

**ВИКОРИСТАННЯ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ ПРИ ЗАПРОВАДЖЕННІ ДО УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКІВ З НАПРЯМКУ „ЕЛЕКТРОНІКА”**

Зорі А.А., Тарасюк В.П.

Донецький національний технічний університет,  
кафедра електронної техніки  
E-mail: Vita\_post@mail.ru

**Вступ.** Згідно Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006-2010 роки у Донецькому національному технічному університеті прийнято заходи по створенню та впровадженню у навчальний процес програмних засобів, а саме: електронного підручника «Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої» для підготовки бакалаврів та магістрів напрямів навчання «Електроніка», «Телекомунікації», „Комп’ютерні науки”, „Приладобудування” та інших споріднених напрямів. Підручник розраховано для самостійного вивчення дисциплін студентами денної, заочної та дистанційної форм навчання.

Електронний підручник «Аналогова схемотехніка ті імпульсні пристрої», складається з 2-х частин, і відповідає трьом профільюючим дисциплінам, а саме: електронні системи; мікроелектроніка; функціональна електроніка.

**Постановка задачі проектування.** Електронний підручник буде містити комплекти віртуальних лабораторних робіт з комплектами запитань, програмами для перевірки отриманих результатів вимірювань та обробки даних, тощо [1].

Математичний опис досліджуваного процесу може бути представлено у вигляді аналітичного співвідношення, алгоритму, таблиці, графіка є так званою математичною моделлю. Така модель дозволяє, у разі адекватності об’єкту, одержати ті ж результати, що і при проведенні натурних експериментів. Адекватність моделі дуже часто витримується в певному діапазоні властивостей об’єкту, оскільки побудова універсальної моделі дуже часто складна і невиправдана. На практиці складаються моделі, що відображають домінуючі характеристики об’єкту [2-4].

**Рішення задач і результати дослідження.** Проблема моделювання електронних схем є проблемою автоматизованого проектування, тобто освітлення однієї із задач проектування – постановку за-

дачі і методи розрахунку і аналізу електронних схем.

В даний час складність і відповідальність схем, що розробляються, вже давно перейшла той поріг, який визначався можливостями так званого «ручного» розрахунку, тобто розрахунку, здійснюваного розробником на основі свого особистого досвіду і умінням володіти законами Ома і калькулятором.

Уявимо собі об'єм робіт, що вимагається для дійсно серйозного розрахунку електронної схеми середнього ступеня складності. При виконанні типового розрахунку з електротехніки в схемі, що містить 5 – елементів, було необхідно розрахувати характер перехідних процесів. Для цього складалося характеристичне рівняння ланцюга, проводився розрахунок початкових умов, потім записувалися аналітичні вирази для струмів і напруг в окремих елементах схеми, і, нарешті, проводилася табуляція одержаних розрахункових співвідношень. На цю роботу йде приблизно 20 годин.

Реальна задача розробника набагато складніша. Навіть якщо проектується подібний простий ланцюг, то необхідно додатково оцінити амплітудні і діючі значення струмів і напруг в схемі, для визначення меж застосовності тих або інших елементів. Потім уточнити їх еквівалентні схеми, що приблизно в 3–4 рази підвищить порядок схеми, провести повторний уточнений розрахунок, знов перевірити застосовність елементної бази і при необхідності внести корективи. Потім необхідно виконати конструкторське опрацювання вузлів пристрою, і, можливо, знов внести корективи у зв'язку з технологічними особливостями виготовлення виробу.

І якщо до того ж врахувати, що всі реальні схеми як мінімум на порядок складніші, то створюється враження, що їх взагалі спроектувати не можна. Звичайно, в цьому питанні багато в чому допомагає інтуїція розробника, проте, покладаючись тільки на інтуїцію одержати в результаті проектування електронну схему адекватну початковим даним дуже важко. Це тим більше важко, якщо врахувати що для сучасних схем однією з основних вимог є висока надійність і постійне поліпшення енергетичних, економічних і інших, часто суперечливих показників. Виходом з такого положення може бути тільки автоматизація проектування, що дозволяє істотно скоротити час розробки і уникнути істотних помилок проектування.

В цілому проектування є комплексом робіт по дослідженню, дослідженню, аналізу, розрахунку, оптимізації, конструкторському і технологічному забезпеченню нового виробу або ефективнішого прототипу. Теоретично в результаті проектування повинен бути виданий комплект конструкторської документації, що дозволяє повністю виго-

товити і налагодити нову розробку в умовах серійного виробництва. У принципі, теоретично можна уявити собі можливість проведення такої роботи на ЕОМ, без участі людини, і навіть випуску готової продукції, відповідної заданому технічному завданню (ТЗ). Проте складність сучасної електронної техніки така, що до практичного рішення такої задачі поки що дуже далеке.

Існують САПР, що дозволяють автоматизувати проектування для окремих уніфікованих блоків і вузлів, проте комплексне рішення проблеми найближчим часом не передбачається. Напевно, в цьому є і здоровий глузд, бо, повністю автоматизувавши виробництво, ми замкнемося на готовому наборі стандартних рішень, що приведе до випуску морально застарілої техніки. Проте як вельми ефективний інструмент в руках інженера, САПР здатні забезпечити рішення десятків сучасних задач. У нашу задачу входить вивчення автоматизованих методів аналізу і моделювання електронних схем, які є необхідною ввідною частиною до розкриття проблеми автоматизованого проектування [2].

Не дивлячись на те, що задачі проектування на різних етапах різні, можна скласти загальну схему проектування, показану на рис. 1.

Не дивлячись на те, що фізичні закони описуються цілим рядом відомих співвідношень, на практиці не вдається на їх основі одержати безпосередньо математичну модель. Перешкодою є складність сучасних інтегральних мікросхем (БІС – 105, СБІС – 106 і більш). Тому, разом з математичними моделями, застосовують системи моделювання схемотехніки, які дозволяє одержати необхідні характеристики.

Так, наприклад, системи моделювання схемотехніки Electronics Workbench, MicroCAP-8, Orcad, DesignLab та ін [1-5]. Весь представлений клас систем призначений для моделювання і аналізу електричних схем. Система може проводити аналіз схем на постійному і змінному струмах. При аналізі на постійному струмі визначається робоча точка схеми в сталому режимі роботи. Результати цього аналізу не відображаються на приладах, вони використовуються для подальшого аналізу схеми. Аналіз на змінному струмі використовує результати аналізу на постійному струмі для отримання лінеаризованих моделей нелінійних компонентів. Аналіз схем в режимі АС може проводитися як в тимчасовій, так і в частотній областях.

У Electronics Workbench можна досліджувати перехідні процеси при дії на схеми вхідних сигналів різної форми. Програма також дозволяє виробляти аналіз цифро-аналогових і цифрових схем великого

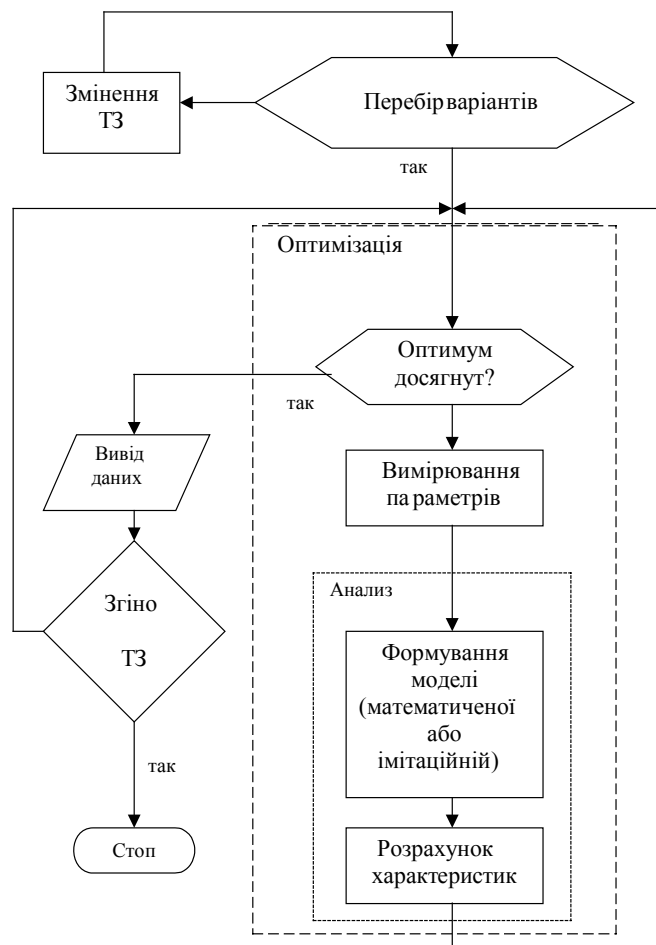


Рис. 1 – Блок схема формування моделі

ступеня складності. Бібліотеки, що є в програмі, включають великий набір широко поширених електронних компонентів. Є можливість підключення і створення нових бібліотек компонентів.

Результати моделювання можна вивести на принтер або імпортувати в текстового або графічного редактора для їх подальшої обробки. Програма Electronics Workbench сумісна з програмою P-SPICE, тобто надає можливість експорту і імпорту схем і результатів вимірювань в різні її версії.

У бібліотеки компонентів програми входять пасивні елементи, транзистори, керовані джерела, керовані ключі, гібридні елементи, індикатори, логічні елементи, пристрої тригерів, цифрові і аналогові елементи, спеціальні комбінаційні і послідовні схеми. Активні елементи можуть бути представлені моделями як ідеальних, так і реальних елементів. Можливе також створення своїх моделей елементів і додавання їх в бібліотеки елементів.

У програмі використовується великий набір приладів для проведення вимірювань: амперметр, вольтметр, осцилограф, мультиметр,

Боде-плотер (графічний пристрій частотних характеристик схем), функціональний генератор, генератор слів, логічний аналізатор і логічний перетворювач. Широкий набір приладів дозволяє виробляти вимірювання різних величин, задавати вхідні дії, будувати графіки. Всі прилади зображаються у вигляді, максимально наближеному до реального, тому працювати з ними просто і зручно [5].

Можливо також і змішане моделювання аналого-цифрових електронних пристроїв, реалізоване повною мірою досвідченим користувачем пакету, здатним в нестандартній ситуації створювати власні макромоделі, що полегшують імітаційне моделювання без втрати істотної інформації про поведінку системи.

### ***Висновки.***

1. Використання комп'ютерного моделювання у складі електронних підручників у навчальному процесі дозволить студентам усіх форм навчання, а саме: денної, заочної та дистанційної, самостійно оволодіти знаннями з аналогової електроніки та імпульсних пристроїв.

2. Застосування розроблених програмних продуктів, використаних у електронних підручниках, а також застосування дешевих у виробництві електронних носіїв інформації замість дорогих паперових, дозволить отримати значний економічний ефект від впровадження результатів розробки у навчальному процесі вищих навчальних закладів України.

### ***Література.***

1. Разевиг В.Д. Система сквозного проектирования электронных устройств Design Lab 8.0. – Москва, «Солон», 1999.
2. Разевиг В.Д. Система схемотехнического моделирования Micro-Cap 6. – М.: Горячая линия–Телеком, 2001. – 344 с., ил.
3. Влах М. Сингхал. К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем. – М.: радио и связь, 1988.–560с.
4. Калабеков Б.А. и др. Методы автоматизированного расчета электронных схем в технике связи. Учебное пособие для ВУЗов.–М.: Радио и связь, 1990.–272 с.
5. Кардишев Г.А. Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств. М.: Телеком, 2002. – 260с

Отримано 14.05.07