

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ І КОМПОНЕНТИ, ПРИЛАДОБУДУВАННЯ, РАДІОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

УДК 519.2

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB/SIMULINK

Воробкало Т.В., к.т.н., доцент

Черкаський державний технологічний університет

В работе показано, что пакет Simulink программы MATLAB имеет широкие возможности моделирования радиоэлектронных устройств. Реализованы модели типовых радиоэлектронных устройств, благодаря которым, студенты могут ознакомиться с основными навыками моделирования электронных устройств и исследования их работы.

Ключевые слова: MATLAB, Simulink, компьютерное моделирование, радиоэлектронные устройства.

Вступ

Комп'ютерне моделювання радіоелектронних пристроїв, на сьогоднішній день, дозволяє значно скоротити час та матеріальні затрати на проведення моделювання [1, 2], а також має ряд переваг перед експериментальним дослідженням: можливість дослідження поведінки електронного пристрою в критичних ситуаціях (наприклад, при підвищенні або зниженні напруги живлення, при пробі конденсаторів або напівпровідникових елементів, та ін.); можливість оптимізації параметрів окремих елементів пристроїв по заздалегідь обраному критерію (наприклад, одержання максимального підсилення при зміні напруги живлення або опору навантаження) та ін.

Ще одна особливість комп'ютерного моделювання – можливість навчання фахівців з розробки і проектування електронних пристроїв.

На даний час існує багато різноманітних програм, які дозволяють моделювати електронні пристрої: Micro-CAP, P-SPICE, P-CAD, Electronics Workbench та ін. Саме в цих програмах реалізовані моделі типових радіоелектронних пристроїв, що використовуються в навчальному процесі.

Останнім часом широку популярність, як в університетах, так і в наукових лабораторіях, набула програма MATLAB, яка є потужною універсальною системою комп'ютерного моделювання, та має ряд додаткових пакетів, на-

In the research it is shown that the program package MATLAB Simulink possesses ample opportunities for radioelectronic devices modeling. The radioelectronic devices typical models are implemented, due to which students may become familiar with the basic modeling skills of electronic devices and their functioning analysis.

Key words: MATLAB, Simulink, computer simulation, radioelectronic devices.

приклад, пакет блокового імітаційного моделювання Simulink [3, 4]. Засоби Simulink дозволяють будувати віртуальні фізичні лабораторії з наочним представленням результатів моделювання. Можливості Simulink охоплюють задачі математичного моделювання складних динамічних систем у фізиці, електро- і радіотехніці, у біології й хімії – словом, у всіх галузях науки й техніки.

Тому **метою** даної роботи є дослідження функціональних можливостей розширення Simulink пакету MATLAB, що до моделювання радіоелектронних пристроїв та застосування отриманих результатів в навчальному процесі в галузі радіоелектроніки.

Постановка задачі

Комп'ютерне моделювання радіоелектронних пристроїв реалізується на основі математичних моделей електронних елементів та пристроїв [5], які можливо розділити на наступні групи:

- лінійні і нелінійні,
- статичні і динамічні,
- з зосередженими і розподіленими параметрами,
- аналогові, цифрові, аналого-цифрові.

Крім того, при моделюванні електронних пристроїв користуються, як моделями окремих елементів (мікромоделями), так і моделями окремих вузлів (макромоделями), до складу яких входить обмежена безліч елементів, на-

приклад, моделі операційних підсилювачів, компараторів і т.п.. Перераховані моделі зазвичай містяться в бібліотеках програмних засобів моделювання. В наш час бібліотеки моделей електронних елементів безупинно розширюється й удосконалюється.

Тому в роботі ставиться задача вивчення бібліотеки компонентів програми Simulink та побудови візуально-об'єктних моделей різноманітних радіоелектронних пристроїв, як на основі лінійних компонентів, так і нелінійних, як аналогових пристроїв, так і цифрових. А отримані моделі в подальшому використовувати в лабораторному практикумі при навчанні фахівців в галузі електроніки.

Результати роботи

Simulink має досить велику основну бібліотеку компонентів (блоків) [3]. Вона включає: аналогові та дискретні блоки обробки сигналів; масштабуючі, лінійні й нелінійні перетворювачі; математичні блоки; джерела різноманітних сигналів; набір віртуальних пристроїв відображення і т.д.

Окрім основної бібліотеки Simulink має ряд додаткових бібліотек [4]. Так бібліотека SimPowerSystems містить набір блоків для імітаційного моделювання електронних пристроїв на елементному рівні. До складу бібліотеки входять моделі пасивних і активних радіоелементів, джерел енергії, трансформаторів, ліній електропередачі і т.п. устаткування.

Використовуючи пасивні компоненти, в роботі побудована та досліджена модель фільтра високих частот (рис. 1).

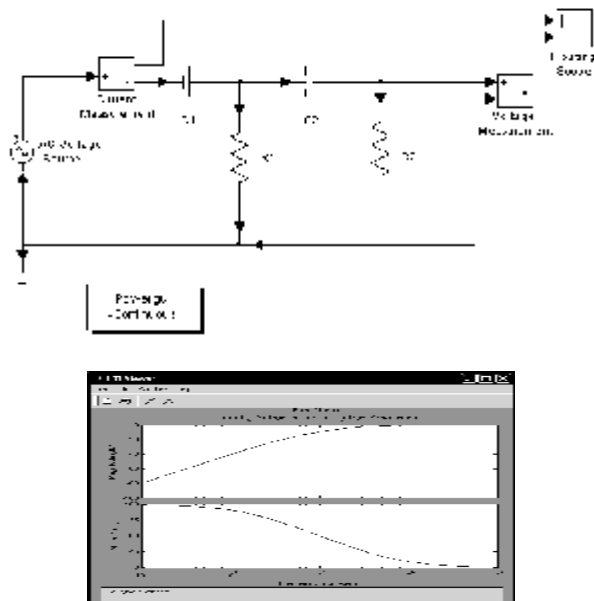


Рис. 1. Модель ФВЧ, його АЧХ та ФЧХ

Крім того розширення SimPowerSystems містить графічний інтерфейс користувача (Powergui-Continuous), завдяки якому можливо дослідити амплітудно-частотну та фазочастотну характеристики схеми, що моделюється. На рис. 1 приведені АЧХ та ФЧХ досліджуваного ФВЧ.

Розділ Power Electronics містить напівпровідникові приладів, такі як діод, тиристор, біполярний транзистор, польовий транзистор та інші. В роботі побудовано модель діодного моста, та отримані осцилограми роботи даного пристрою (рис. 2).

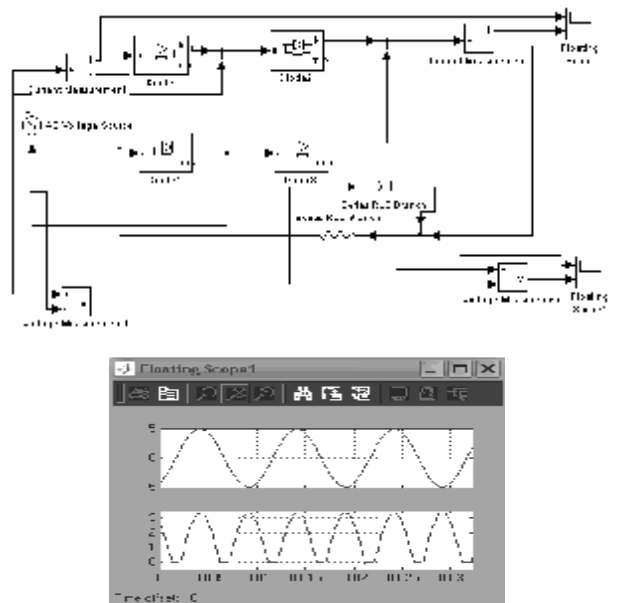


Рис. 2. Модель діодного моста та осцилограми його роботи

Програма Simulink дозволяє проводити моделювання не тільки на елементному рівні, але і з використанням функціонально завершених блоків. Бібліотеки Simulink містять блоки електронних пристроїв, наприклад, блоки для обробки аналогових сигналів, такі як інтегруючий пристрій, диференціюючий та ін.. На їх основі можливо побудувати різні функціональні пристрої. В роботі, на основі інтегруючого пристрою, з використанням зворотного зв'язку, побудовано модель генератора двох полярної пилоподібної напруги (рис. 3).

Також програма Simulink має функціональні можливості, щодо візуально-об'єктного моделювання цифрових електронних пристроїв. В бібліотеці Simulink є розділ математичних операцій (Math), який містить в собі блоки, що виконують логічні операцій. На основі логічних елементів можливо побудувати різноманітні цифрові електронні пристрої.

В роботі побудовано модель напівсуматора (рис. 4).

Відомо, що для реалізації повного суматора необхідно використовувати два напівсуматора. В Simulink існує корисна можливість – створення підсистеми. Підсистема це фрагмент Simulink-моделі, оформлений у вигляді окремого блоку [3]. Використання підсистем при складанні моделі має наступні позитивні сторони: зменшує кількість блоків, що одночасно відображаються на екрані, тим самим полегшуючи сприйняття моделі; дозволяє створювати і налаштовувати фрагменти моделі окремо, що підвищує технологічність створення моделі; дозволяє створювати власні бібліотеки і т.д.

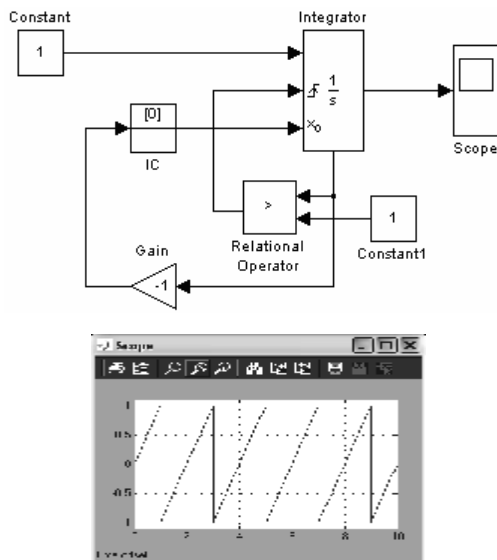


Рис. 3. Модель генератора пилоподібної напруги та осцилограми його роботи

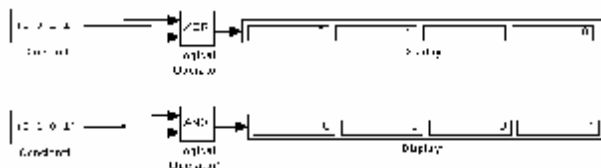


Рис. 4. Модель напівсуматора

Тому в роботі модель напівсуматора оформлена як підсистема, на основі якої побудована модель повного суматора (рис. 5). А на основі повного суматора побудовано модель чотирьох розрядного суматора і перевірено її роботу (рис. 6). Отриману модель повного суматора, також можливо оформити у вигляді підсистеми, зберегти в бібліотеці компонентів і подальше використовувати в якості функціонально закінченого пристрою при моделюванні більш складних цифрових пристроїв.

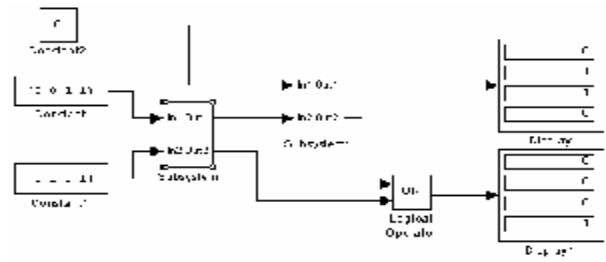


Рис. 5. Модель повного суматора, з використанням підсистем напівсуматорів

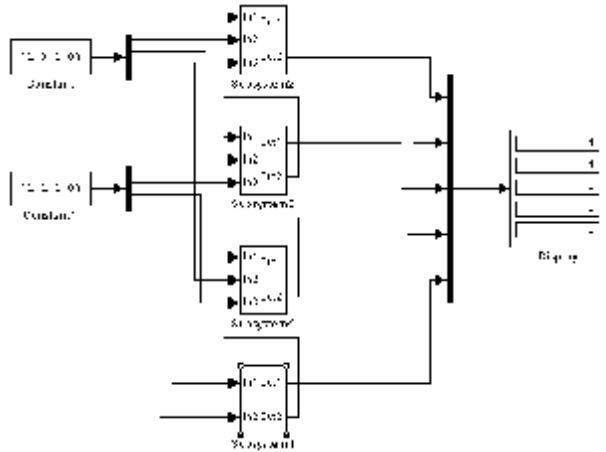


Рис. 6. Модель чотирьох розрядного суматора, з використанням підсистем повних суматорів

В роботі побудовано та досліджено роботу трьох розрядного дешифратора (рис. 7).

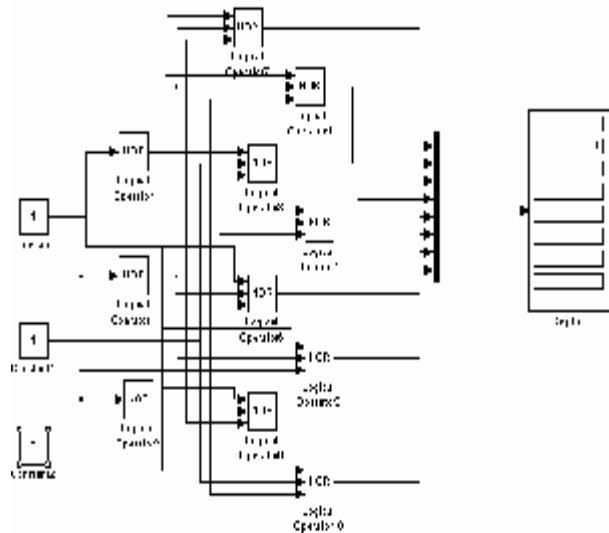


Рис. 7. Модель дешифратора

Програма Simulink містить додаткову бібліотеку Simulink Extras, яка містить розділ Flip-Flop з закінченими моделями тригерів. На основі J-K тригерів побудовано модель трьох розрядного лічильника, отримані осцилограми роботи лічильника (рис. 8).

Використовуючи отримані моделі в вигляді закінчених блоків дає можливість побудувати більш складні цифрові пристрої, наприклад, модель схеми, що виконує підрахунок кількості імпульсів за заданий інтервал часу, в якій використовуються підсистеми дешифратора та лічильника (рис. 9). Дана схема знаходить широке використання в вимірювальній техніці.

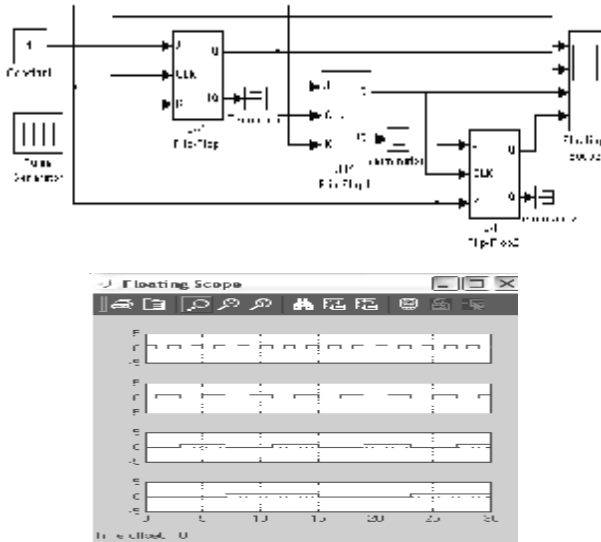


Рис. 8. Модель лічильника імпульсів та діаграми його роботи

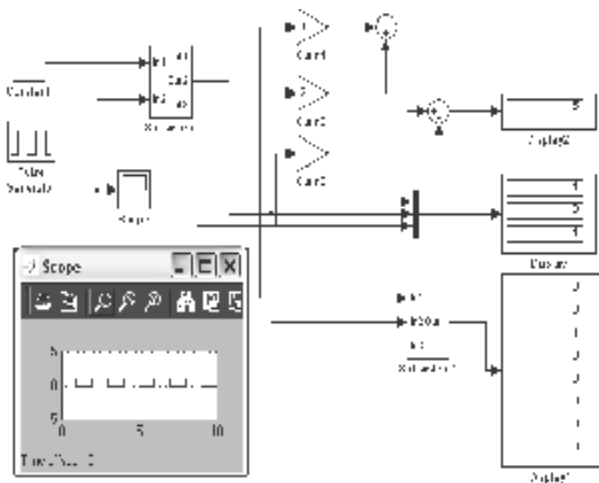


Рис. 9. Модель схеми підрахунку кількості імпульсів за заданий інтервал часу

Висновок

Проведені дослідження показали, що програмний комплекс MATLAB+Simulink володіє дуже великою функціональністю, що до моделювання радіоелектронних пристроїв. Він дозволяє отримувати моделі пристроїв, як на елементному рівні, так і з використанням функціонально закінчених блоків. Також дозволяє отримувати моделі лінійних та нелінійних пристроїв, цифрових та аналогових пристроїв. Тобто охоплює досить широкий клас радіоелектронних пристроїв.

Реалізовані в даній роботі моделі типових радіоелектронних пристроїв в середовищі MATLAB/Simulink, можливо використовувати в учбовому процесі при підготовці спеціалістів напрямку «Радіотехніка», в якості лабораторного практикуму з дисципліни «Комп'ютерне моделювання радіоелектронних пристроїв», який допоможе студентам оволодіти основними навиками моделювання електронних пристроїв та дослідження їх роботи за допомогою програми Simulink.

ЛІТЕРАТУРА

1. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1988.
2. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. – М.: Солон, 1999.
3. Matlab 6/6.1/6.5+Simulink 4/5. Основы применения. Полное руководство пользователя / Дьяконов В.П. – М.: СОЛОН-Пресс. – 2002. – 768 с.
4. Черных И.В. Simulink – среда создания инженерных приложений. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 496 с.
5. Разевиг В.Д. Применение программ P-CAD і Pspice для схемотехнического моделирования на ПЕВМ: В 4-х выпусках. Вип. 2: Модели компонентов аналогових устройств. – М.: Радио и связь, 1992. – 72 с.

Воробкало Т.В., к.т.н., доцент кафедри радіотехніки, Черкаський державний технологічний університет.