

Задание:

- 1) Необходимо написать модуль на языке Verilog/System Verilog/VHDL, осуществляющий статистический контроль качества отрезка случайного числа. Длина отрезка составляет 256 бит (32 байта).

Статистический контроль заключается в следующем:

А) В проверяемом отрезке (32 Байта) подсчитываются следующие показатели:

- Число единиц (величина V1);
- Число знакоперемен (величина Vзн);
- Максимальное число идущих подряд единиц (величина L1), т.е., по сути, ищем максимальную длину цепочки из идущих подряд бит равных 1;
- Максимальное число идущих подряд нулей (величина L0), т.е. ищем максимальную длину цепочки из идущих подряд бит равных 0;

Б) По завершению обработки очередного отрезка случайного числа требуется проверить выполнение следующих соотношений:

- $100 < V1 < 156$
- $100 < Vзн < 155$
- $4 < L0 \leq 24$
- $4 < L1 \leq 24$

- 2) Написать на языке Verilog/System Verilog/VHDL тестбенч для проверки функционирования модуля. Минимальный объем проверки заключается в подаче на вход модуля не менее одного отрезка случайного числа (256 бит). При этом требуется рассмотреть хотя бы один случай успешной проверки отрезка (по всем критериям) и один случай, когда число не удовлетворяет минимум двум любым критериям.

Дополнительные условия (должны выполняться):

- 1) Модуль желательно реализовать без использования IP-блоков (например, памяти, fifo и т.п.), привязанных к тому или иному производителю ПЛИС (то есть эти модули достаточно описать в общем виде, согласно стилю описания таких элементов в Verilog – это нужно для возможности запуска моделирования в среде Modelsim без необходимости поиска скомпилированных библиотек для IP-модуля или же необходимо предоставить все необходимые исходные файлы, достаточные для запуска моделирования).
- 2) Предусмотреть в модуле выходные порты, выводящие значения подсчитываемых показателей, а также порты для контроля статуса соответствия/несоответствия по каждому из критериев.
- 3) Тактовая частота работы модуля 100МГц (т.е. все операции выполняются на ней, и мы не используем PLL для умножения частоты).
- 4) Скорость поступления случайного числа (непрерывного потока) – 800 Мбит/с.
- 5) Случайное число поступает по параллельной 8-ми разрядной шине (на частоте 100 МГц => отсюда и 800 Мбит/с).
- 6) Для определенности считаем, что число подается младшим байтом вперед (т.е., сначала на вход поступает 0-й байт случайной последовательности, потом 1-й и т.д. до 31-го – последнего байта в отрезке, далее нумерация байт повторяется с 0-го – для нового отрезка случайного числа, которое продолжит поступать дальше в виде непрерывного потока).
- 7) Все подсчеты начинаем, начиная с младшего бита каждого байта.
- 8) **Понятие знакоперемены:** знакопеременной считается любая смена бита в цепочке, т.е. когда два соседних бита отличаются друг от друга (сочетания “0 – 1” или “1 – 0”).
- 9) При подсчетах знакоперемен и идущих подряд нулей и единиц важно не забывать о том, что число рассматривается как **единое целое**, т.е. подсчеты ведутся за весь отрезок (256

бит) целиком, с учетом возможного продолжения цепочек в соседних байтах. А знакоперемены учитываются и между байтами. Ниже приведено пояснение на примере некоторого 16-битного (не 256-битного) отрезка случайного числа:

16-битный отрезок включает в себя два идущих друг за другом двоичных 8-битных случайных числа:

| | 1-й байт | | | | | | | | 0-й байт | | | | | | | | На вход модуля |
|------------|----------|----|----|----|----|----|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| Номер бита | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | --> |
| Число | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | |

Знакопеременами буду сочетания бит (приведены номера бит):

0-1

1-2

3-4

5-6

7-8

10-11

11-12

13-14

14-15

Итого для 16-битного числа имеем 9 знакоперемен (в том числе, учитываем переход на границе 0-го и 1-го байта – **7-8**).

Еще один пример (подсчета L0/L1):

Имеем 32-битный отрезок (по заданию он будет уже 256-битным):

| 3-й байт | 2-й байт | 1-й байт | 0-й байт |
|----------|----------|----------|----------|
| 01110000 | 00111101 | 01100111 | 11000110 |

В этой последовательности имеем максимально 5 идущих подряд единиц, т.е. для 32-битного отрезка случайного числа результат L1 == 5.

Аналогично считаем максимальное число идущих подряд нулей – L0 (для данного отрезка L0 == 6).