ISSN 1232-3829
tts
10/2013
Technika Transportu Szynowego koleje ▪ tramwaje ▪ metro

SZULC Waldemar, ROSIŃSKI Adam

WSPOMAGANIE INFORMATYCZNE W PROCESIE NAUCZANIA ELEKTRONIKI ANALOGOWEJ NA PRZYKŁADZIE WZMACNIACZA MOCY

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z procesem nauczania podstaw elektroniki analogowej i cyfrowej na przykładzie układu elektronicznego jakim jest scalony wzmacniacz mocy. Ukazano zalety i wady wspomagania informatycznego przy analizie tego układu w rzeczywistości wirtualnej oraz w pomiarach rzeczywistych.

WSTĘP

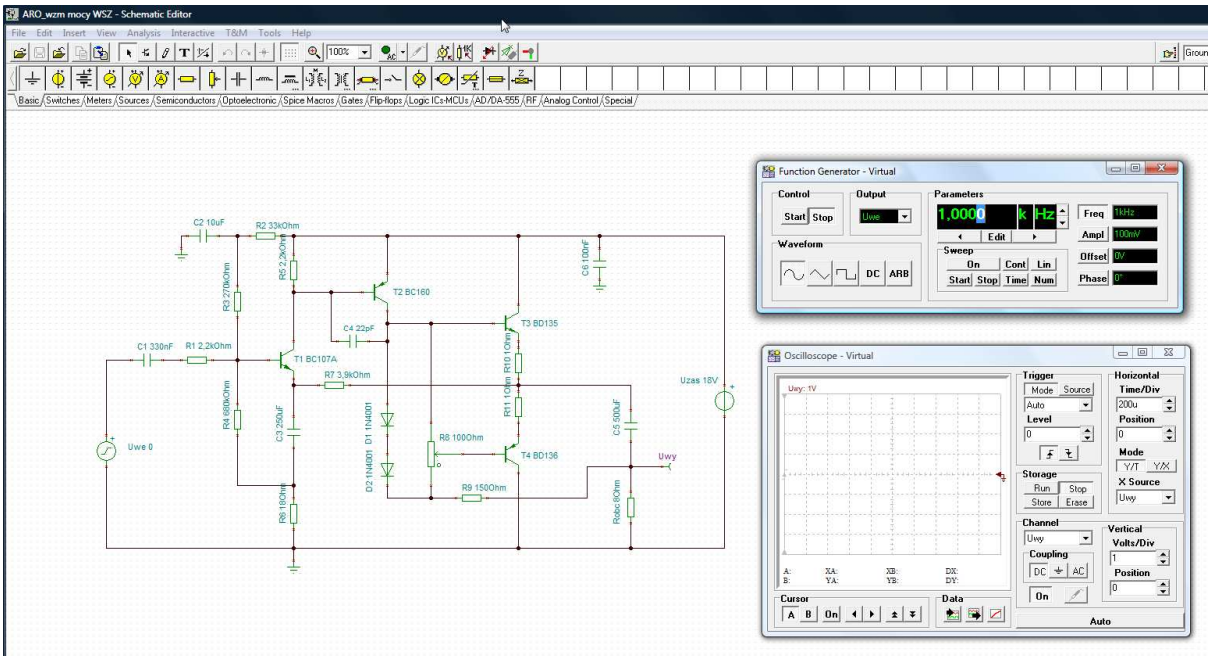
Standardy kształcenia dla wielu kierunku studiów I stopnia (np. informatyki, inżynierii bezpieczeństwa) zawierają wymagania dotyczące zakresu merytorycznego zajęć związanych z elektrotechniką i elektroniką. Przykładowo, dla kierunku „Informatyka" jest to przedmiot zawarty w grupie treści podstawowych o nazwie „Nauki techniczne". Treść kształcenia obejmuje zagadnienia związane z: podstawami elektrotechniki, miernictwa i elektroniki. Studenci powinni w ramach tego przedmiotu zapoznać się z budową, właściwościami, charakterystykami i podstawowymi parametrami elementów i układów elektronicznych zarówno analogowych, jak i cyfrowych. Zajęcia te prowadzone są zazwyczaj jako wykłady, ćwiczenia i laboratoria.

Na wielu uczelniach najczęściej laboratoria opracowane są jako rzeczywiste stanowiska pomiarowe, które są podbudowane symulacją komputerową [2,4,5]. Na części uczelni coraz częściej spotyka się także laboratoria opracowane jako stanowiska komputerowe, wyposażone w odpowiednie oprogramowanie służące do symulacji. Wynika to z faktu, iż zaprojektowanie, uruchomienie i późniejsza eksploatacja rzeczywistych stanowisk laboratoryjnych wymaga znacznych nakładów finansowych, których uczelnie nie są w stanie obecnie zrealizować. W artykule ukazano zrealizowaną w Wyższej Szkole Menedżerskim w Warszawie na Wydziale Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa koncepcję stanowiska laboratoryjnego służącego do badania wzmacniaczy mocy.

1. TINA - INFORMATYCZNY SYMULATOR UKŁADÓW ANALOGOWO-CYFROWYCH

TINA PRO to rozbudowany pakiet oprogramowania służący m.in. do projektowania, symulacji i analizy elektronicznych układów analogowych i cyfrowych [6]. Program ten jest nie tylko bardzo często używany w szkołach wyższych, ale także przez inżynierów zajmujących się projektowaniem układów elektronicznych. Wyniki analiz mogą być przedstawione na szczegółowych wykresach lub za pomocą wirtualnych przyrządów

pomiarowych (np. multimetry, oscyloskopy, analizatory widma, generatory funkcyjne, generatory sygnałów cyfrowych, analizatory logiczne) (rys. 1).



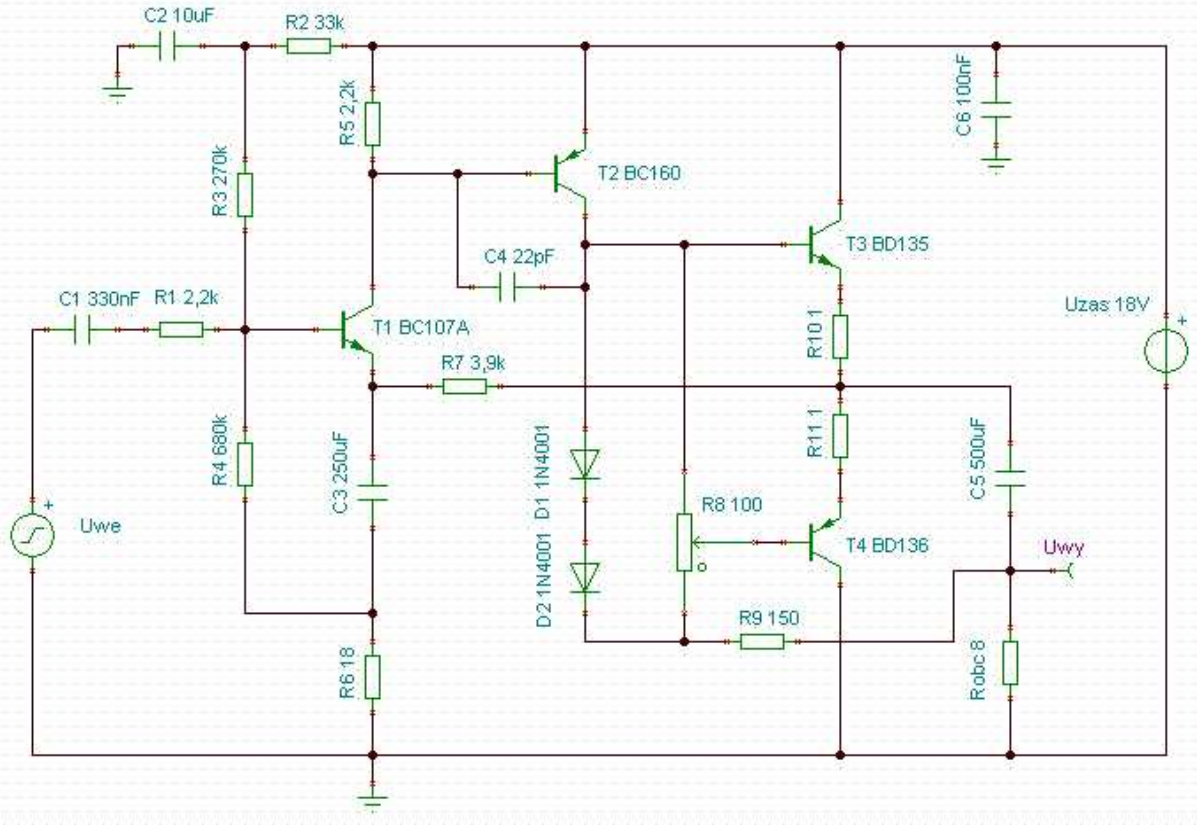
Rys. 1. Widok programu TINA
Źródło: [własne]

Biblioteki zawierają dużą ilość różnych elementów elektronicznych różnych producentów. Dla studentów jak i inżynierów elektroników program TINA jest łatwym w użyciu narzędziem. Prace z programem należy zacząć od narysowania analizowanego obwodu za pomocą edytora schematów. Wyniki analizy są prezentowane w oknie graficznym lub na ekranie wirtualnego przyrządu pomiarowego (jeden lub kilka w/w wymienionych). Można tworzyć raporty i prezentacje ze schematów, wykresów i różnych formuł matematycznych. Program umożliwia także tworzenie nowych elementów bibliotecznych. Jednym z głównych zastosowań TINY jest dydaktyka. Funkcje edukacyjne TINY dają nauczycielom akademickim narzędzia do efektywnego nauczania wspomaganego informatycznie. Program TINA został przez autorów wprowadzony w Wyższej Szkole Menedżerskiej w Warszawie na Wydziale Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa już wiele lat wstecz. Zostały opracowane specjalne instrukcje, a w styczniu 2013 r. zostało uruchomione bardzo nowoczesne Laboratorium Miernictwa i Elektroniki, w którym są realizowane układy rzeczywiste. Jednym z badanych układów był wzmacniacz mocy. Badania realizowano za pomocą programu TINA a następnie układ wzmacniacza był badany na stanowisku rzeczywistym.

2. KOMPUTEROWA SYMULACJA WZMACNIACZA MOCY

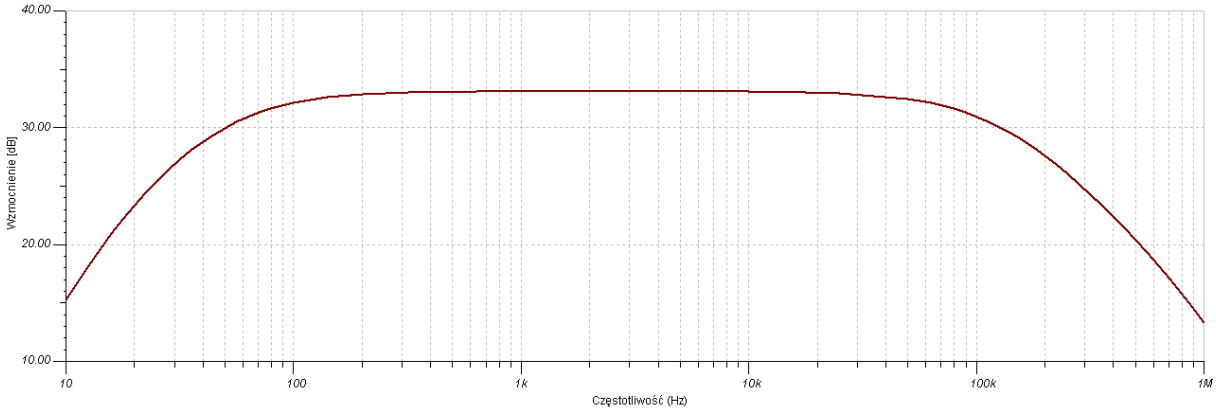
Wzmacniacze mocy to urządzenia, których zadaniem jest dostarczenie dużej mocy do elementu obciążenia (np. głośniki) lub innych obwodów wyjściowych realizujących funkcję mocy, przy jednoczesnym jak najmniejszym poborze mocy wejściowej (sterującej). Pierwszoplanowym zagadnieniem przy pracach projektowych, konstrukcyjnych i analizie tych układów stają się więc problemy: sprawności energetycznej, maksymalnego wykorzystania charakterystyk tranzystorów, doboru punktów pracy, zniekształceń skrośnych i nieliniowych [1,3].

Obecnie jest na rynku oferowanych bardzo wiele programów komputerowych służących do wspomagania procesu dydaktycznego w zakresie nauczania elektroniki analogowej i cyfrowej. Projektując a następnie uruchamiając laboratorium wirtualne trzeba zdecydować czy ma być to oprogramowanie płatne czy darmowe oraz jak wiele funkcji jest nam potrzebnych. Na rys. 2 przedstawiono układ wzmacniacza mocy klasy AB, który został poddany analizie. Wybrano do badania wzmacniacza mocy program TINA (syntetycznie opisany powyżej). Spośród wielu charakterystyk, które mogą być zdjęte dla przykładowego wzmacniacza mocy wybrano charakterystykę amplitudowo-częstotliwościową. Przyjęto do pomiarów symulacyjnych częstotliwość znacznie ponad pasmo akustyczne.



Rys. 2. Wzmacniacz mocy klasy AB
Źródło: [2]

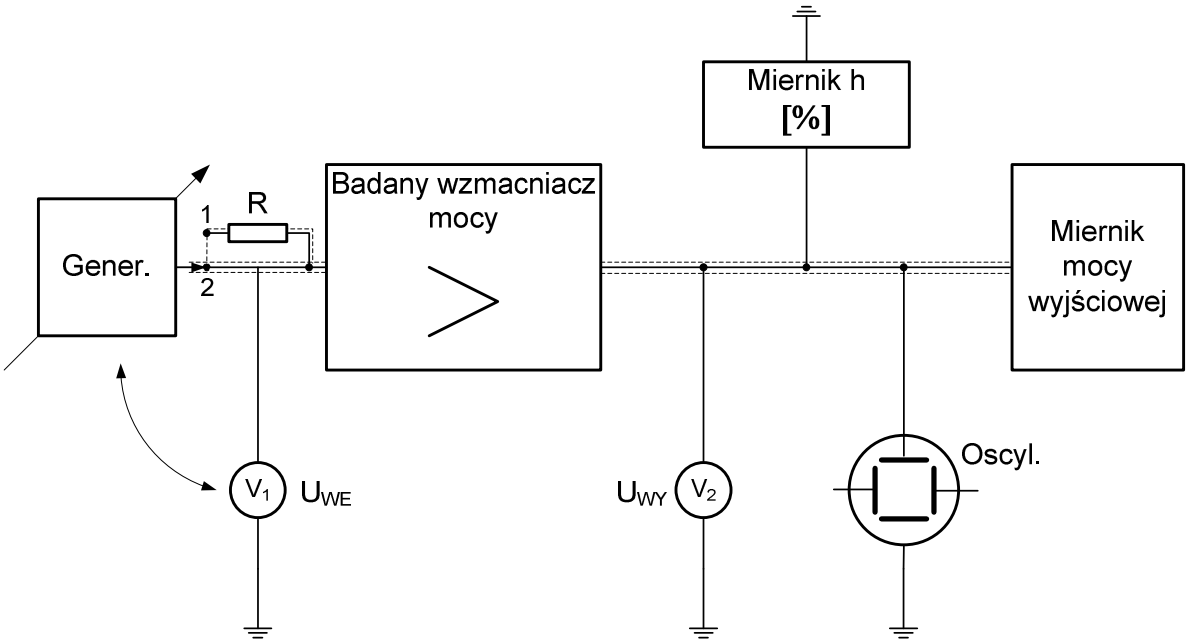
Dla zaprezentowanego układu dokonywane są pomiary charakterystyki dynamicznej $U_{WY} = f(U_{WE})$ dla dwóch różnych wartości obciążeń: $R_{obc} = 8\Omega$ i $R_{obc} = 4\Omega$ przy założeniu, że sygnałem wejściowym jest sygnał sinusoidalny o częstotliwości f = 1 kHz i wartości napięcia U_{WEpp}=50÷500 [mV]. Pomiary te umożliwiają wyznaczenie wzmocnienia napięciowego i wykreślenia charakterystyki $K_U = f(U_{WE})$ na wspólnym wykresie dla dwóch wartości R_{obc}. Dla przedstawionego układu mierzone są także charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe (rys. 3). Dzięki nim wyznaczane jest pasmo przenoszenia**.**



Rys. 3. Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa wzmacniacza mocy klasy AB
Źródło: [pomiary własne]

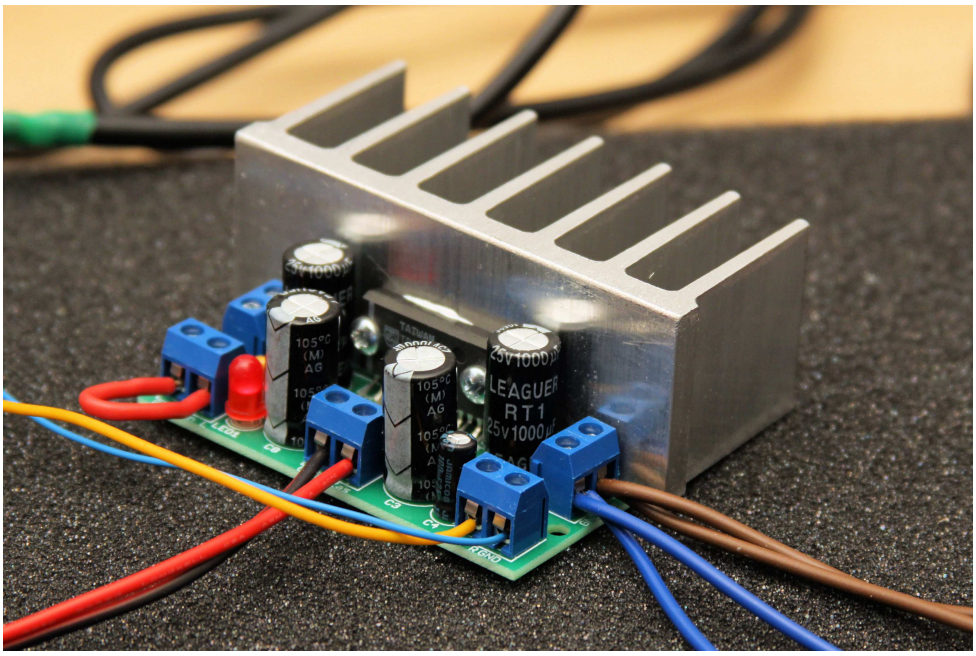
3. RZECZYWISTE BADANIE WZMACNIACZA MOCY

W części rzeczywistej ćwiczenia badania wzmacniacza mocy wykorzystywany jest scalony wzmacniacz mocy typu TDA 1516Q [7]. Na rys. 4 przedstawiono układ stanowiska do badania i pomiarów wzmacniaczy mocy.



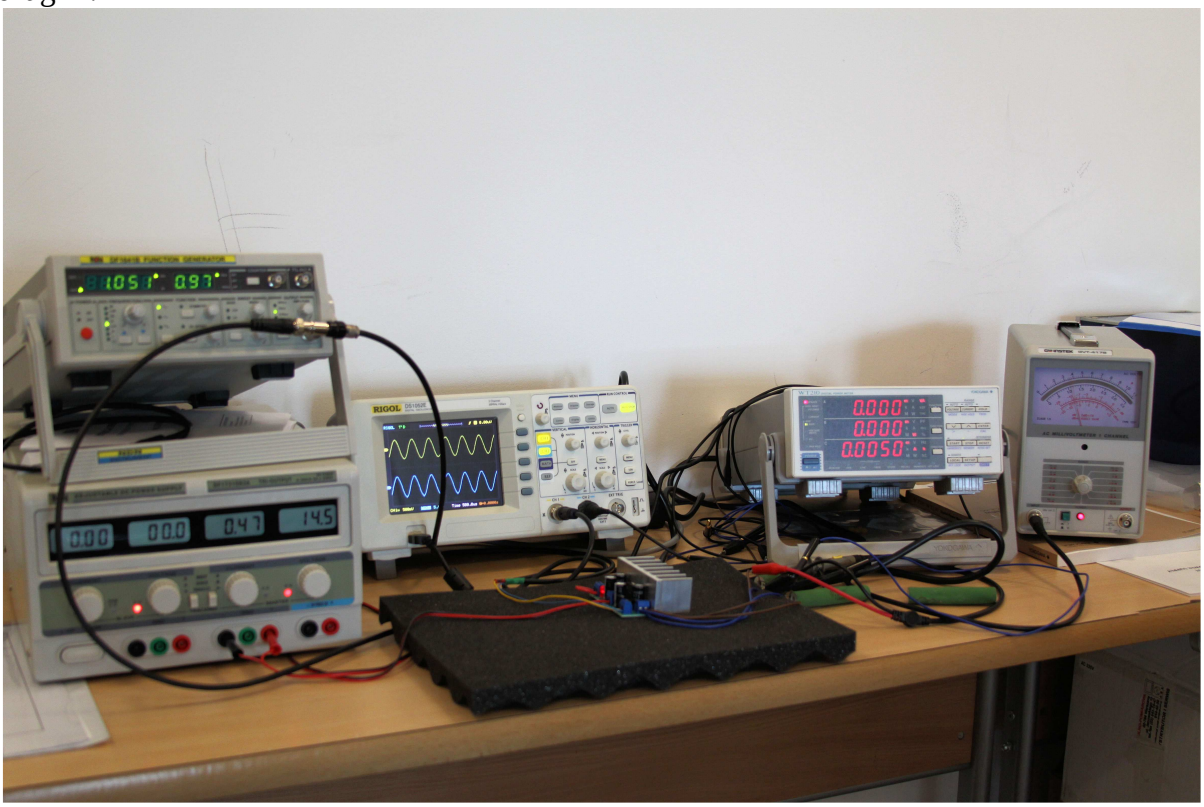
Rys. 4. Układ do pomiarów wzmacniaczy mocy
Źródło: [5]

Na rys. 5 przedstawiono dwukanałowy wzmacniacz mocy P = 2x12W zasilany napięciem stałym U_{ZAS} = 14,5 [V].



Rys. 5. Badany dwukanałowy wzmacniacz mocy 2 x 12W
Źródło: [zdjęcie własne]

Badany wzmacniacz mocy ma dwa identyczne kanały, które były badane kolejno jeden po drugim.



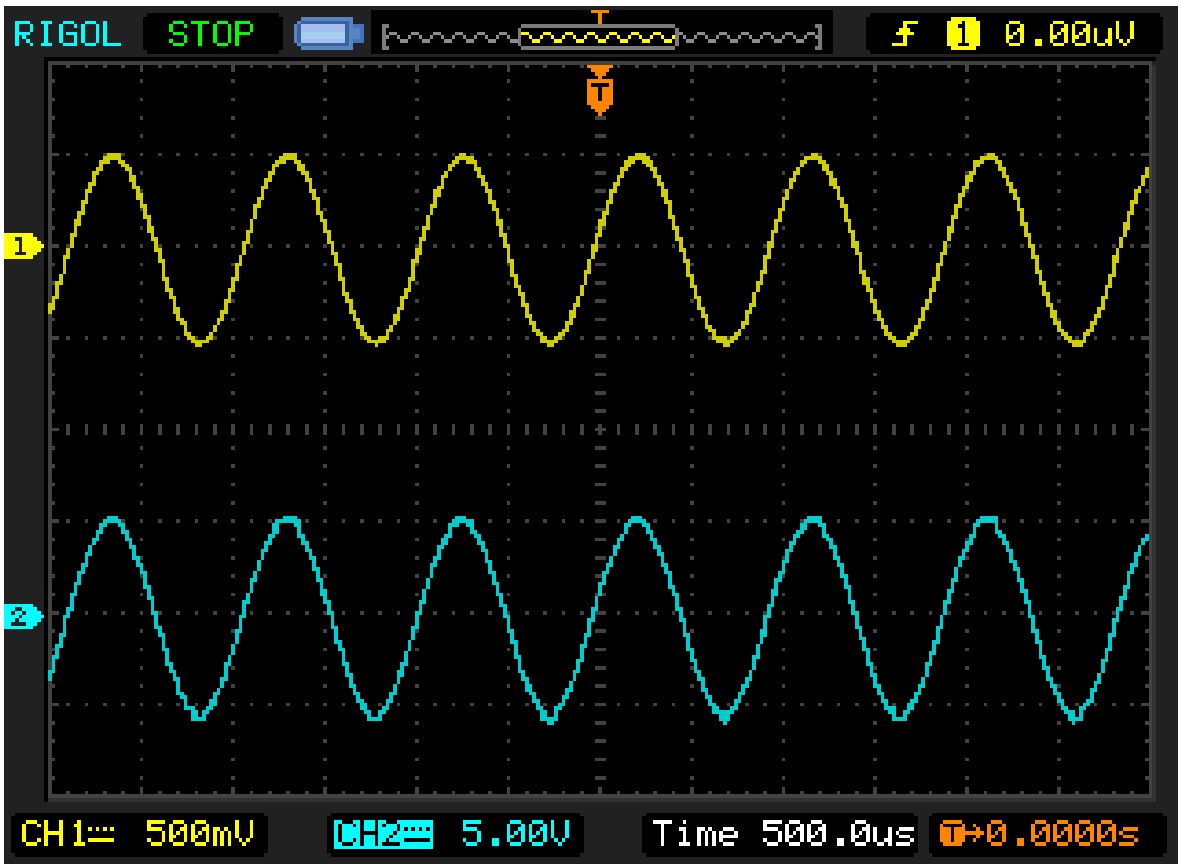
Rys. 6. Widok rzeczywistego stanowiska badawczego i dydaktycznego przeznaczonego do pomiarów wzmacniaczy mocy (akustycznych), łącznie z analizą komputerową
Źródło: [zdjęcie własne]

Badając jego właściwości i przeprowadzając pomiary studenci zwracają szczególną uwagę na:

– charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe kU = f (f) przy UWE = const.,
– określenie pasma przenoszenia wzmacniacza mocy Δf = fG –fD,
– charakterystykę dynamiczną UWY = f (UWE) przy f = 1kHz = const.,
– sprawność wzmacniacza mocy η = f (PWY) przy f = 1kHz = const.,
– zniekształcenia nieliniowe h[%] = f (PWY) przy f = 1kHz = const.,
– określenie wzmocnienia napięciowego kU przy f = 1kHz = const. i PWY = 2 [W],
– metodę określenia impedancji wejściowej ZWE wzmacniacza mocy,
– poznanie właściwości i możliwości zastosowanych przyrządów pomiarowych.

Na rys. 6 przedstawiono widok rzeczywistego stanowiska badawczego i dydaktycznego do pomiarów wzmacniaczy mocy. Stanowisko wyposażono w bardzo nowoczesny sprzęt w tym w oscyloskop cyfrowy dwukanałowy z wyjściem USB do współpracy z komputerem (niewidoczny na zdjęciu) oraz mikroprocesorowy miernik mocy wyjściowej z wyjściem USB do współpracy z komputerem, który poza obciążeniem (wzmacniacza), umożliwia pomiar w/w charakterystyk oraz ich analizę.

Na rys. 7 przedstawiono „zrzut" komputerowy przebiegów: wejściowego i wyjściowego.



Rys. 7. Widok przebiegów: (1) wejściowy U_{WE}= 1V_{pp}, (2) wyjściowy U_{WY}=10V_{pp} badania wzmacniaczy mocy
Źródło: [oscylogram własny]

Autorzy przedstawili tylko jedną charakterystykę. Układ pozwala na wykreślenie wszystkich powyżej wymienionych charakterystyk. Na rys. 6 przedstawiono widok przebiegów: wyjściowego i wejściowego dla konkretnego punktu pracy. Metoda ta pozwala

na wykreślenie charakterystyki dynamicznej $U_{WY}=f(U_{WE})$ badanego wzmacniacza gdzie parametrem jest f = 1kHz = const.

PODSUMOWANIE

Podsumowując zaprezentowane rozwiązania można stwierdzić, iż laboratorium rzeczywiste umożliwia studentom bezpośredni kontakt z elektroniką. Możliwe jest rzeczywiste sprawdzenie wiedzy przekazanej na wykładach i ćwiczeniach, dzięki czemu pozostaje ona dłużej w pamięci studentów. Minusem tego rozwiązania jest fakt, iż zaprojektowanie stanowisk rzeczywistych wymaga bardzo dużej wiedzy praktycznej. Jednocześnie też do uruchomienia niezbędne są duże środki finansowe. Także późniejsza eksploatacja wymaga nakładów finansowych związanych z obsługą i utrzymaniem w stanie gotowości.

Dla laboratorium wirtualnego można stwierdzić, że stosunkowo szybko można je zaprojektować i uruchomić. Poprzez wykorzystanie programów komputerowych zajęcia mogą być prowadzone w salach komputerowych służących do nauczania informatyki.

Autorzy po uruchomieniu stanowiska laboratoryjnego składającego się zarówno z części rzeczywistej jak i wirtualnej mogą stwierdzić na podstawie obserwacji, że laboratorium składające się z obu części (czyli rzeczywistej i wirtualnej) są dla studentów najbardziej interesujące. Dzięki temu student ma możliwość przeprowadzenia symulacji komputerowej układu dla różnych wartości elementów tworzących go, zaś następnie dokonania pomiarów na rzeczywistym układzie. W przypadku programów darmowych istnieje też możliwość przeprowadzenia symulacji w domu przez studenta.

BIBLIOGRAFIA

1. Horowitz P., Hill W., *Sztuka elektroniki. Tom I i II*. WKiŁ, Warszawa 2006.
2. Instrukcje laboratoryjne dla studentów Wydziału Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie – laboratorium „Podstaw miernictwa i elektroniki".
3. Kaźmierkowski M., Matysik J., *Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Szulc W., Rosiński A., *Wybrane zagadnienia z elektroniki cyfrowej dla informatyków (część II – cyfrowa)*. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie, Warszawa 2012. ISBN 978-83-7520-046-1. Wydanie wznowione.
5. Szulc W., Rosiński A., *Wybrane zagadnienia z miernictwa i elektroniki dla informatyków (część I – analogowa)*. Oficyna Wydawnicza WSM, Warszawa 2012. ISBN 978-83-7520-030-0. Wydanie wznowione.
6. TINA – część I i II. Elektronika Praktyczna nr 8/2006 i 9/2006.
7. Wzmacniacz mocy TDA 1516Q (2x12W) - karta katalogowa.

COMPUTER AIDE ANALOG ELECTRONIC LEARNING PROCESS ON EXAMPLE POWER AMPLIFIER

Abstract

In the paper problems related to learning process of analog and digital electronic principles are presented on the example electronic device being integrated power amplifier. Advantages and

disadvantages of TINA - computer aided tool are presented at the device analysis by virtual mean referred to real classical measurements.

***Autorzy**:*
doc. dr inż. **Waldemar Szulc** – Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Wydział Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa
dr inż. **Adam Rosiński** – Wyższa Szkoła Menedżerska w Warszawie, Wydział Informatyki Stosowanej i Technik Bezpieczeństwa