

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №5

Частотная и фазовая модуляция

Работу

выполнил:

Волкова М.Д.

Группа: 33501/3

Преподаватель:

Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы	2
2. Постановка задачи	2
3. Теоретическая информация	2
3.1. Модуляция	2
3.2. Однотональный сигнал	2
3.3. Угловая модуляция	2
3.3.1. Фазовая модуляция	2
3.3.2. Частотная модуляция	3
4. Ход работы	3
4.1. Генерация однотонального сигнала	5
4.2. Фазовая модуляция	6
4.3. Демодуляция фазовой модуляции	6
4.4. Частотная модуляция	7
4.5. Демодуляция частотной модуляции	8
5. Выводы	9

1. Цель работы

Изучение частотной и фазовой модуляции и демодуляции сигналов.

2. Постановка задачи

1. сгенерировать однотоновый сигнал низкой частоты
2. выполнить фазовую модуляцию и демодуляцию
3. выполнить частотную модуляцию и демодуляцию
4. получить спектр модулированного сигнала

3. Теоретическая информация

3.1. Модуляция

Модуляция — это перенос спектра сигналов из низкочастотной области на заданную частоту. Это применяется для передачи сигнала в заданном частотном диапазоне. Для модулирующего (исходного) сигнала $S(t)$ в канале связи для передачи формируется вспомогательный периодический высокочастотный сигнал $u(t) = f(t, [a_1, a_2, \dots, a_m])$. Параметры a_i определяют форму сигнала. При модуляции исходный сигнал $S(t)$ переносят на один из параметров a_i , форма сигнала $u(t)$ (несущей) изменяется и служит для переноса информации, содержащейся в сигнале $S(t)$. Обратная операция выделения сигнала $S(t)$ из модулированного сигнала $u(t)$ называется демодуляцией.

3.2. Однотоновый сигнал

Для генерации гармонического сигнала можно воспользоваться формулой $signal = A * \cos(2 * \pi * f * t + \varphi)$, где A — амплитуда сигнала, f — частота, t — вектор отсчетов времени, φ — смещение по фазе.

3.3. Угловая модуляция

При угловой модуляции в несущем гармоническом колебании $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$ значение амплитуды колебаний U_m остается постоянным, а информация $s(t)$ переносится либо на частоту ω , либо на фазовый угол φ . В обоих случаях текущее значение фазового угла гармонического колебания $u(t)$ определяет аргумент $\psi(t) = \omega t + \varphi$, который называется полной фазой колебания.

3.3.1. Фазовая модуляция

При фазовой модуляции модулирующий сигнал определяет фазу несущего колебания $\phi(t) = ks(t)$. Сигнал с фазовой модуляцией имеет вид

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + ks(t)) \quad (1)$$

Изображение сигнала после фазовой модуляции приведено ниже на рис. 3.3.1 :

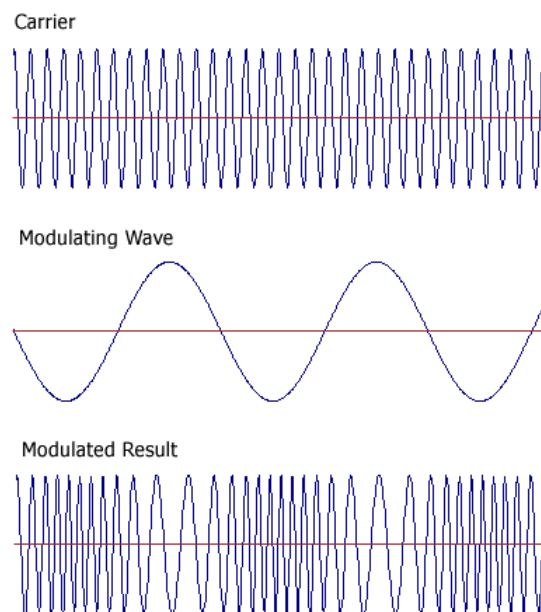


Рис. 3.3.1. Фазовая модуляция сигнала

3.3.2. Частотная модуляция

При частотной модуляции модулирующий сигнал определяет частоту несущего колебания. Сигнал с частотной модуляцией имеет вид

$$u(t) = U_m \cos(\omega_0 t + k \int_0^t s(t) dt) \quad (2)$$

Изображение сигнала после частотной модуляции приведено на рис. 3.3.2 :

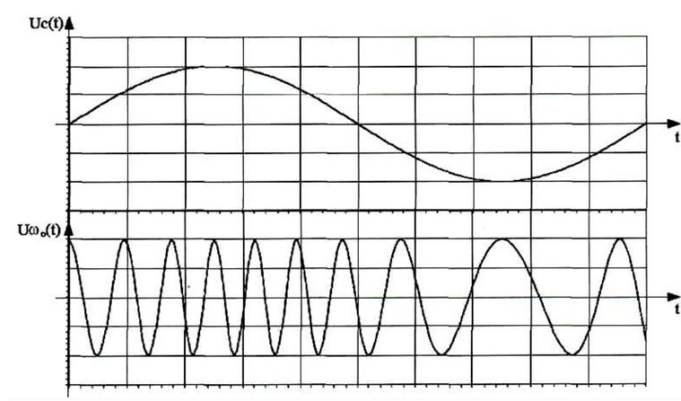


Рис. 3.3.2. Частотная модуляция сигнала

4. Ход работы

Код, написанный во время работы:

Листинг 1: Код использованный при работе

1 | close all

```

2 clc
3
4 A_M = 1;
5 OMEGA = 4;
6 omega_0 = 10;
7 Fd = 500;
8 t = 0:1/Fd:1;
9 s_M = A_M*cos(OMEGA*2*pi*t);
10
11 sig_f = figure();
12 plot(t, s_M);
13 ylim([-1 1]);
14
15 sig_s_f = figure();
16 specplot(s_M, Fd);
17 xlim([0 100]);
18
19 s_AM = pmmmod(s_M, omega_0, Fd, 1.0);
20
21 mod_p_f = figure();
22 plot(t, s_AM, t, s_M, '—r');
23
24 mod_p_s_f = figure();
25 specplot(s_AM, Fd);
26 xlim([0 150]);
27
28 sdemod = pmdemod(s_AM, omega_0, Fd, 1.0);
29
30 demod_p_f = figure();
31 plot(t, sdemod);
32 ylim([-1 1]);
33
34 demod_p_s_f = figure();
35 specplot(sdemod, Fd);
36 xlim([0 100]);
37
38 s_AM = fmmmod(s_M, omega_0, Fd, 6.0);
39
40 mod_f_f = figure();
41 plot(t, s_AM, t, s_M, '—r');
42
43 mod_f_s_f = figure();
44 specplot(s_AM, Fd);
45 xlim([0 150]);
46
47 sdemod = fmdemod(s_AM, omega_0, Fd, 6.0);
48
49 demod_f_f = figure();
50 plot(t, sdemod);
51 ylim([-1.5 1.5]);
52
53 demod_f_s_f = figure();
54 specplot(sdemod, Fd);
55 xlim([0 100]);
56
57
58 saveas(sig_f, '..\fig\signal', 'png');
59 saveas(sig_s_f, '..\fig\signal_spec', 'png');
60 saveas(mod_p_f, '..\fig\mod_sig_p', 'png');
61 saveas(mod_p_s_f, '..\fig\mod_sig_p_spec', 'png');

```

```

62 saveas(demod_p_f, '..\fig\demod_sig_p', 'png');
63 saveas(demod_p_s_f, '..\fig\demod_sig_p_spec', 'png');
64 saveas(mod_f_f, '..\fig\mod_sig_f', 'png');
65 saveas(mod_f_s_f, '..\fig\mod_sig_f_spec', 'png');
66 saveas(demod_f_f, '..\fig\demod_sig_f', 'png');
67 saveas(demod_f_s_f, '..\fig\demod_sig_f_spec', 'png');

```

4.1. Генерация однотонового сигнала

Получим обычный гармонический сигнал $s(t) = A * \cos(2 * \pi * f * t + \varphi)$ (рис. 4.1.1) и его спектр (рис. 4.1.2).

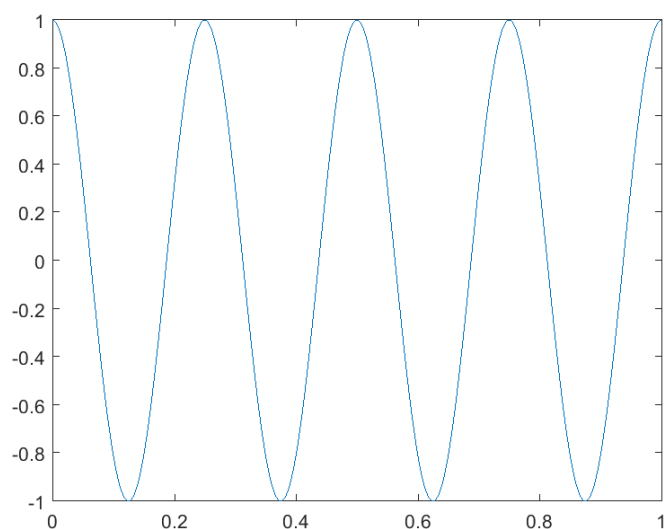


Рис. 4.1.1. Однотоновый сигнал

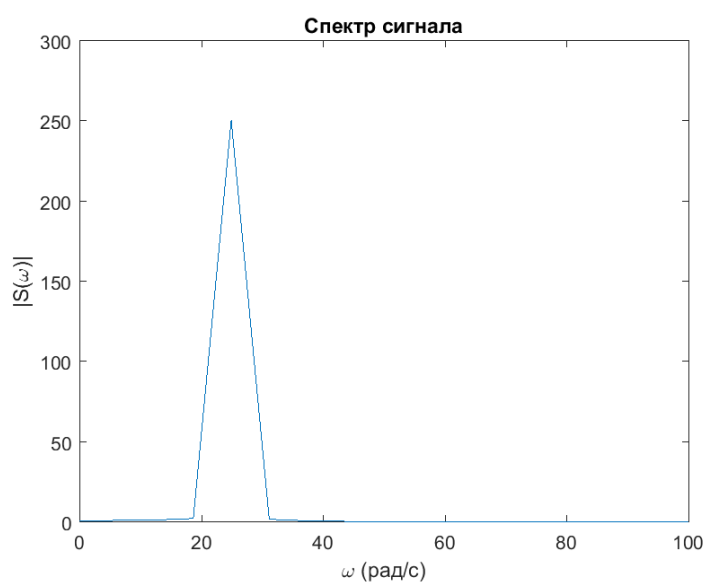


Рис. 4.1.2. Спектр однотонового сигнала

4.2. Фазовая модуляция

Сигнал после фазовой модуляции приведён на рис. 4.2.1. Его спектр показан на рис. 4.2.2.

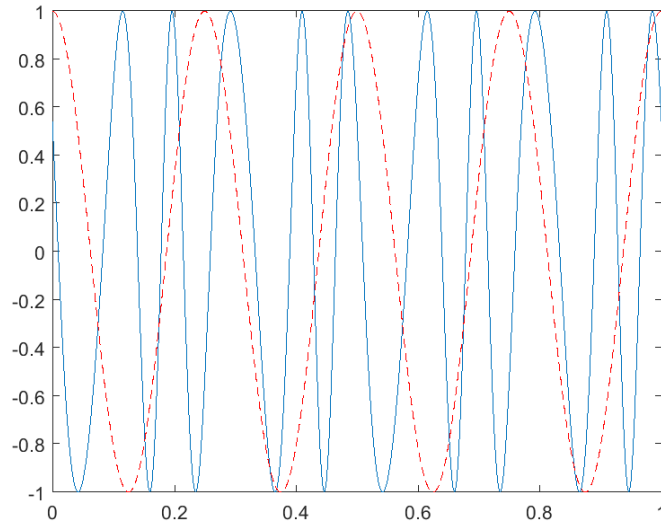


Рис. 4.2.1. Фазово-модулированный сигнал

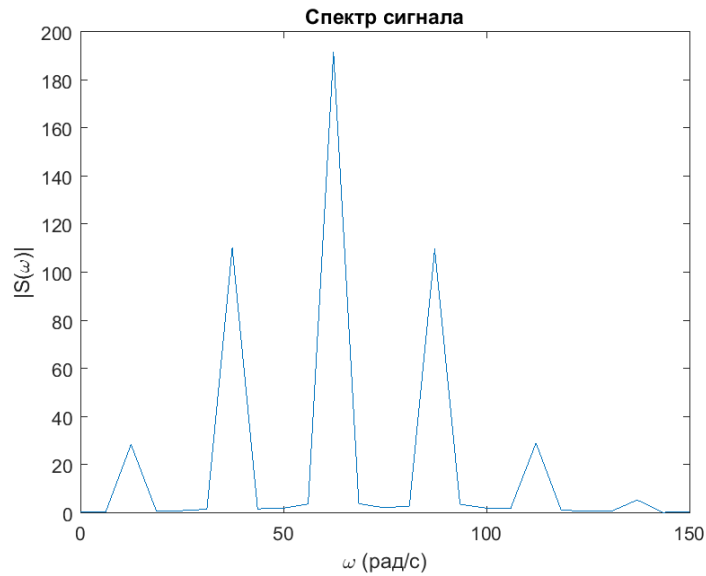


Рис. 4.2.2. Спектр фазово-модулированного сигнала

4.3. Демодуляция фазовой модуляции

Демодуляция фазовой модуляции представлена на рис. 4.3.1, а спектр демодулированного сигнала на рис. 4.3.2.

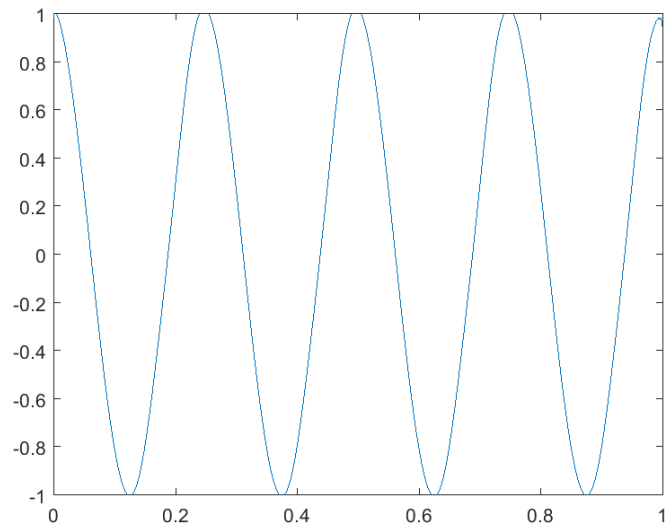


Рис. 4.3.1. Фазово-демодулированный сигнал

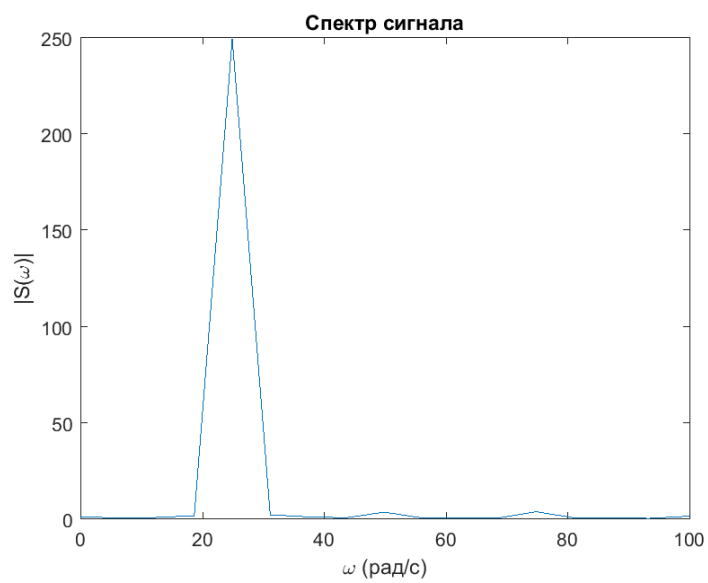


Рис. 4.3.2. Спектр фазово-демодулированного сигнала

Как видно по графикам сигнал после демодуляции совпадает с модулируемым исходным сигналом.

4.4. Частотная модуляция

Сигнал после частотной модуляции приведён на рис. 4.4.1. Его спектр показан на рис. 4.4.2.

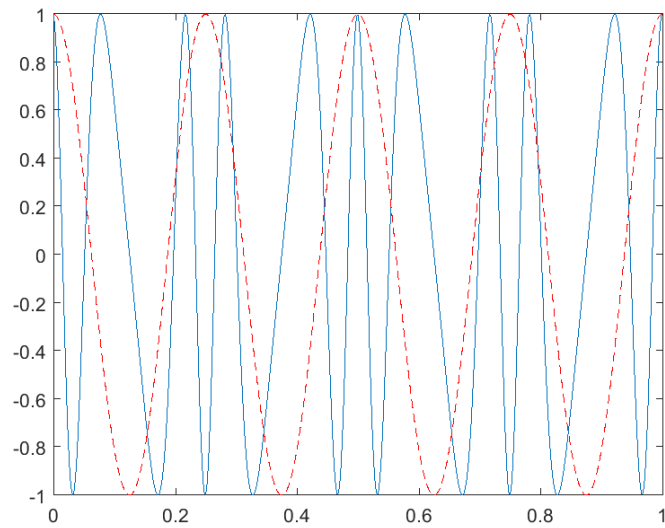


Рис. 4.4.1. Частотно-модулированный сигнал

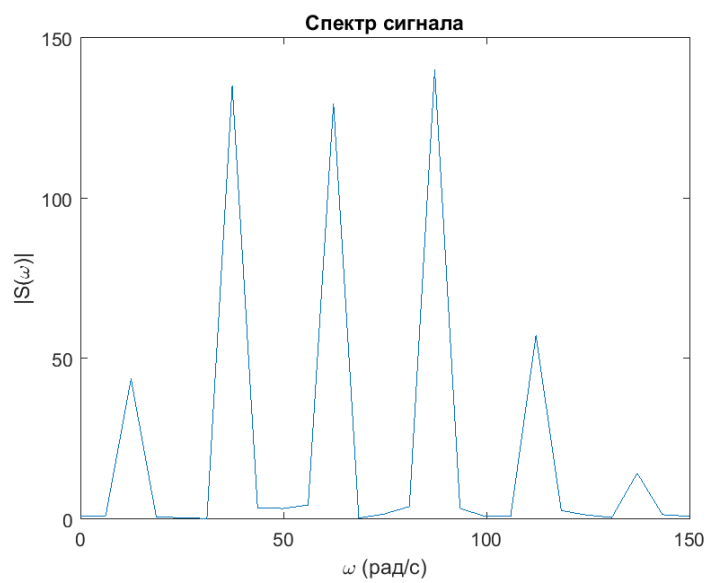


Рис. 4.4.2. Спектр частотно-модулированного сигнала

4.5. Демодуляция частотной модуляции

Демодуляция частотной модуляции представлена на рис. 4.5.1, а спектр демодулированного сигнала на рис. 4.5.2.

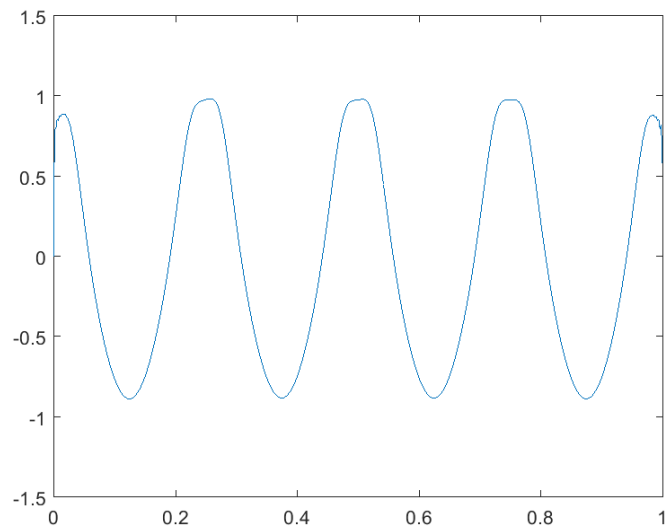


Рис. 4.5.1. Частотно-демодулированный сигнал

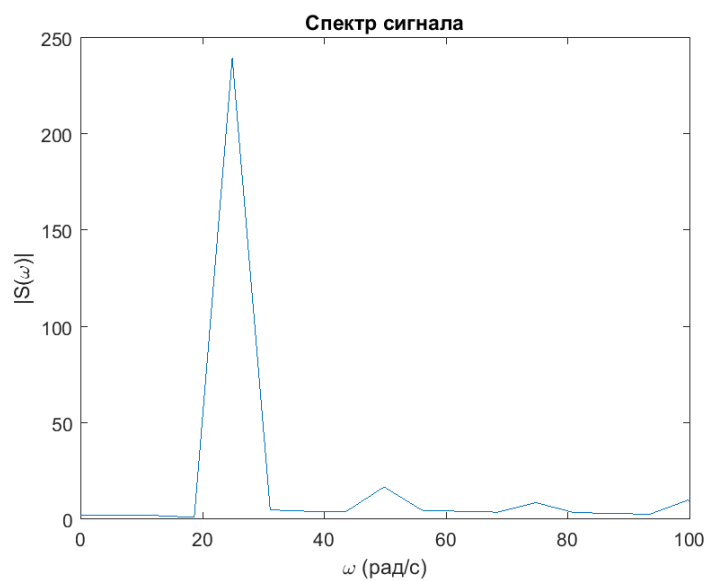


Рис. 4.5.2. Спектр частотно-демодулированного сигнала

Как видно по графикам в сигнале после демодуляции присутствуют незначительные отличия от исходного сигнала.

5. Выводы

В данной работе мы исследовали типы аналоговой **модуляции** и **демодуляции**. Были рассмотрены фазовые и частотные модуляции/демодуляции.

После демодуляции сигналы были получены с хорошей точностью, а это значит, что эти методы можно применять для высококачественной передачи.