Авдеев В. А.

Интерактивный практикум по компьютерной схемотехнике на DELPHI + CD

ДМК ПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва, 2011

УДК 004.3'144:004.438Delphi
ББК 32.973.26-02+32.973.26-018.1
А18

А18 Авдеев В. А.

Интерактивный практикум по компьютерной схемотехнике на Delphi + CD. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 360 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-625-6

В книге рассматриваются способы создания демонстрационных диалоговых моделей (обучающих и проверяющих) различных компьютерных устройств и алгоритмов программ. Представлены интерактивные модели: логических схем, преобразователей чисел, триггеров, регистров, счетчиков, жестких дисков, интерфейсов ввода-вывода, кодирующих и декодирующих устройств, преобразователей сигналов, коммутаторов, клавиатурных и запоминающих устройств и других устройств, облегчающие быстрое понимание принципов их функционирования.

Для визуального создания моделей используется графическая среда Delphi, поэтому в книге также излагаются основы ее применения по принципу «от простых моделей к сложным».

Наглядное обучение, предлагаемое в книге, может быть использовано для эффективного индивидуального компьютерного (дистанционного) обучения началам Delphi и компьютерной схемотехники. Кроме того, во время проведения лекционных занятий приведенные демонстрационные модели можно отображать на большой экран с помощью проекционного устройства и ноутбука.

Книга предназначена для широкого круга читателей (учащихся старших классов, студентов колледжей и вузов, изучающих основы Delphi и компьютерной техники).

К книге прилагается CD, содержащий около 70 интерактивных (диалоговых) моделей разнообразных схем (исполняемых, исходных и других файлов проектов), что обеспечивает пользователю быстрое понимание принципов их работы и его участие в этом процессе.

УДК 004.3'144:004.438Delphi
ББК 32.973.26-02+32.973.26-018.1

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-625-6

© Авдеев В. А., 2011
© Оформление, ДМК Пресс, 2011

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 8
1. Демонстрационные интерактивные модели 8
2. Структура книги 11
3. Благодарности 12

Глава 1. КРАТКИЙ ОБЗОР DELPHI 13
1.1. Основные определения 13
1.1.1. Классы 13
1.1.2. Форма 13
1.1.3. Объекты 15
1.1.4. Компоненты 15
1.1.5. Свойства 18
1.1.6. События 20
1.1.7. Методы 20
1.1.8. Проект 21
1.1.9. Компиляция 23
1.2. Функциональные возможности Delphi 23
1.2.1. Технология OLE 23
1.2.2. Библиотека VCL 24
1.2.3. Передача файлов 24
1.2.4. Процедуры и функции DLL 25
1.2.5. Базы данных 25
1.2.6. Шаблоны 25
1.2.7. Системные функции Delphi 25
1.3. Программные структуры Delphi 27
1.3.1. Процедуры 27
1.3.2. Модуль 28
1.3.3. Справочное дополнение 28
1.3.4. Структуры данных (массивы) 29
1.3.5. Функция 29
1.3.6. Запись 30
1.3.7. Типы данных 30
1.3.8. Операторы обработки информации 32
1.3.9. Ввод и вывод данных 34

Глава 2. МОДЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ 38
2.1. Модели логических схем 38
2.1.1. Логический оператор if 38
2.1.2. Модели элементов И, ИЛИ, НЕ 39
2.1.3. Компонент Image 44
2.1.4. Упражнение 2.1 44
2.1.5. Компонент ComboBox 45
2.1.6. Оператор Case и модель мультиплексора 50
2.1.7. Побитовые операции ИЛИ 55
2.1.8. Упражнения 2.2 и 2.3 58
2.1.9. Упражнение 2.4 59
2.2. Модели индикации 61
2.2.1. Модель индикации элемента И 61
2.2.2. Упражнение 2.5 64
2.2.3. Схема индикации уровней 64
2.2.4. Упражнение 2.6 67
2.2.5. Модель работы ползунка 68
2.2.6. Модель элемента И с переключателями 69
2.2.7. Упражнение 2.7 71
2.3. Модели КМОП-логики 72
2.3.1. КМОП 72
2.3.2. Модель КМОП-схемы НЕ 72
2.3.3. Модель КМОП-схемы ИЛИ-НЕ 76

Глава 3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧИСЕЛ 78
3.1. Преобразование десятичных чисел в двоичный код 78
3.2. Преобразование двоичных чисел в десятичные 80
3.3. Преобразование двоичного кода в шестнадцатеричный 83
3.4. Прямые, обратные и дополнительные коды 87
3.5. Сложение двоичных чисел в дополнительных кодах 88
3.6. Модель суммирования дополнительных кодов 88

Глава 4. МОДЕЛИ ТРИГГЕРОВ 97
4.1. Асинхронный триггер D-типа 97
4.2. Двухступенчатый синхронный D-триггер 97
4.3. RS-триггер 98
4.4. Графические объекты Delphi 99
4.5. Упражнение 4.1 102

4.6. Упражнение 4.2 103
4.7. Модель счетчика 103

Глава 5. МОДЕЛИ РЕГИСТРОВ 109
5.1. Регистры 109
5.2. Регистр сдвига 110
5.3. Упражнение 5.1 113
5.4. Модель сдвигающего регистра 114
5.5. Упражнение 5.2 123
5.6. Генератор кодов 124

Глава 6. МОДЕЛИ КОДЕКОВ CRC 130
6.1. Основные определения 130
6.2. Операции над многочленами 133
6.3. Модель простого кодека 141
6.4. Модели циклического контроля 144
6.5. Защита данных в ЖД 159
6.6. Модель контроля данных в ЖД 162

Глава 7. ИНТЕРФЕЙСЫ ВВОДА-ВЫВОДА 164
7.1. Основные определения 164
7.2. Модель трехшинного интерфейса 166
7.3. Адаптер принтера 167
7.4. Модель адаптера принтера 170
7.5. Интерфейс I^2C 172
7.6. Модель интерфейса I^2C 179
7.7. Селектор адреса 197
7.8. Пространственный итерфейс 204
7.9. Модель матричного коммутатора 204
7.10. Модели шины USB 208
7.11. Программа тестирования 223

Глава 8. МОДЕЛИ АВТОМАТОВ УПРАВЛЕНИЯ 227
8.1. Блок приоритета 227
8.2. Модель блока приоритета 228
8.3. Автомат Мура 233
8.4. Модель автомата Мура 236
8.5. Автомат Мили 245
8.6. Модель автомата Мили 247

Глава 9. МОДЕЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ АЦП и ЦАП 252
9.1. Операционные усилители 252
9.2. Модель операционного усилителя 254
9.3. Основные определения АЦП 254
9.4. Цифроаналоговые преобразователи 259
9.5. Модель ЦАП 262
9.6. Цифровой вольтметр 262
9.7. Демонстрационный стенд АЦП 266
9.8. Упражнение 9.1 268
9.9. Упражнение 9.2 269

Глава 10. МОДЕЛИ СИСТЕМНЫХ УСТРОЙСТВ 272
10.1. Запоминающие устройства 272
10.2. Устройство и работа клавиатуры 277
10.3. Эмулятор клавиатуры 280
10.4. Модель организации клавиатурного ввода 281
10.5. Арифметические устройства 284
10.6. Модель арифметического устройства 287
10.7. Жесткий диск 291
10.8. Модель жесткого диска 294
10.9. Модель PIC-микроконтроллера 302
10.10. Модель базового МП 308

Глава 11. МОДЕЛИ УСТРОЙСТВ СОРТИРОВКИ 315
11.1. Устройства преобразования данных 315
11.2. Простая схема сортировки 318
11.3. Схема идеального тасования 319
11.4. Сортировка методом прямого включения 319
11.5. Сортировка данных по мере их ввода 324
11.6. Способ прямого выбора 328
11.7. Модели методов упорядочения 331

Глава 12. МОДЕЛИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ 336
12.1. Асинхронная передача 336
12.2. Асинхронный передатчик 337
12.3. Общие сведения о моделях 339

12.4. Модель асинхронного передатчика 346
12.5. Асинхронный приемник 347
12.6. Модель асинхронного приемника 349
12.7. Модель асинхронной передачи 350
12.8. Модель приемопередатчика 351
12.9. Синхронная передача 352
12.10. Модель синхронной передачи 352
12.11. Модель делителя скорости 353

Коды ASCII 355

Литература 359

Я слышу – я забываю.
Я вижу – я запоминаю.
Я делаю – я понимаю.
Китайская пословица

ВВЕДЕНИЕ

1. Демонстрационные интерактивные модели

Демонстрационная модель – наглядная имитация работы схемы (способа функционирования устройства) или алгоритма программы с помощью графических средств. В этом случае моделируется только работоспособность устройства (алгоритма) и не исследуется точность, быстродействие или надежность.

Интерактивные (диалоговые) модели – демонстрационные модели компьютерных устройств, работа которых реагирует на производимые пользователем соответствующие действия (нажатие различных кнопок – переключателей с помощью мыши, ввод и вывод информации с помощью окон и т. д.).

На рис. 1 представлена классификация типов диалоговых демонстрационных моделей.

Обучающие демонстрационные модели дают наглядное и быстрое понимание принципов работы компьютерных устройств, особенно таких, способ действия которых не является очевидным, например кодеров и декодеров CRC (циклических избыточных кодов) и других более сложных устройств (раздел 12).



Рис. 1. Классификация типов демонстрационных моделей

Проверяющие демонстрационные модели (например, раздел 7.7) содержат, например, логические элементы (микросхемы), которые необходимо правильно соединить на экране монитора так, как если бы это пришлось выполнить на монтажной плате с помощью проводников. Если схема модели собрана верно, то формируется на выходе схемы соответствующий активный сигнал, сообщающий об успешности выполненных операций, или об этом указывается в диалоговом окне вывода.

Разработка всякого компьютерного устройства начинается с размышления о способе его функционирования, то есть с создания мысленной модели его работы. Одному и тому же способу может быть поставлено в соответствие множество устройств с различными характеристиками (быстродействием, затратами оборудования, надежностью и т. д.). Поэтому модель способа функционирования какого-либо устройства имеет более общий характер, не отражающий построения конкретного устройства. Другими словами, эта модель показывает алгоритм функционирования устройства, в котором не учитываются детали, связанные с определенным типом (используемых компонентов) аппаратуры.

Способы работы компьютерных устройств рассматриваются как процессы взаимосвязанных действий по преобразованию, хранению, анализу и передаче информации с помощью материальных объектов (шин, регистров, триггеров). Способы работы устройств и алгоритмы программ имеют много общего, и в конечном итоге их модели могут быть выражены с помощью перечисленных выше материальных объектов. В разделе 3.3 показан метод построения модели алгоритма программы [1] преобразования двоичного кода в шестнадцатеричный код с помощью регистров, сумматоров, схем сравнения и т. д. Кроме того, модели компьютерных устройств, содержащие адресуемые регистры (порты), являются также моделями алгоритмов программ, обслуживающих эти устройства. Например, модель адаптера принтера соответствует алгоритму программы, выполняющей протокол обмена информацией компьютера с принтером [1].

Конечно, возможно построение и чисто программных моделей, объясняющих принцип их выполнения с учетом соответствующих блок-схем, но это уже другая область.

Статические модели – это модели компьютерных устройств или алгоритмов программ («черные ящики»), на входы которых поступают сигналы, вызывающие формирование соответствующих выходных сигналов. Статические модели имитируют способы функционирования компьютерных устройств (алгоритмов), не отображая наглядно внутренних процессов, происходящих в них.

Динамические модели – наиболее важный класс моделей, демонстрирующих визуально изменение внутренних состояний устройств (алгоритмов) в зависимости от входных сигналов.

Демонстрационные модели функциональных схем являются более сложными, выполненные на регистровом уровне с учетом схем счетчиков, триггеров, логики и т. д. Эти модели наглядно показывают опыт проектирования подобных устройств. Такие модели могут быть отнесены к **моделям комбинированного типа** (сочетаются статика и динамика), в которых внутренняя работа функциональных узлов (триггеров, счетчиков, дешифраторов) не моделируется (статика), а учитывается только передача сигналов между ними (динамика). В статических моделях устройств (узлов) в зависимости от входных сигналов формируются выходные сигналы с учетом их алгоритмов (способов) работы.

Внедрение компьютерных технологий в учебный процесс прежде всего связано с разработкой интерактивных обучающих и проверяющих демонстрационных моделей.

Компьютерное (дистанционное) обучение требует наличия трех составляющих: **компьютера-учителя**, **компьютера-экзаменатора** и **компьютера-творца**. Первая составляющая связана с применением в обучении демонстрационных интерактивных моделей (визуального обучения), а вторая – с разработкой программ тестирования, что большинство студентов умеют достаточно хорошо выполнять, одновременно изучая предложенную тему и формулируя проверочные вопросы. Третья составляющая предполагает наличие программной среды (например, Delphi), позволяющей конструировать рутинную часть объектной программы. Кроме того, здесь необходимо использовать для поиска новых алгоритмических или технических решений систему классификационных признаков (метод поискового конструирования), охватывающих весь спектр решений (известных и новых) в заданной области. Наука начинается с классификации. Например, в книге [1] предложена функциональная систематизация интерфейсов ввода-вывода, классифицирующая все известные интерфейсы, в том числе и те, которых нет. Кроме того, в этой же книге составлены функциональные графы вариантов проверочных заданий, включая и творческие, с образцами решения одного из них. Изучаемая информация должна представляться в виде компьютерного учебника, содержащего теоретическую часть, демонстрационные модели, программу тестирования и поисковые варианты заданий различной сложности.

Поэтому предлагаемая комбинированная книга (содержащая бумажный и электронный носители), на наш взгляд, имеет определенный практический интерес и может быть использована в компьютерном (дистанционном) обучении.

Целесообразность создания демонстрационных моделей заключается в следующем:

- наглядное обучение (увидел и запомнил, сделал и понял, изучил и сотворил), наглядность дает более осознанное понимание изучаемого материала;
- индивидуальное компьютерное обучение эффективнее, чем аудиторное (групповое). Известно, что информация лучше запоминается, когда много рисунков и мало текста («много читать утомительно для плоти»);
- интерактивная работа с моделями выполняется в благоприятной домашней обстановке с помощью компьютерного учителя;
- происходит изложение аудиторных лекций с визуальной демонстрацией моделей на проекционном экране.

Кроме того, создание моделей с помощью графической среды Delphi позволяет получить удовольствие и лучше усвоить программирование наглядного интерфейса, так как появляется творческий (практический) **стимул** к разработке (конструированию) действующих моделей компьютерных устройств и алгоритмов программ. Таким образом, при подобном подходе осуществляется наглядное обучение двум предметам: компьютерной схемотехнике и программированию приложений с использованием графической среды Delphi (двум учебным дисциплинам в одной книге). Желающим получить представление только о работе компьютерных устройств можно использовать готовые модели, размещенные на прилагаемом к книге диске. Представленная библиотека демонстрационных диалоговых моделей может быть применена для быстрого самостоятельного понимания принципов работы компьютерных устройств и выполнения алгоритмов.