

7.1

Programy do symulacji układów elektronicznych

Z TEGO ROZDZIAŁU DOWIESZ SIĘ:

- do czego służą programy do symulacji,
- jakie są najpopularniejsze programy do symulacji.

Istnieją dziesiątki, jeśli nie setki programów do symulacji układów elektronicznych, od prostych, mających niewiele funkcji i bardzo małą bazę elementów, po zaawansowane, umożliwiające symulację procesorów i mikrokontrolerów.

Wiele programów oprócz symulacji oferuje:

- katalogi elementów elektronicznych oraz ich noty katalogowe,
- wspomaganie rysowania schematów elektronicznych,
- wspomaganie projektowania płytek drukowanych,
- wizualizację zmontowanego układu,
- przygotowywanie list części i podzespołów,
- przygotowywanie dokumentacji,
- dostęp do wirtualnych narzędzi,
- tworzenie nowych lub nietypowych elementów.

Katalogi elementów przyspieszają proces doboru elementów lub wybór wariantu układu. Szybki dostęp do not katalogowych umożliwia zapoznanie się ze wszystkimi własnościami elementów, w tym ze schematami układów referencyjnych.

Wspomaganie rysowania schematów pozwala na kontrolę prowadzonych linii i automatyczną optymalizację rysowanego schematu. Pozwala też na przenoszenie i inne manipulacje elementami bez „zrywania” poprowadzonych połączeń. Często po narysowaniu schematu można go zasymulować i obserwować jego pracę. Z poziomu schematu można również określić wersję komponentu, np. obudowy. Dostępna jest też opcja wgrania programu do wirtualnego mikrokontrolera lub procesora.

Wspomaganie projektowania płytek pozwala na szybsze – mniej obciążone możliwością błędów – projektowanie płytek jedno- i wielowarstwowych, także z uwzględnieniem soldermaski i warstwy opisów. Podczas projektowania płytki program zazwyczaj bierze pod uwagę wybrane obudowy elementów i zapewnia odpowiednie odstępy.

Wizualizacja 3D płytki z rozmieszczonymi elementami pozwala np. na:

- wykrycie wystąpienia kolizji obudów elementów (elementy nachodzą na siebie),
- wykrycie problemów montażowych wynikających z sąsiedztwa innych elementów,
- określenie wymiarów gotowego układu,
- zapoznanie się z wyglądem elementów elektronicznych i całego układu.

Na podstawie schematu wybranych obudów i projektu płytki dobre oprogramowanie umożliwia wygenerowanie **listy zakupów** elementów elektronicznych, a czasem nawet zamówienie profesjonalnie wykonanej płytki drukowanej, np. do zbudowania prototypu urządzenia.

Dodatkowo oprogramowanie potrafi wspomóc tworzenie **dokumentacji montażowej i serwisowej**. „Pilnuje” wówczas notatek tworzonych przy elementach, schematach bądź projekcie płytki drukowanej.

Najważniejsza jest **symulacja układów**. Oprócz dostępu do dużej bazy elementów i układów elektronicznych oprogramowanie oferuje wiele urządzeń i narzędzi pomiarowych, takich jak:

- oscyloskopy,
- mierniki,
- analizatory sygnałów,
- źródła napięcia i prądu,
- generatory.

Duża część oprogramowania pozwala na interakcję z tymi urządzeniami i z elementami dostępnymi dla użytkownika budowanego układu, takimi jak:

- przełączniki,
- potencjometry,
- wyświetlacze,
- zadajniki kodów,
- klawiatury.

W zależności od przeznaczenia programy różnią się jakością symulacji. W prostych programach dla amatorów możliwości symulacji często są ograniczone do podstawowych wielkości elektrycznych. Za pomocą zaawansowanych programów dla profesjonalistów można nawet badać wzajemne zakłócanie się elementów.

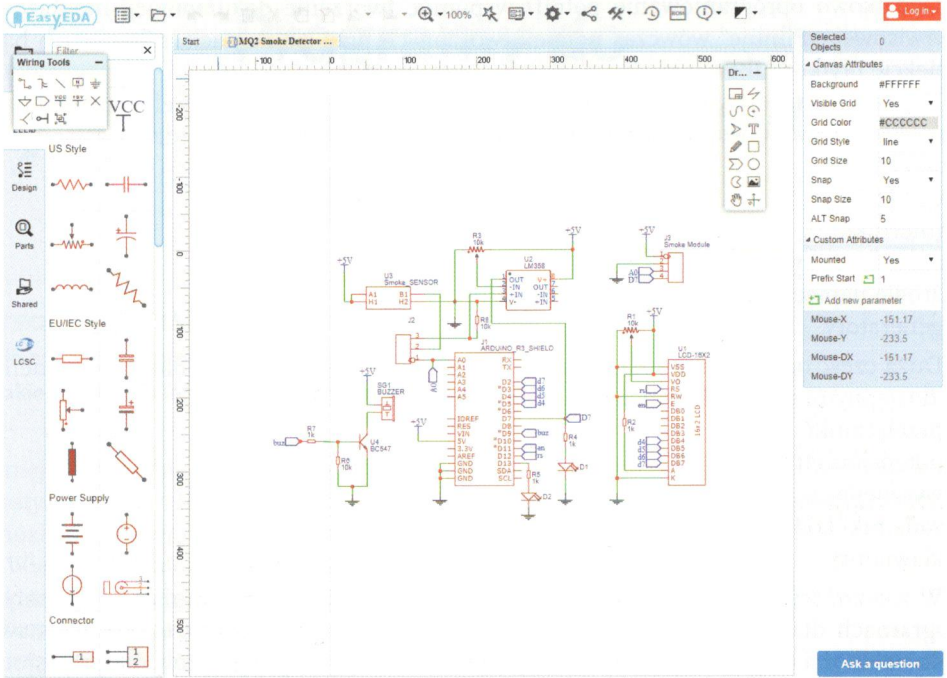
Istnieje wiele programów do symulacji układów elektronicznych. W następnych podrozdziałach omówiono kilka z nich. Należy pamiętać, że wraz ze wzrostem jakości symulacji oraz z większą liczbą funkcji w programie lawinowo rośnie trudność jego obsługi. O ile Electronic Workbench pozwala na sprawne posługiwanie się nim już po kilku lekcjach, o tyle programy typu Multisim czy Spice wymagają kilkuset godzin intensywnej nauki, by osiągnąć wystarczającą biegłość w posługiwaniu się programami.

7.1.1. EasyEDA

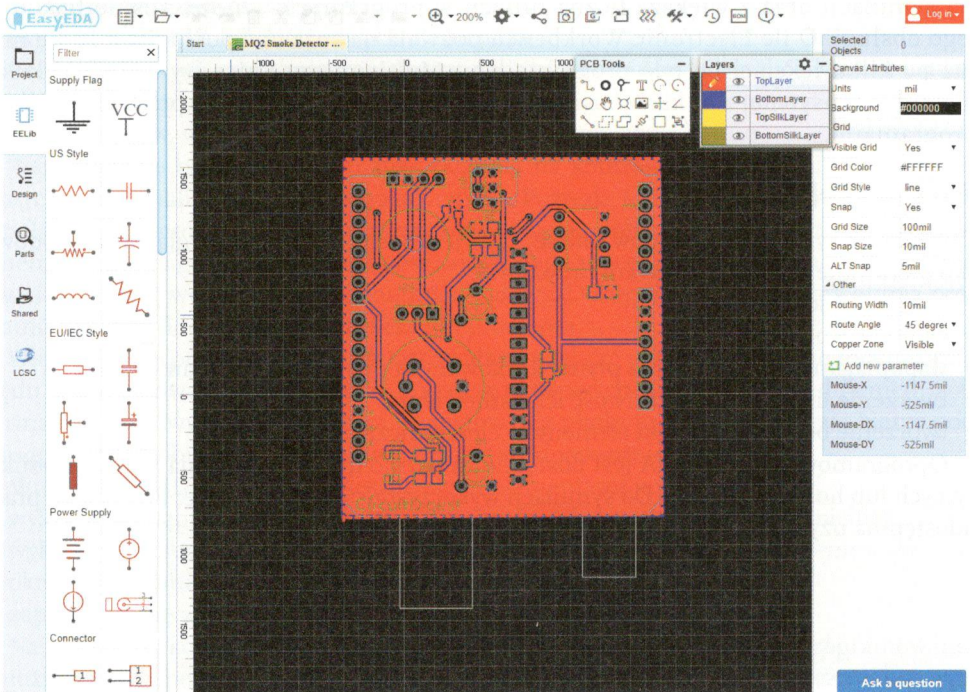
EasyEDA to symulator obwodów online, czyli jest dostępny przez przeglądarkę. Środowisko oferowane przez ten program umożliwia:

- tworzenie schematów,
- symulację obwodów,
- wspomaganie projektowania płytek drukowanych i możliwość ich zamówienia,
- tworzenie listy części i możliwość ich zamówienia,
- tworzenie bogatej biblioteki elementów elektronicznych.

Oprogramowanie EasyEDA jest dostępne za darmo do wykorzystania w celach edukacyjnych lub hobbystycznych. Do symulacji wykorzystuje program Spice. Efekty jego pracy udostępni użytkownikowi online.



Rys. 7.1. Interfejs programu EasyEDA; widoczne przybory z elementami elektronicznymi i przybory z narzędziami



Rys. 7.2. Program EasyEDA; widok na projekt płytki drukowanej

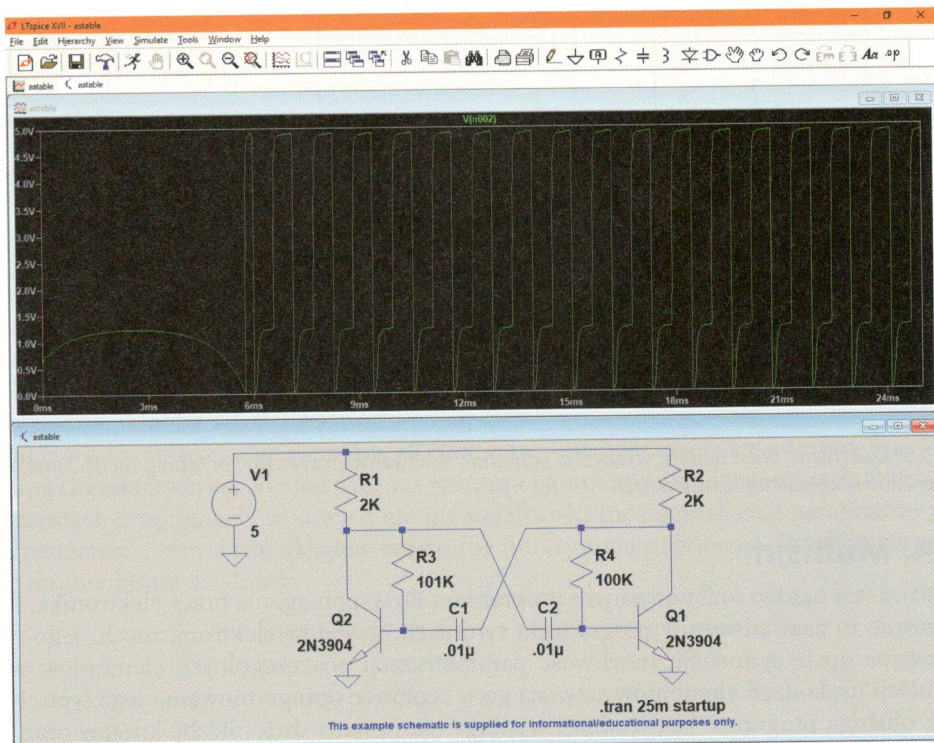
BOM

| ID | Value | Qty. | Package | Components | Manufacturer Part | Supplier | SeedStudio |
|----|-----------------------|------|---------------|-------------|-----------------------|------------|------------|
| 1 | ARDUINO_R3_SHIELD | 1 | UNO_R3_SHIELD | J1 | | | |
| 2 | LCD-16X2 | 1 | LCD-16X2 | U1 | | | |
| 3 | 10k | 2 | TRIM_POT_PTH | R1,R3 | | | |
| 4 | 1k | 4 | R1206 | R2,R4,R5,R7 | RC1206FR-071RL | SeedStudio | 301010433 |
| 5 | LM358 | 1 | DIP8 | U2 | | | |
| 6 | P125-1103A0BS116A1 | 1 | H3-2.54 | J2 | P125-1103A0BS116A1 | SeedStudio | 320020038 |
| 7 | 19-217-R6C-AL1M2VY-3T | 2 | Seed-LED-0603 | D1,D2 | 19-217-R6C-AL1M2VY-3T | SeedStudio | 304090042 |
| 8 | Smoke Module | 1 | H4-2.54 | J3 | F185-1104A1BSYA1 | SeedStudio | 320030017 |
| 9 | Smoke_SENSOR | 1 | MQ-3 | U3 | | | |
| 10 | BUZZER | 1 | BUZZER-12MM | SG1 | | | |
| 11 | BC547 | 1 | Seed-SOT-23 | U4 | MIMBT3904LT1G | SeedStudio | 305010013 |
| 12 | 10k | 2 | R1206 | R6,R8 | RC1206FR-071RL | SeedStudio | 301010433 |

Rys. 73. Lista komponentów wchodzących w skład projektu

7.1.2. LTSpice i Spice

Oprogramowanie **Spice** jest bardzo zaawansowanym symulatorem układów elektronicznych. Wyposażono je w wiele ciekawych funkcjonalności. Niestety, sprawia trudności w obsłudze i wymaga wiele czasu na zapoznanie się z nim. Dostępna jest też wersja **LTSpice**, o uboższej funkcjonalności, choć całkowicie wystarczającej do amatorskich symulacji. W celach edukacyjnych z programu można korzystać za darmo.



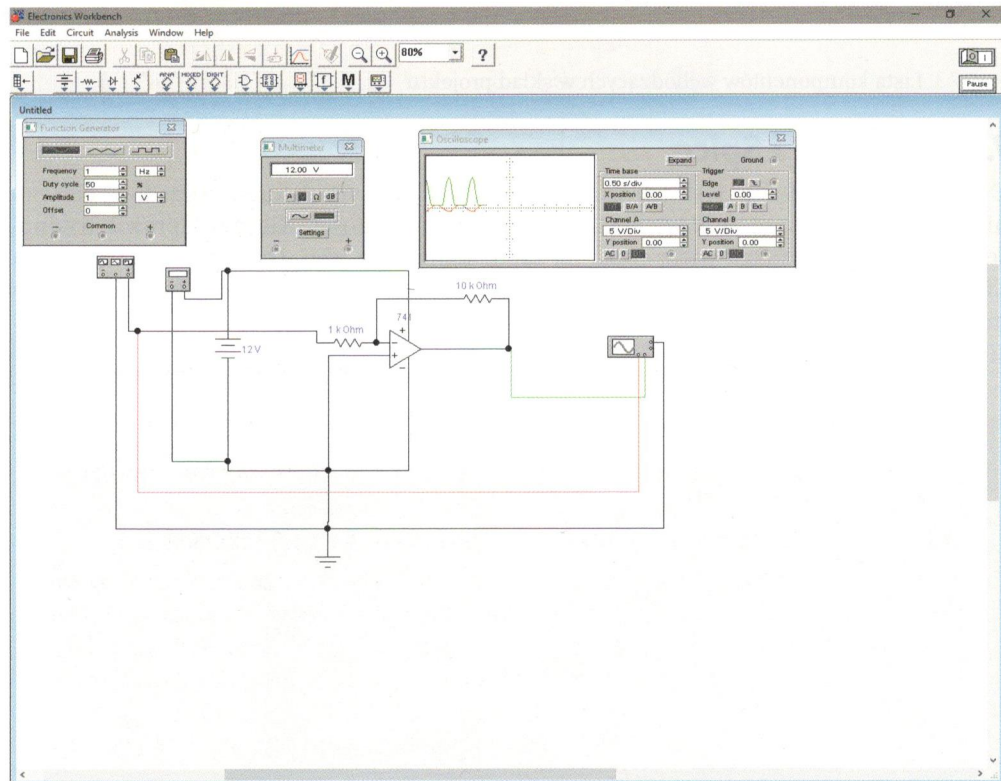
Rys. 74. LTSpice; widoczne badany układ i przebiegi napięcia na kolektorze tranzystora Q2

Podstawowe funkcjonalności oprogramowania LTSpice:

- tworzenie schematów,
- symulacja układów,
- bogata biblioteka elementów.

7.1.3. Electronic Workbench

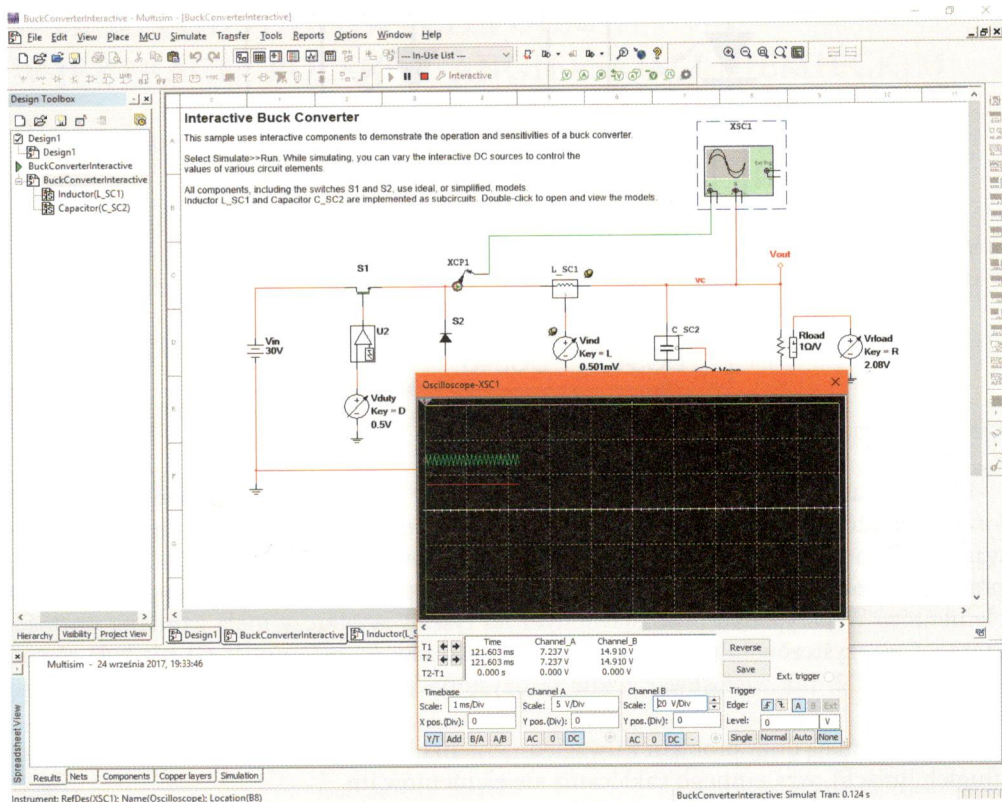
Electronic Workbench jest dość starym programem, za to bardzo prostym w obsłudze. Jego wadą jest niewielka liczba komponentów elektronicznych, które można symulować. Zalety to duże walory edukacyjne i możliwość modyfikowania symulowanego obwodu na żywo. Inną ważną zaletą jest stosunkowo duża prostota w obsłudze programu, okupiona niestety słabszym poziomem symulacji.



Rys. 7.5. Electronic Workbench; widoczne schemat, wirtualne przyrządy, przebieg na oscyloskopie i mierzone napięcie na multimetrze

7.1.4. Multisim

Multisim jest bardzo rozbudowanym programem do wspomaganiania pracy elektronika. Jednocześnie to zaawansowany program do symulacji obwodów elektronicznych. Jego rozbudowane opcje symulacji, możliwość parametryzacji poszczególnych elementów oraz symulacji uszkodzeń elementów stawiają go w czołówce oprogramowania tego typu. Niestety, obsługa programu jest trudna i wymaga ukończenia dużej liczby kursów oraz samodzielnych testów, by osiągnąć należytą biegłość w obsłudze i w pełni korzystać z jego możliwości.



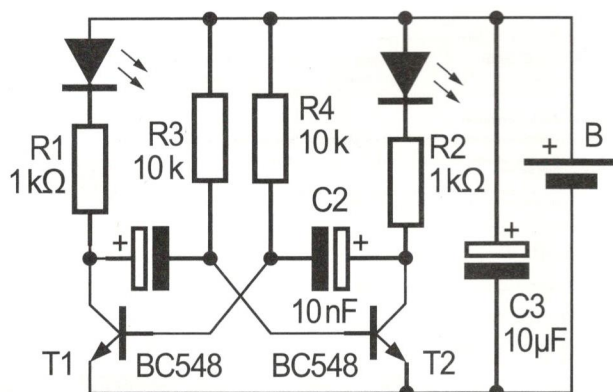
Rys. 7.6. Multisim; widoczne schemat, podłączone urządzenie pomiarowe i przebieg na oscyloskopie

7.1.5. Problemy z symulacjami układów i ciekawostki

Podczas przeprowadzania symulacji układów elektronicznych można zauważyć, że symulacja nie zawsze pokrywa się z badaniami rzeczywistych układów. Niekiedy są to drobne nieścisłości, niemające znaczenia, a czasem odstępstwa tak duże, że symulowany działający układ nie funkcjonuje w rzeczywistości. Odnotowano też liczne przypadki, gdy działającego układu nie można było zasymulować.

Problem stanowią również biblioteki elementów, które zawierają matematyczne reprezentacje elementów, ich parametrów i zasad działania.

Sprawia to, że wszystkie elementy są takie same, mają identyczne parametry oraz identyczną charakterystykę. Nie ma więc też rozrzutu parametrów spowodowanych tolerancją. W prostych programach, w których nie ma możliwości indywidualizacji parametrów i ich charakterystyk, symulacje układów często nie funkcjonują poprawnie. Przykładem może być multiwibrator astabilny.



Rys. 7.7. Schemat multiwibratora astabilnego

Multiwibrator ten jest działającym układem, który wykorzystuje do startu niedoskonałości elementów. W prostych programach nie będzie on jednak działał, ponieważ zastosowane elementy są idealne i takie same, przez co matematyczna symulacja nie może się prawidłowo rozpocząć. Można ten problem obejść np. przez ręczną zmianę parametrów elementów. W przypadku przedstawionym na rys. 7.7 wystarczy mała zamiana wartości któregoś z rezystorów lub pojemności kondensatorów, by pojemność C1 nie była równa pojemności C2, lub zastosować różne tranzystory, by symulacja mogła prawidłowo się rozpocząć.

Programy mają duży problem z uwzględnieniem długości ścieżek (duże znaczenie przy długich liniach), wzajemnego zakłócania się elementów itp.

Prawie wszystkie programy pozwalają na symulację uszkodzeń układów. W prostych wersjach jest to uszkodzenie komponentu polegające na jego „spaleniu”. W bardziej zaawansowanych można ustawić, jaki parametr elementu ma właściwości inne niż te w elemencie sprawnym. Pozwala to na symulowanie układów w razie uszkodzenia układu oraz na trening i przewidywanie skutków uszkodzeń. Przykładowo: awaria tranzystora może spowodować uszkodzenie wyświetlacza.

SPRAWDŹ SWOJĄ WIEDZĘ

1. Poszukaj w internecie innych programów do symulacji układów elektronicznych niż te opisane w rozdziale i przygotuj ich charakterystykę.
2. Wymień powody używania programów do symulacji.
3. Opisz główne problemy związane z symulacją układów.
4. Dlaczego przykładą się dużą wagę do tego, by program dysponował dużą biblioteką elementów elektronicznych?
5. Czy wszystkie programy zapewniają taki sam poziom i taką samą jakość symulacji? Odpowiedź uzasadnij.