**1 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1**

**ИНДИКАТОРЫ НА СВЕТОДИОДАХ**

**Цель работы:** разработать индикатор на полупроводниковых светодиодах.

* 1. **Краткие теоретические сведения**

### Отображение входной и выходной информации цифровых устройств в значительной мере определяет их эргономические параметры и влияет на производительность оператора. Устройства отображения строят на основе различных оптических приборов, электронно-лучевых трубок, ламп накаливания, светодиодов, газоразрядных, электролюминесцентных, жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ).

В малогабаритных цифровых устройствах индикацию алфавитно-цифровой информации чаще всего выполняют на ЖКИ и/или светодиодах.

Полупроводниковый светодиод – это излучающий полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, предназначенный для непосредственного преобразования электрической энергии в энергию некогерентного светового излучения. Действие полупроводникового светодиода базируется на спонтанном излучении, образующемся вследствие рекомбинации некомпенсированных носителей заряда, которые инжектируют через p-n переход.

Конструкция светодиода предусматривает возможность вывода светового излучения из области p-n перехода через прозрачное стекло в корпусе. В зависимости от выбранного материала и ширины запрещенной зоны полупроводника излучение может лежать в инфракрасной, видимой или ультрафиолетовой области спектра. Светодиоды имеют следующие достоинства: низкое напряжение питания, хорошую контрастность изображения, использование разных цветов, большой угол наблюдения и срок службы, высокое быстродействие, возможность интеграции с управляющими и дешифрирующими ИМС. Главный недостаток светодиодов – относительно большой потребляемый ток, который зависит от площади оптического элемента и достигает 3 ... 30 мА.

По технологии производства светодиоды можно разделить на две группы: гибридные, получаемые нанесением полупроводника на изоляционную подложку, и монолитные, получаемые из монокристалла полупроводника.

Наиболее распространенный цвет - красный.

КПД преобразования электрической энергии в энергию светового излучения составляет в инфракрасной части спектра 1 – 5 %, а в видимой –   
0,8 – 10 %.

Основными параметрами полупроводникового светодиода являются: яркость и мощность излучения, длина волны излучаемого света, инерционность.

### PLD-EMULATOR в своем составе имеет один светодиодный индикатор, который состоит из восьми полупроводниковых светодиодов.

Схема подключения индикатора на полупроводниковых светодиодах к ПЛИС приведена на рисунке 1.1.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1.1 – Подключение полупроводниковых светодиодов к ПЛИС |

## 1.2 Порядок выполнения лабораторной работы

1.2.1 Запустите САПР MAX+plusII и подготовьте Text Editor к работе.

1.2.2 Опишите алгоритм работы светодиодного индикатора на поведенческом уровне языка VHDL с учетом вариантов заданий, которые указаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Особенности реализации | Алгоритм |
| 12 | Предложение Case Statement | 2 |

Таблица 1.2 – Алгоритм индикации №4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Т1** | **Т2** | **Т3** | **Т4** | **Т5** | **Т6** | **Т7** | **Т8** | **Т9** | **Т10** | **Т11** | **Т12** | **Т13** | **Т14** | **Т15** |
| **VD1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **VD2** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **VD3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **VD4** | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **VD5** | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **VD6** | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **VD7** | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| **VD8** | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

1.2.3 Выберите тип устройства.

1.2.4 Назначьте номера контактов.

1.2.5 Произведите компиляцию проекта с помощью утилиты Compiler.

1.2.6 Опишите входные сигналы в Waveform Editor, а затем получите и исследуйте временные диаграммы работы разработанного индикатора.

1.2.7 Включите стенд и выберите режим Byte-Blaster→PLD.

1.2.8 Произведите загрузку готового проекта в ПЛИС с помощью программатора (Programmer).

1.2.9 Визуально оцените правильность функционирования индикатора.

* 1. **Результаты выполнения работы**

Код программы на языке VHDL:

entity led\_line is

generic (

MAX\_LEDS : integer := 8;

MAX\_DIV : integer := 32768;

MAX\_STATE : integer := 14

);

port (

clk, reset : in bit;

output\_led : out bit\_vector ((MAX\_LEDS - 1) downto 0)

);

end led\_line;

architecture leds\_arch of led\_line is

signal state : integer range 0 to MAX\_STATE;

begin

process (clk, reset)

variable div\_cnt : integer range 0 to MAX\_DIV;

begin

if reset = '0' then

state <= 0;

elsif (clk'event and clk = '1') then

div\_cnt := div\_cnt + 1;

if (div\_cnt = MAX\_DIV) then

state <= state + 1;

if state = MAX\_STATE then

state <= 0;

end if;

div\_cnt := 0;

end if;

end if;

case state is

when 0 => output\_led <= "00000001";

when 1 => output\_led <= "00000010";

when 2 => output\_led <= "00000100";

when 3 => output\_led <= "00001000";

when 4 => output\_led <= "00010000";

when 5 => output\_led <= "00100000";

when 6 => output\_led <= "01000000";

when 7 => output\_led <= "10000000";

when 8 => output\_led <= "01000000";

when 9 => output\_led <= "00100000";

when 10 => output\_led <= "00010000";

when 11 => output\_led <= "00001000";

when 12 => output\_led <= "00000100";

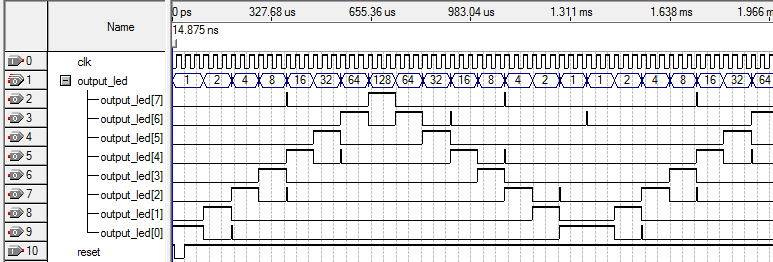
when 13 => output\_led <= "00000010";

when 14 => output\_led <= "00000001";

end case;

end process;

end leds\_arch;

  
Рисунок 1.2 – Временные диаграммы светодиодного индикатора

**1.4 Особенности функционирования САПР Quartus II.**

В ходе выполнения лабораторной работы новых особенностей САПР Quartus II не было выялено.

**Выводы**

В ходе лабораторной работы был описан на языке VHDL светодиодный индикатор с использованием предложения Case statement. Был проведен анализ его временных диаграмм, а также были получены навыки по созданию проекта, отладке и загрузке проекта в стенд с использованием САПР Quartus II.