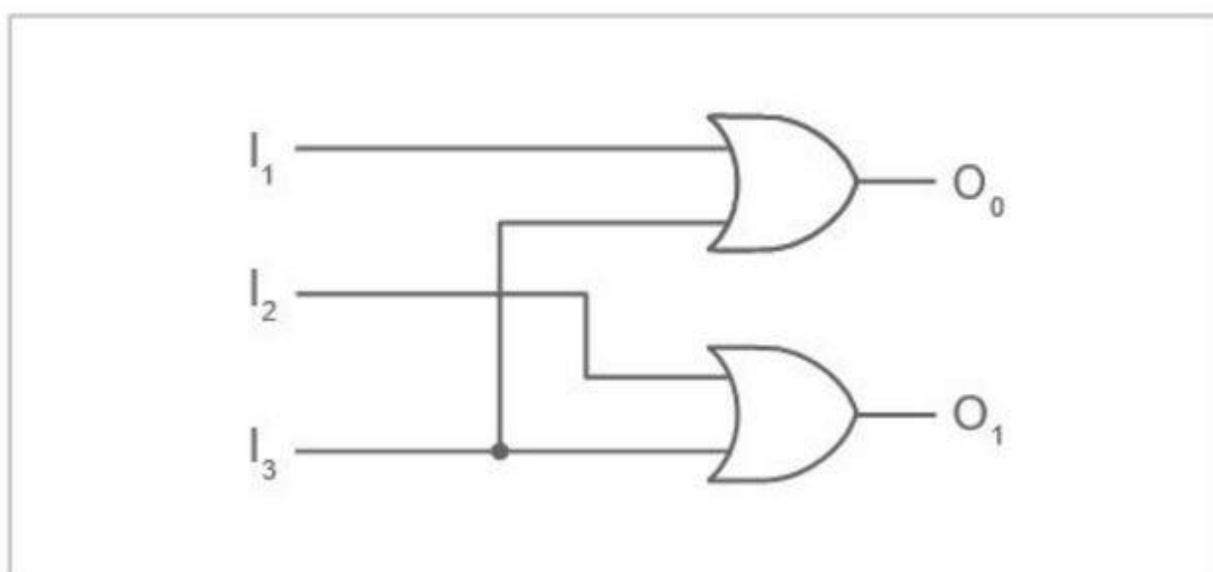


Руководство к лабораторному практикуму:

Введение в цифровую электронику

С использованием платы Digilent Digital Electronics для NI ELVIS III



Лабораторная работа 6:
Шифраторы и дешифраторы

© 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 6: Шифраторы и дешифраторы

В лабораторной работе 4 мы узнали, что логические элементы, выполняющие определенную функцию, например, двоичное сложение, могут быть представлены в виде интегральных схем. Таким же образом реализованы шифраторы и дешифраторы. Шифраторы (кодеры) – это логические схемы, которые уменьшают размер входного кода. Дешифраторы (декодеры) выполняют обратную операцию, увеличивая размер входного кода. В предыдущей лабораторной работе мы узнали, что такое семисегментный индикатор, а теперь узнаем, как для него применяются шифраторы.

Цель работы

В этой лабораторной работе студенты должны:

1. Объяснять, как работают дешифраторы, в частности, при использовании с семисегментным индикатором
2. Разработать схему дешифратора двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором в соответствии с таблицей истинности
3. Реализовать модель схемы в Multisim

Необходимые инструментальные средства и технологии

Программное обеспечение:
NI Multisim 14.0.1 Education или новее

- ✓ 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:

- Схему дешифратора двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором
- Таблицы истинности
- 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

Decoders

n bits → **2ⁿ bits**

En	I ₁	I ₂	O ₀	O ₁	O ₂	O ₃
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0
0	X	X	0	0	0	0

Translate binary code

One hot encoded:
• For any combination of inputs, only one output is 1

The value of the enable signal dictates if the decoder will work

Used for memory access

Рисунок 1-1 Скриншот видео. Просмотр видео здесь: https://youtu.be/RH2SeKV_DKg



Краткое содержание видео

- Дешифраторы – это устройства, преобразующие n-разрядный двоичный код в 2ⁿ-разрядный код.
- Для любой комбинации входных сигналов только на одном выходе дешифратора сигнал может принимать значение 1.
- Шифраторы выполняют функцию, противоположную функции дешифратора.
- Шифраторы кодируют данные с 2ⁿ входных линий в n-разрядный входной код.

Дешифраторы

Процесс преобразования некоторой информации в нечто, понятное устройству, которое принимает данные, называется *дешифрованием (декодированием)*. Устройство, выполняющее эту операцию, называется *дешифратором (декодером)*.

- Дешифраторы из двоичных n -разрядных кодов формируют 2^n выходных комбинаций.
- Выходные сигналы двоичного дешифратора представляют собой *прямой унитарный код*, поскольку для любой комбинации входных сигналов только на одном выходе сигнал равен 1.
- Дешифраторы могут управляться *сигналом разрешения*.
- У этого сигнала разрешения активным может быть низкий уровень (схема будет работать, только когда уровень сигнала разрешения равен 0), или высокий уровень (схема будет работать, когда сигнал разрешения равен 1).
- Дешифраторы со входом разрешения могут использоваться для создания дешифраторов большего размера.
- Одним из наиболее важных приложений дешифратора является декодирование адреса строк в блоках памяти.

Рассмотрим дешифратор 2 в 4 с активным высоким уровнем сигнала разрешения (En).

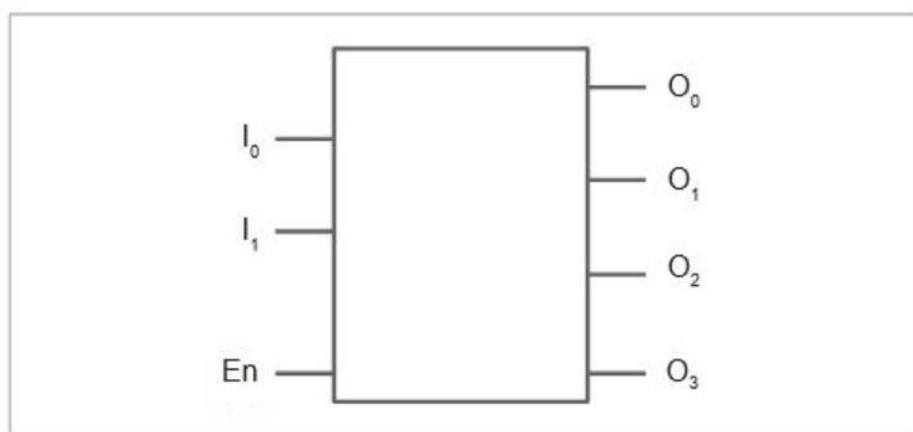


Рисунок 1-2 Дешифратор

Для этого дешифратора мы можем определить следующую таблицу истинности и логическую схему:

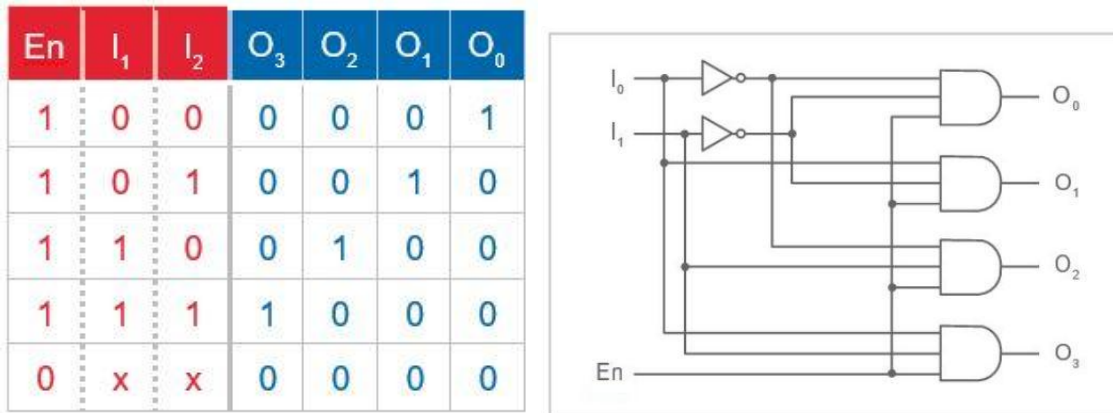


Рисунок 1-3 Таблица истинности (слева) и логическая схема (справа)

Шифраторы

Шифраторы (кодеры) – логические схемы, функция которых противоположна функции дешифратора. Двоичные шифраторы кодируют данные с 2^n входных линий в n-разрядный код.

- В любой момент времени только на одном из 2^n входов может быть логическая 1.
- Кодирование используется для уменьшения количества разрядов, необходимых для представления информации. Шифраторы часто используются при передаче и хранении данных.
- Условное графическое обозначение двоичного шифратора 4 в 2 приведено ниже. В таблице истинности не показаны входные комбинации, содержащие более одной 1, поскольку они не соответствуют упомянутой функции шифрования.

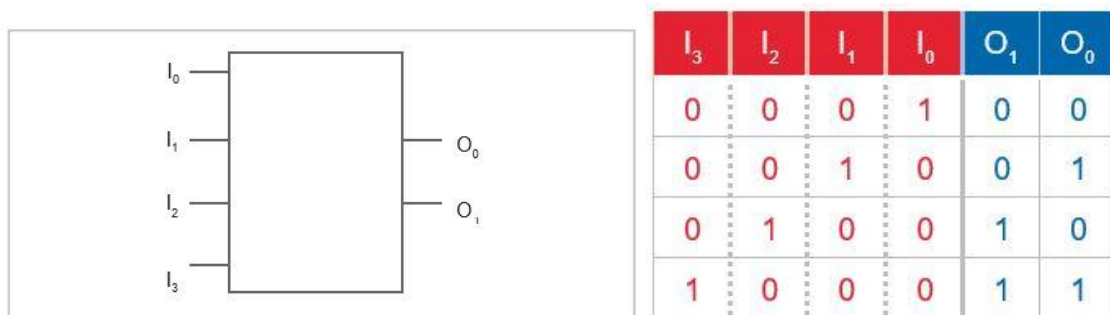


Рисунок 1-4 Шифратор (слева) и таблица истинности (справа)

- Из таблицы истинности видно, что сигнал на выходе O_1 равен 1, когда 1 на входе I_3 или на входе I_2 , а сигнал на выходе O_0 равен 1, когда 1 или на входе I_3 , или на входе I_1 .
- Можно также заметить, что сигнал на входе I_0 можно проигнорировать.
- Рассмотренные шифраторы называют шифраторами входных комбинаций с *прямым унитарным кодированием*.

Соответствующая логическая схема представлена ниже:

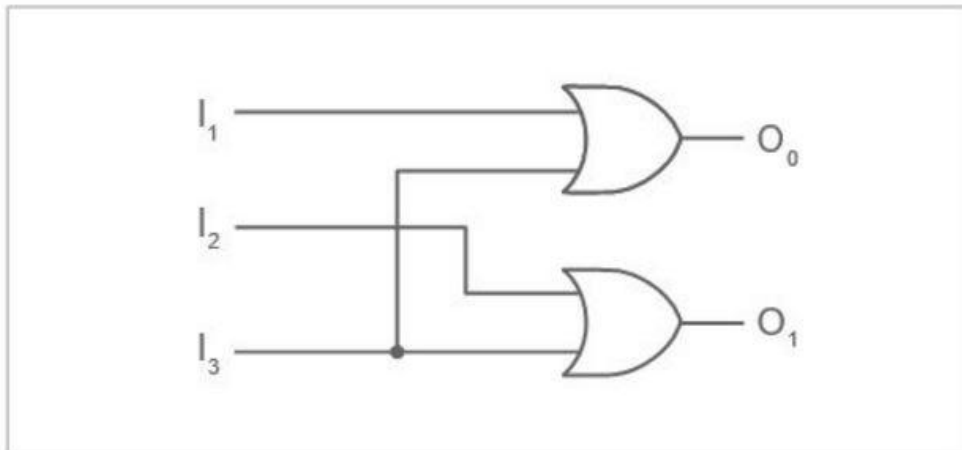


Рисунок 1-5 Логическая схема

Другим часто используемым типом шифратора является *приоритетный шифратор*:

- В приоритетных шифраторах входам присваивается приоритет.
- Это важно, поскольку обычные шифраторы могут формировать на выходе неправильный сигнал, если 1 более чем на одном входе.
- У приоритетного шифратора есть дополнительный выход Z , который активизируется, если 1 нет ни на одном входе.

Условное графическое обозначение приоритетного шифратора приведено ниже. В таблице истинности описано поведение приоритетного шифратора 4 в 2. В последней строке таблицы истинности видно, что если входная переменная I_3 равна 1, равны 1 все выходные переменные, и тогда значения на всех остальных входах игнорируются, что обозначено 'x'.

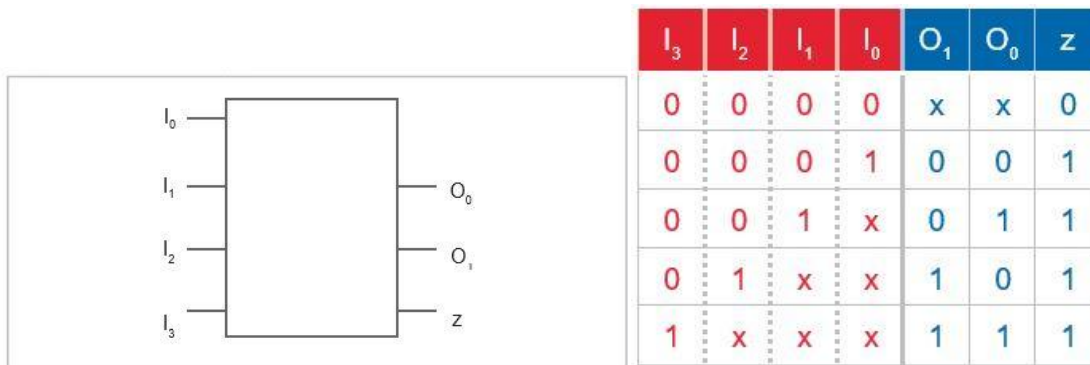


Рисунок 1-6 Приоритетный шифратор (слева) и таблица истинности (справа)

1.2 Схема управления семисегментным индикатором

Примечание: Семисегментные индикаторы, рассмотренные в предыдущей лабораторной работе, используются с дешифратором двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором.

1-1 Вкратце объясните, как работает дешифратор.

- Нарисуйте схему дешифратора двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором и приложите к отчету снимок или скриншот.

1-2 В чем разница между обычным и приоритетным шифратором?

1.3 Разработка дешифратора двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором

Дешифратор двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором

Соберите следующую схему:

- Щелкните по кнопке **Misc Digital** и из группы **TTL** выберите **7447N Decoder**.
- Щелкните по кнопке **Misc Digital** и из группы **Basic** выберите семейство **RPACK** и резистор **7Line_Isolated**.
- Щелкните правой кнопкой мыши по резистору и выберите **priorities**. Измените сопротивление на **220 Ом**.
- Щелкните по кнопке **Misc Digital** и из группы **Indicators** выберите **HEX_DISPLAY**, а затем **SEVEN_SEG_COM_A_GREEN**.
- Щелкните по кнопке **Misc Digital** и из группы **Sources** выберите **POWER_RESOURCES**, а затем **VCC**. Поместите один снизу от дешифратора, а второй – сверху от семисегментного индикатора.
- Разместите на схеме четыре константы **INTERACTIVE_DIGITAL_CONSTANTS**.
 - Измените назначение клавиш для переключения в соответствии со схемой ниже.

Соедините элементы схемы, как показано ниже:

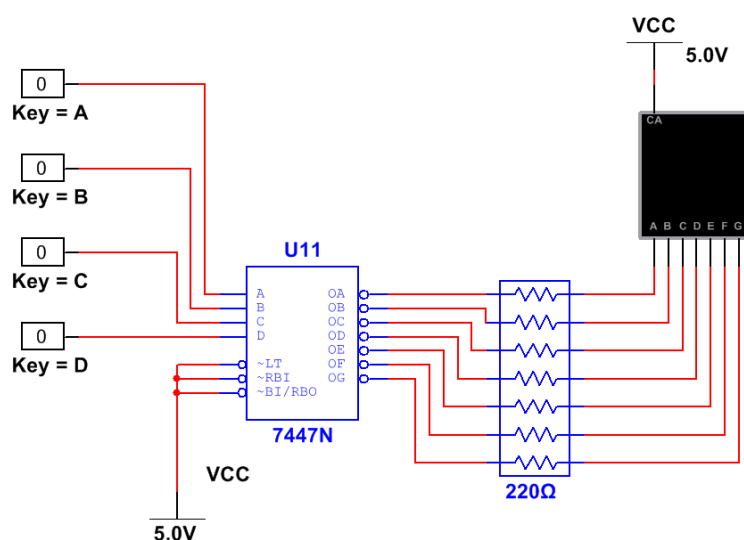


Рисунок 1-7 Принципиальная схема

Тестирование дешифратора двоично-десятичного кода в код управления семисегментным индикатором

- Запустите моделирование.

1-3 Изменяйте значения входных переменных и заполните следующую таблицу истинности для управления семисегментным индикатором.

A	B	C	D	A	b	c	d	e	f	g	Числовое значение
0	0	0	0								
0	0	0	1								
0	0	1	0								
0	0	1	1								
0	1	0	0								
0	1	0	1								
0	1	1	0								
0	1	1	1								
1	0	0	0								
1	0	0	1								
1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	Нет
1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	Нет
1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	Нет
1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	Нет
1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	Нет
1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	Нет

1.4 Разработка приоритетного шифратора 10 в 4

Схема

- Соберите следующую схему:

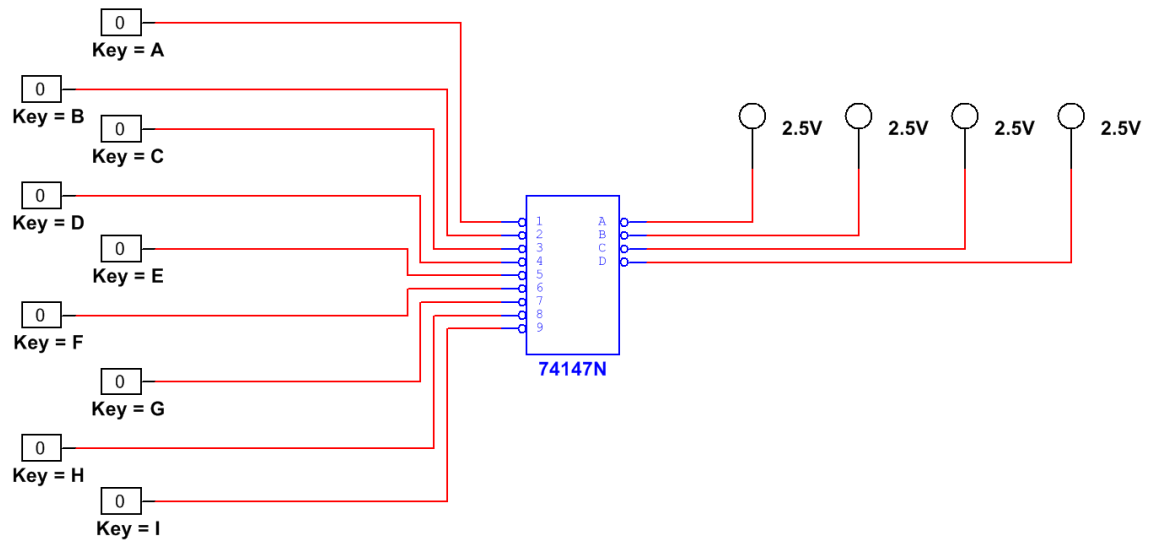


Рисунок 1-8 Принципиальная схема

Тестирование приоритетного шифратора 10 в 4

- Запустите моделирование схемы.

1-4 Заполните следующую таблицу истинности для приоритетного шифратора 10 в 4.

Примечание: Зная, что для этого конкретного шифратора в каждый момент времени 1 может быть только одним входе, вы можете пропустить ряд строк в таблице истинности.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	O1	O2	O3	O4
0	0	0	0	0	0	0	0	0				
1	0	0	0	0	0	0	0	0				
0	1	0	0	0	0	0	0	0				
0	0	1	0	0	0	0	0	0				
0	0	0	1	0	0	0	0	0				
0	0	0	0	1	0	0	0	0				
0	0	0	0	0	1	0	0	0				
0	0	0	0	0	0	1	0	0				
0	0	0	0	0	0	0	1	0				
0	0	0	0	0	0	0	0	1				

1-5 Что произойдет, если высокий уровень сигнала будет на двух входах?

1-6 Можете ли вы объяснить, как шифратор определяет приоритеты?

1-7 Какие логические элементы необходимы для реализации шифратора 10 в 4, соответствующего приведенной выше таблице истинности?

- После выполнения эксперимента остановите моделирование схемы.

1.5 Заключение

1-8 Почему у шифраторов и дешифраторов разное количество входов и выходов?

1-9 Почему одну входную линию шифратора можно проигнорировать при реализации схемы из логических элементов?

1-10 Как сигнал разрешения управляет функционированием шифратора?

- A. Определяет, какая из входных переменных обрабатывается первой в дешифраторе
- B. Преобразует n разрядный код в 2^n выходных комбинаций
- C. Отключает выходы от логики шифрования или подключает их к логике шифрования
- D. Все вышеперечисленное

1-11 Какие логические элементы необходимы для создания дешифратора 2 в 4?

- A. 2 элемента NOT и 4 элемента AND
- B. 2 элемента NOT и 4 элемента OR
- C. 2 элемента AND и 4 элемента NOT
- D. 2 элемента AND и 4 элемента OR

1-12 В двоичных шифраторах в любой момент времени:

- A. Только на одном из n выходов может быть 1
- B. Только на одном из 2^n входов может быть 1
- C. Должен быть вход разрешения
- D. Может храниться максимум 2 бита информации

1-13 Чем приоритетный шифратор отличается от шифратора с прямым унитарным кодированием?

- A. Он отдает приоритет входам, на которые подан 0
- B. Он отдает приоритет входу I1
- C. Он расставляет входы в порядке приоритетов, если 1 подана более, чем на один вход
- D. Он расставляет входы в порядке приоритетов, если 0 подан более, чем на один вход

1-14 Какой тип логических элементов используется в шифраторах?

- A. Элементы NAND (И-НЕ)
- B. Элементы NOR (ИЛИ- НЕ)
- C. Элементы XOR (исключающее ИЛИ)
- D. Элементы OR (ИЛИ)