|  |
| --- |
|  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«МИРЭА - Российский технологический университет»**  **РТУ МИРЭА** |

Институт Информационных Технологий

Кафедра Вычислительной Техники (ВТ)

**ОТЧЁТ ПО ПРАКТИЧЕСККОЙ РАБОТЕ №4**

«Узлы. Мультиплексор. Дешифратор. Шифратор»

по дисциплине

«Архитектура вычислительных машин и систем»

|  |  |
| --- | --- |
| Выполнил студент группы  ИВБО-11-23 | Туктаров Т.А. |
| Принял ассистент кафедры ВТ | Дуксина И.И. |
| Практическая работа выполнена | «2» октября 2024 г. |
| «Зачтено» | «2» октября 2024 г. |

Москва 2024

АННОТАЦИЯ

Данная работа включает в себя 1 рисунок, 1 таблицу, 7 листингов. Количество страниц в работе – 12

СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc184212329)

[1 ХОД РАБОТЫ 5](#_Toc184212330)

[1.1 Практическое введение 5](#_Toc184212331)

[1.2 Восстановление таблицы истинности 5](#_Toc184212332)

[1.3 Реализация параметрического мультиплексора 6](#_Toc184212333)

[1.4 Реализация параметрического дешифратора 7](#_Toc184212334)

[1.5 Реализация параметрического шифратора 7](#_Toc184212335)

[1.6 Реализация логической функции на мультиплексорах 8](#_Toc184212336)

[1.7 Реализация логической функции на дешифраторах 8](#_Toc184212337)

[1.8 Реализация логической функции на преобразователе кодов 9](#_Toc184212338)

[1.9 Верификация 9](#_Toc184212339)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 11](#_Toc184212340)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 12](#_Toc184212341)

ВВЕДЕНИЕ

Мультиплексор - комбинационная схема, имеющая n адресных входов, 2^n информационных входов, 1 выход. На выход поступает значение с того информационного входа, номер которого задаётся при помощи адресных входов. Дешифратор - комбинационная схема, имеющая n входов, 2^n выходов. Сигнал логической единицы будет сформирован на выходе, номер которого в двоичном виде задан на входах.

Шифратор - комбинационная схема, имеющая 2^n информационных входов, и выходов. На выходах формируется номер входа, на который была подана логическая единица. Зачастую сопровождается выходом, который отвечает за индикацию того факта, что на входе нет ни единого сигнала логической единицы. В приоритетных шифраторах больший вес имеет старший вход, на котором сигнал логической единицы.

Преобразователь кодов. Узел может быть реализован как совокупность дешифратора и шифратора. Кодирует входной сигнал согласно внутренним связям.[1][2]

1 ХОД РАБОТЫ

1.1 Практическое введение

Реализовать логическую функцию от 5 переменных на Verilog HDL с использованием дешифраторов, мультиплексоров и преобразователя кодов. Произвести верификацию. Заданная логическая функция: 478E9C16.

1.2 Восстановление таблицы истинности

Имея логическую функцию в векторном виде 478E9C16 воссоздадим таблицу истинности(Таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Таблица истинности функции

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Продолжение таблицы 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

1.3 Реализация параметрического мультиплексора

Реализуем параметрический мультиплексор в модуле. Реализация представлена в Листинге 2.1

Листинг 2.1 – Модуль реализации мультиплексора

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module mux#(width = 2)(  input [width - 1:0] a,  input [0: 2\*\*(width) - 1] in,  input enable,  output f  );  assign f = enable && in[a];  endmodule |

1.4 Реализация параметрического дешифратора

Реализуем параметрический дешифратор в модуле. Реализация

представлена в Листинге 2.2.

Листинг 1.2 – Модуль реализации дешифратора

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module dc#(width = 2)(  input[width - 1: 0] in,  input enable,  output [2\*\*(width) - 1: 0] f  );  assign f = !enable ? 0 : 1 << in;  endmodule |

1.5 Реализация параметрического шифратора

Реализуем параметрический шифратор в модуле. Реализация представлена

в Листинге 2.3.

Листинг 1.3. – Модуль реализации шифратора

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module cd#(width = 2)(  input [2\*\*(width) - 1: 0]in,  output Q,  output reg [width - 1: 0] f  );  integer n;  always@(in)  begin  f = 0;  for (n = 0; n <= 2\*\*(width) - 1; n = n + 1)  if (in[n])  begin  f = n;  end  end  assign Q = in == 0;  endmodule |

1.6 Реализация логической функции на мультиплексорах

Реализуем логическую функцию на основе минимального количества мультиплексоров 2-1 и инверторов в модуле. Реализация представлена в Листинге 1.4

Листинг 1.4 – Модуль реализации функции на мультиплексорах

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module func1(  input [4:0] x,  output f  );  wire w1\_1,w1\_2,w1\_3,w1\_4,w1\_5,w1\_6,w1\_7,w1\_8, w2\_1,w2\_2,w2\_3,w2\_4, w3\_1,w3\_2;  // 1st level  mux #(1) mux0(.a(x[1]), .in({x[0], 1'b0}), .enable(1'b1), .f(w1\_1));  mux #(1) mux1(.a(x[1]), .in({x[0], 1'b1}), .enable(1'b1), .f(w1\_2));  mux #(1) mux2(.a(x[1]), .in({~x[0], 1'b0}), .enable(1'b1), .f(w1\_3));  mux #(1) mux3(.a(x[1]), .in({1'b1, ~x[0]}), .enable(1'b1), .f(w1\_4));  mux #(1) mux4(.a(x[1]), .in({~x[0], x[0]}), .enable(1'b1), .f(w1\_5));  mux #(1) mux5(.a(x[1]), .in({1'b1, 1'b0}), .enable(1'b1), .f(w1\_6));  mux #(1) mux6(.a(x[1]), .in({1'b0, x[0]}), .enable(1'b1), .f(w1\_7));  mux #(1) mux7(.a(x[1]), .in({x[0], ~x[0]}), .enable(1'b1), .f(w1\_8));  // 2nd level  mux #(1) mux8(.a(x[2]), .in({w1\_1,w1\_2}), .enable(1'b1), .f(w2\_1));  mux #(1) mux9(.a(x[2]), .in({w1\_3,w1\_4}), .enable(1'b1), .f(w2\_2));  mux #(1) mux10(.a(x[2]), .in({w1\_5,w1\_6}), .enable(1'b1), .f(w2\_3));  mux #(1) mux11(.a(x[2]), .in({w1\_7,w1\_8}), .enable(1'b1), .f(w2\_4));  //3rd level  mux #(1) mux12(.a(x[3]), .in({w2\_1,w2\_2}), .enable(1'b1), .f(w3\_1));  mux #(1) mux13(.a(x[3]), .in({w2\_3,w2\_4}), .enable(1'b1), .f(w3\_2));  // 4th level  mux #(1) mux14(.a(x[4]), .in({w3\_1,w3\_2}), .enable(1'b1), .f(f));  endmodule |

1.7 Реализация логической функции на дешифраторах

Реализуем логическую функцию на основе минимального количества дешифраторов 2-4, инверторов и элементов ИЛИ на дешифраторах в модуле.Реализация представлена в Листинге 2.5.

*Листинг 2.5 – Модуль реализации функции на дешифраторах*

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module func2(  input [4:0] x,  output f  );  wire [3:0] w1\_1, w2\_1, w2\_2, w3\_1,w3\_2, w3\_3, w3\_4, w3\_5, w3\_6,  w3\_7,w3\_8;  // 1st level  dc#(2) dc0(.in({x[4], x[4]}), .enable(1'b1), .f(w1\_1)); |

*Продолжение Листинга 2.5*

|  |
| --- |
| // 2nd level  dc#(2) dc1(.in({x[3], x[2]}), .enable(w1\_1[0]), .f(w2\_1));  dc#(2) dc2(.in({x[3], x[2]}), .enable(w1\_1[3]), .f(w2\_2));  // 3rd level  dc#(2) dc3(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_1[0]), .f(w3\_1));  dc#(2) dc4(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_1[1]), .f(w3\_2));  dc#(2) dc5(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_1[2]), .f(w3\_3));  dc#(2) dc6(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_1[3]), .f(w3\_4));    dc#(2) dc7(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_2[0]), .f(w3\_5));  dc#(2) dc8(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_2[1]), .f(w3\_6));  dc#(2) dc9(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_2[2]), .f(w3\_7));  dc#(2) dc10(.in({x[1], x[0]}), .enable(w2\_2[3]), .f(w3\_8));    assign f = w3\_1[1] | w3\_2[1] | w3\_2[2] | w3\_2[3] | w3\_3[0] | w3\_4[0] | w3\_4[1] | w3\_4[2]  | w3\_5[0] | w3\_5[3] | w3\_6[0] | w3\_6[1] | w3\_7[3] | w3\_8[1] | w3\_8[2];  endmodule |

1.8 Реализация логической функции на преобразователе кодов

Реализация логической функции на основе преобразователя кодов (дешифратор 5-32, шифратор и набор элементов ИЛИ). Реализация представлена в Листинге 2.6.

*Листинг 2.6 – Модуль реализации функции на преобразователе кодов*

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module func3(  input [4:0] x,  output f  );  wire [31:0] f\_dc0;  wire Q;  reg [1:0] in\_cd;  dc# (5) dc0(.in(x), .enable(1'b1), .f(f\_dc0));  always @(\*)  begin  in\_cd[1] = f\_dc0[1] | f\_dc0[5] | f\_dc0[6] | f\_dc0[7] | f\_dc0[8] | f\_dc0[12] | f\_dc0[13] | f\_dc0[14] | f\_dc0[16] | f\_dc0[19] | f\_dc0[20] | f\_dc0[21] | f\_dc0[27] | f\_dc0[29] | f\_dc0[30];  end  cd#(1) cd1(.in(in\_cd), .Q(Q), .f(f));  endmodule |

1.9 Верификация

Произведем верификацию модулей, для это создадим модуль testbench.v(Листинг 2.7).

*Листинг 2.7 – Модуль верификации модулей*

|  |
| --- |
| `timescale 1ns / 1ps  module testbench();  reg [4:0] args;  reg clk;  wire f\_mux, f\_dc, f\_cd;  reg [0:31] reference\_reg, error\_reg\_mux,error\_reg\_dc, error\_reg\_cd;  initial begin  reference\_reg = 32'h478E9C16;  args = 0;  clk = 0;  error\_reg\_mux = 0;  error\_reg\_dc = 0;  error\_reg\_cd = 0;  end  always #10 clk = ~clk;  always @(posedge clk) begin  error\_reg\_mux[args] <= (f\_mux ~^ reference\_reg[args]);  error\_reg\_dc[args] <= (f\_dc ~^ reference\_reg[args]);  error\_reg\_cd[args] <= (f\_cd ~^ reference\_reg[args]);  args <= args + 1;  if (args == 32'h478E9C16)  $finish;  end  func1 mx\_f(  .x(args),  .f(f\_mux)  );  func2 dc\_f(  .x(args),  .f(f\_dc)  );  func3 cd\_f(  .x(args),  .f(f\_cd)  );  endmodule |

Результат верификации представлен на Рисунке 2.1

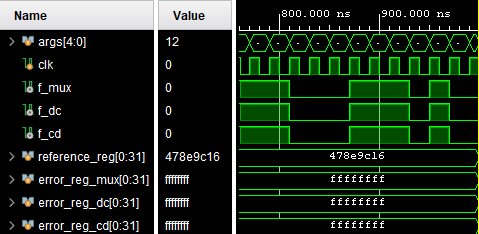


Рисунок 2.1 – Результат верификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была реализована логическая функция из 5 переменных с использованием мультиплексоров, дешифраторов и преобразователя кодов при помощи языка описания аппаратуры Verilog средствами САПР Vivado. Произведена верификация полученных модулей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания по ПР № 4 — URL: <https://online-edu.mirea.ru/mod/resource/view.php?id=405132>.
2. Программа Logisim – URL: <https://online-edu.mirea.ru/mod/resource/view.php?id=511147>
3. Мусихин А. Г., Смирнов Н. А. Архитектура вычислительных машин и систем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - – Режим доступа: <https://ibc.mirea.ru/books/share/4180/>
4. Мусихин А. Г., Смирнов Н. А. Архитектура вычислительных машин и систем [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: [https://library.mirea.ru/secret/16022021/2532.iso](https://library.mirea.ru/secret/16022021/2532.iso%20) 2. Мусихин А. Г., Смирнов Н. А. Архитектура вычислительных машин и систем [Электронный ресурс]:методические рекомендации к контрольным работам. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: <https://ibc.mirea.ru/books/share/3782/>