

**РАЗРАБОТКА АМПЛИТУДНОГО МОДУЛЯТОРА НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОЙ
ЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ****Шабарчин Валентин Владиславович**

студент

Аверченко Артём Павлович

старший преподаватель

Омский государственный технический университет, г. Омск

Аннотация. При передаче информации по радиоканалам используют различные виды модуляции. Амплитудная модуляция - один из самых простых и распространённых способов модуляции. В статье рассмотрена технология простейшего амплитудного модулятора на программируемой логической интегральной схеме.

Ключевые слова: амплитудная модуляция, программируемая логическая интегральная схема, модулятор, верилог, простой технология.

Амплитудной модуляцией (АМ) называют образование сигнала путём изменения амплитуды гармонического колебания («несущей») пропорционально мгновенным значениям напряжения или тока другого, более низкочастотного электрического сигнала (сообщения)[3, с.26]. Её можно описать с помощью формулы (1).

$$u_{am}(t) = u_c(t) \left[1 + m \frac{u_m(t)}{|u_m(t)|_{max}} \right] \quad (1)$$

где $u_{am}(t)$ – сигнал с амплитудной модуляцией,

$u_c(t)$ – несущий сигнал,

$u_m(t)$ – информационный сигнал,

$|u_m(t)|_{max}$ – амплитуда информационного сигнала.

В описываемой работе несущим и информационным сигналами будут выступать два синуса разной частоты (частота несущей на порядки больше частоты информационного сигнала). Амплитуда синусов будет равна 255. Глубина модуляции m - 0.25. В итоге, формула (1), после всех упрощений, примет вид формулы (2).

$$u_{am}(t) = [U_p + m * U_c * \sin(\omega_m t)] * \sin(\omega_c t) \quad (2)$$

где U_p – параметр постоянной составляющей,

U_c – амплитуда несущей,

ω_m – угловая частота информационного сигнала,

ω_c – угловая частота несущей.

Чтобы не переполнять разрядную сетку был введён параметр U_p . Переполнение не происходит, если выполняется условие (3).

$$U_p + m * U_c \leq U_c \quad (3)$$

Для описанного проекта было выбрано значение $U_p = 191$.

$$191 + 0.25 * 255 \leq 255$$

$$254 \leq 255$$

На основании выше изложенного, был написан код на языке Verilog HDL амплитудного модулятора, изображённый на рисунке 1.

```

1  module Modulator(
2      input wire [8:0] inf, mod,
3      output reg signed [8:0] qsum
4  );
5
6      reg signed [8:0] inf_quart, r_mod, amp;
7
8      always @(inf or mod)
9      begin
10         r_mod = mod;
11         inf_quart = inf;
12
13         inf_quart = inf_quart >>> 2;
14         amp = 191 + inf_quart;
15         qsum = amp * r_mod / 255;
16
17     end
18
19 endmodule
20

```

Рисунок 1. Код амплитудного модулятора

Данный код реализует амплитудную модуляцию двух синусоидальных сигналов, используя формулу (2).

Был спроектирован модуль, для генерации синусоидального сигнала изображённый на рисунке 2.

```

1  module Sine_Wave(
2      input clk,
3      output reg signed [8:0] out_res
4  );
5      reg [7:0] sine_val [0:6];
6      initial begin
7          sine_val[0] = 0;
8          sine_val[1] = 66;
9          sine_val[2] = 127;
10         sine_val[3] = 180;
11         sine_val[4] = 220;
12         sine_val[5] = 246;
13         sine_val[6] = 255;
14     end
15
16     reg [2:0] cnt = 0;
17     reg signed [3:0] i = 0;
18
19     always @(posedge clk)
20     begin
21         case (cnt)
22             0: begin out_res = sine_val[i]; i = i + 1; end
23             1: begin out_res = sine_val[i]; i = i - 1; end
24             2: begin out_res = 0 - sine_val[i]; i = i + 1; end
25             default: begin out_res = 0 - sine_val[i]; i = i - 1; end
26         endcase
27         if (i == 7) begin
28             i = 5;
29             cnt = cnt + 1;
30         end
31         if (i == -1) begin
32             i = 1;
33             cnt = cnt + 1;
34         end
35         if (cnt == 4) begin
36             cnt = 0;
37         end
38     end
39 endmodule

```

Рисунок 2. Код генератора синусоидального сигнала

Здесь частотой синуса выступает частота тактовой схемы, подключённого к порту «clk». При этом частота синусоиды будет в 25 раз меньше частоты этой схемы.

Сам синусоидальный сигнал формируется путём поочерёдного вывода значений из памяти. Значения берутся каждый 15 градусов, начиная с нуля и заканчивая 90 градусами (включительно). Полученные значения синусов были умножены на 255 и округлены в меньшую сторону.

Взаимосвязь двух вышеописанных модулей показана на рисунке 3.

```

1  module Signal_AM(
2      input clk_inf, clk_mod,
3      output [8:0] signal
4  );
5
6      wire [8:0] w1, w2;
7
8      Sine_Wave Sine_inf ( .clk(clk_inf), .out_res(w1) );
9      Sine_Wave Sine_mod ( .clk(clk_mod), .out_res(w2) );
10     Mdlator Mod_1 ( .inf(w1), .mod(w2) , .qsum(signal) );
11
12     endmodule

```

Рисунок 3. Код модуля описания взаимодействий.

Конечный результат представляет из себя модуль с двумя входами отвечающими за частоты информационного и несущего сигнала и одним выходом, выдающий готовый результат в виде сигнала с амплитудной модуляцией.

После компиляции и синтеза проекта была составлена схема подключений из логических вентилей, изображённая на рисунке 4.

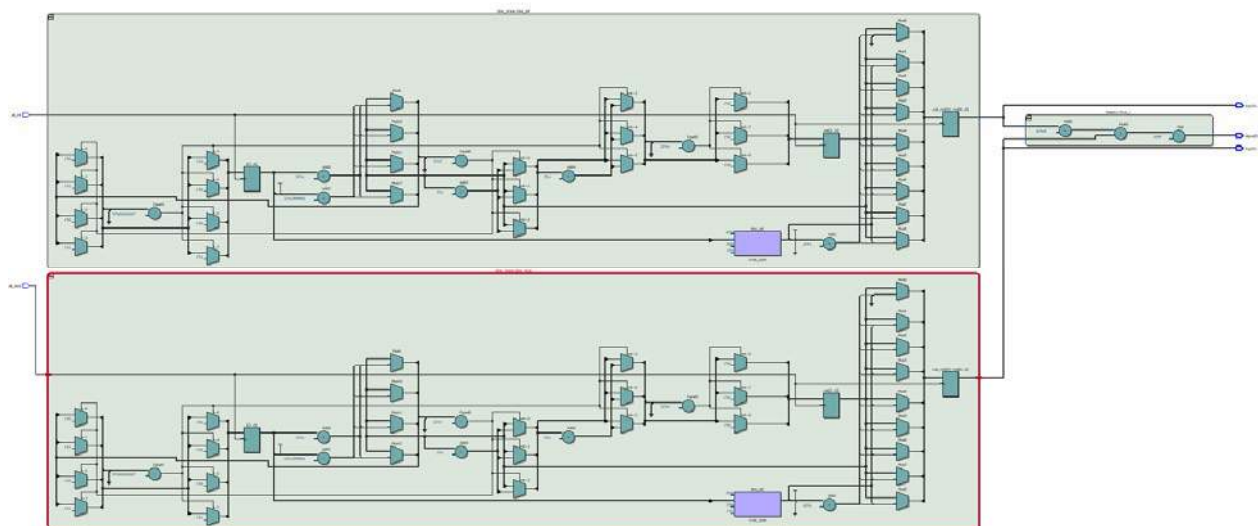


Рисунок 4. Синтезированная логическая схема

В ходе симуляции были получены данные и по ним построен график амплитудно-модулированного сигнала изображённый на рисунке 5.

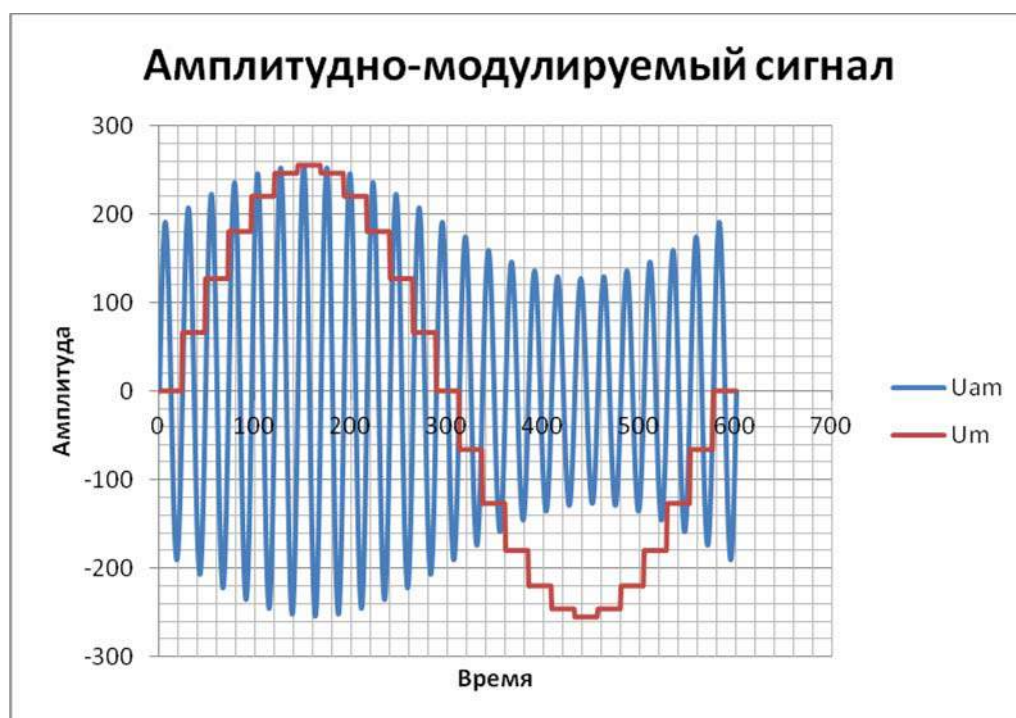


Рисунок 5. Результаты моделирования амплитудного модулятора

Данная статья выполнялась с целью спроектировать амплитудный модулятор на базе программируемой логики. Спроектированный модулятор был протестирован с использованием программных сред Quartus II и Simulink.

Используя один сигнал как несущее колебание, а другой - как информационный сигнал, данный модуль изменяет амплитуду несущей, по закону изменения амплитуды информационного сигнала.

Список литературы:

1. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов / В.Б. Стешенко. - Москва: Додэка, 2000. — 128 с.
2. Попок, А.Ю. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС / А.Ю. Лукаш. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 80 с.
3. Горюнов А. Г. Телеконтроль и телеуправление: учебное пособие / С.Н. Ливенцов, Ю.А. Чурсин; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 139 с.
4. DE2-115 User Manual

ISSN 2541-9250
НАУКА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ВРЕМЕНИ
Международный научный журнал
Ежемесячное научное издание
№7 (40) 2020



Библиографическое описание статьи:

Шабарчин В.В. Разработка амплитудного модулятора на базе программируемой логической интегральной схемы // Наука через призму времени. – 2020. – №7 (40). – С. 13-17



<http://www.naupri.ru/journal/2603>

© Шабарчин В.В., 2020

© Редакция научного журнала «Наука через призму времени», 2020