Тест №8.

Дана двоичная комбинация 1011110 циклического кода (7,4). Является ли данная комбинация разрешенной, если производящий полином кода

Решение:

Если принятая комбинация - разрешенная, то остаток от деления будет нулевым. Ненулевой остаток свидетельствует о том, что принятая комбинация содержит ошибки.

Разделим принятую двоичную комбинацию на производящий полином:

При делении образовался остаток, значит данная комбинация не является разрешенной для данного полинома.

1) Впишем делимое A в 16-ти разрядный регистр, начиная с младших разрядов (нумерация разрядов начинается с нуля). В недостающие разряды записываем нули.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| A: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

Обратите внимание! Так как для выполнения деления требуется производить операцию вычитания, это требует использования знаковой ариaметики. И поэтому в нашем случае 15-й разряд является знаковым (0 - соответствует положительному числу, 1 - отрицательному), а старшим разрядом числа является 14-й разряд.

2) Впишем делитель В в 16-ти разрядный регистр, начиная с младших разрядов. В недостающие разряды записываем нули.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| B: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Здесь также как и с числом A 15-й разряд является знаковым, а старшим разрядом числа является 14-й разряд. Эти знаковые разряды будут показывать нам знаки, образующихся в процессе деления, частичных остатков. Они не имеет никакого отношения к знакам исходных операндов и знаку результата, а играют чисто технологическую роль.  
3) Предварительный сдвиг делителя. Сдвинем делитель B влево так, чтобы позиция старшей значащей единицы, в нем, совпала с позицией старшей значащей единицы в делимом A. Количество необходимых для этого сдвигов запомним в числе k В нашем случае старшая значащая единица в делимом Aрасположена в 6-м разряде, a в делителе B - в 3-м разряде. Следовательно нам необходимо сдвинуть число B влево на 3 разряда (k = 3).  
Сдвинутый делитель выглядит следующим образом :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| B: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

4) Так как в процессе деления множитель B придется не только прибавлять но и вычитать, то нам необходимо иметь число -B. Для этого представим B в [дополнительном коде](http://reshinfo.com/dopolnit_code.php). Перевод в дополнительный код осуществим в два этапа:  
  
4.1)Вначале получим обратный код. Для этого просто проинвертируем каждый разряд регистра (заменим "0" на "1", а "1" на "0").

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Bобр | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |

4.2) Прибавим к числу в обратном коде единицу и получим [дополнительный код](http://reshinfo.com/dopolnit_code.php).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | c | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 |  |
| Bобр |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| + |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bдоп |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Таким образом -B = Bдоп

5) Процесс деления будет следующий:  
5.1) Вычитаем из делимого А делитель В (т.е. прибавляем -В).  
5.2) Анализируем знак полученного частичного остатка (15-й разряд). В регистр результата записываем "0" если остаток отрицательный и единицу в противном случае. Помним, что отрицательному числу соответствует наличие единицы в 15-м разряде и наоборот.  
5.3) Сдвигаем частичный остаток на один разряд влево. При этом крайний правый (младший) разряд заполняется нулем, а знаковый разряд (15-й) в процессе сдвига не участвует.  
5.4) Прибавляем к частичному остатку делитель В если остаток отрицательный либо вычитаем делитель в противном случае.  
5.5) Анализируем знак полученного частичного остатка (15-й разряд). В регистр результата записываем "0" если остаток отрицательный и единицу в противном случае.  
5.6) Действия описанные в пунктах 6.3-6.5 выполняем k раз (если k=0, то ни разу не выполняем). Но, если после очередной операции сложения/вычитания частичный остаток, по модулю, будет меньше чем исходный (несдвинутый) делитель, то операция деления прекращается, а частное дополняется нулями так, чтобы число разрядов частного равнялось k+1.  
В нашем случае процесс деления выглядит следующим образом :

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Разр. | c | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| Частное | А |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
|  | - B |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | = |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
|  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 |  |  |  |  |
|  | <-- |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
|  | + B |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | = |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |
|  | <-- |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  | - B |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | = |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | <-- |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | - B |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | = |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Здесь в колонке "Частное", сверху вниз, записаны разряды искомого частного, начиная со старших. Обратите внимание - значение разряда частного - это просто иверсия 15-го (знакового) разряда частичного остатка.  
В следующем столбце - символика действий предпринимаемых в зависимости от знака частичного остатка. Смысл этих символов следующий:  
    + В - делитель В прибавляется к регистру делимого A;  
    - В - делитель В вычитается из регистра делимого A (технически здесь прибавляется Вдоп );  
    <-- - частичный остаток сдвигается на один разряд влево;  
   " = " - показывается значение частичного остатка полученного после сложения.

6) Определяем остаток от деления. Для этого анализируем последний частичный остаток. В нашем случае он равен "0000000000011000".  
6.1) Анализируем знак остатка (15-й разряд). В знаковом разряде содержится ноль, следовательно наш остаток положительный и представлен в прямом коде.  
6.2) Так как в процессе деления частичные остатки были сдвинуты 3 раза влево, то для получения верного значения последний полученный остаток необходимо сдвинуть 3 раза вправо (вернуть на место). После сдвига имеем:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Разр. | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

7) Определяем знак результата. Если знаки исходных операндов одинаковы, то результирующее частное положительно и наоборот. В нашем случае знаки совпадают, следовательно результирующее частное положительно.

Ответ:    10111102 : 11012 = 1112 и 112 в остатке.