Тема курсовой работы: универсальный 10-ти разрядный регистр сдвига.

**1.1. Анализ функциональных особенностей разрабатываемого устройства**

В соответствии с техническим заданием предполагается, что устройство будет частью вычислительной системы. Соответственно, устройство будет находиться в блоке с другими вычислительными платами, подключение будет производиться по общей шине.

Исходя из написанного выше, возможные действия оператора над устройством сводятся к подключению или отключению устройства путем физического включения модуля в разъем.

Разрабатываемое устройство используется для записи, хранения и считывания n-разрядных двоичных данных и выполнения других операций над ними. Регистр представляет собой упорядоченный набор триггеров, обычно D-триггеров, число которых соответствует числу разрядов в слове. По техническому заданию, разрядность регистра – 10. Соответственно, количество триггеров в разрабатываемом устройстве – 10.

Ниже представлен перечень операций, которые будет выполнять разрабатываемое устройство:

* Параллельная запись информации
* Последовательная запись информации
* Хранение информации
* Сдвиг слова влево и вправо на n разрядов с выбором режима сдвига (модифицированный и немодифицированный сдвиг)
* Чтение в прямом и обратном коде параллельно
* Чтение в прямом и обратном коде последовательно

Для разработки внутренней составляющей устройства сначала необходимо понять, какой интерфейс оно должно реализовывать.



Входы *D0-D9* – информационные входы. Вход  *SH* – бит, контролирующий сдвиг. Если этот вход 1 – производить операцию сдвига при подаче синхронизирующего бита C. Вход – бит, отвечающий за то, в каком режиме происходит сдвиг. При подаче 0 на этот вход, сдвиг будет производиться вправо, при подаче 1 – влево. Вход  *WR* – бит, контролирующую запись данных. Если этот вход 1 – запись происходит, если 0 – записи не происходит. Вход – бит, отвечающий за то, в каком режиме происходит запись. При подаче 0 на этот вход, запись будет производиться в параллельном режиме, при подаче 1 – в последовательном, а информационным входом будет являться вход *D0.* Вход – бит, отвечающий за то, в каком коде будет читаться информация. Если на этот вход подается 0 – чтение происходит в прямом коде. Если на вход подается 1 – чтение происходит в обратном коде. Вход C – бит синхронизации. Выходы *Q0-Q9* – информационные выходы. ДОПИСАТЬ ПО СИГНАЛАМ

Вход, который будет сообщать, что будет заноситься в старший разряд при сдвиге вправо необходим для работы с числами, записанными в дополнительном коде. Если на данный вход подан сигнал 0, то сдвиг выполняется с занесением в старший разряд 0, если на данный вход подан сигнал 1, то сдвиг выполняется с занесением в старший разряд 1.

Исходя из вышеперечисленного для подключения устройства требуется 23 контактов: 10 информационных входов/выходов, 11 входов, не забыть про модифицированный сдвиг и адресные для сдвига, управляющих работой устройства, а также, контакты, осуществляющие питание и заземление устройства. Соответственно, для подключения устройства требуется шина, разрядностью не меньше 19. Подробнее это будет рассмотрено в ходе выполнения курсовой работы.

Рассмотрим подробно операцию сдвига.

Для начала определимся с направлением сдвига. Допустим, мы хотим сдвинуть данные вправо на 3 позиции. В этом случае, первые 3 бита будут отброшены, а новые 3 бита будут заполнены нулями. Данные в оставшихся 7 битах сдвинутся вправо на 3 позиции.

Предположим, что у нас есть регистр на 10 разрядов со значением 1011010110. Чтобы выполнить логический сдвиг вправо на 3 позиции, мы должны выполнить следующие действия:

1. Сохранить значения первых трех битов (от старшего к младшему).
2. Заполнить первые три бита регистра нулями или единицами в зависимости от сигнала SMOD.
3. Сдвинуть оставшиеся 7 битов вправо на 3 позиции.
4. Результатом этой операции будет значение 0001011010, хранящееся в регистре при значении сигнала SMOD 0 и 1111011010 при значении сигнала SMOD 1.

По сути, 1, 2, 3 пункт выполняется одновременно. В момент передачи сигнала на мультиплексор на триггер подается разрешающий сигнал, соответственно, мы подаем данные с триггера и в то же время заносим в него новое значение, и так для всех 10-n триггеров, где n ­ ­­­­- число сдвига. В старшие n триггеров будет записан 0 или 1 в зависимости от того, что подано на управляющий сигнал, который отвечает за решим сдвига SMOD.

Таким образом, сдвиг в регистре позволяет перемещать данные на определенное количество позиций вправо или влево, заполняя новые позиции нулями.

Таким же образом происходит сдвиг влево.

Рассмотрим подробно операцию записи.

1) Параллельная запись осуществляется при подаче данных на входы *D0-D9,* подаче единицы на вход *WR* и нуля на вход , подаче единицы на вход *C.*

2) Последовательная запись осуществляется при подаче данных на входы *D0,* подаче единицы на вход *WR* и единицы на вход , подаче единицы на вход *C.*

Операция записи является приоритетной, поэтому, при одновременной подачи 1 на входы *WR* и *SH*, будет производиться операция записи.

Рассмотрим подключение регистра по шине.

Подключение устройства с 23 контактами можно выполнить через USB или PCI шину. Рассмотрим каждый из вариантов подключения и сделаем сравнительную таблицу, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант для нашей курсовой работы.

**USB шина:**

Простота подключения к компьютеру без необходимости установки дополнительных драйверов.

Ограниченное количество передаваемых данных (скорость передачи данных для USB 2.0 составляет до 480 Мбит/с).

Необходимость использования конвертеров для преобразования сигналов с 23 контактов нашего устройства в формат USB.

**PCI шина:**

Высокая скорость передачи данных (скорость передачи данных для PCI Express 3.0 составляет до 8 Гбит/с).

Большой объем передаваемых данных.

Сложность подключения, требующая наличия свободных слотов на материнской плате компьютера.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **PCI** | **USB** |
| Скорость | До 133 МБ/сек | До 10 ГБ/сек |
| Количество устройств | До 256 | До 127 |
| Количество контактов | От 32 до 124 | От 4 до 24 |
| Затраты на производство | Дороже | Дешевле |
| Задержка | Низкая | Высокая |
| Пропускная способность | Широкая | Узкая |
| Распространенность | Широко используется | Широко используется |
| Гибкость | Гибкий | Ограниченная |
| Применение | Для стационарных ПК | Для переносных устройств |

Таким образом, для курсовой работы лучшим вариантом подключения является PCI шина, так как она позволяет передавать больший объем данных и имеет более высокую скорость передачи, что особенно важно при работе с регистром данных. Кроме того, использование PCI шины позволяет избежать необходимости преобразования сигналов с нашего устройства в формат USB, что упрощает подключение и уменьшает вероятность ошибок при передаче данных.

**1.2. Анализ методов проектирования существующих аналогов.**

Анализ методов проектирования существующих аналогов является важным этапом в разработке нового устройства или системы. Это помогает определить преимущества и недостатки различных подходов и выбрать наиболее эффективный метод для конкретного проекта.

**Регистр на триггерах D-типа:**

Регистр состоит из 10 триггеров D-типа, каждый из которых может хранить 1 бит информации. Данные на вход регистра поступают параллельно на входы всех триггеров, а затем, используя сигнал тактирования, происходит одновременный перенос данных во все триггеры. Таким образом, регистр может хранить 10-битовое двоичное число.

**Регистр на микросхеме 74HC595:**

Возможна реализация регистра на микросхеме 74HC595, которая содержит 8 триггеров сдвига на одной микросхеме. Данные на вход регистра подаются последовательно на вход триггера сдвига, и затем, используя сигнал тактирования, данные передаются последовательно от одного триггера к другому, пока не заполнится весь регистр. Затем данные можно параллельно считать из всех триггеров. Этот регистр можно подключать к микроконтроллеру или другому устройству через интерфейс PCI.

**Регистр на микросхеме 74HC164:**

Возможна реализация регистра на микросхеме 74HC164, которая содержит 8 параллельных входов и 8 последовательных выходов. Данные на вход регистра поступают параллельно на входы микросхемы, и затем, используя сигнал тактирования, данные передаются последовательно на выходы микросхемы. Затем данные можно считать последовательно через выходы микросхемы. Этот регистр также может быть подключен к микроконтроллеру или другому устройству через интерфейс PCI.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Характеристики** | **Регистр на триггерах D-типа** | **Регистр на микросхеме 74HC595** | **Регистр на микросхеме 74HC164** |
| Скорость сдвига | Сдвиг на n разрядов за 1 такт | Сдвиг на 1 разряд за 1 такт | Сдвиг на 1 разряд за 1 такт |
| Количество пинов | n+2 пина | 3 пина | 3 пина |
| Стоимость | Дешевле, поскольку используются только триггеры | Дороже, поскольку требуются дополнительные микросхемы для расширения количества выходов | Дешевле, поскольку используется меньше компонентов |
| Расширяемость | Сложнее расширить до большего числа разрядов | Просто расширяем до большего числа выходов с помощью каскадного подключения | Просто расширяем до большего числа выходов с помощью каскадного подключения |

Исходя из таблицы, можно сделать вывод о том, что регистр на триггерах D-типа является более эффективным решением в данном случае, поскольку обеспечивает быстрый сдвиг на n разрядов за 1 такт, имеет меньшее количество пинов и является более дешевым в использовании.

Существует множество методов проектирования аналогов, но все они можно разделить на 2 категории:

1. Методы, основанные на использовании дискретных компонентов. Это стандартный подход, который используется в электронике на протяжении многих лет. Этот метод позволяет получить высокую точность и контроль над процессом проектирования, но требует большого количества компонентов и может быть неэффективен с точки зрения затрат. В данном случае, под дискретными компонентами понимаются диоды, транзисторы, конденсаторы, резисторы. Эти компоненты могут быть подключены в различные комбинации, чтобы создавать логические вентили, триггеры и другие цифровые устройства.

Преимущества:

* Доступность компонентов на рынке и возможность их замены;
* Более высокий уровень контроля над процессом проектирования;
* Более гибкий подход к реализации сложных цифровых устройств.

Недостатки:

* Трудоемкость изготовления и монтажа устройств;
* Большой размер и сложность схем;
* Сложность отладки.

1. Методы, основанные на использовании микросхем. Этот подход стал популярным в последние десятилетия, благодаря быстрому развитию микроэлектроники. Микросхемы позволяют уменьшить количество компонентов и снизить стоимость производства, но требуют высокой квалификации специалистов для их проектирования и обеспечения надежной работы.

В данной курсовой работе для разработки схемы универсального регистра мы будем использовать подход, с использованием методов проектирования, основанном на использовании микросхем. Для реализации схемы сдвига на n разрядов с использованием микросхем триггеров, мультиплексоров, схем И, ИЛИ мы можем использовать следующий подход:

1. Создание каскада триггеров для хранения данных. Для хранения данных нам нужен каскад из n триггеров, каждый из которых хранит значение соответствующего бита нашего регистра.
2. Использование мультиплексора для передачи данных от одного триггера к другому. Для этого мы будем использовать мультиплексор, который выберет значение с текущего триггера или с предыдущего триггера в зависимости от входного сигнала сдвига.
3. Для выполнения операции сдвига используем схемы И и ИЛИ. Например, если мы выполняем сдвиг вправо, то мы должны выполнить операцию "И" между выходом последнего триггера и входом мультиплексора, чтобы определить, какое значение будет записано в последний триггер. Затем мы должны выполнить операцию "ИЛИ" между выходом последнего триггера и входом мультиплексора, чтобы определить, какое значение будет записано в первый триггер.