



SEWERYN LIPIŃSKI<sup>1</sup>, ANNA MACIĄG<sup>2</sup>

## Synergia metod dydaktycznych w nauczaniu elektroniki

---

### Synergy of Didactic Methods in Teaching Electronics

<sup>1</sup> Doktor inżynier, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Technicznych, Katedra Elektrotechniki, Energetyki, Elektroniki i Automatyki, Polska

<sup>2</sup> Magister, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Humanistyczny, Instytut Historii i Stosunków Międzynarodowych, Polska

#### Streszczenie

Efektywne nauczanie elektroniki jest dużym wyzwaniem dydaktycznym, szczególnie na kierunkach, na których nauczanie tego przedmiotu prowadzone jest w niewielkim wymiarze godzinowym. W tym kontekście wydaje się, że szczególnie warto zwrócić uwagę na synergię metod dydaktycznych. W artykule zaprezentowano podejście oparte na połączeniu laboratorium praktycznego z symulacyjnym, uzupełnionego o elementy rachunkowe. Praca opiera się na przykładzie układu multiwibratora astabilnego, lecz zaprezentowaną metodykę można z powodzeniem stosować, opierając się na innych układach elektronicznych, tak analogowych, jak i cyfrowych. Opisane podejście pozwala na optymalne wykorzystanie dostępnego czasu, ale ma też inne zalety, na które zwrócono uwagę.

**Słowa kluczowe:** metody nauczania, dydaktyka elektroniki, symulacja układów elektronicznych, płytki prototypowa

#### Abstract

Effective teaching of electronics is a big didactic challenge, especially within the courses where the teaching of this subject is conducted in a small hourly dimension. In this context, it seems that the synergy of didactic methods is particularly worth attention. The article presents an approach based on the combination of a practical and simulation laboratory, supplemented with calculation elements. The work bases on the example of the astable multivibrator, but the presented methodology can be successfully used based on other electronic circuits, both analog and digital. The described approach allows for optimal use of the available time, but it has also other advantages, which were also highlighted

**Keywords:** teaching methods, didactics of electronics, simulation of electronic circuits, breadboard

---

#### Wstęp

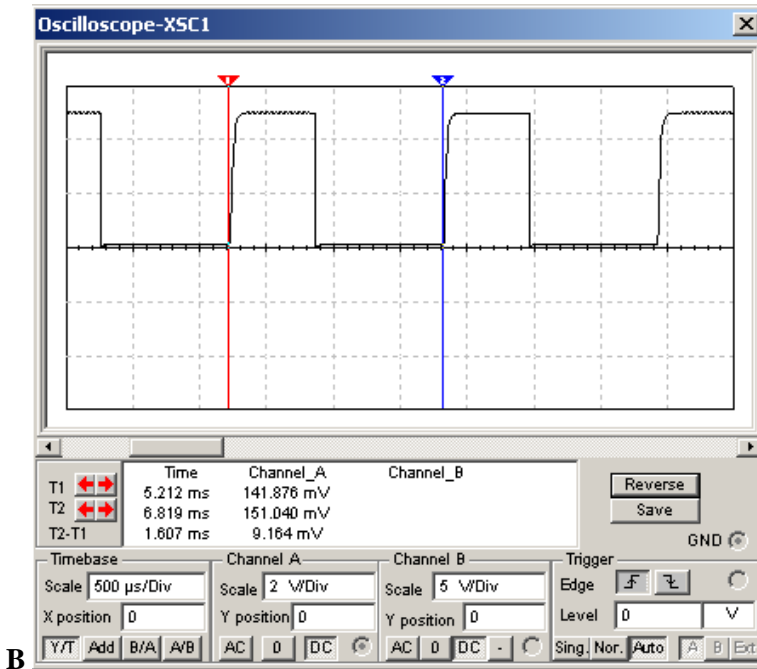
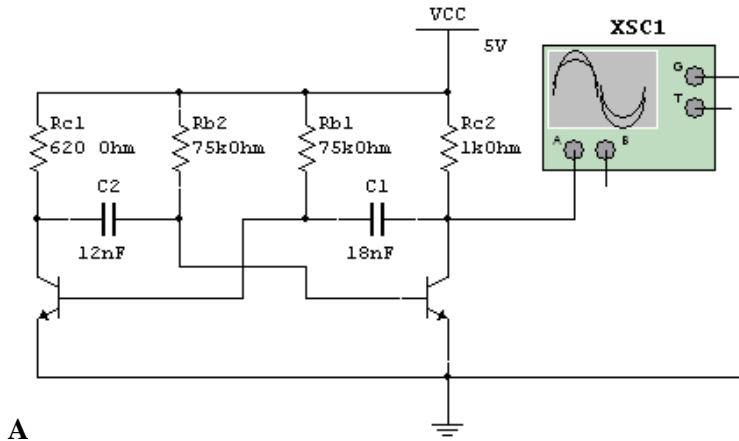
W otaczającym nas świecie szeroko pojęta elektronika jest właściwie wszechobecna. Nie dziwi więc fakt, że w programach studiów na większości kierun-

ków technicznych istnieje przedmiot lub przedmioty, w ramach którego/których przekazywana jest wiedza z tego zakresu. Niemniej, nie licząc kierunków ściśle z elektroniką powiązanych (elektronika i telekomunikacja, automatyka i robotyka, mechatronika itp.), na jej nauczanie zazwyczaj przeznaczona jest niewielka liczba godzin dydaktycznych. Z tego powodu, jak również z uwagi na fakt, jak duży jest zakres wiedzy mieszczący się w ramach tej dyscypliny, nauczanie elektroniki jest poważnym wyzwaniem dydaktycznym. Pojawia się pytanie, jak przekazać tak duży zakres materiału w sposób przystępny, interesujący studenta i w powiązaniu z praktycznymi zastosowaniami (tu zawsze powinno się uwzględnić kierunek studiów, na którym przedmiot jest prowadzony). W tym kontekście wydaje się, że szczególnie warto zwrócić uwagę na synergię metod dydaktycznych. Praktyczne nauczanie elektroniki najczęściej odbywa w ramach klasycznego laboratorium, w ramach którego studenci na istniejących stanowiskach dydaktycznych na podstawie szczegółowej instrukcji wykonują pewien szereg czynności (Duda, 1998; Madej, 2014; Palimąka, Szymczyk, Tomborowski, 2011). Niczego nie ujmując takiej metodyce, wydaje się, że czasem warto spróbować innego podejścia i temu właśnie poświęcono niniejszy artykuł. Zaprezentowano w nim podejście oparte na połączeniu laboratorium praktycznego z symulacyjnym, uzupełnionego o elementy rachunkowe, przy czym część praktyczna zawiera elementy prototypowania układów elektronicznych. Praca bazuje na przykładzie multiwibratora astabilnego, czyli klasycznego układu generatora sygnału prostokątnego.

### **Część symulacyjna**

Programy symulacyjne są często wykorzystywane w dydaktyce elektroniki i innych przedmiotów technicznych (Praużner, 2006; Ptak, 2014). Głównymi ich zaletami jest niski koszt, brak ewentualnych problemów technicznych przy realizacji ćwiczenia oraz możliwość zastosowania w nauczaniu na odległość. Badania wskazują na dużą efektywność nauczania przedmiotów technicznych w taki sposób (Szabłowski, 2012). Podstawową wadą tego podejścia jest brak realnego zetknięcia się studenta z badanym układem.

Jak wspomniano wyżej, wybranym przykładem jest multiwibrator astabilny zbudowany z wykorzystaniem tranzystorów bipolarnych (Boksa, 2007; Horowitz, Hill, 2015). Układ ten pokazano na rys. 1A w postaci zrealizowanej w symulatorze układów elektronicznych, jakim jest program Multisim firmy National Instruments (Noga, Radwański, 2009; Lipiński, 2014). Program ten stanowi narzędzie pozwalające szybko i w stosunkowo intuicyjny sposób zbudować i symulacyjnie sprawdzić działanie układu elektronicznego. Na rys. 1A po prawej stronie widać wirtualny oscyloskop, który pozwala dokonać pomiaru parametrów pracy symulowanego generatora. Okno wirtualnego oscyloskopu pokazano na rys. 1B, za pomocą kursorów zaznaczono na nim okres generowanego przebiegu – jak widać jest on równy 1,607 [ms].



**Rysunek 1. Tranzystorowy multiwibrator astabilny zrealizowany w programie Multisim (A) i przebiegi uzyskane z jego symulacji (B)**

Źródło: opracowanie własne.

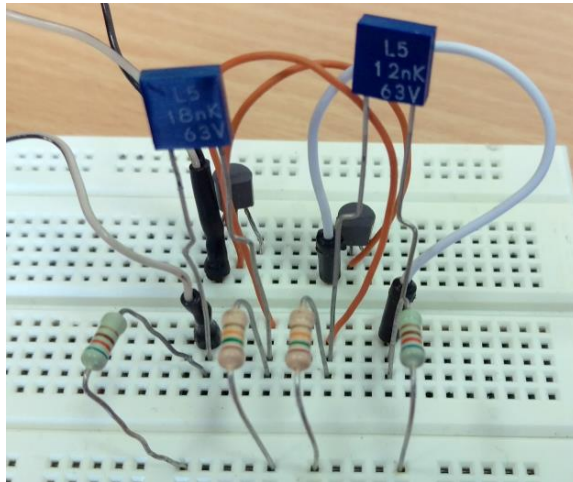
Ta część ćwiczenia ma na celu zaprezentować studentowi możliwości programów do symulacji układów elektronicznych, ale też to, że w fazie projektowania układu nie zawsze istnieje przymus fizycznej realizacji projektu. Niemniej jasne jest, że symulacja zawsze pozostanie tylko symulacją i ostateczne testy

projektowanego układu powinny zostać przeprowadzone na elementach rzeczywistych. Stąd po realizacji symulacyjnej części ćwiczenia student przechodzi do części praktycznej, tj. realizacji układu na płytce stykowej.

### Część praktyczna – prototyp układu i pomiary

W części praktycznej ćwiczenia proponujemy wykorzystanie płytki stykowej, która pozwala na stosunkowo łatwe i szybkie zbudowanie prototypu układu elektronicznego. Co szczególnie ważne w kontekście dydaktycznym, układ powstaje bez lutowania, a więc w sposób łatwo modyfikowalny i niewymagający narzędzi. Na rys. 2 pokazano układ z rys. 1A zbudowany na takiej właśnie płytce.

Ten etap ćwiczenia może zostać uzupełniony o dodatkowe zadanie, tj. wyszukiwanie właściwych elementów do budowy generatora, co pozwala na praktyczne zapoznanie się studenta z metodami opisu elementów elektronicznych, jak np. oznaczenia rezystorów (kod paskowy) i kondensatorów.



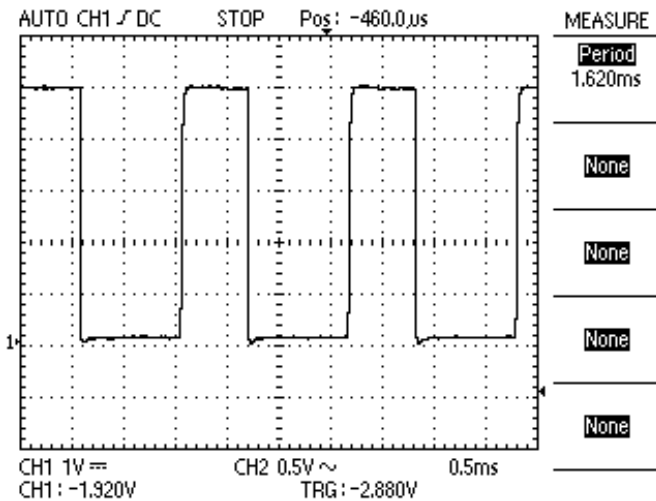
Rysunek 2. Multiwibrator astabilny z rys. 1A zbudowany na płytce stykowej

Źródło: opracowanie własne.

W kontekście szeroko rozumianego kształcenia na kierunkach technicznych zapoznanie studenta z niezwykle przydatnym narzędziem, jakim jest płytka stykowa, potrafi okazać się bardzo przydatne w dalszym toku kształcenia. Bo choć co prawda prezentowany przykładowy układ jest dość prosty, to nic nie stoi na przeszkodzie, by za pomocą płytki stykowej prototypować znacznie bardziej złożone układy, tak analogowe, jak i cyfrowe, włącznie z tymi zawierającymi układy scalone (Cook, 2010; Norris, 2013).

Na rys. 3 pokazano przebieg sygnału generowanego w układzie z rys. 2 pozyskany za pomocą oscyloskopu cyfrowego. Jak widać, kształt wygenerowanego

sygnału jest podobny do tego uzyskanego w symulacji. Wykorzystując opcję automatycznego pomiaru, określono okres generowanego sygnału równy 1,620 [ms], która to wartość wskazuje na bardzo dobrą zgodność z symulacją (tj. 1,607 [ms]).



Rysunek 3. Oscylogram sygnału prostokątnego wygenerowanego w układzie multiwibratora astabilnego z rys. 2

Źródło: opracowanie własne.

### Obliczenia

Ostatnim sugerowanym etapem ćwiczenia, pozwalającym na dopełnienie umiejętności zdobywanych w jego trakcie, jest obliczeniowa weryfikacja uzyskanych wyników. Oczywiście policzyć można znacznie więcej parametrów generowanego sygnału, ale na potrzeby artykułu obliczymy tylko jego okres z wykorzystaniem wzoru (Boksa, 2007):

$$T = (R_{b1} \cdot C_1 + R_{b2} \cdot C_2) \cdot \ln 2 \quad (1)$$

Okres generowanego sygnału obliczony na podstawie wzoru (1) jest równy 1,560 [ms]. Jak widać, otrzymana wartość pozostaje w dość dobrej zgodności z wynikami otrzymanymi z symulacji (1,607 [ms]) i eksperymentu (1,620 [ms]).

### Podsumowanie

W artykule zaprezentowano synergiczne podejście do nauczania elektroniki, pozwalające studentowi w trakcie jednych zajęć na zasymulowanie układu elektronicznego, zbudowanie jego prototypu, dokonanie pomiarów i obliczeniową weryfikację uzyskanych wyników. Opisaną metodykę można z powodzeniem stosować, wykorzystując różnorodne układy elektroniczne, mniej lub bardziej złożone, analogowe lub cyfrowe. Zaprezentowane podejście pozwala przede

wszystkim na optymalne wykorzystanie dostępnego na laboratorium czasu, ale ma również inne zalety, wśród których wymienić należy: niski koszt wyposażenia stanowiska, jego elastyczność (jedno stanowisko – wiele układów), łatwość modyfikacji ćwiczeń i możliwość dostosowania poziomu trudności ćwiczenia do poziomu wykonujących je studentów.

## Literatura

- Boksa, J. (2007). *Analogowe układy elektroniczne*. Legionowo: BTC.
- Cook, D. (2010). *Intermediate Robot Building*. New York: Apress.
- Duda, A. (1998). *Laboratorium podstaw elektroniki*. Kielce: Wyd. PŚ.
- Horowitz, P., Hill, W. (2015). *The Art of Electronics*. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Lipiński, S. (2014). Elektronika wspierająca innowacyjność. W: J. Napiórkowski (red.), *Techniczne podstawy innowacyjności* (s. 123–152). Olsztyn: Expol.
- Madej, P. (2017). *Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw elektroniki*. Wrocław: wyd. PWr.
- Noga, M.N., Radwański, M. (2009). *Multisim. Technika cyfrowa w przykładach*. Legionowo: BTC.
- Norris, D. (2013). *Raspberry Pi Projects for the Evil Genius*. Chicago: McGraw-Hill Education.
- Palimąka, T., Szymczyk, J., Tomborowski, T. (2011). *Laboratorium podstaw elektroniki dla mechaników*. Warszawa: Wyd. PW.
- Prauzner, T. (2006). Zastosowanie programów symulacyjnych w nauczaniu przedmiotów technicznych. *Edukacja Techniczna i Informatyczna*, 7 (1), 121–128.
- Ptak, P. (2014). Aplikacje pakietów programowych w dydaktyce przedmiotów technicznych. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 5 (2), 141–146.
- Szablowski, S. (2012). Efektywność dydaktyczna uczenia się – nauczania elektrotechniki w wirtualnym laboratorium. *Dydaktyka Informatyki*, 7, 121–132.