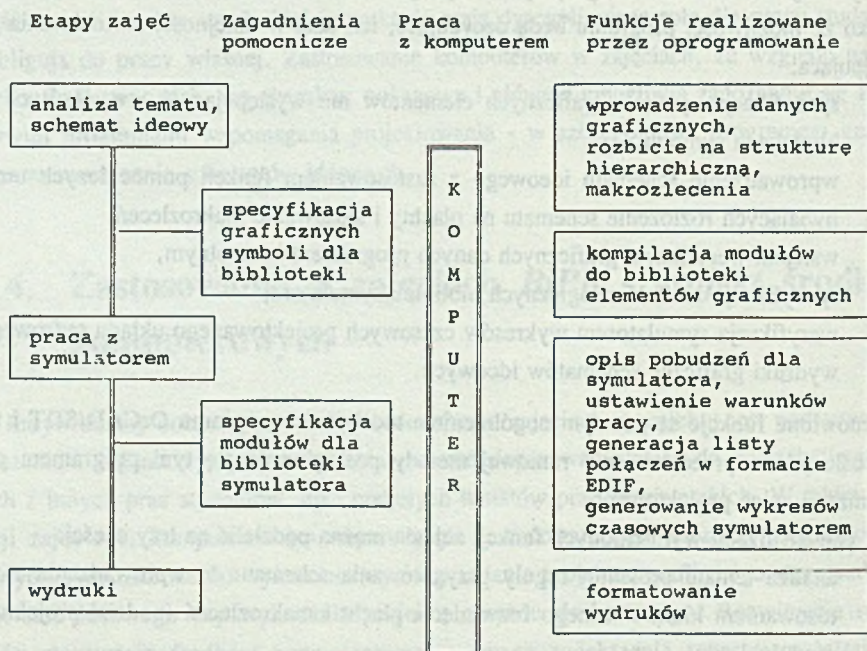
W celu realizacji wymienionych funkcji zajęcia można podzielić na trzy części:

- analiza tematu projektu, reguły przygotowania schematu do wprowadzania z zastosowaniem hierarchicznego rozwinięcia placht i makrozleceń (podział projektu na moduły),
- weryfikacja projektu symulatorem, ustalenie formatów wykresów czasowych sygnałów pobudzających i oczekiwanych odpowiedzi oraz warunków zakończenia weryfikacji,
- wyprowadzenie rysunków schematów ideowych, listy elementów, opracowanie wytuczonych do projektu obwodu drukowanego.

Dostępny program OrCAD/SDT [5] nie umożliwi pełnego rozwinięcia koncepcji zastosowania języka opisu sprzętu do projektowania. Aczkolwiek możliwe jest wprowadzenie do zajęć np. elementów języka VHDL w celu opisu koncepcji wyjściowej tematu projektu, lepszym wyborem jest udostępnienie formuły EDIF [10] w kontekście wymaganego formatu zbioru wejściowego symulatora programu OrCAD. Celowe jest przeprowadzenie

analizy struktury EDIF, aby przedstawić jego przeznaczenie i możliwości operacyjne. Ze względu na złożoność zagadnienia, omówienie EDIF powinno dotyczyć jego roli w pracy symulatora OrCADA.

Pomieszczenie tak szerokiej treści w trakcie zajęć wymaga ich organizacji podobnie do zajęć laboratoryjnych. Liczebność sekcji powinna obejmować 8-6 osób, sekcje mogą otrzymać jeden temat, w pewnym zakresie zróżnicowany dla indywidualnej realizacji.



Rys. 1. Ilustracja organizacji zajęć *BiPK* - projekt z zastosowaniem oprogramowania CAD

Fig. 1. Organizational scheme for academic course of computers design with CAD tools application

Zapotrzebowanie na czas maszynowy należy ograniczyć, ze względu na możliwości techniczne, przykładowo szacując na 5 do 8 godzin na osobę. Przy czym przygotowanie materiałów, schematów, opanowanie podstaw obsługi programu należy wykonać w czasie zajęć w trybie tablicowym z zastosowaniem pokazu pracy programu.

Pracę indywidualną na stanowisku roboczym praktycznie należy zorganizować poza terminami zajęć. Dla spodziewanego obciążenia wynoszącego 50 osób - otrzymujemy:



(50 osób \* 8 godzin)/2 stanowiska równe jest 200 godz/stanowisko,

w czasie semestru. Zakładając pracę indywidualną z komputerem przez około 10 tygodni, należałoby zarezerwować 20 godzin pracy komputera tygodniowo, jest to do przyjęcia, daje pewną rezerwę czasu na ewentualne przedłużenie pracy, ale wymaga opracowania grafiku dostępu do stanowiska i dyscypliny przy jego realizacji.

## 5. Przegląd wybranych programów wspomagania projektowania urządzeń cyfrowych i analogowych

W kategorii programów wspomagania (CAD), jeśli chodzi o projektowanie urządzeń cyfrowych, dostępnych jest wiele programów realizujących całość procesu projektowego (np. z zastosowaniem języka VHDL) lub jego część (np. synteza masek). Te najlepsze wykorzystują wysokiej klasy sprzęt komputerowy. Stąd aby w procesie edukacji sięgnąć po profesjonalne oprogramowanie, należy się liczyć z odpowiednimi kosztami programu i sprzętu. Biorąc pod uwagę realia i potrzebę usprawnienia nauczania, tak jak i w tym opracowaniu, można przedstawić przykłady [3],[4], w których zrealizowano koncepcje programów edukacyjnych łączących prostotę obsługi z możliwością kontaktu z programem profesjonalnym (np. PSPICE).

Chociaż opracowanie [3] dotyczy projektu układów analogowych, jest to przykład prostej metody adaptacji komputerowo wspomaganego procesu projektowego do potrzeb zajęć dydaktycznych. Opracowany został program dla komputerów personalnych Mac-Intosh, który prowadzi studenta przez kluczowe fazy projektu z zastosowaniem baz danych oraz formuluje opis zadania dla przetwarzania, jednokrotnej weryfikacji uzyskanego projektu programem SPICE - uruchamianego na stacji roboczej SUN.

Tematyka dotycząca projektowania VLSI została przedstawiona w opracowaniu [4], z rozwinięciem koncepcji współpracy przemysł - uniwersytety oraz kompleksowych środków edukacyjnych: video, komputery.

Rostrzygając problem, czy najlepszym miejscem dla zdobywania doświadczenia projektowego VLSI są laboratoria przemysłowe, autorzy [4] przedstawili argumenty na rzecz szerokiego wprowadzenia programów VLSI do edukacji inżyniera uzasadniając to tym, że:

- motywuje studentów do używania narzędzi programowych w swoim dalszym kształceniu na kursie,



- umożliwia naukę systematycznego projektowania według ustalonych metod, wprowadza zasadę strukturalizacji projektu, ugruntowuje dyscyplinę pracy,
- umożliwia dyskusję nad wszystkimi etapami projektowania VLSI, nie tylko w ramach określonej specjalizacji, dając bardziej ogólne zrozumienie problematyki projektowania.

W dziedzinie programów wspomagania projektowania można wybiórczo przedstawić przykłady programów specjalistycznych wspierających ustalony zakres techniki VLSI.

Projektowanie obwodów drukowanych według schematu ideowego, wprowadzane go w formie graficznej, realizują programy: P-CAD [6], QUESTRACK [12].

Do realizacji symulacji sieci logicznej, w tym złożonych architektur komputerowych, przeznaczony jest program SUSIE [11].

Zasygnalizowanie istnienia szerokiego spektrum programów CAD od strony edukacyjnej ma na celu podkreślenie wielości narzędzi do realizacji tej samej koncepcji projektowania. Studenci kształceni z zastosowaniem określonego programu CAD powinni dostrzegać różnorodność narzędzi, aby stosowanego w trakcie nauczania programu nie traktowali jako wyłącznego punktu odniesienia do oceny innych środków programowych CAD.

Należy zaznaczyć, że wymienione przykłady programów mają charakter ilustracyjny, nie wykluczając możliwości stosowania ich w praktyce zawodowej lub do modyfikacji zajęć dydaktycznych z dziedziny projektowania komputerów.

## 6. Sprzętowe środki uruchamiania prototypów układów cyfrowych

W punktach opracowania przedstawiona została jedna z metod realizacji projektu układu cyfrowego z zastosowaniem pakietu programów wspomagających. Obsługa programów OrCAD/SDT jest stosunkowo nieskomplikowana, ich podstawową funkcją jest wyrażenie ustalonej koncepcji architektury projektu układu cyfrowego w formie graficznego schematu ideowego. Programy zawarte w pakiecie umożliwiają przetwarzanie opracowanego schematu graficznego, realizację analizy poprawności według ustalonych reguł, wykonanie listy elementów, kompilację schematu do postaci listy połączeń, symulację części lub całości, o ile dostępna biblioteka symulatora dostarczy opisu wymaganych elementów.

Zasadniczo OrCAD/SDT realizuje projekty, które dalej będą wykonane w postaci druku. Osobnym problemem jest synteza struktury elementu VLSI, który ze względu na



złożoność wymaga innego potraktowania, aczkolwiek należy zaznaczyć, że schemat ideowy struktury architektonicznej sformułowany według ustalonych reguł gramatycznych może stanowić materiał do przetwarzania programami syntezy.

Z pozycji przedmiotu *BiPK - projekt*, można przedstawić laboratoryjną wersję dalszej realizacji projektu układu cyfrowego - wykonanie prototypu i prace uruchomieniowe. W fazie prac nad prototypem są stosowane sprzętowe środki uruchomieniowe, jako podstawowe można wymienić: analizator stanów logicznych [13], emulator procesora [14]. Oba urządzenia realizują funkcje graficznej wizualizacji przebiegów sygnałów logicznych w funkcji czasu w trakcie realizacji określonych wymuszeń przez prototyp. Uzyskane wyniki są następnie konfrontowane z ich spodziewanym obrazem wnioskowanym z funkcjonowania zastosowanych elementów. Interpretacja wyników i wyszukiwanie błędów prowadzi do korekty realizacji prototypu w zakresie jego zgodności ze schematem ideowym oraz do zmian w samym projekcie.

Prace uruchomieniowe prototypu układu cyfrowego są cyklicznym procesem, który składa się z etapów: obserwacja odpowiedzi układu na zadane pobudzenia, porównanie wyników obserwacji z wynikami modelowymi, korekta prototypu. Zakończenie prac nastąpi, gdy zostanie uzyskany spodziewany obraz przebiegów sygnałów logicznych prototypu układu cyfrowego.

Podstawowa funkcja analizatora stanów logicznych jest bierne śledzenie i pamiętanie wybranego zestawu sygnałów logicznych, będących pobudzeniami i odpowiedziami badanego prototypu. W zależności od wewnętrznej budowy, wielkości pamięci, ilości kanałów, osiągalnej częstotliwości próbkowania możliwe jest śledzenie przebiegów (np. cyklu magistralowego), obejmujących szerszy zakres zdarzeń, z większą rozdzielczością czasową.

Emulator procesorów jest specjalizowanym urządzeniem komputerowym, rozszerzającym funkcje analizatora sygnałów do realizacji monitorowania pracy określonego typu mikroprocesora w środowisku, które jest przedmiotem projektu. W tym wypadku została zastosowana metoda wydzielenia badanego mikroprocesora za pomocą sondy emulatora i przy zastosowaniu pomocniczego komputera dostarczane są programy testowe wykonywane przez mikroprocesor zawarty w sondzie oraz monitorowane przebiegi czasowe wszystkich sygnałów sondy.

Przykładem kompleksowego stanowiska uruchomieniowego prototypów urządzeń mikroprocesorowych jest system RTDS-16 [14]. W skład stanowiska wchodzi mikrokomputer z procesorem 8086, sondy emulatora, oprogramowanie. Całość umożliwi realizację prac nad urządzeniami wyposażonymi w mikroprocesory i przewidziana jest do użytkowania w laboratoriach przemysłowych, a także szkół wyższych.



Wprowadzenie zagadnienia prac uruchomieniowych jako konsekwentnego etapu procesu projektowego do dydaktyki pod tematem BiPK wiązałyby się z zastosowaniem analogicznej koncepcji, jaką przedstawiono w opracowaniu dla projektu BiPK.

Praktycznie, uwzględniając ramy czasowe, oznaczałoby to wprowadzenie nowej jednostki przedmiotowej do ogólnego tematu BiPK.

## 7. Podsumowanie

Przedstawiona koncepcja zastosowania programu CAD: OrCAD/SDT [5] do zajęć dydaktycznych w dziedzinie projektowania komputerów nie ma na celu nauki zręcznego posługiwania się tym programem. Przygotowanie studentów w zakresie stosowania środków komputerowych w projektowaniu wymaga jednak realizacji specjalistycznych zajęć z zastosowaniem wybranego programu CAD, co można wesprzeć przykładami [3], [4]. Jednakże wykorzystanie pełnych możliwości programu OrCAD/SDT wymaga wprowadzenia do treści zajęć tematów bezpośrednio dotyczących tegoż programu oraz udostępnienia większej liczby stanowisk roboczych studentom.

Dyskusyjne jest wprowadzenie do wykładów szczegółowego omawiania programu wykorzystywanego później w zajęciach projektowych, tutaj wystarczą odpowiednio przygotowane materiały dydaktyczne, przy czym niektóre zagadnienia programu, np. metody programowej symulacji układów cyfrowych [7], należałoby uznać za wartościową treść wykładu. Ten temat dotyczy koncepcji języków behawioralnych, które są formalnym interfejsem między formułowaniem koncepcji projektu a wspomagającymi środkami programowymi. Kompleksowe propozycje zastosowania specjalistycznych programów CAD w dydaktyce w płaszczyźnie język behawioralny-symulator logiczny oraz systemowe projektowanie urządzeń cyfrowych znalazły swoją realizację na Politechnice Wrocławskiej [8], [9].

Podkreślić należy, że w każdym przypadku, w trakcie realizacji zajęć dydaktycznych należy wnikliwie dobierać temat realizowany przez studentów, aby mógł być w całości wykonany w technicznych i czasowych ramach zajęć.

W zakończeniu opracowania przedstawiono urządzeniowe środki uruchomieniowe układów cyfrowych, zagadnienie dotyczące metod weryfikacji projektu układu cyfrowego. W ujęciu dydaktycznym przedłużenie zajęć *BiPK - projekt* o odpowiednie tematy z dziedziny prac uruchomieniowych wiąże się z odpowiednim zwiększeniem ilości godzin dydaktycznych. Objętość tematyczna wymaga rozważenia tego tematu jako osobnej jednostki przedmiotowej w ramach tematu BiPK.



## LITERATURA

- [1] Program nauczania na kierunku informatyka, Instytut Informatyki, Politechnika Śląska, Gliwice 1985 - 1990.
- [2] Wykład BiPK, materiały własne.
- [3] M. J. S. Smith, C. Portmann, R. Jorgenson, D. W. Mattos, R. Halverson, J. K. Chung, P. Tsachang, C. Anagnostopoulos, R. Rao, P. Valdenaire, H. Ching: Analog CMOS Integrated Circuit Design: Research and Undergraduate Teaching, IEEE Transaction On Education, Vol 32, No. 3, August 1989.
- [4] M. T. O'Keefe, J. C. Lindenlaub, S. C. Bass, T. P. Wahlen: Introducing VLSI Computer-Aided Design into the EE Curriculum: A Case Study, IEEE Transaction On Education, Vol 32, No. 3, August 1989.
- [5] Mikroklan, Wyd. NOT Sigma, nr 3, 4, 1988.
- [6] G. Peschges: Leistungsfähig genug, CAE Journal, No. 2, 1988.
- [7] M. A. Breuer: Automatische Projektowanie Maszyn Cyfrowych, PWN, Warszawa 1976.
- [8] A. Sielicki (red.): Projektowanie urządzeń cyfrowych wspomaganie komputerem, Cz. I i II, Praca zbiorowa, Skrypty Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1977.
- [9] T. Jeleniewski, A. Sielicki: Projektowanie urządzeń cyfrowych, Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1977.
- [10] Electronic Design Interface Format, Steering Committee, EDIF Version 1 0 0, Texas Instruments, Dallas 1985.
- [11] Materiały informacyjne ALDEC, Automated Logic Design Co., Newbury Park 1989.
- [12] Materiały informacyjne QUEST, QUEST, Hampshire 1989.
- [13] Test and Measurement Catalog, HEWLETT-PACKARD 1988.
- [14] System RTDS-16, Dokumentacja techniczna, ZUK Mera - Elzab, Zabrze.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Adam Mrózek

Wpłynęło do Redakcji 7 października 1992 r.

## Abstract

This paper presents a method of organization a course of Computers Architectures Design at the Department of Automatics, Electronics and Computer Science. The placement of course, its role in program of studies and relations with other courses is described in first section of paper. The course of Design Computers Architectures is in program of Computer Science since four year of teaching and is part of groups of specializations courses. The list of main courses and its hours planning is shown. The relations with other courses is considered. The main goal of analysis the DCA course is to introduce the proposition of organization of project DCA which is started on five year of studies. The purpose of DCA project is to use all skill in making complex task, which is chosen from many propositions. These course is managed by the team using the following principles:

- the all students get individual topics of projects, being some complex task including project of logic circuits and technical assumptions for project of boards,
- the time of credit hours is planed for period control student's work, discussion on components of project, propely use of catalogues,
- the introduction to CAD-system and using schematic editor,
- the student's project is accepted and estimated after the project report has been discussed.

The use of CAD program for PC computers in organization for course of computers architectures design is considered in paper. As CAD program was chosen OrCAD/SDT, the structure of course with use computers tools is shown in figure 1.

In order to use the ability of OrCad program, the course is organized in sequential parts:

- analysis of topics of project, preparing logic scheme for acquisition with use of hierarchial modules,
- using logic simulator,
- the project report.

The short list of other CAD-programs has been introduced and, additionally, it said about hardware emulator of processors.