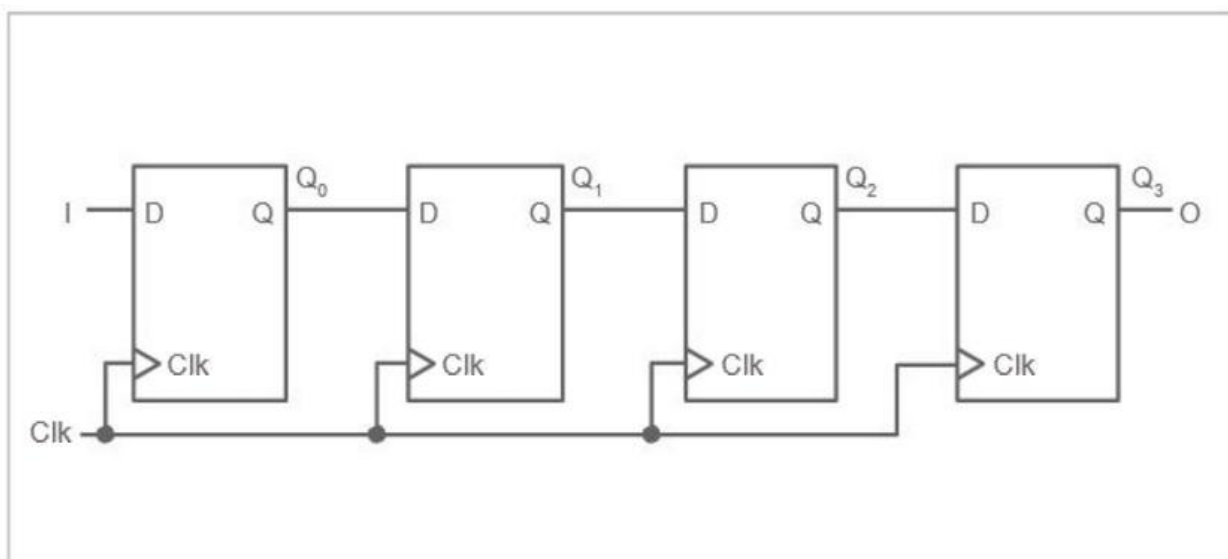


Руководство к лабораторному практикуму:

Введение в цифровую электронику

С использованием платы Digilent Digital Electronics для NI ELVIS III



Лабораторная работа 14:
Полупроводниковая память

© 2018 National Instruments

All rights reserved. Данный ресурс и любые его части не могут быть скопированы или в любой форме воспроизведены иным способом без письменного разрешения издателя.

National Instruments относится с уважением к чужой интеллектуальной собственности и призывает к этому же своих читателей. Данный ресурс защищен законами об охране авторских прав и прав на интеллектуальную собственность. Вы имеете право передавать программное обеспечение и прочие материалы, разработанные с помощью описанного в данном ресурсе программного обеспечения, третьим лицам в соответствии с условиями приобретенной вами лицензии и другими законодательными ограничениями.

LabVIEW и National Instruments являются торговыми марками National Instruments.

Названия других упомянутых торговых марок и изделий являются собственностью их правообладателей.

Дополнительные ограничения ответственности: Читатель принимает все риски от использования данного ресурса и всей информации, теорий и программ, содержащихся или описанных в нем. Данный ресурс может содержать технические неточности, типографические ошибки, прочие ошибки и упущения, и устаревшую информацию. Ни автор, ни издатель не несут ответственности за любые ошибки или неточности, за обновление любой информации и за любые нарушения патентного права и прочих прав на интеллектуальную собственность.

Ни автор, ни издатель не дают никаких гарантий, включая, но не ограничиваясь, любую гарантию на достаточность ресурса и любой информации, теорий или программ, содержащихся или описанных в нем, и любую гарантию, что использование любой информации, теорий или программ, содержащихся или описанных в ресурсе, не нарушит любое патентное право или иное право на интеллектуальную собственность. РЕСУРС ПОСТАВЛЯЕТСЯ "КАК ЕСТЬ". ИЗДАТЕЛЬ ЗАЯВЛЯЕТ ОБ ОТКАЗЕ ОТ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ, ЯВНО ВЫРАЖЕННЫЕ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ВКЛЮЧАЯ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ, ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ, ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ И НЕНАРУШЕНИЯ ПРАВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ.

Издатель или автор не предоставляют прав или лицензий под любым патентным правом или иным правом на интеллектуальную собственность прямо, косвенно или лишением права на возражение.

НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ ИЗДАТЕЛЬ ИЛИ АВТОР НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ПРЯМЫЕ, КОСВЕННЫЕ, ОСОБЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЛИ ВТОРИЧНЫЕ УБЫТКИ, ПОНЕСЕННЫЕ ИЗ-ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТОГО РЕСУРСА ИЛИ ЛЮБОЙ ИНФОРМАЦИИ, ТЕОРИЙ ИЛИ ПРОГРАММ, СОДЕРЖАЩИХСЯ ИЛИ ОПИСАННЫХ В НЕМ, ДАЖЕ БУДУЧИ ПРЕДУПРЕЖДЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ПОДОБНЫХ УБЫТКОВ, И ДАЖЕ ЕСЛИ УБЫТКИ ВЫЗВАНЫ НЕБРЕЖНОСТЬЮ ИЗДАТЕЛЯ, АВТОРА ИЛИ ИНЫХ ЛИЦ, Применимое законодательство может не разрешить исключение или ограничение случайных или косвенных убытков, поэтому приведенные выше ограничения или исключения могут вас не касаться.

Лабораторная работа 14: Полупроводниковая память

Память – это электронное устройство для хранения данных. Ячейки памяти - это микроскопические элементы большой интегральной схемы, каждый из которых хранит один бит данных. Мы уже видели примеры схем, которые могут использоваться в ячейках памяти, например, различные триггеры. В современной электронике в большинстве микросхем памяти используются транзисторы.

Микросхемы памяти обычно могут *записывать* и *считывать* данные. Запись - это процесс сохранения данных в группах ячеек памяти, называемых словами. Слова состоят из 2^n бит, то есть 2, 4, 8, 16 и т.д. бит. У каждого слова есть адрес памяти – указатель, который используется для поиска нахождения данных при чтении. При считывании из микросхемы извлекаются данные, сохраненные в виде слова.

Цель работы

В этой лабораторной работе студенты должны:

1. Сконфигурировать в Multisim генератор слов
2. Пронаблюдать чтение и запись 2-битного кода в микросхеме оперативной памяти (RAM) емкостью 2К 8-разрядных слов (2K8)
3. Разработать и промоделировать чтение и запись 4-битного кода в микросхеме памяти RAM 2K8

Необходимые инструментальные средства и технологии

Программное обеспечение NI Multisim
14.0.1 Education Version или выше

- ✓ Установка Multisim:
http://www.ni.com/gate/gb/GB_ACA_DEMICEVALMULTISIM/US
 - ✓ Справка Multisim Help:
<http://www.ni.com/multisim/technical-resources/>
-

Ожидаемые результаты

В этой лабораторной работе вы должны собрать для отчета:

- Скриншоты ячейки RAM
- Скриншот схемы
- Ответы на вопросы из раздела *Заключение*

Преподавателю, скорее всего, необходимо предъявить полный отчет о работе. Узнайте у вашего преподавателя, есть ли конкретные требования к отчету или шаблон для его оформления.

1.1 Сведения из теории

Semiconductor Memory

Introduction Video



Рисунок 1-1 Скриншот видео. Просмотр видео здесь: https://youtu.be/V0yzDRDU_BU



Краткое содержание видео

- Память – это электронное устройство для хранения данных.
- Ячейки памяти - это микроскопические элементы большой интегральной схемы, в каждом из которых хранится один бит данных.
- С развитием методов и технологий сокращается время, необходимое для чтения данных

Оперативная и постоянная память

Постоянно развиваются новые технологии и методы, способствующие сокращению времени чтения данных. Например, память CD-дисков может быть считана только в том порядке, в каком была записана. И хотя на это требуются лишь наносекунды, другие методы еще более эффективны. Среди последних технологий – *оперативная память с произвольным доступом (Random Access Memory – RAM)*.

- В оперативную память можно записывать и считывать данные, а доступ к ячейкам памяти может осуществляться в любом порядке.
- Оперативная память широко применяется в компьютерах.
- Она доступна только при включении питания устройства. Когда питание устройства отключено, доступа к информации нет.

Некоторые типы полупроводниковой памяти доступны только для чтения, но не для записи. Она называется *постоянной памятью только для чтения (Read Only Memory – ROM)*. Некоторые примеры постоянной памяти:

- *Программируемая постоянная память (Programmable Read Only Memory – PROM)*: данные могут быть записаны в кристалл только один раз
- *Электрически стираемая постоянная память (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory – EPROM)*: данные, записанные в кристалл, могут быть стерты с помощью УФ-излучения, а затем данные можно записать заново.

Ячейка оперативной памяти

Порядок выполнения:

- Используя внешние ресурсы (интернет, учебники...), нарисуйте схему ячейки постоянной памяти на основе логических элементов и RS-триггера.

На вашей схеме должны быть нанесены следующие обозначения:

- Input (Вход)
- Select (Выбор)
- Output (Выход)
- Read/Write (Чтение/запись)

Примечание: Сделайте скриншот, фотографию или зарисуйте вашу схему и включите изображение в отчет.

1-1 В чем разница между оперативной и постоянной памятью?

1.2 Запись в память и чтение из памяти 2-бит данных

Часть 1

- Запустите Multisim
- Откройте новый (**Blank**) проект
- С правой панели поместите в рабочую область генератор слов (**XWG**)
- Дважды щелкните по генератору слов и сконфигурируйте его, как показано на рисунке:

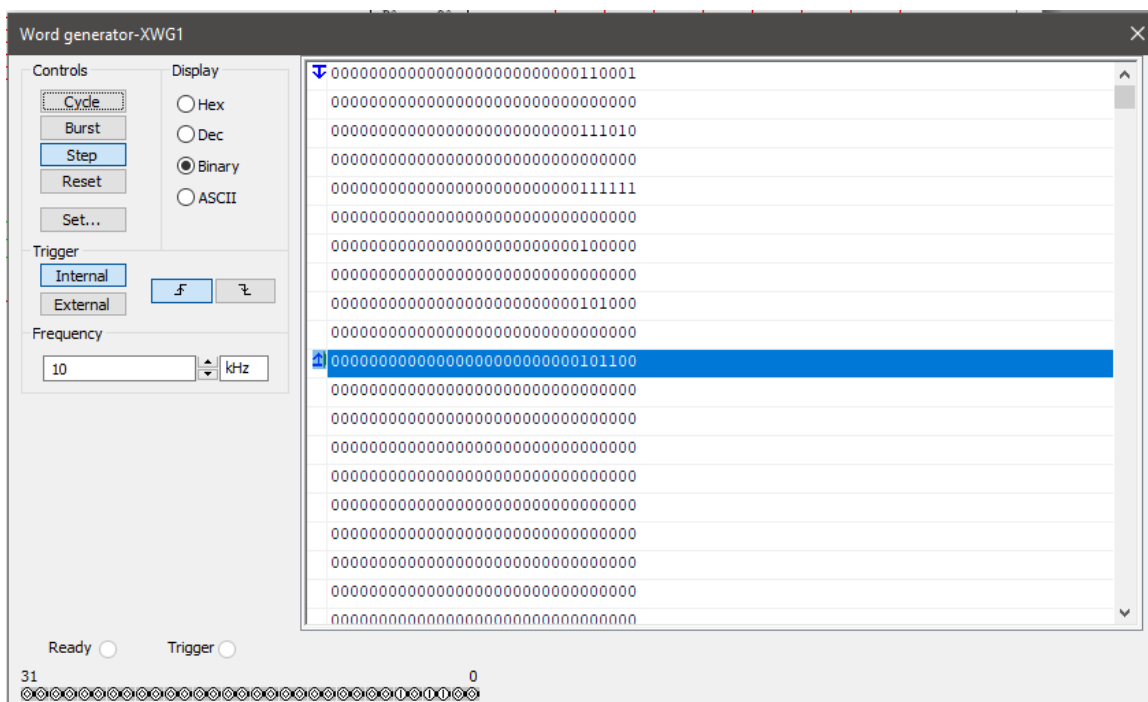


Рисунок 1-2 Конфигурирование генератора слов

- В первой строке двоичного кода должна находиться голубая стрелка, указывающая вниз (см. рисунок 1-2). Это указывает, что генератор слов будет использовать эту строку в качестве отправной точки.
- Если стрелка находится в другом месте, щелкните по первой строке правой кнопкой мыши и выберите **Set Initial Position** (Задание исходного положения).
- Щелкните правой кнопкой мыши по **одиннадцатой строке** двоичного кода и выберите **Set Final Position** (Задание конечного положения). Все строки ниже этой заполнены нулями, и с ними ничего делать не нужно.

Часть 2

- Соберите оставшуюся часть схемы, как показано ниже:

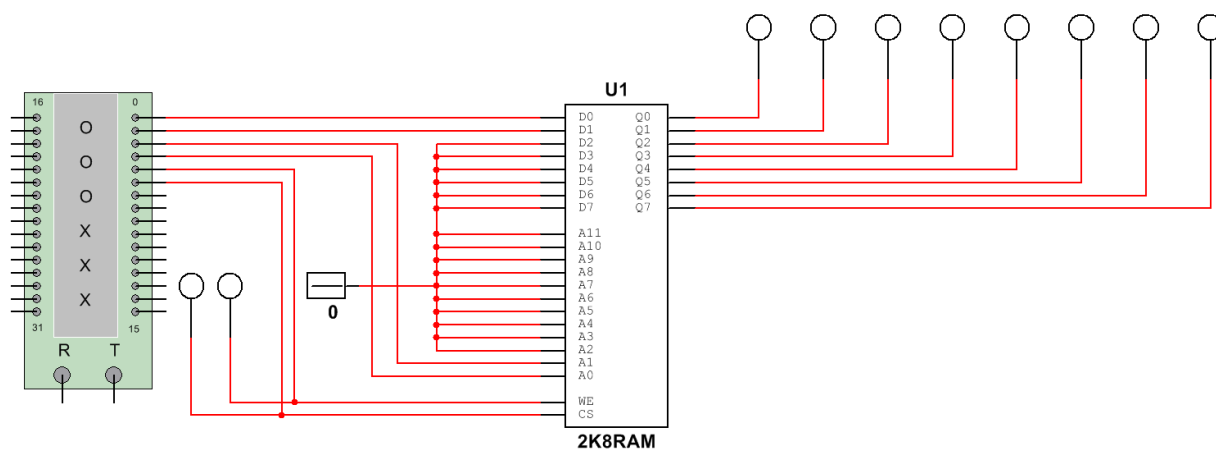


Рисунок1-3 Принципиальная схема

Ниже приведено назначение выводов памяти 2K8 RAM:

- D0-D7 – цифровые входы
- A0-A11 – адреса
- WE – запись при высоком логическом уровне и чтение при низком
- CS – выбор адреса
- Q0-Q7 – цифровые выходы

В этом примере мы будем записывать два бита данных в **D0** и **D1**, используя линии адреса **A0** и **A1**. Остальные цифровые входы и адреса устанавливаются равными нулю. Мы запишем данные, а затем считаем записанные данные в таблицу. Обратите внимание, что за каждой строкой команды следует строка нулей. Тем самым формируется отрицательный фронт тактового сигнала, чтобы следующая команда могла начать выполняться по положительному фронту тактового сигнала.

CS	WE	A0	A1	D1	D0	Description
1	1	0	0	0	1	Write 01 to address 00
0	0	0	0	0	0	Next clock cycle
1	1	1	0	1	0	Write 10 to address 01
0	0	0	0	0	0	Next clock cycle
1	1	1	1	1	1	Write 11 to address 11
0	0	0	0	0	0	Next clock cycle
1	0	0	0	0	0	Read data from address00
0	0	0	0	0	0	Next clock cycle
1	0	1	0	0	0	Read data from address 01
0	0	0	0	0	0	Next clock cycle
1	0	1	1	0	0	Read data from address 11

Рисунок 1-4 Таблица команд

Часть 3

Порядок выполнения:

- Дважды щелкните по генератору слов для развертывания его интерфейса
 - Щелкните правой кнопкой по первой строке двоичных данных и выберите из контекстного меню **Set Cursor** (Установить курсор).
 - Щелкните по кнопке **Step** (Шаг)
 - Выберите в меню пункт **Simulate >> Run** или щелкните по кнопке **Run** (Выполнить).
- Щелкните по кнопке **Step** для пошагового выполнения команд. Дождитесь изменения состояния пробников, подключенных к контактам WE и CS, прежде чем снова щелкать по кнопке **Step**.
- Повторяйте, пока не дойдете до последней команды.

1-2 Какие пробники загорелись при считывании данных из адреса 11?

1-3 Что произойдет, если последней назначить строку 13?

1-4 К большинству входов этой микросхемы подключены нули. Если использовать входы, что бы это нам позволило сделать?

1.3 Моделирование чтения и записи 4 битов данных

Порядок выполнения:

- Взяв за основу схему и таблицу из части 1, расширьте и соберите схему, для записи и считывания 4-х бит данных вместо 2-х.

Примечание: вам понадобится значительно изменить схему.

- Модифицируйте генератор слов, чтобы протестировать запись и считывание данных по нужным адресам.
- Сделайте скриншот, фотографию или зарисуйте вашу новую схему и включите изображение в отчет.

1-5 Какие модификации вы внесли в схему?

1.4 Заключение

1-6 Можно ли было использовать в вашем эксперименте память EPROM вместо оперативной памяти? Объясните, почему.

1-7 Какие факторы должны рассматривать производители при выборе микросхем памяти для своих продуктов?

1-8 Какой элемент наиболее часто используется в современных микросхемах памяти?

- A. Транзистор
- B. Резистор
- C. Триггер
- D. Счетчик

1-9 Полупроводниковая память может быть использована для:

- A. Чтения и записи
- B. Только для чтения
- C. Только для записи
- D. Ничего из вышеперечисленного

1-10 Главным недостатком оперативной памяти является:

- A. Доступность только для чтения
- B. Небольшое разнообразие
- C. Невозможность сохранять большие объемы данных
- D. Недоступность при отключенном питании

1-11 Каждая горизонтальная строка в генераторе слов представляет:

- A. 2 бита сохраненных данных
- B. Одно слово
- C. Положительный фронт тактового сигнала
- D. Ничего из перечисленного выше

1-12 Каково назначение входа WE микросхемы памяти 2K8 RAM?

- A. Выбор адреса
- B. Цифровой вход
- C. Запись при низком логическом уровне и чтение при высоком
- D. Запись при высоком логическом уровне и чтение при низком