

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:

Балсутьев В.А.

Группа: 33501/4

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 выполнения работы	3
4.1. Однотональный сигнал	3
4.2. Фазовая модуляция	4
4.3. Частотная модуляция	5
5. Выводы	8

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

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

3.3.2. Частотная модуляция

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

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

4. Ход выполнения работы

4.1. Однотональный сигнал

Получим обычный гармонический сигнал $s(t) = A \cos(2\pi f t + \phi)$

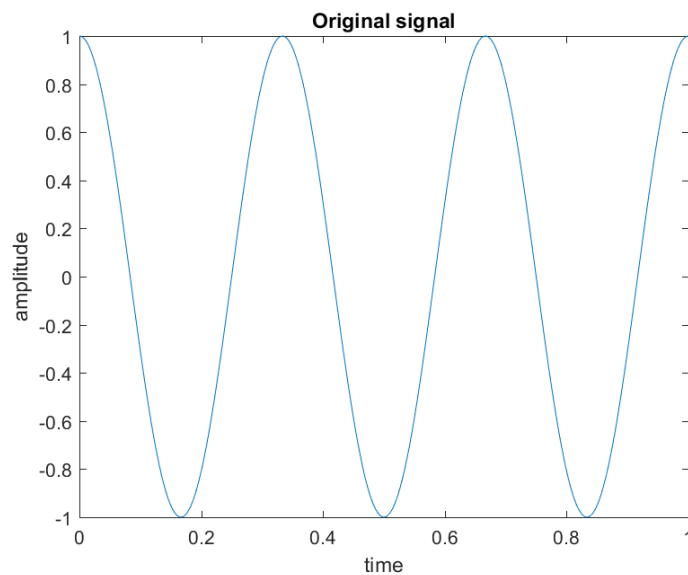


Рисунок 4.1. Однотональный сигнал

Построим его спектр:

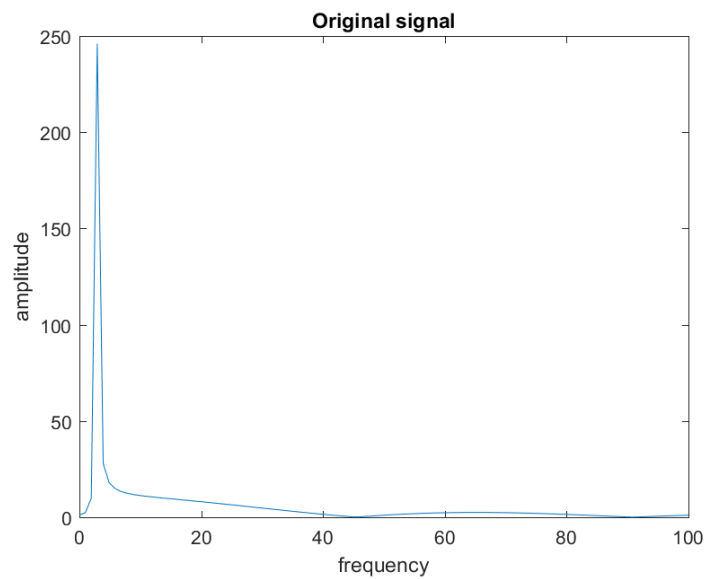


Рисунок 4.2. Однотональный сигнал

4.2. Фазовая модуляция

Промодулируем и также получим спектр:

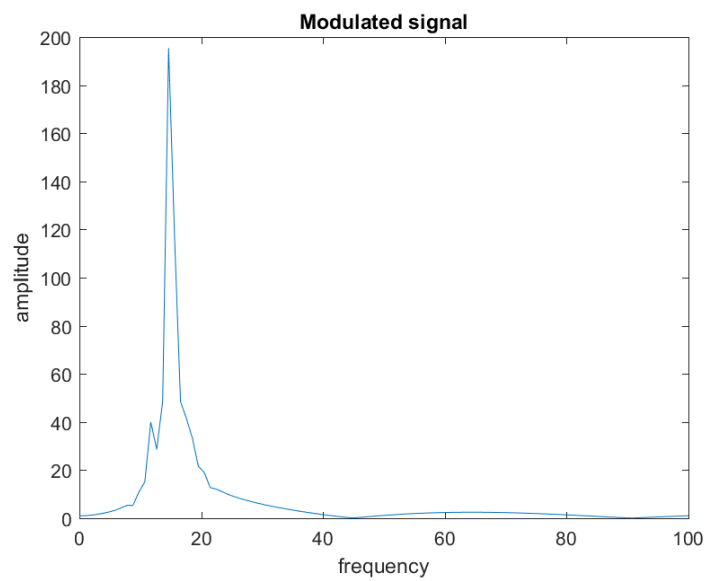


Рисунок 4.3. Спектр модулированного сигнала

Проведем демодуляцию и посмотрим результаты:

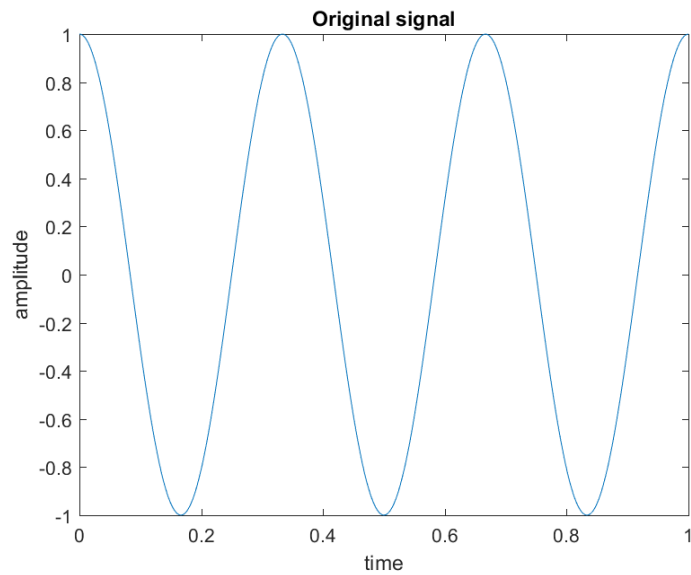


Рисунок 4.4. Демодулированный сигнал(фазовая модуляция)

Спектр:

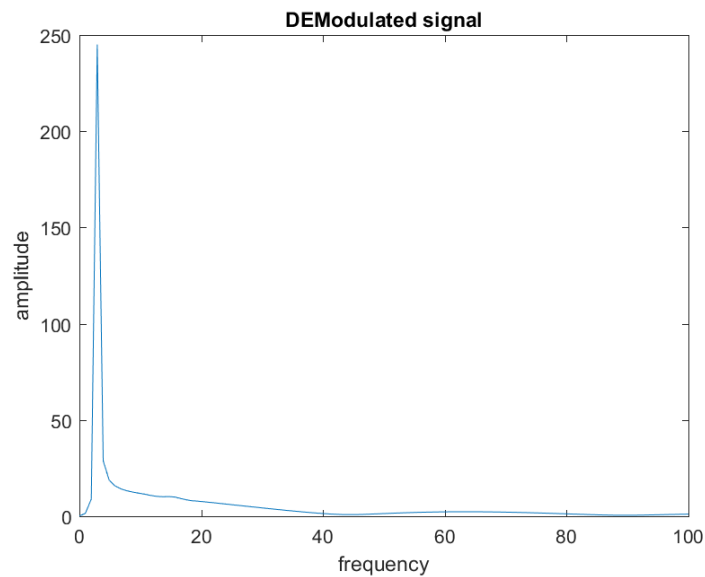


Рисунок 4.5. Спектр демодулированного сигнала(фазовая демодуляция)

Очевидно, что исходный сигнал совпадает с демодулированным, получившийся спектр также это подтверждает.

4.3. Частотная модуляция

Промодулировав частотно наш сигнал, получили следующий график:

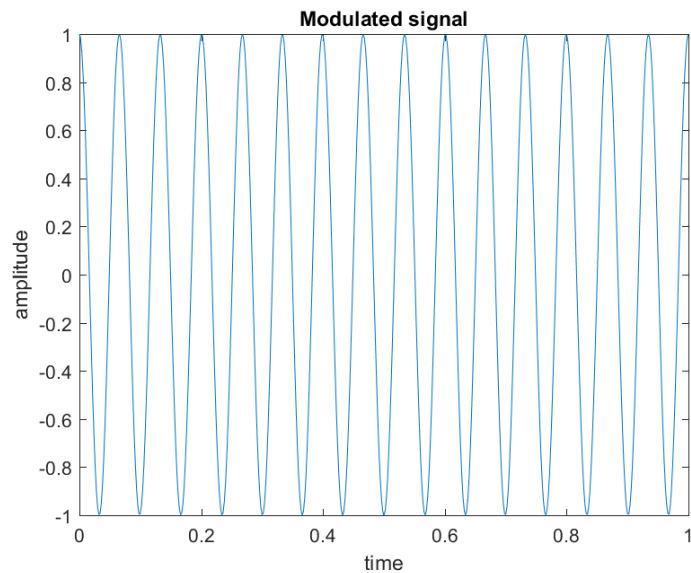


Рисунок 4.6. Модулированного сигнала(частотная модуляция)

Далее получили демодулированный сигнал, для которого вычислили преобразование Фурье и построили амплитудный спектр.

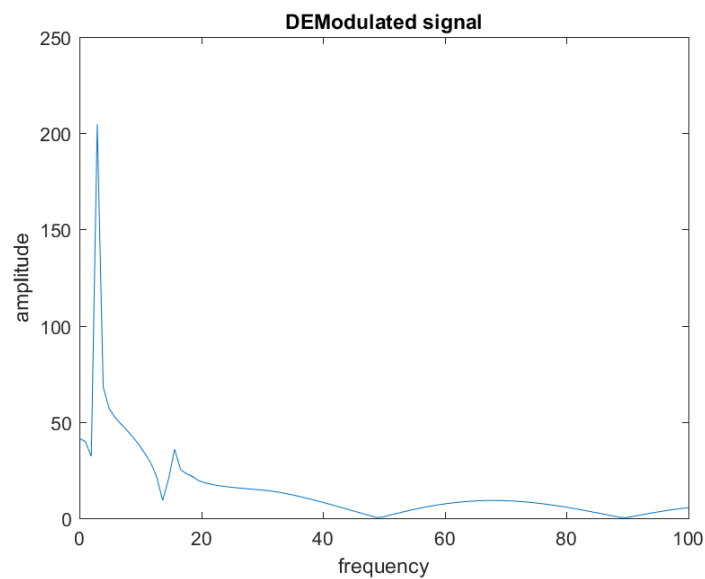


Рисунок 4.7. Спектр демодулированного сигнала(частотная модуляция)

Как и в случае с фазовой модуляцией-демодуляцией исходный сигнал демодулирован хорошо. Код всей лабораторной работы на Matlab приведен ниже.

Листинг 1: lab05.m

```
1 function lab05()
2
3 clear;
4 clc;
5 close all;
6
7 work_path = 'C:\Users\Vovas\YandexDisk\3_course\telecom\labs\lab05\pictures\';
```

```

8
9 function plot_spec(s, Fs, t_len, spec_title, png_name)
10 n=2^nextpow2(t_len);
11 f=Fs*(0:(n/2))/n;
12 spec=fft(s, n);
13 spec_fig=figure;
14 plot(f, abs(spec(1:n/2+1)))
15 title(spec_title);
16 xlim([0 100])
17 xlabel('frequency')
18 ylabel('amplitude')
19 saveas(spec_fig, [work_path png_name], 'png');
20 end
21
22 Fd=500;
23 t=0:1/Fd:1;
24 omega=3; %modulating signal
25 omega0=15; %carrier
26 s=cos(omega*_2*_pi*_t);
27 plot_spec(s, Fd, length(t), 'Original signal', '001_origin_spec.png');
28
29 %phase modulation
30 phasedev=0.1*_pi;
31 phm_s=pmmmod(s, omega0, Fd, phasedev);
32
33 plot_spec(phm_s, Fd, length(t), 'Modulated signal', '002_mod_spec.png');
34
35 dephm_s=pmdemod(phm_s, omega0, Fd, phasedev);
36
37 fig=figure;
38 plot(t, s)
39 title('Original signal')
40 xlabel('time')
41 ylabel('amplitude')
42 saveas(fig, [work_path '003_origin_sig.png'], 'png');
43
44 figure;
45 plot(t, dephm_s);
46 title('Recovered signal');
47 xlabel('time')
48 ylabel('amplitude')
49 saveas(fig, [work_path '004_recovered'], 'png');
50 plot_spec(dephm_s, Fd, length(t), 'DEModulated signal', '005_demod_spec.png');
51
52
53 %freq modulation
54 freqdev=0.1*_pi;
55 fm_s=fmmod(s, omega0, Fd, freqdev);
56 defm_s=fmdemod(fm_s, omega0, Fd, freqdev);
57 fig=figure;
58 plot(t, fm_s);
59 title('Modulated signal');
60 xlabel('time')
61 ylabel('amplitude')
62 saveas(fig, [work_path '006_mod_sig.png'], 'png');
63 plot_spec(defm_s, Fd, length(t), 'DEModulated signal', '007_demod_spec.png');
64
65 figure;
66 plot(t, defm_s, 'b-', t, s, 'g+');
67

```


5. Выводы

Таким образом нам удалось на качественном уровне понять основы угловой модуляции и выполнить модулирование совместно с демодулированием однтоннального сигнала. Экспериментально удалось подтвердить, что данные типы модуляции на хорошем уровне позволяют передавать сигнал. Также следует отметить, что фазовая модуляция совместно с частотной модуляцией в связи с высоким КПД и другими свойствами достаточно часто используются в Радиолокации. А значит полученные нами знания в результате выполнения данной работы пригодятся в самом обзримом будущем - на военной кафедре:).