Разработка вычислительного устройства

Разработать вычислительное устройство, выполняющее следующие операции:

* изменение знака числа
* деление чисел

Числа представлены в формате с плавающей точкой с разрядностью 18+6.

Описание структурной схемы устройства с ее обоснованием

Структурная схема устройства представлена на **рисунке 1**. Она состоит из двух частей. Первая часть схемы, в состав которой входят регистры Ao и Bo и сумматор, предназначена для работы с порядками чисел. Вторая часть схемы, состоящая из регистров Am, Bm и Z, мультиплексора, сумматора и компаратора предназначена для работы с мантиссами чисел.

При выполнении ***операции деления*** используется два числа - A (делимое) и B (делитель). Число A хранится в регистрах Ao и Am соответственно порядок и мантисса. Число B хранится в регистрах Bo и Bm соответственно порядок и мантисса.

В начале работы делимое A заносится в регистры: мантисса в регистр Am с помощью сигнала Y3, порядок в регистр Ao - Y4, а делитель B: мантисса в регистр Bm (Y5), порядок в регистр Bo (Y6). Мантисса делимого A сдвигается влево путем косой передачи из регистра Am в сумматор. Делитель B поступает в сумматор SM из регистра Bm в прямом или обратном кодах (Y9). Дополнительный код делимого образуется в SM за счет подсуммирования обратного кода делимого B сигналом “+1SM” (Y10).

Цифры частного Zi, определяемые по знаку частичных остатков в регистре Am, фиксируются в регистре Z путем последовательного занесения их в младший разряд регистра Z (Y7) и сдвига содержимого регистра Z (Y8).

Порядок частного определяется вычитанием порядков на SM путем подачи обратного значения порядка делителя из регистра Bo и фиксации результата в регистре Bo.

При выполнении ***операции изменения знака*** используется одно число. Число записывается в регистр Bm (Y5) и подается на сумматор SM в обратном коде (Y9) и записывается в регистр Am (Y3) с предварительным подсумированием единицы в сумматоре (Y10).



Рисунок 1

Описание блок-схемы алгоритма выполнения операций и ее микропрограммной реализации.

Блок-схема выполнения операций представлена на рисунке 2.

В начале работы гасится выходная готовность (Y14) и проверяется входная готовность (P1). После получения сигнала входной готовности обнуляются регистры A o и Am (Y0), Bo и Bm (Y1) и Z (Y2). Далее проверяется код операции (P2) для определения дальнейших действий.

***Операция изменения знака числа* - ветвь один.**

Записываем исходное число в регистр Bm (Y5). Передаем на SM его обратный код с подсуммированием единицы младшего разряда (Y10). Данные с SM записываем в регистр Am (Y3). После этого устанавливаем выходную готовность (Y13) и заканчиваем работу.

***Операция деления чисел*** - ветвь два.

Производим запись: мантиссы делимого в регистр Am (Y3), порядка делимого в регистр Ao (Y4) и мантиссы и порядка делителя в регистр Bm (Y5) и Bo (Y6) соответственно. Вычисляем разность порядков чисел путем сложения первого порядка с обратным кодом второго (Y11) и сохраняем результат в регистре Bo (Y6). Проверяем равенство делителя нулю (P3). Если делитель равен нулю, то сигнализируем об ошибке аргументов и устанавливаем выходную готовность (Y13). Если делитель не равен нулю, тогда деление возможно и начинается цикл поразрядного получения мантиссы частного. На SM передается сдвинутое косой передачей в сторону старших разрядов делимое и обратный код делителя (Y9) с подсуммированием единицы младшего разряда (Y10). С выхода SM частичный остаток заносится в регистр Am (Y3). Цифра модуля частного вычисляется как сумма по модулю два знаковых разрядов частичного остатка и делителя и заносится в предварительно сдвинутый на один разряд влево (Y8) регистр Z (Y7). Проверяем счетчик чисел (P4). Если он не равен нулю, продолжаем цикл по определению разрядов частного. Если счетчик равен нулю, то мы определили все разряды частного, и переходим к нормализации результата. Если число не нормализовано (P6), то производим сдвиг Z в сторону старших разрядов (Y8) и уменьшение порядка (Y12). После нормализации числа устанавливаем выходную готовность и заканчиваем работу.

Для реализации устройства используется управляющий автомат с выделенной адресной памятью, его схема изображена на рисунке 3, в таблице 1 представлены состояния его переходов, в таблице 2 управляющие сигналы и в таблице 4 описаны префиксные функции.



Рисунок 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ПЗУ А** | | | |
| **Адреса памяти** | **Условия переходов** | **Код ПФ** | **Адреса переходов** |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | P1 | 1 |
| 1 | P1 | 2 |
| 2 | 0 | P2 | 4 |
| 1 | P2 | 3 |
| 3 | 0 | 0 | 10 |
| 4 | 0 | P3 | 8 |
| 1 | P3 | 12 |
| 5 | 0 | P4 | 6 |
| 1 | P4 | 10 |
| 6 | 0 | P5 | 7 |
| 1 | P5 | 8 |
| 7 | 0 | 0 | 9 |
| 8 | 0 | 0 | 9 |
| 9 | 0 | 0 | 5 |
| 10 | 0 | P6 | 11 |
| 1 | P6 | 12 |
| 11 | 0 | 0 | 10 |
| 12 | 0 | 0 | \* |

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Y0 | Обнуление регистров Ao и Am |
| Y1 | Обнуление регистров Bo и Bm |
| Y2 | Обнуление регистра Z |
| Y3 | Запись в регистр Am |
| Y4 | Запись в регистр Ao |
| Y5 | Запись в регистр Bm |
| Y6 | Запись в регистр Ao |
| Y7 | Запись разряда частного в регистр Z |
| Y8 | Сдвиг регистра Z в сторону старших разрядов |
| Y9 | Выбор операции в сумматоре |
| Y10 | Подсуммирование 1 в сумматоре |
| Y11 | Разность порядков |
| Y12 | Уменьшение порядка частного в регистре Bo |
| Y13 | Установка выходной готовности |
| Y14 | Гашение выходной готовности |

Таблица 2



Рисунок 3

|  |  |
| --- | --- |
| Функция | Значение |
| P1 | Входная готовность |
| P2 | Код операции |
| P3 | Признак равенства 0 делителя |
| P4 | Конец деления |
| P5 | Знак числа в регистре Am |
| P6 | Признак нормализации |
| P7 | Знак числа в регистре Bm |

Таблица 3

На рисунке 4 представлена связь управляющего автомата с операционным автоматом.



Рисунок 4

Числовые тестовые примеры выполнения операций с пояснениями

Пусть X=11010111\*23, Y=1101\*22. Найти частное от деления X/Y.

Все действия выполняются в устройстве в следующей последовательности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 0.1101111 | Прямой код делимого | Частное X/Y |
| + | 1.0011 | Дополнительный код делителя |  |
|  | 0.0000 | Остаток положительный | 1 |
|  | 0.0000 | Остаток сдвинут влево на один разряд |  |
| + | 1.0011 | Дополнительный код делителя |  |
|  | 1.0011 | Остаток отрицательный | 10 |
|  | 0.0111 | Остаток сдвинут влево на один разряд |  |
| + | 0.1101 | Прямой код делителя |  |
|  | 1.0100 | Остаток отрицательный | 100 |
|  | 0.1001 | Остаток сдвинут влево на один разряд |  |
| + | 0.1101 | Прямой код делителя |  |
|  | 1.0110 | Остаток отрицательный | 1000 |
|  | 0.1101 | Остаток сдвинут влево на один разряд |  |
| + | 0.1101 | Прямой код делителя |  |
|  | 1.1010 | Остаток отрицательный | 10000 |

Одновременно вычисляется порядок частного следующим образом:

pc = px - py = 0.011 - 0.010 = 0.001

Описание функциональной схемы устройства.

Функциональная схема устройства представлена на рисунке 5.

Функциональная схема реализует схему работы с мантиссами.

Используемый мультиплексор 2×1 на вход которого подается число в прямом и дополнительном коде и в зависимости от ситуации выбирается одно из двух чисел. В процессе работы осуществляется контроль делителя на равенство нулю, поэтому используемый мультиплексор должен иметь стробируемый вход.

Сумматор складывает числа, которые пришли с выхода мультиплексора и регистра Am, результат переписывается в регистр Am, который запоминает это число, сдвигает его влево в сторону старших разрядов и снова передает его на сумматор.

Так же старший разряд регистра подается на результирующий последовательно параллельный регистр Z, в котором происходит накопление результата. После определение результата, полученное число надо нормализовать и поэтому результирующий регистр кроме последовательного входа и параллельного вывода должен осуществлять сдвиг числа влево в сторону старших разрядов.



Рисунок 5

Краткое описание принципиальной схемы

Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 6.

Два числа поступают на сумматор, который их суммирует и передает результат на регистр. В качестве сумматора используется микросхема К555ИМ6, а в качестве регистра К155ИР13 и К555ИР11 которые отличаются только разрядностью. Старший разряд регистра поступает на вход результирующего последовательно – параллельного регистра, в котором накапливается результат. В данной схеме в качестве результирующего регистра используется микросхема К531ИР24.



Рисунок 6

Заключение

В данной курсовой работе было разработано вычислительное устройство, выполняющее следующие операции:

* Нахождение абсолютного значения числа.
* Деление чисел в формате с плавающей запятой.

Построен алгоритм обработки чисел. Расписаны управляющие сигналы и префиксные функции. По имеющемся данным построена функциональная схема устройства. Также была построена принципиальная схема указанной части устройства, в которой были использованы конкретные микросхемы. Приведен тестовый пример выполнения операций.