



**ALEKSANDER MARSZAŁEK**

## **Badanie pamięci elektronicznych w kształceniu inżynierów bezpieczeństwa**

---

### **Electronics Memory Testing in Education of Safety 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 pamięci w treściach kształcenia kierunku studiów inżynieria bezpieczeństwa. Na bazie analizy istniejących rozwiązań opisano projekt i realizację stanowiska do badania układów pamięci. Stanowisko poddano wielokryterialnej ocenie kompetentnych sędziów, dokonano analizy wyników badań i wyciągnięto wnioski.

**Słowa kluczowe:** dydaktyka elektroniki, kształcenie inżynierów bezpieczeństwa, pamięci elektroniczne, techniczne środki kształcenia

#### **Abstract**

The article presents and justifies the position of the research issues of electronics memory within the curriculum of educating safety engineers. Based on the analysis of existing solutions we have described the design and the implementation of a stand to study the circuit PROM. The stand has undergone an assessment of competent experts, an analysis of the research results and conclusions reached thereafter.

**Keywords:** electronic education, education of safety, electronics memory, teaching aids

---

#### **Wstęp**

Powszechność występowania (wszechobecność) struktur elektronicznych (Friedrichs, Schaff, 1987; Szmidt, Werbowy, 2010) sprawia, że problematyka elektroniki cyfrowej zajmuje ugruntowaną pozycję w charakterystykach zawodowych oraz w treściach kształcenia inżynierów bezpieczeństwa (*Standardy kwalifikacji...*, 2003; Spellman, Whiting, 2005; *Standardy kształcenia...*, 2007; Rozporządzenie, 2011; Rozporządzenie, 2016).

Ranga elektroniki cyfrowej jako przedmiotu studiów z jednej strony nobilituje nauczyciela akademickiego, z drugiej – stawia przed nim wymóg optymalizacji

zacji 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 pamięci elektronicznych**

Wszystkie urządzenia elektroniczne stosowane w inżynierii bezpieczeństwa cywilnego lub technicznego zawierają w sobie pamięci elektroniczne (Pihowicz, 2008). Pamięć (*memory*) jest układem elektronicznym, cyfrowym, służącym do zapisu, przechowywania i odczytu informacji. Komunikacja między pamięcią a otoczeniem jest zapewniona przez wejścia i wyjścia danych, wejścia adresowe oraz wejścia sterujące. W zależności od sposobu zapisu informacji wyróżnia się dwie podstawowe grupy: pamięci typu tablicowego i pamięci typu funkcyjnego. Pamięci typu tablicowego można podzielić na pamięci: trwałe ROM (*Read Only Memory*) i pamięci ulotne RAM (*Random Access Memory*). Pamięci typu funkcyjnego, inaczej zwane układami programowalnymi, dzieli się na układy: PLA, PAL i LCA.

Pamięci charakteryzują się szeregiem parametrów technicznych, jak pojemność, czas dostępu, czas cyklu, ulotność, szybkość pamięci (por. Filipkowski, 2003; Kalisz, 2005; Bilski, 2008; Marszałek, 2013). Podstawowy parametr pamięci – wielkość pamięci, inaczej pojemność – jest określona iloczynem słów i liczbą bitów w słowie. Przy  $k$ -liniach adresowych oraz  $n$ -liniach wejściowych pojemność pamięci będzie wynosić  $2^k \cdot n$ . Inny parametr pamięci to czas dostępu określony jako czas od chwili podania adresu do chwili otrzymania informacji na wyjściu pamięci. Czas cyklu jest to najmniejszy czas między kolejnymi wywołaniami informacji z pamięci lub zapisem do pamięci. Odwrotność czasu cyklu jest szybkością pamięci – określa największą częstotliwość pracy.

W procesie dydaktycznym trudności występują w zaprojektowaniu i montażu komórki pamięci RAM, fizycznym programowaniu pamięci, zrozumieniu procesu zapisu i odczytu informacji przy danym adresie oraz zrozumieniu roli wyprowadzeń dwufunkcyjnych – wejść/wyjść. Wymienione uwarunkowania wyłoniły potrzebę skonstruowania w Pracowni Innowacyjnych Konstrukcji Elektronicznych Uniwersytetu Rzeszowskiego stanowiska do badania pamięci elektronicznych.

### **Założenia projektowe stanowiska do badań pamięci ROM**

Poszukiwanie rozwiązania odnośnie do stanowiska do badania pamięci elektronicznych rozpoczęto od analizy literatury przedmiotu. Równolegle przeprowadzono analizę istniejących rozwiązań – zestawów laboratoryjnych wykorzystywanych w procesie kształcenia. Ogółem przeanalizowano budowę i funkcjonowanie trzech stanowisk – jednego powszechnie wykorzystywanego przez uczniów szkół zawodowych na zajęciach laboratoryjnych (Głocki, 1987)

oraz dwóch stosowanych na wyższych uczelniach. Postępując według metody morfologicznej opracowanej przez Zwickiego (Tarnowski, 1997), zapoznano się ze specyfiką budowy i funkcjonowania wymienionych zestawów oraz utworzono systematykę istniejących rozwiązań 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; Serafin, 2005) oraz szczegółowe wymagania odniesione do specyfiki badania pamięci elektronicznych. Wymienione kryteria przyporządkowano do dwóch grup: konstruktorsko-wytwórcze i użytkowe (por. Marszałek, Stec, 2015).

Projektowane stanowisko do badania układów pamięci powinno spełniać następujące wymagania konstruktorsko-wytwórcze:

- prostota konstrukcji – powszechnie wykorzystywane materiały konstrukcyjne, elementy elektroniczne oraz łączniki – oznaczone przez K1,
- niezawodność działania (pewność, jakość połączeń stałych – lutowane, inne – zaciskowe, standardowe) – K2,
- łatwość wykonania – K3,
- uniwersalność – możliwość badania różnych układów przez zmianę połączeń – K4,
- dostępność elementów elektronicznych do demontażu i wymiany – K5,
- trwałość – obudowa zestawu powinna zabezpieczać elementy elektroniczne i połączenia przed uszkodzeniami mechanicznymi; elementy i połączenia powinny pracować bezusterkowo przez długi czas – K6,
- ergonomiczność – dostosowanie wymiarów, kształtów, barw elementów i układu do możliwości percepcyjno-manipulacyjnych człowieka – K7,
- oryginalność – K8.

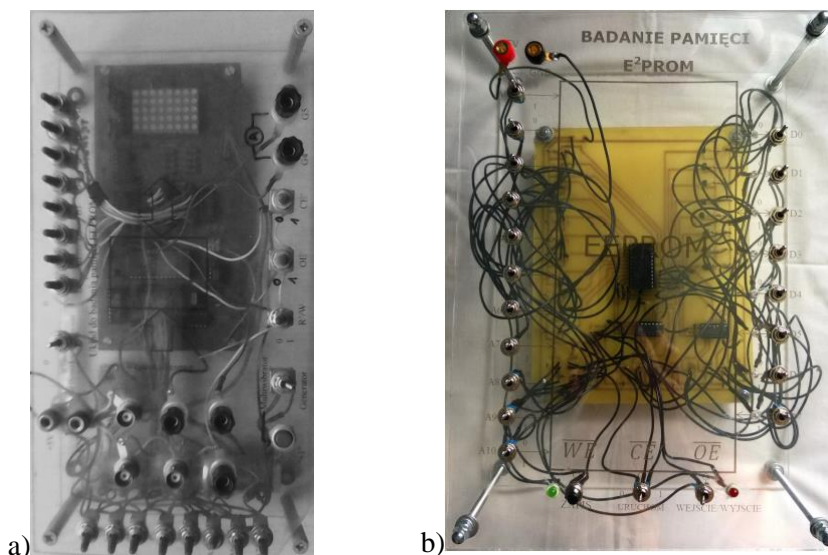
Stanowisko do badania pamięci powinno spełniać również następujące wymagania użytkowe:

- pogładowość – dobra widoczność elementów, połączeń, łączników, symboli elementów i układów – oznaczone przez U1,
- przystępność – zgodność umiejscowienia elementów ze schematem ideowym układu, stopniowanie trudności – U2,
- łatwość przeprowadzenia montażu, demontażu – U3,
- łatwość podłączenia przyrządów laboratoryjnych – U4,
- możliwość i łatwość pomiaru parametrów pamięci, jak: pojemność, moc zasilania, czas dostępu – U5,
- możliwość rozbudowy – U6,
- bezpieczeństwo użytkowania – bezpieczeństwo elektryczne, zabezpieczenie przed przepięciami, przed zmianą polaryzacji – U7,

- wielostronność aktywizacji wykonujących doświadczenia – U8,
- możliwość i łatwość modelowania badanych układów – U9,
- kompletność instrukcji – nazwy badań, opisy ćwiczeń, schematy układów pomiarowych – U10,
- komunikatywność instrukcji – jednoznaczność terminologiczna; poprawność stylistyczna, spójność rysunków i tekstu – U11,
- estetyka wykonania – dokładność wykonania, harmonia kształtów i barw – U12.

### Opis stanowiska do badania pamięci elektronicznych

Studenci kierunku inżynieria bezpieczeństwa mają do dyspozycji dwa stanowiska do badania pamięci elektronicznych (rys. 1). Jedno umożliwiające sprawdzenie funkcjonowania układu EEPROM, wyposażone dodatkowo w generator znaków (Peregończyk, 2002; por. Głocki, 1987). Drugie – będące przedmiotem oceny – za pomocą którego można testować podstawowe funkcje i dokonywać pomiaru parametrów EEPROM (Głazer, 2015).



**Rysunek 1. Stanowiska do badania pamięci elektronicznych: a) układ do badania EEPROM z generatorem znaków; b) układ do badania EEPROM**

Źródło: opracowanie własne.

Obydwa układy wykonano taką samą technologią opracowaną i doskonaloną przez autora artykułu 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.

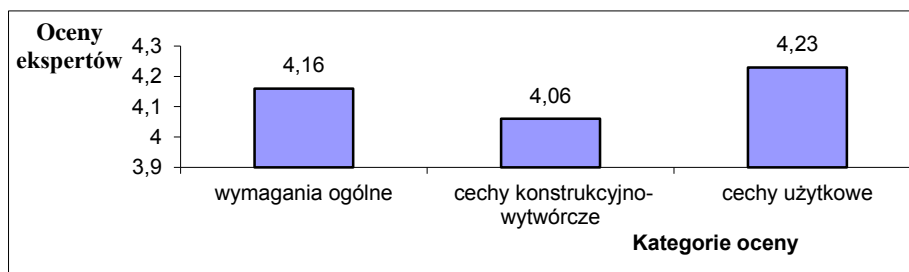
Oceniane stanowisko umożliwia zapoznanie studentów z budową i działaniem układu EEPROM o 11 wejściach adresowych i 8 wejściach/wyjściach danych oraz 3 wejściach sterujących. W zależności od stanu wejść sterujących pamięć pracuje w 3 trybach: odczyt, zapis, nieaktywna. Adresy wybierane są za pomocą 11 przełączników „0/1”. Za dane odpowiada 8 przełączników. Stan każdego wejścia sterującego oraz wyjścia jest monitorowany przez diody elektroluminescencyjne LED. Przez odpowiednie podłączenie przyrządów laboratoryjnych można zmierzyć podstawowe parametry pamięci, jak: moc, czas dostępu, czas cyklu i szybkość.

### Ocena stanowiska

Zaprojektowane i wykonane stanowisko zostało poddane ocenie 15-osobowego grona użytkowników. W skład zespołu ewaluacyjnego weszli studenci kierunku inżynieria bezpieczeństwa o dobrej orientacji w zagadnieniach teoretycznych oraz konstruktorskich elementów i układów elektronicznych.

Na wstępie procedury ewaluacyjnej zapoznano studentów z celem oceny, omówiono przedmiot oceny oraz budowę i zasadę wypełniania arkusza oceny. Następnie studenci indywidualnie poznali budowę stanowiska badawczego układu EEPROM, wykonali założone w instrukcji ćwiczenia, po czym wypowiedzieli się na temat jego jakości przez wypełnienie arkusza oceny. W arkuszu oceny środka dydaktycznego zamieszczono 8 kryteriów konstrukcyjno-wytwórczych i 12 kryteriów użytkowych zgodnych z wypracowanymi wymaganiami, które studenci ocenili w 5-stopniowej skali od 1 do 5 pkt.

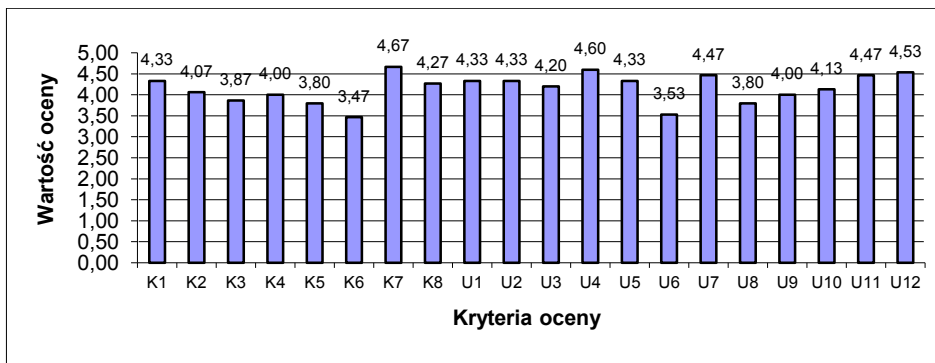
Studenci wysoko ocenili testowany zestaw laboratoryjny (rys. 2). Ogólna ocena stanowiska wyniosła 4,16 pkt. Cechy konstrukcyjno-wytwórcze zestawu oceniono na 4,06 pkt, natomiast cechy użytkowe – na 4,23 pkt.



Rysunek 2. Oceny ekspertów z danej kategorii kryteriów oceny

Źródło: opracowanie własne.

Analizując wyniki dla poszczególnych kryteriów (rys. 3), można zauważyć, że najwyżej oceniono ergonomię (4,67 pkt), następnie łatwość podłączenia przyrządów laboratoryjnych (4,60 pkt.), estetykę wykonania (4,53 pkt) oraz bezpieczeństwo użytkowania i komunikatywność instrukcji (4,47 pkt).



**Rysunek 3. Oceny z poszczególnych kryteriów**

Źródło: opracowanie własne.

Na wysokim poziomie 4,33 pkt oceniono 4 cechy: niezawodność działania, poglądowość, przystępność oraz możliwość i łatwość pomiaru parametrów. Powyżej średniej oceniono również oryginalność (4,27 pkt) oraz łatwość przeprowadzenia montażu, demontażu (4,20 pkt). Niżej od średniej oceniono następujące cechy: kompletność instrukcji (4,13 pkt), niezawodność działania (4,07 pkt), uniwersalność oraz możliwość i łatwość modelowania badanych układów (po 4,00 pkt), łatwość wykonania (3,87 pkt), dostępność elementów elektronicznych do demontażu i wymiany oraz wielostronność aktywizacji wykonujących doświadczenia (3,80 pkt). Najniżej ewaluatorzy ocenili możliwość rozbudowy (3,53 pkt) oraz trwałość (3,47 pkt).

## Podsumowanie

Ewaluacja stanowiska do badania pamięci elektronicznych przez studentów kierunku inżynieria bezpieczeństwa potwierdziła dużą przydatność układu jako środka dydaktycznego. Bardzo wysoko oceniono walory użytkowe układu (4,23 pkt). Nieco niższą ocenę – ale również wysoką – uzyskały cechy konstrukcyjno-wytwórcze (4,06 pkt).

Cechą charakterystyczną badanego stanowiska jest wysoka ocena takich parametrów, jak: ergonomia, łatwość podłączenia przyrządów laboratoryjnych, bezpieczeństwo użytkowania oraz niezawodność działania, które w opinii znawców problematyki technicznych środków dydaktycznych odgrywają rolę pierwszoplanową (Dostál, Serafin, Havelka, Minarcik, 2012).

Cenną wskazówką dla konstruktorów wpływającą z niskiego oszacowania dostępności elementów elektronicznych do demontażu i wymiany (3,80 pkt) jest konieczność zwiększenia odległości między płytą drukowaną a płytą łączeniową. Ocena możliwości rozbudowy na poziomie 3,53 pkt była prawdopodobnie konsekwencją rozpatrywania stanowiska jako środka autonomicznego, bez uwzględnienia celu, a zarazem potrzeby jego rozbudowy. Niska wartość trwałości zestawu (3,47 pkt) mogła wynikać, jak zauważono już po badaniach, z niestabilności (nie-dokręcenia) jednego z elementów łączących obie płyty konstrukcyjne.

Badanie pamięci elektronicznych zawiera w sobie znaczący ładunek poznawczy i działaniowy. Dobrze oraz estetycznie wykonane stanowisko badawcze wzbudza również zainteresowanie i wywołuje pozytywne nastawienie studiujących.

## Literatura

- Bilski, T. (2008). *Pamięć. Nośniki i systemy przechowywania danych*. Warszawa: WNT.
- Cholewicka-Goździk, K. (1984). *Kompleksowa ocena jakości*. Warszawa: PWE.
- Dostál, J., Serafin, C., Havelka, M., Minarcik, J. (2012). Assessment of Quality of Material Educational Tools for Technical Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 69.
- Filipkowski, A. (2003). *Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe*. Warszawa: WNT.
- Friedrichs, G., Schaff, A. (red.) (1987). *Mikroelektronika i społeczeństwo. Na dobre czy złe?* Warszawa: Książka i Wiedza.
- Glazer, A. (2015). *Pamięć EEPROM – projekt i realizacja stanowiska laboratoryjnego*. Maszynopis pracy inżynierskiej, Rzeszów: UR.
- Głocki, W. (1987). *Układy cyfrowe*. Warszawa: WSiP.
- Kalisz, R. (2005). *Podstawy elektroniki cyfrowej*. Warszawa: WKiŁ.
- Marszałek, A. (2001). *Elektronika w edukacji technicznej dzieci i młodzieży*. Rzeszów: Wyd. WSP w Rzeszowie.
- Marszałek, A. (2013). *Elektronika*. Rzeszów: Wyd. UR.
- Marszałek, A., Stec, K. (2015). Badanie wzmacniaczy mocy w kształceniu inżynierów kierunków wielodyscyplinarnych. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 2 (12), 57–63.
- Peregończyk, W. (2002). *Zaprojektowanie i wykonanie zestawu laboratoryjnego do badania pamięci ROM*. Praca licencjacka, Rzeszów: UR.
- Pihowicz, W. (2008). *Inżynieria bezpieczeństwa technicznego*. Warszawa: WNT.
- Rozporządzenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 4.11.2011 w sprawie wzorcowych efektów kształcenia. Dz.U. 2011, nr 253, poz.1521.
- Rozporządzenie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 26.09.2016 w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4 – poziomy 6–8. Dz.U. poz. 1594.
- Serafin, C. (2005). *Evalucje elektrotechnicznych stavebnic*. W: W. Furmanek, A. Piecuch, W. Walat (red.), *Teoretyczne i praktyczne problemy edukacji technicznej* (s. 330–334). Rzeszów: Wyd. UR.
- Spellman, F.R., Whiting, N.E. (2005). *Safety Engineering. Principles and Practices*. Lanham, Maryland: Government Institute.
- Standardy kształcenia dla kierunku studiów inżynieria bezpieczeństwa*. Dz.U. 2007, Nr 164, poz. 1166.
- Standardy kwalifikacji zawodowych* (2003). Warszawa: MGPIPS.
- 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* (s. 78–86). Warszawa: PAN.
- Tarnowski, W. (1997). *Podstawy projektowania technicznego*. Warszawa: WNT.