

OCENA WYBRANYCH SYMULATORÓW OBWODÓW ELEKTRYCZNYCH

DOI: 10.24136/atest.2018.307

Data zgłoszenia: 30.08.2018. Data akceptacji: 25.09.2018.

W artykule przedstawiono charakterystykę symulatorów obwodów elektrycznych, które są dostępne z poziomu dowolnej przeglądarki internetowej, a tym samym nie wymagają instalacji na dysku twardym komputera lokalnego. Zwrócono uwagę na ich zasadę działania, zasób dostępnych bibliotek i możliwości praktycznego wykorzystania. Analizę przeprowadzono na przykładzie uproszczonego układu wyłącznika czasowego.

Słowa kluczowe: obwody elektryczne, symulatory internetowe, zakres zastosowań.

WSTĘP

Od wielu lat programy komputerowe stanowią podstawowe narzędzie do budowy i sprawdzania obwodów elektrycznych, ograniczając lub wręcz eliminując inne techniki pozyskiwania danych, np. płytki próbne, prototypy laboratoryjne, itp. Wynika to z możliwości, jakie daje symulacja układów wirtualnych, która nie generuje dodatkowych kosztów, nieuniknionych w rzeczywistych warunkach badań, pomimo wielokrotnej zmiany parametrów wejściowych i powtórzeń odpowiedzi obiektu. Ponadto raz stworzony schemat może stanowić bazę dla różnych wersji rozpatrywanego układu. W zależności od zadań może być on wykorzystany do wstępnej korekcji błędów, powrotnego testowania, projektowania płytki drukowanej PCB (ang. *Printed Circuit Board*), itd. Niewątpliwą zaletą symulatorów jest możliwość wycinania, kopiowania, wklejania, obracania oraz zmiany parametrów poszczególnych elementów. Bardziej zaawansowane oprogramowanie wspomaga proces twórczy i dobór właściwych komponentów. Pomocne są także skrypty optymalizacyjne, które na bieżąco przeliczają określone wartości na podstawie kryteriów zadawanych i zmienianych przez użytkownika.

Z oczywistych względów różnorodność dostępnych narzędzi przekłada się na możliwości ich wykorzystania. Do zastosowań naukowych i inżynierskich predysponowane będą programy komercyjne, wyposażone w bardzo obszerny zasób bibliotek systemowych oraz zdolne do realizacji złożonych operacji na przebiegach elektrycznych. Z założenia takie podejście ma w jak największym stopniu odzwierciedlać projekt fizyczny, który byłby tworzony w laboratorium elektrycznym. W ten sposób wielopoziomowa symulacja przyczynia się do zwiększenia wydajności, eliminacji niedociągnięć projektowych i skrócenie czasu wytworzenia finalnego prototypu. Natomiast w procesie dydaktycznym zazwyczaj wykorzystuje się oprogramowanie prostsze w opanowaniu i obsłudze, nastawione na atrakcyjny oraz zrozumiały przekaz zagadnień problemowych. W tym względzie interesującą alternatywę stanowią symulatory

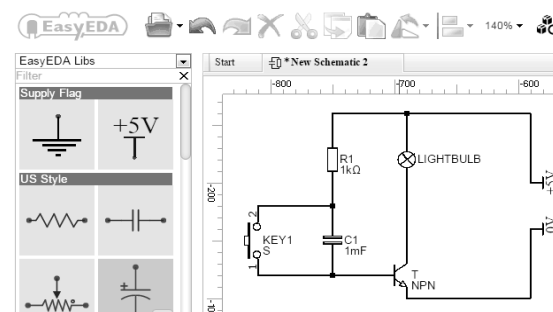
wyświetlane w trybie okna przeglądarki internetowej, których funkcjonalność i możliwości są ciągle poszerzane. Ponadto brak konieczności ich instalacji sprawia, że tworzenie i analiza obwodów elektrycznych może być prowadzona na urządzeniach mobilnych, wyposażonych w coraz większy zasób pamięci operacyjnej, np. laptopach, smart-phonach, tabletach, itp.

1. ZAKRES I METODYKA

Obiekt analizy stanowił elementarny wyłącznik czasowy, który w poszerzonej wersji wykorzystywany jest do oświetlenia wnętrza kabin samochodowych. W układzie tym czas potrzebny na bezpieczne opuszczenie i zamknięcie pojazdu uzależniony jest od pojemności kondensatora oraz rezystancji opornika. Jego schemat wygenerowany został w przykładowych symulatorach obwodów elektrycznych, które krótko scharakteryzowano.

2. EasyEDA

Pierwszą, oficjalną wersję pakietu w trybie online uruchomiono w 2014 roku [1]. Narzędzie pozwala na tworzenie, edytowanie i sprawdzenie działania układów analogowych, cyfrowych oraz mieszanych, w tym również na projektowanie płytek PCB z opcjonalną możliwością ich późniejszej produkcji. EasyEDA bazuje na znanym, otwartym silniku SPICE (ang. *Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis*), który jest szczególnie przydatny przy analizie obwodów zawierających układy scalone. Na rysunku 1 przedstawiono fragment okna pracy programu z rozpatrywanym schematem.



Rys. 1. Schemat obwodu wygenerowany w EasyEDA

Symulator działający w oknie przeglądarki jest niezależny od platformy i systemu operacyjnego. Jego obsługa jest intuicyjna i może być prowadzona za pomocą myszy komputerowej lub trackballa. Tym niemniej interfejs dialogowy zawiera pewne funkcje wymagające kombinacji klawiszy, z których nie można skorzystać na ekranach dotykowych. Nie stanowi to jednak

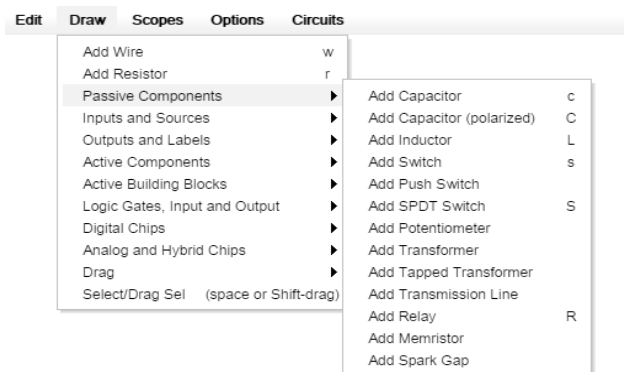
większego problemu, a producent ułatwia pracę udostępniając gotowe układy i projekty dodawane przez innych użytkowników oraz oferując nieograniczony dostęp do bibliotek zawierających elementy elektroniczne (rys. 2). Istnieje również możliwość importowania i edycji schematów przygotowanych w odrębnych programach, jak również ich późniejszego zapisu na dysku lokalnym lub na zewnętrznych serwerach w tzw. chmurze.

Title(PartNO)	Package	Manufacturer	Value	Tolerance	Voltage	Description
682J100V	CAP-CBB-6.5*4.0	EasyEDA	6.8nF	±5%	100V	6.8nF (682) ±5% 100V
152J100V	CAP-CBB-7.0*4.0	EasyEDA	1.5nF	±5%	100V	1.5nF (152) ±5% 100V
105J100V	CAP-CBB-7.0*5.0	EasyEDA	1uF	±5%	100V	1uF (105) ±5% 100V
473J630V	CAP-CBB-12.0*6.0	EasyEDA	47nF	±5%	630V	47nF (473) ±5% 630V
104J250V	CAP-CBB-12.0*4.5	EasyEDA	100nF	±5%	250V	100nF (104) ±5% 250V
333J100V5mm	CAP-CBB-6.5*4.5	EasyEDA	33nF	±5%	100V	33nF (333) ±5% 100V
104250VCBB	CAP-CBB-10.0*4.5	EasyEDA	100nF	±5%	250V	100nF (104) ±5% 250V
224J400V	CAP-CBB-12.0*6.0	EasyEDA	220nF	±5%	400V	220nF (224) ±5% 400V
1uF250VCBB	CAP-CBB-17.0*8.5	EasyEDA	1uF	±10%	250V	1uF (105) ±10% 250V
CBB472J630V	CAP-CBB-12.0*4.5	EasyEDA	4.7nF	±5%	630V	4.7nF (472) ±5% 630V
4.7nF(472)±5%100V	CAP-CBB-6.5*4.0	EasyEDA	4.7nF	±5%	100V	4.7nF (472) ±5% 100V

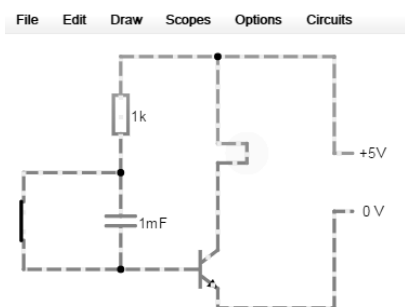
Rys. 2. Wybór elementu z bibliotek systemowych EasyEDA

3. CIRCUIT SIMULATOR APPLLET

Aplikacja napisana w języku Java stanowi jedno z pierwszych narzędzi do symulacji obwodów elektrycznych udostępnionych w oknie przeglądarki internetowej [5]. Po jej otworzeniu wyświetlany jest jeden z wielu dostępnych przykładów, który można rozbudowywać o dodatkowe elementy lub stworzyć zupełnie nowy układ bazowy. Do obsługi wykorzystuje się menu wyboru rozwijane lewym przyciskiem myszy (rys. 3). Cechą wyróżniającą Circuit Simulator Applet jest bardzo efektowna animacja rozptyłu prądów gałęziowych i towarzysząca jej zmiana kolorów napięć chwilowych (rys. 4).



Rys. 3. Menu wyboru elementów w Circuit Simulator Applet

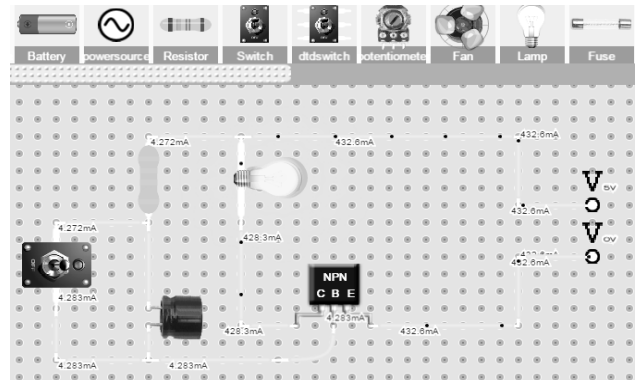


Rys. 4. Rozptyw prądów gałęziowych w analizowanym układzie

Ich wartości i przebiegi czasowe można obserwować w załączonych ekranach oscyloskopu. Pomimo ograniczonych możliwości narzędzie pełni ważną rolę edukacyjną, gdyż wspomniane wizualizacje przyczyniają się do lepszego zrozumienia zjawisk zachodzących w obwodach RLC.

4. DC/AC VIRTUAL LAB

Zgodnie z nazwą symulator należy traktować, jako wirtualne laboratorium, które odwzorowuje rzeczywisty wygląd stołu i wszystkich elementów składowych (rys. 5). Z tego względu znakomicie nadaje się do celów dydaktycznych, rozwijając wiedzę i praktyczne umiejętności uczniów na różnym etapie kształcenia [2]. Program pozwala nie tylko na tworzenie podstawowych układów, ale również prowadzenie pomiarów i obserwację przebiegów oscyloskopowych. Ponadto w bazie dostępne są gotowe przykłady, które można modyfikować w zależności od potrzeb. Niestety ograniczony zasób bibliotek systemowych sprawia, że nie znajdują one zastosowania w praktyce inżynierskiej czy naukowej.

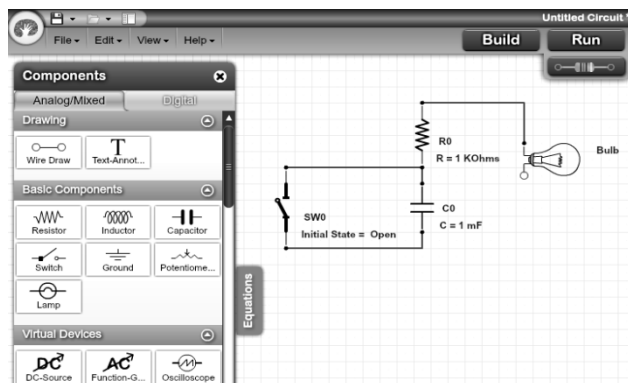


Rys. 5. Symulacja obwodu w DC/AC Virtual Lab

5. DoCIRCIUTS

W przeciwieństwie do dotychczas omawianych symulatorów DoCircuits jest aplikacją komercyjną. Wersja darmowa pełni wyłącznie rolę demonstracyjną, gdyż producent wprowadził do niej szereg istotnych ograniczeń. Na przykład na serwerze zewnętrznym można zapisać maksymalnie 5 układów, z których każdy składa się z nie więcej jak 10 elementów [4]. Wniesienie opłaty uaktywnia wszystkie funkcje programu, który stanowi profesjonalne i wygodne narzędzie do symulacji obwodów elektrycznych. Istnieje również możliwość jego pobrania na dysk twardy komputera i pracy w środowisku offline.

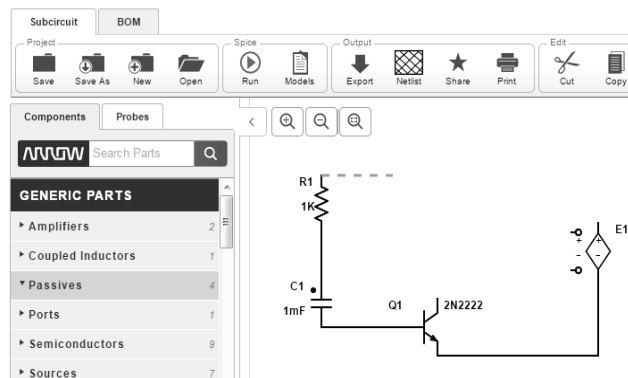
Tworzenie schematu polega na przeciąganiu poszczególnych komponentów na obszar roboczy, a następnie ich łączeniu za pomocą przewodów (rys. 6). Następnie ustawia się parametry wybranej analizy i przeprowadza symulację, uzyskując komplet wyników końcowych. W trakcie pracy użytkownik ma również dostęp do okna podglądu, w którym wyświetlane są wszystkie informacje zwrotne dotyczące poprawności prowadzonych działań.



Rys. 6. Fragment okna pracy symulatora DoCircuits

6. PARTSIM

Podobnie jak EasyEDA aplikacja bazuje na otwartym silniku SPICE, której edytor działa w oknie przeglądarki internetowej za pomocą języka JavaScript [6]. Jej obsługa jest bardzo prosta, gdyż wystarczy narysować schemat za pomocą komponentów z paska bocznego (rys. 7), a następnie uruchomić symulację w oknie dialogowym. Wyniki końcowe można przedstawić w postaci tekstowej lub graficznej. Niewątpliwą zaletą stanowi możliwość przypisania numerów poszczególnym elementom, co znacznie ułatwia ich identyfikację i późniejszy zakup z szerokiej oferty firmy Digi-Key Electronics. Jest to jeden z największych dostawców części elektronicznych na świecie, od wielu lat działający również na terenie naszego kraju [3]. Pomimo praktycznych zastosowań liczba układów scalonych dostępnych w bazie systemowej pozostaje ograniczona.



Rys. 7. Rysowanie schematu w PartSim

PODSUMOWANIE

W chwili obecnej dostępnych jest wiele programów do symulacji obwodów elektrycznych online, które różnią funkcjonalnością oraz zastosowaniem. Umożliwiają one wielokrotne powtarzanie pracy raz stworzonego układu bez ponoszenia dodatkowych kosztów, co mogłoby być trudne do uzyskania w warunkach rzeczywistych. Ich nieustanny rozwój, coraz bogatszy zasób bibliotek i łatwość uruchomienia na urządzeniach mobilnych sprawia, że stanowią interesującą alternatywę dla produktów wymagających instalacji na dysku twardym komputera. Można więc wnioskować, że liczba użytkowników tych aplikacji będzie dalej rosła, biorąc pod uwagę powszechny dostęp do sieci internetowej i współczesną szybkość oferowanych transferów.

W tabeli 1 przedstawiono końcowe podsumowanie omawianych symulatorów. Prezentowane dane wskazują, że największy komfort pracy zapewnia EasyEDA. Pod względem oferowanych możliwości jest on bardzo porównywalny do profesjonalnych programów naukowo-inżynierskich, a w niektórych aspektach nawet je przewyższa. Dotyczy to przede wszystkim zapisu i udostępniania własnych projektów na zewnętrznych serwerach, ale również pełnej ochrony plików prywatnych, do których dostęp mają wyłącznie autoryzowani partnerzy.

Tab. 1. Funkcjonalność i możliwości omawianych symulatorów

Rodzaj	EasyEDA	Circuit Simulator Applet	DC/AC Virtual Lab	DoCircuits	PartSim
Darmowy dostęp	•	•			•
Konieczność rejestracji w celu uzyskania pełnej funkcjonalności	•		•	•	•
Tworzenie dowolnych układów (analogowych, cyfrowych, mieszanych)	•			•	•
Projektowanie płytek PCB	•				•
Import schematów z innych programów	•				
Dostępność do schematów innych użytkowników	•	•	•	•	•
Możliwość udostępnienia własnego projektu	•		•	•	•
Zapis na lokalnym dysku komputera w popularnym formacie	•			•	•
Zapis w chmurze (na zewnętrznych serwerach)	•			•	

BIBLIOGRAFIA

- <https://easyeda.com>
- <https://dcaclab.com>
- <https://www.digkey.pl/pl>
- <http://www.docircuits.com/home>
- <http://www.falstad.com/circuit>
- <http://www.partsim.com>

Evaluation of selected electric circuit simulators

This article describes the characteristics of circuit simulators that are available from any web browser and therefore do not require installation on the local computer's hard disk. They highlighted their principle of operation, library resources and practical use. The analysis was performed for the timer circuit.

Key words: electrical circuits, internet simulators, application range.

Autorzy:

Mgr inż. **Łukasz Mozga** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Dr inż. **Tomasz Stoeck** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.