**Задание на Контрольную работу:**

1. Построить в среде моделирования электронных схем (Electronics Workbench, NI Multisim или др.) схему квадратурного модулятора, реализующую вид модуляции согласно варианту (Таблица 1).
2. Представить фамилию и имя студента в виде последовательности кодовых комбинаций по кодировке Unicode (Таблица 2). Полученную последовательность преобразовать в последовательности синфазного (I) и квадратурного (Q) каналов в соответствии принципом работы реализуемого вида модуляции.
3. Подать синфазную и квадратурную последовательности на входы соответствующих каналов модулятора. Изучить осциллограмму модулированного сигнала (результата модуляции). Привести в РГР осциллограммы первых трех букв исходной последовательности.
4. Выполнить анализ Фурье выходного сигнала модулятора. Привести в РГР график амплитудного спектра выходного сигнала.
5. Увеличить частоты несущих на 10кГц. Привести в РГР график амплитудного спектра выходного сигнала.

**Контрольная работа должна содержать:**

* Титульный лист
* задание на контрольную работу
* Структурную схему реализуемого модулятора
* Сигнальное созвездие реализуемого вида модуляции
* Функциональную схему модулятора, выполненную в среде моделирования электронных схем
* Последовательность кодовых комбинаций по ФИ студента
* Последовательности синфазного и квадратурного каналов
* Осциллограммы выходного сигнала модулятора первых трех букв исходной последовательности
* Графики амплитудного спектра выходного сигнала

Таблица 1 – Варианты заданий на контрольную работу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра зачетной книжки | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Вид модуляции | QPSK | 16-QAM | 16-PSK | 16-PSK | QPSK | 16-QAM | QPSK | 16-PSK | 16-QAM | QPSK |
| Fs, кГц | 5 | 20 | 5 | 10 | 10 | 5 | 5 | 20 | 5 | 10 |
| fнесущ, кГц | 50 | 70 | 40 | 50 | 80 | 40 | 60 | 80 | 40 | 60 |

Таблица 2 – Кодовые комбинации строчных букв русского алфавита

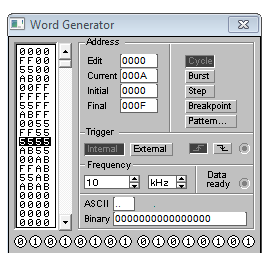
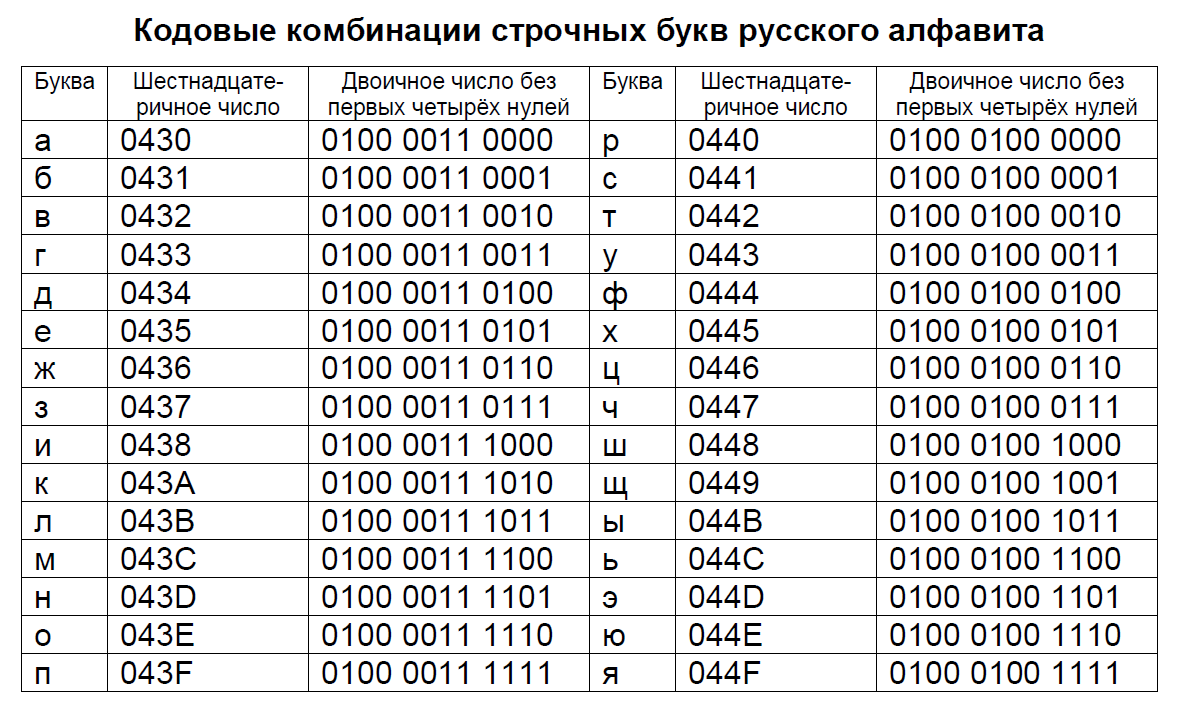
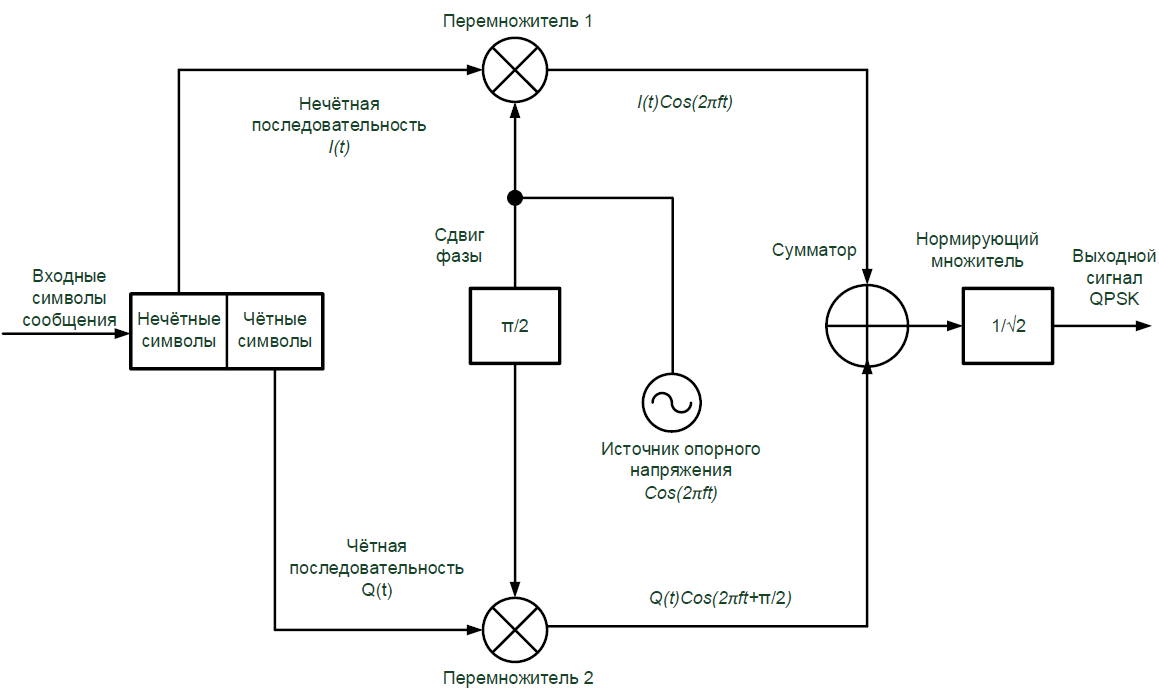


Рисунок 1 – Интерфейс генератора слов

**Указания к виду манипуляции QPSK**

Структурная схема модулятора QPSK представлена на рисунке 2.

Рисунок 2  Структурная схема модулятора QPSK



Соответствие входных сигналов выходным значениям фазы показано на рисунке 3.

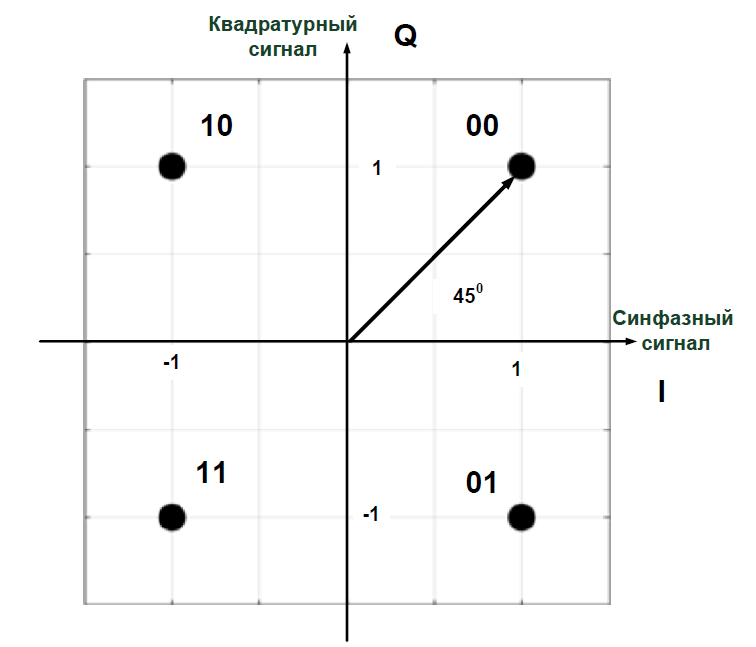


Рисунок 3 – Сигнальное созвездие QPSK

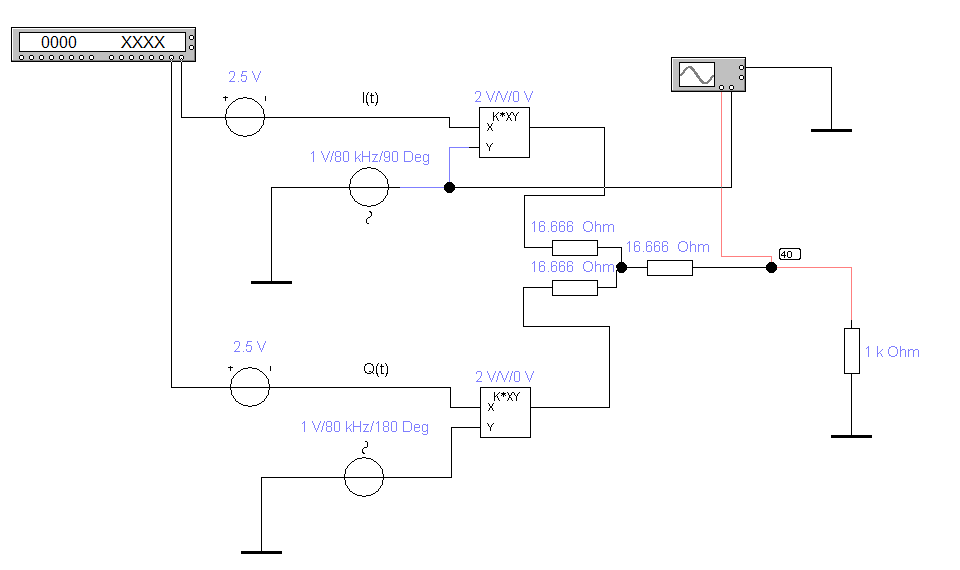


Рисунок 4 – Схема моделирование QPSK модулятора в EWB

**Указания к видам манипуляции 16-PSK, 16-QAM**

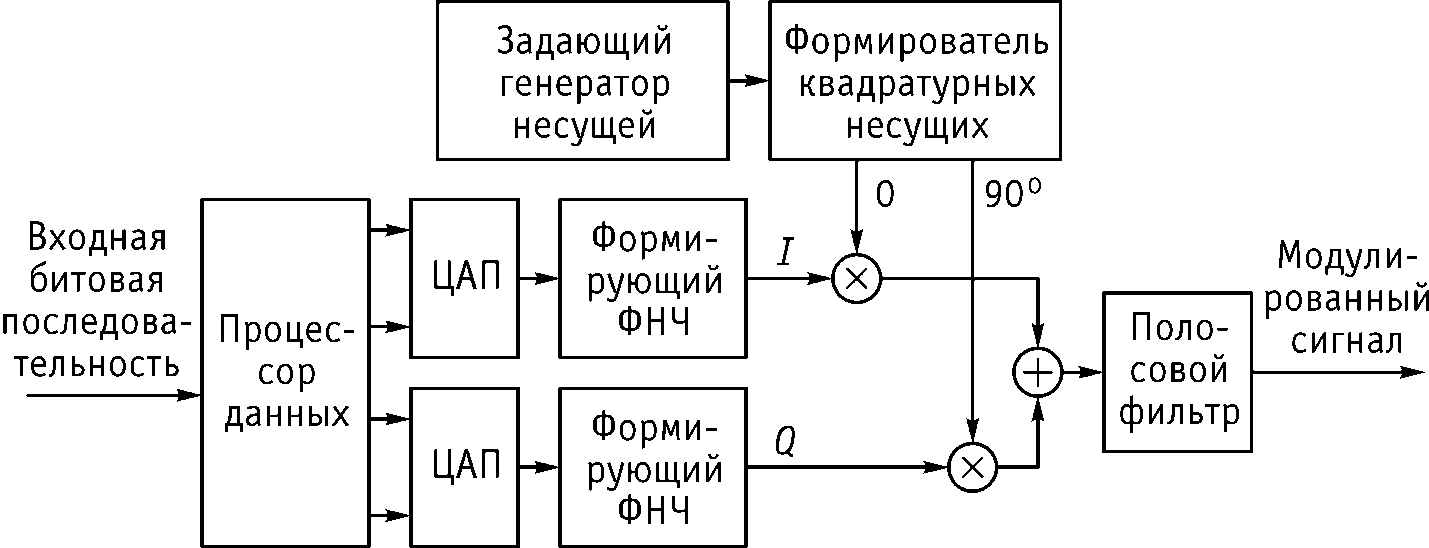


Рисунок 5 – Структурная схема квадратурного модулятора

Рисунок 6 – Сигнальное созвездие 16-QAM и 16-PSK

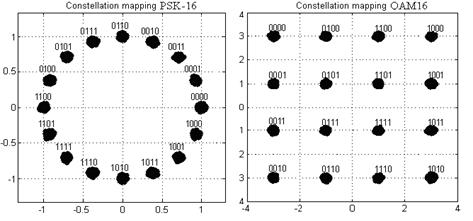


Таблица 3 – Соответствие кодовой комбинации на входе ЦАП выходному значению напряжения 16-QAM

|  |  |
| --- | --- |
| Кодовая комбинация | Напряжение на выходе |
| 0x00 | -3В |
| 0x55 | -1В |
| 0xAB | +1В |
| 0xFF | +3В |

Таблица 4 – Соответствие значений синфазной и квадратурной составляющей кодовой комбинации на входе ЦАП 16-PSK

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | I() | Hex I() | Q() | Hex Q() |
| 0 | 1,0000 | FF | 0 | 80 |
| 22,5 | 0,9239 | F6 | 0,382683 | B0 |
| 45 | 0,7071 | DA | 0,707107 | DA |
| 67,5 | 0,3827 | B0 | 0,92388 | F6 |
| 90 | 0,0000 | 79 | 1 | F9 |
| 112,5 | -0,3827 | 4F | 0,92388 | F6 |
| 135 | -0,7071 | 25 | 0,707107 | DA |
| 157,5 | -0,9239 | 09 | 0,382683 | B0 |
| 180 | -1,0000 | 00 | 0 | 80 |
| 202,5 | -0,9239 | 09 | -0,38268 | 4F |
| 225 | -0,7071 | 25 | -0,70711 | 25 |
| 247,5 | -0,3827 | 4F | -0,92388 | 09 |
| 270 | 0,0000 | 7F | -1 | 00 |
| 292,5 | 0,3827 | B0 | -0,92388 | 09 |
| 315 | 0,7071 | DA | -0,70711 | 25 |
| 337,5 | 0,9239 | F6 | -0,38268 | 4F |
| 360 | 1,0000 | FF | 0 | 80 |

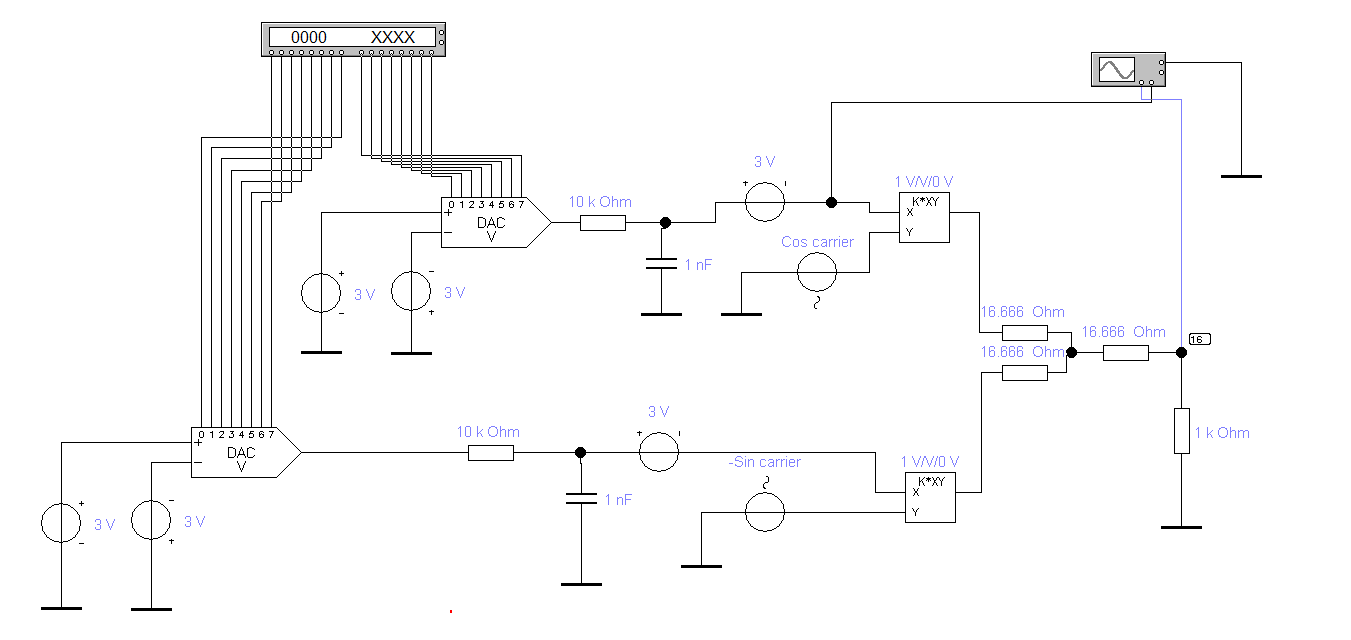


Рисунок 3 – Схема моделирование квадратурного модулятора в EWB

<https://disk.yandex.ru/d/-W3nTRIR7xHoog?w=1>

- Electronics Workbench

