



ALEKSANDER MARSZAŁEK

Badanie układów komutacyjnych w kształceniu inżynierów informatyki

Testing of switching circuits in education of computer science engineers

Doktor habilitowany, profesor UR, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Katedra Inżynierii Komputerowej; Centrum Innowacji i Transferu Wiedzy Techniczno-Przyrodniczej, Polska

Streszczenie

W artykule ukazano i uzasadniono umiejscowienie problematyki badań elektronicznych układów komutacyjnych w treściach kształcenia inżynierów kierunku informatyka. Na bazie analizy rozwiązań istniejących opisano projekt i realizację stanowiska do badania multiplexera, demultiplexera oraz szyny przesyłu danych. Stanowisko poddano wielokryterialnej ocenie sędziów kompetentnych, dokonano analizy wyników badań i wyciągnięto wnioski.

Słowa kluczowe: edukacja informatyczna, układy komutacyjne, multiplexer, demultiplexer, techniczne środki kształcenia.

Abstract

The article presents and justifies the position of the research issues of electronic switching circuits within the curriculum of educating computer science engineers. Based on the analysis of existing solutions we have described the design and implementation of a stand to study the multiplexer, demultiplexer and data transfer bus. The stand has undergone assessment of competent judges, analysis of the research results and conclusions reached thereafter.

Key words: computer science education, switching circuit, multiplexer, demultiplexer, teaching aids.

Wstęp

Problematyka techniki cyfrowej na trwałe wpisała się do dokumentacji programowej studiów wyższych na kierunku informatyka. Obszerne treści z elektroniki cyfrowej występują w efektach kształcenia [*Standardy kształcenia...* 2007; *Rozporządzenie...* 2011], w standardach edukacji informatycznej zaproponowanych przez dwie znaczące międzynarodowe organizacje: Stowarzyszenie dla Maszyn Liczących (ACM – Association for Computing Machinery) i Insty-

tut Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers) [*Curriculum* 2015], w europejskim certyfikacie dla zawodu informatyk (European Certification of Informatics Professionals) przygotowanym przez Europejską Radę Stowarzyszeń Zawodowych Informatyków (CEPIS – Council of European Professional Informatics Societies) [*European...* 2011] oraz w opracowanych przez pracodawców polskich standardach kwalifikacji zawodowych dla inżyniera informatyka [*Standardy kwalifikacji...* 2003].

Ranga techniki cyfrowej jako przedmiotu studiów z jednej strony nobilituje nauczyciela akademickiego, z drugiej – stawia przed nim wymóg optymalizacji działań ukierunkowanych na dobór treści kształcenia z bardzo rozległej dziedziny wiedzy [Kalisz 2002; Skomorowski 1996] oraz wybór, a często samodzielne zaprojektowanie i wykonanie środków dydaktycznych.

Przesłanki teoretyczne badań układów komutacyjnych

Układy komutacyjne są powszechnie stosowane w urządzeniach techniki cyfrowej. W skład wymienionej grupy układów wchodzi multiplexery i demultiplexery. Multiplexer przesyła informację z jednego z wielu wejść na jedno wyjście w zależności od sygnału adresowego, a demultiplexer realizuje funkcję odwrotną. W procesie dydaktycznym trudności występują w zaprojektowaniu i montażu selektorów danych na bramkach, wykorzystaniu multiplexerów do realizacji operacji logicznych oraz montażu szyny transmisji danych.

Wymienione uwarunkowania wyłoniły potrzebę skonstruowania w Pracowni Innowacyjnych Konstrukcji Elektronicznych Uniwersytetu Rzeszowskiego stanowiska do badania układów komutacyjnych.

Układy komutacyjne charakteryzują się następującymi parametrami [por. Filipkowski 2003; Marszałek 2013]:

- liczba wejść, wyjść danych,
- liczba wejść adresowych,
- obciążalność,
- odporność na zakłócenia,
- maksymalna moc strat,
- szybkość działania wyrażona przez czas propagacji.

Założenia projektowe stanowiska do badań układów komutacyjnych

Poszukiwanie rozwiązania stanowiska do badania układów komutacyjnych rozpoczęto od analizy literatury przedmiotu. Równolegle przeprowadzono analizę rozwiązań istniejących – zestawów laboratoryjnych wykorzystywanych w procesie kształcenia. Ogółem przeanalizowano budowę i funkcjonowanie 4 stanowisk – jednego wykorzystywanego przez uczniów szkół zawodowych na zajęciach laboratoryjnych (Zespół Szkół Elektronicznych w Rzeszowie) oraz 3 stosowanych na wyższych uczelniach (Politechnika Rzeszowska, Uniwersytet Rzeszowski, Akademia Górniczo-Hutnicza). Postępując według metody morfo-

logicznej opracowanej przez F. Zwickiego [Tarnowski 1997], zapoznano się ze specyfiką budowy i funkcjonowania wymienionych zestawów oraz utworzono systematykę rozwiązań istniejących i wyłoniono rozwiązanie optymalne.

Przy pracach projektowo-konstruktorskich przydatne okazały się kompleksowe kryteria oceny wytworu. W skład kompleksu kryteriów oceny zestawu weszły kryteria ogólne (uniwersalne) wymieniane m.in. przez Cholewicką-Goździk [1984], kryteria oceny technicznych środków dydaktycznych [por. Skrzydlewski 1990; Skrzypczak 1996] oraz szczegółowe wymagania odniesione do specyfiki badania układów komutacyjnych. Wymienione kryteria przyporządkowano do dwóch grup: konstruktorско-wytwórcze i użytkowe [por. Marszałek, Stec 2015].

Projektowane stanowisko do badania układów komutacyjnych powinno spełniać następujące wymagania konstruktorско-wytwórcze:

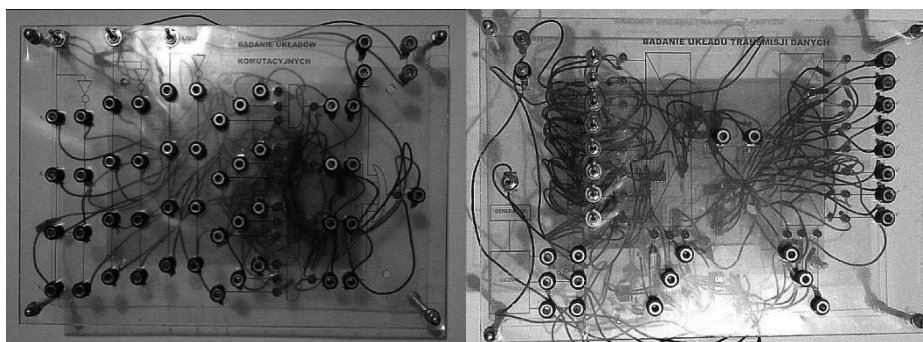
- prostota konstrukcji – powszechnie wykorzystywane materiały konstrukcyjne, elementy elektroniczne oraz łączniki,
- niezawodność działania (pewność, jakość połączeń stałych – lutowane, inne – zaciskowe, standardowe),
- łatwość wykonania,
- uniwersalność – możliwość modelowania badanego układu poprzez zmianę połączeń,
- dostępność elementów elektronicznych do demontażu i wymiany,
- trwałość – obudowa zestawu powinna zabezpieczać elementy elektroniczne i połączenia przed uszkodzeniami mechanicznymi; elementy i połączenia powinny pracować bezusterkowo przez długi czas.

Stanowisko do badania wzmacniaczy mocy powinno spełniać również następujące wymagania użytkowe:

- poglądowość – elementy, ścieżki połączeń, łączniki, symbole elementów powinny być widoczne,
- zgodność umiejscowienia elementów ze schematem ideowym układu,
- łatwość przeprowadzenia montażu, demontażu,
- łatwość podłączenia przyrządów laboratoryjnych,
- możliwość i łatwość obserwacji stanów logicznych,
- możliwość i łatwość pomiaru parametrów, jak: moc zasilania, czas propagacji,
- bezpieczeństwo użytkowania – bezpieczeństwo elektryczne, zabezpieczenie przed przepięciami, przed zmianą polaryzacji,
- wielostronność aktywizacji wykonujących doświadczenia,
- możliwość i łatwość modelowania badanych układów,
- kompletność instrukcji – nazwy badań, opisy ćwiczeń, schematy układów pomiarowych,
- komunikatywność instrukcji – jednoznaczność terminologiczna; poprawność stylistyczna, spójność rysunków i tekstu,
- estetyka wykonania – dokładność wykonania, harmonia kształtów barw.

Opis stanowiska

Stanowisko do badania układów komutacyjnych składa się z dwóch układów: układu do badania multipleksera i demultipleksera oraz układu do badania szyny przesyłania danych (rysunek 1).



Rysunek 1. Stanowisko do badania układów komutacyjnych: a) układ do badania multipleksera i demultipleksera; b) układ do badania szyny przesyłu danych

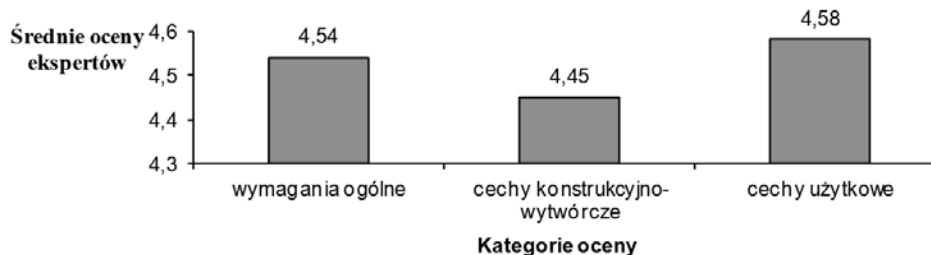
Obydwa układy wykonano taką samą technologią opracowaną w Zakładzie Dydaktyki Elektroniki Uniwersytetu Rzeszowskiego. Płyta czołowa ze szkła akrylowego (PMMA) zawiera opis i symbole poszczególnych elementów z połączeniami. Do płyty przymocowano złącza bananowe umożliwiające montaż układów i podłączenie przyrządów pomiarowych. Pod płytą czołową znajduje się płyta drukowana z układami scalonymi umieszczonymi na podstawkach oraz elementami dyskretnymi. Jeden układ umożliwia badanie multipleksera 8 na 1 i demultipleksera 1 na 8 przez odpowiednie połączenie 4 trójwejściowych bramek AND, 3 bramek NOT i 1 czterowejściowej bramki OR. Do każdego wejścia i wyjścia bramek AND podpięte są diody sygnalizujące stany logiczne. W układzie transmisji danych do podawania sygnałów informacyjnych na wejścia multipleksera służy 8 przełączników. Poprawność działania przełączników można kontrolować za pomocą diod elektroluminescencyjnych. Do podawania sygnału na wejścia adresowe służył układ z generatorem 555, o częstotliwości 1 Hz i licznikiem synchronicznym.

Ocena stanowiska

Zaprojektowane i wykonane stanowisko zostało poddane ocenie 14-osobowego grona użytkowników. W skład zespołu ewaluacyjnego weszli studenci kierunku informatyka o dobrej orientacji w zagadnieniach teoretycznych oraz konstruktorskich, którzy legitymowali się stażem pracy od 1 do 4 lat.

Po wstępnym zapoznaniu się z zestawem laboratoryjnym i wykonaniu założeń w instrukcji ćwiczeń poproszono oceniających o wypowiedzenie się na

temat jego jakości przez wypełnienie skonstruowanego przez autora artykułu arkusza oceny. W arkuszu oceny środka dydaktycznego zamieszczono 6 kryteriów konstrukcyjno-wytwórczych i 12 kryteriów użytkowych zgodnych z wypracowanymi wymaganiami, które studenci ocenili w pięciostopniowej skali od 1 do 5 pkt.



Rysunek 2. Średnie oceny ekspertów z danej kategorii

Studenci bardzo wysoko ocenili testowany zestaw laboratoryjny (rysunek 2). Ogólna ocena – liczona jako średnia wyników uzyskanych ze wszystkich kryteriów – wyniosła 4,54 pkt. Cechy konstrukcyjno-wytwórcze zestawu oceniono na 4,45 pkt, natomiast cechy użytkowe – na 4,58 pkt. Analizując wyniki dla poszczególnych kryteriów, można zauważyć, że najwyżej oceniono bezpieczeństwo użytkowania (4,93 pkt), następnie łatwość podłączenia przyrządów laboratoryjnych (4,86 pkt), uniwersalność oraz kompletność instrukcji (4,79 pkt). Na wysokim poziomie 4,64 pkt oceniono 4 cechy: prostotę konstrukcji, pogłębienie, dostępność elementów elektronicznych do demontażu i wymiany, możliwość i łatwość modelowania badanych układów. Powyżej średniej oceniono również łatwość przeprowadzenia montażu, demontażu oraz komunikatywność instrukcji – 4,57 pkt. Niżej od średniej oceniono następujące cechy: łatwość obserwacji stanów logicznych oraz estetykę wykonania (4,50 pkt), trwałość oraz wielostronność aktywizacji wykonujących doświadczenia (4,43 pkt), niezawodność działania (4,36 pkt), łatwość pomiaru parametrów (4,29 pkt), zgodność umiejscowienia elementów ze schematem ideowym układu (4,21 pkt). Najniżej sędziowie kompetentni ocenili łatwość wykonania stanowiska do badań (3,86 pkt), co świadczyć może o docenieniu przez badanych trudności, pracochłonności i czasochłonności realizacji stanowiska.

Podsumowanie

Badanie układów komutacyjnych zawiera w sobie znaczący ładunek poznawczy i działaniowy. Dobrze i estetycznie wykonane układy wzbudzają również zainteresowanie i wywołują pozytywne nastawienie studiujących. Włączenie problematyki selektorów danych w zaprezentowany w artykule sposób do

treści kształcenia na kierunku informatyka pozwala na uzyskanie przez studentów kwalifikacji zgodnych z wymaganiami krajowymi, międzynarodowymi oraz potrzebami rynku pracy.

Literatura

- Cholewicka-Goździk K. (1984), *Kompleksowa ocena jakości*, Warszawa.
- Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering*, 25.10.2015, A Report in the Computing Curricula Series. Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society, <https://www.computer.org> (12.05.2016).
- European Certification of Informatics Professionals* (2011), Brussels.
- Filipkowski A. (2003), *Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe*, Warszawa.
- Kalisz R. (2002), *Podstawy elektroniki cyfrowej*, Warszawa.
- Marszałek A. (2001), *Elektronika w edukacji technicznej dzieci i młodzieży*, Rzeszów.
- Marszałek A. (2013), *Elektronika*, Rzeszów.
- Marszałek A., Stec K. (2015), *Badanie wzmacniaczy mocy w kształceniu inżynierów kierunków wielodyscyplinarnych*, „Edukacja – Technika – Informatyka” nr 2(12).
- Rozporządzenie MNiSW w sprawie Krajowych Ram Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego (Dz.U. z 2011 r., nr 253, poz. 1520).
- Skrzydlewski W. (1990), *Technologia kształcenia. Przetwarzanie informacji. Komunikowanie*, Poznań.
- Skrzypczak J. (1996), *Konstruowanie i ocena podręczników*, Radom.
- Skomorowski M. (1996), *Podstawy układów cyfrowych*, Kraków.
- Standardy kształcenia dla kierunku studiów informatyka*, załącznik do rozporządzenia MNiSW z 12 lipca 2007 r. (Dz.U. nr 164, poz. 1166).
- Standardy kwalifikacji zawodowych* (2003), Warszawa.
- Szmidt J., Werbowy A. (2010), *Stan obecny i perspektywy rozwoju materiałów elektronicznych w Polsce* [w:] J. Modelski (red.), *Analiza stanu i kierunki rozwoju elektroniki i telekomunikacji*, Warszawa.
- Tarnowski W. (1997), *Podstawy projektowania technicznego*, Warszawa.