

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 621.372

С. М. Цирульник, к. т. н., доц.;

С. І. Перевозніков, д. т. н., проф.;

В. С. Озеранський

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ТА ОХОРОНИ

Впровадження в інженерну практику методів автоматизації схемотехнічного проектування дозволяє перейти від макетування апаратури до її моделювання на персональному комп'ютері за допомогою відповідного програмного забезпечення.

Розглянуто практичні аспекти схемотехнічного проектування мікропроцесорних систем у напрямку інформаційної безпеки на базі програмного середовища Proteus VSM.

Вступ

В основі автоматизованого схемотехнічного проектування лежить адекватне моделювання електричних процесів, що відбуваються в схемі під час її функціонування. Впровадження в інженерну практику методів автоматизації схемотехнічного проектування дозволяє перейти від макетування апаратури до її моделювання на персональному комп'ютері за допомогою відповідного програмного забезпечення.

Сучасне програмне забезпечення для моделювання електричних процесів дозволяє розв'язувати низку проектних завдань, до яких відносяться:

- оцінка реалізованої принципової електричної схеми і досягнення заданих у технічному завданні вимог до вихідних характеристик;
- вибір якнайкращого варіанту з декількох електричних схем;
- відпрацювання електричної схеми по вихідних характеристиках і електричних режимах роботи радіоелементів.

Постановка задачі

Мікропроцесорні системи широко використовуються в сучасних засобах безпеки, а саме: системи контролю доступу, охоронні системи, технічні системи захисту інформації, криптографічні системи тощо. Під час проектування таких систем виникають задачі, які пов'язані з розробкою програмного та апаратного забезпечення, що взаємопов'язані між собою. Зменшити час розробки таких систем дозволяють програми схемотехнічного проектування.

Задачею статті є аналіз наявного програмного забезпечення для проектування мікропроцесорних систем з метою підвищення фахової підготовки майбутніх спеціалістів.

Аналіз програм схемотехнічного проектування

Системи програм, які призначені для автоматизації проектування радіоелектронних пристроїв (РЕП), можна розділити на дві основні групи: системи схемотехнічного проектування і конструкторського проектування. В останнє десятиліття позначилася явна тенденція інтеграції пакетів про-

грам для проектування схемотехнічного проектування і конструкторського проектування радіоелектронних пристроїв.

Окрім цих основних груп пакетів програм у системах автоматизованого проектування широко використовуються різні допоміжні пакети: математичні пакети [1], бази даних, графічні і текстові редактори, електронні таблиці та ін.

На сьогодні існує велика кількість пакетів програм, призначених для виконання схемотехнічного проектування РЕП: DesignLab, Altera MAX+plus II [2], Orcad [3], Electronic Work Bench (MultiSim) [4], Micro Cap [5], Proteus VSM [6, 7].

Автономне і комплексне налагодження мікропроцесорних систем

Автономне налагодження мікропроцесорних систем (МПС) полягає у налагодженні як самої апаратури, так і програмного забезпечення.

Налагодження апаратури передбачає тестування окремих пристроїв МПС (процесора, ОЗП, контролерів, блоку живлення, генератора тактових імпульсів) шляхом подачі тестових вхідних дій і знімання реакцій у відповідь. Потім перевіряється їх взаємодія шляхом аналізу сигналів на шинах: адрес, даних, управління. Налагодження програм МПС проводиться, зазвичай, на тих самих персональних комп'ютерах, на яких велася розробка програм, і на тій же мові програмування. Налагодження може бути розпочата на комп'ютері навіть за відсутності апаратури МПС. Для цього в системному програмному забезпеченні мають знаходитися програми (інтерпретатори і емулятори), які моделюють функції відсутніх апаратурних засобів. Перевірка коректності програм здійснюється тестуванням двома способами: покроковим режимом і трасуванням програм. Засоби налагодження програм мають: управляти виконанням програм, збирати інформацію про хід виконання програми, забезпечувати обмін інформацією (діалог) між програмістом і комп'ютером на рівні мови програмування, моделювати роботу відсутніх апаратурних засобів.

Як правило, МПС — це система реального часу, тобто коректність її функціонування залежить від часу виконання окремих програм і швидкості роботи апаратури. Тому система вважається працездатною, якщо робочі програми правильно функціонують на реальній апаратурі системи в реальних умовах. Тенденція розвитку засобів налагодження МПС полягає в об'єднанні властивостей декількох приладів в одному комплексі, у створенні універсальних засобів, придатних для автономного налагодження апаратури, генерації й автономного налагодження програм і комплексного налагодження самої системи. У комплексному налагодженні разом з детермінованим використовується статистичне тестування, при якому МПС перевіряється при змінюванні вхідних сигналів відповідно до статистичних законів роботи джерел інформації.

Налагодження МПС у середовищі Proteus VSM

Для розробки і налагодження МПС потрібні прилади, які здатні: виконувати функції вимірювати напруги і струму, відтворювати форму сигналу, подавати імпульси певної форми і т. д.; подавати послідовність сигналів одночасно на декілька входів відповідно до заданої часової діаграми або заданого алгоритму функціонування; збирати значення сигналів багатьох ліній протягом одного і того ж проміжку часу, який визначається подіями, що задаються комбінацією або послідовністю сигналів на лініях; обробляти і представляти зібрану інформацію або у вигляді часової діаграми, або у вигляді таблиці логічних станів, або на мові високого рівня.

Для автономного налагодження широко використовуються осцилографи, вольтметри, амперметри, частотоміри, генератори імпульсів і кодів, що дозволяють проводити це для апаратури на схемному рівні. Для проведення комплексного налагодження МПС використовують логічні аналізатори, різні налагоджувальні і діагностичні комплекси.

Однак, організація експериментальних досліджень викликає суттєві ускладнення. Навча-

льна лабораторія повинна мати сучасне вимірювальне обладнання й кваліфікований персонал, здатний підтримувати його в робочому стані. Якщо навчальному закладу утримувати таку лабораторію складно, то розв'язання подібних задач індивідуальним користувачем неможливо.

Застосування персонального комп'ютера створює альтернативу навчальній лабораторії — віртуальну лабораторію, яка є по суті програмою числового розрахунку схем з інтерфейсом, який імітує діяльність дослідника в реальній лабораторії. Розширити коло потенційних користувачів можна, якщо процес моделювання максимально наближений до реальності. У цьому випадку користувач, здійснює природну послідовність таких дій, як складання схеми, підключення вимірювальних приладів, установка режимів роботи вимірювальних приладів, отримання режимів роботи в звичній для нього формі. Таку можливість надає програма Proteus VSM (<http://www.labcenter.co.uk>) [6, 7].

На відміну від багатьох інших ця програма здатна моделювати пристрої не тільки на дискретних компонентах, звичайних аналогових і цифрових мікросхемах, але й на мікроконтролерах серії AVR, 8051, PIC12, PIC16, PIC18, Z80, 68000. Програма має багато бібліотек напівпровідникових пристроїв, пасивних компонентів, ламп, індикаторів (світлодіоди, семисегментні, рідинно-кристалічні), кнопок, клавіатур, динаміків, мікрофонів, джерел струму та напруги, генераторів спеціальних сигналів, серво та крокові двигуни.

Як відомо, налагодження мікроконтролерних пристроїв традиційними засобами, за допомогою лише вольтметра й осцилографа, є складним. Порівняно легко вдається лише встановити, що в програмі є помилка. Але практично неможливо знайти серед множини однаково правдоподібних пояснень «неадекватної» поведінки мікроконтролера єдине правильне. Тому налагодження ведуть, зазвичай, методом спроб і помилок, вносячи до програми більш-менш обґрунтовані зміни. Емулятор дає можливість «зазирнути всередину» мікроконтролера, зіставивши форму і характер сигналів на його виводах з ходом виконання програми і змінами стану внутрішніх регістрів. До цих регістрів моделі (на відміну від реальної мікросхеми) завжди є доступ. Можливість перевіряти роботу мікроконтролерів всіх популярних сімейств в реальному масштабі часу і у взаємодії з моделями реальних джерел сигналу і навантажень вигідно вирізняє Proteus VSM від простих симуляторів, що є в системах розробки програм і часто дозволяють лише стежити за ходом покрокового виконання програми.

Проведення моделювання мікропроцесорних систем контролю доступу та охорони у середовищі Proteus VSM

Особливості роботи з Proteus VSM детально описані у [6, 7]. Розглянемо моделювання системи контролера сигналізації на мікроконтролері AT90S2313 [8]. Основні режими роботи контролера сигналізації на мікроконтролері AT90S2313: *режим очікування* (контакти кнопки, встановленої на дверях, замкнуті, контакти кодового пристрою розімкнені, сирена і світлодіод вимкнені, струм через соленоїд замка текти не повинен); *режим вторгнення* (у разі зламу дверей контакти кнопки, що встановлена на дверях, замкнуті. Якщо попереднього замикання контактів кодового пристрою не було, то це повинно вмикати сирену і світлодіод на видаленому пульті. Сирена повинна працювати в режимі: тривалість звуку і тривалість пауз рівні і складають 0,5. Виключення сирени і світлодіода має здійснюватись усередині приміщення окремою кнопкою, розташованою на платі контролера); *режим штатного відмикання дверей* (після уведення коду в правильній послідовності короткочасно замикається пара контактів кодового пристрою, до соленоїда замка має бути прикладена напруга 12 В протягом 2 с, замок відімкнеться. Якщо двері після цього будуть відкриті, замикання контактів кнопки, встановленої на дверях, не приведе до спрацьовування сирени і світлодіода); *режим відмикання дверей зсередини* (при замиканні контактів кнопки відмикання зсередини до соленоїда замка має бути прикладена протягом 2 с напруга 12 В, замок відімкнеться. Якщо двері після цього будуть відкриті, замикання контактів кнопки, встановленої на дверях, не приведе до

спрацьовування сирени і світлодіода). Схема пристрою, опис роботи охоронної сигналізації та програмне забезпечення наводяться у [8]. Моделювання роботи схеми, яку показано на рисунку 1, проводиться у пакеті Proteus 7.2 Professional.

Схема, що зображена на рис. 1а, відповідає режиму очікування, коли мікроконтролер здійснює циклічну перевірку стану ліній порту D. Режим звичайного відкриття зображений на рисунку 1б. Коли введений правильний код (SW2 замкнутий), то на лінії PB2 формується рівень «1», який приводить до спрацьовування реле (світиться світло діод D4). Рівень «1» утримується на виході PB2 орієнтовно 2 секунди. Після 5 секунд, коли електромагніт замка закритий, здійснюється перевірка стану датчика DOOR (SW3). Якщо SW3 не замкнутий, то це еквівалентно тому, що двері закриті й мікроконтролер переходить до режиму охорони.

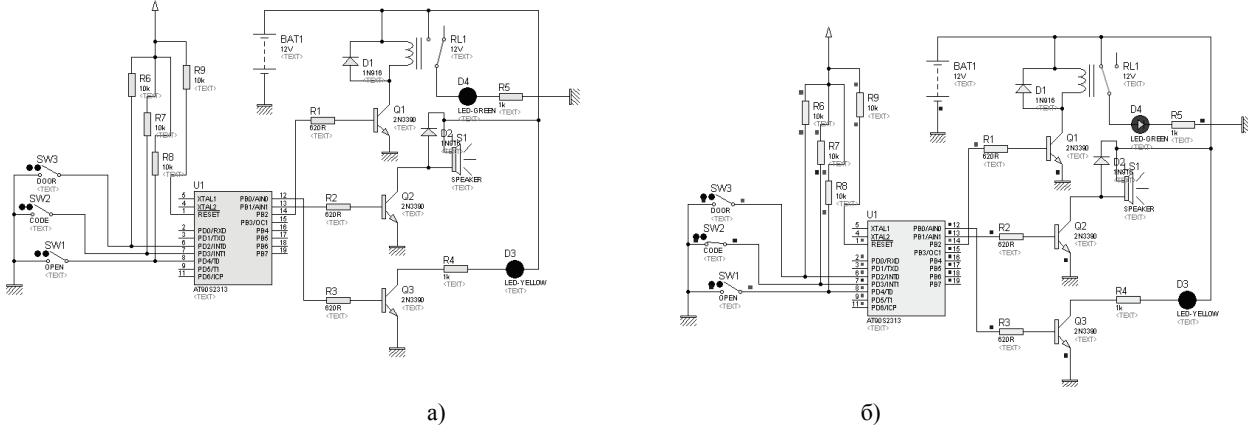


Рис. 1. Схема охоронної сигналізації: а — в режимі очікування, б — в режимі відкриття дверей

Режим відкриття дверей зсередини зображений на рисунку 2а. Коли натиснута кнопка SW1 (OPEN) на лінії PB2 формується рівень «1», який приводить до спрацьовування реле (світиться світлодіод D4). Рівень «1» утримується на виході PB2 орієнтовно 2 секунди. Після 5 секунд, як електромагніт замка закритий, здійснюється перевірка стану датчика DOOR (SW3). Якщо SW3 не замкнутий, то це еквівалентно, що двері закриті й мікроконтролер переходить до режиму охорони.

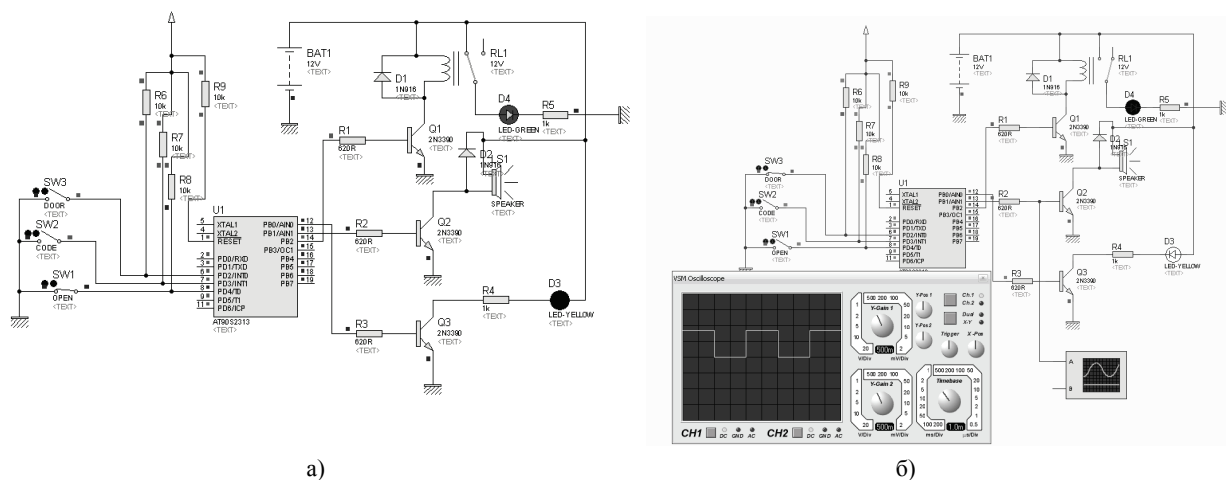


Рис. 2. Охоронна сигналізація: а — в режимі відкриття дверей зсередини, б — в режимі вторгнення

На рисунку 2б зображений режим вторгнення. З появою низького рівня в колі DDOR (SW3) на лінії PB0 утворюється сигнал логічної «1», що приводить до світіння індикатора D3 та утворення імпульсної послідовності з частотою 1 кГц на виводі PB1, яку за наявності гучномовця можна почути. Моделювання роботи блока охоронної сигналізації підтвердило, що програмне забезпечення та розроблена принципова схема відповідають технічному завданню.

Висновки

Для підвищення фахової підготовки спеціалістів в інженерній практиці і в навчальному процесі доцільно використовувати методи і засоби автоматизації схемотехнічного проектування, які дозволяють перейти від макетування апаратури до її моделювання на персональному комп'ютері. До таких засобів передусім слід віднести програмне середовище для схемотехнічного проектування Proteus VSM, яке дозволяє ефективніше та наочніше розв'язувати задачі проектування мікропроцесорних систем контролю доступу, охоронних систем, систем технічного захисту інформації, криптографічних систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антипенский Р. В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. В. Антипенский, А. Г. Фалин. — М. : Техносфера, 2007. — 128 с. — ISBN 978-5-94836-130-7.
2. Комолов Д. А. Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+plus II и QuartusII. Краткое описание и самоучитель / [Комолов Д. А., Мьяльк Р. А., Зобенко А. А., Филиппов А. С.]. — М. : ИП РадиоСофт, 2002. — 352 с. — ISBN 5-93037-098-2.
3. Кеоун Д. (Кеоун, Дж.). OrCAD Pspice. Анализ электрических цепей (+ DVD) [Электронный ресурс] / Д. Кеоун. — СПб. : Издательство «Питер», 2008. — 640 с. — ISBN 978-5-388-00023-1.
4. Кардашев Г. А. Цифровая электроника на персональном компьютере Electronics Workbench и Micro-Cap / Г. А. Кардашев. — М. : Горячая линия-Телеком, 2003. — 311 с. — ISBN 5-93517-140-6.
5. Разевиг В. Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap 7 / В. Д. Разевиг. — М. : Горячая линия-Телеком, 2003. — 368 с. — ISBN 5-93517-127-9.
6. Максимов А. Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM / А. Максимов // Радио. — 2005. — № 4, 5, 6. — С. 30—33, 31—34, 30—32.
7. Цирульник С. М. Застосування програми ISIS пакету Proteus VSM при вивченні курсу «Мікропроцесорна техніка» // С. М. Цирульник, В. К. Задорожний // Матеріали XIII міжнародної конференції з автоматизації управління (Автоматика 2006). — Вінниця: Універсум-Вінниця. — 2007. — С. 526—530. — ISBN 978-966-641-210-5.
8. Баранов В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В. Н. Баранов. — М. : Издательский дом «Додека — XXI», 2004. — 288 с. (серия «Мировая электроника»). — ISBN 5-94120-075-7.

Рекомендована кафедрою обчислювальної техніки

Надійшла до редакції 08.09.08
Рекомендована до друку 20.10.08

Цирульник Сергій Михайлович — голова циклової комісії «Радіотехніка».

Вінницький технічний коледж;

Перевозніков Сергій Іванович — професор, **Озеранський Володимир Сергійович** — аспірант.

Кафедра обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету