

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчёт по лабораторной работе №5

Выполнила студентка гр.33501/3: Ивашкевич О.А.

Преподаватель: Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1	Цель работы	2
2	Постановка задачи	2
3	Теоретическое обоснование	2
3.1	Угловая модуляция	2
3.2	Фазовая модуляция	2
3.3	Частотная модуляция	3
4	Ход работы	3
4.1	Фазовая модуляция/демодуляция	3
4.2	Частотная модуляция	5
5	Выводы	5

Лабораторная работа №5. Частотная и фазовая модуляция

1 Цель работы

Изучение частотной и фазовой модуляции/демодуляции сигнала.

2 Постановка задачи

1. Сгенерировать однотоновый сигнал низкой частоты.
2. Выполнить фазовую модуляцию/демодуляцию сигнала, используя встроенную функцию MatLab `pmmod`, `pmdemod`.
3. Получить спектр модулированного сигнала.
4. Выполнить частотную модуляцию/демодуляцию, используя встроенные функции MatLab `fmmod`, `fmdemod`.

3 Теоретическое обоснование

3.1 Угловая модуляция

Частотная и фазовая модуляция тесно связаны друг с другом, благодаря чему и получили общее название <угловая модуляция> (УМ; английский термин - angle modulation).

3.2 Фазовая модуляция

Пусть модулирующий сигнал определяет начальную фазу несущего колебания:

$$\phi(t) = kS_M(t).$$

Тогда мы получаем сигнал с *фазовой модуляцией* (ФМ; английский термин — phase modulation, PM):

$$S_{PM}(t) = A \cos(\omega_0 t + kS_M(t)).$$

Весь аргумент функции *cos*, взятый целиком, называется *полной фазой* колебания:

$$\Psi(t) = \omega_0 t + kS_M(t).$$

Круговая частота колебания по определению представляет собой скорость изменения начальной фазы. Для колебания с угловой модуляцией вводится понятие мгновенной частоты, равной производной от полной фазы по времени:

$$\omega(t) = \frac{d\Psi}{dt} = \omega_0 + k \frac{dS_M}{dt}.$$

Итак, в случае фазовой модуляции изменяется не только начальная фаза, но и мгновенная частота колебания.

Соответственно, полная фаза может быть найдена путем интегрирования мгновенной частоты:

$$\Psi(t) = \int \omega(t') dt'.$$

3.3 Частотная модуляция

Введем понятие частотной модуляции, при которой модулирующий сигнал линейно связан с мгновенной частотой колебания:

$$\omega(t) = \omega_0 + kS_M(t).$$

Добавка в виде константы ω_0 необходима для того, чтобы сделать колебание высокочастотным.

Полная фаза находится путем интегрирования:

$$\Psi(t) = \omega_0(t) + k \int s_M(t') dt' + \phi_0.$$

Здесь ϕ_0 - произвольная постоянная интегрирования.

Наконец, сам ЧМ-сигнал имеет следующий вид:

$$s(t) = A \cos(\omega_0(t) + k \int s_M(t') dt' + \phi_0).$$

Как видим, начальная фаза колебаний при частотной модуляции претерпевает изменения, пропорциональный интегралу от модулирующего сигнала:

$$\phi(t) = k \int s_M(t') dt' + \phi_0.$$

Таким образом, частотная и фазовая модуляции оказываются взаимосвязанными: если изменяется начальная фаза колебания, изменяется и его мгновенная частота, и наоборот. По этой причине два этих вида модуляции и объединяют под общим названием «угловая модуляция».

4 Ход работы

4.1 Фазовая модуляция/демодуляция

Для создания угловой модуляции используются функции `pmmmod` (фазовая модуляция) и `fmmmod` (частотная модуляция). Генерация гармонического сигнала и его фазовая модуляция:

```
1 Ds = 4000;
2 Fc = 100;
3 t = 0 : 1/Fs: 0.1;
4 A = 2;
5 F = 30;
6 s = A * sin(2*F*pi*t);
7 x = pmmmod(s, Fc, Fs, 1);
8 xd = pmdemod(x, Fc, Fs, 1);
```

Ниже приведен полученный модулированный сигнал во временной и частотной областях.

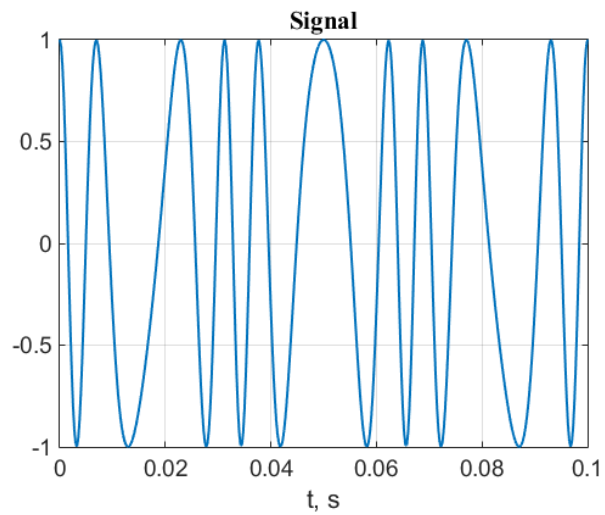


Рис. 1: Модулированный сигнал

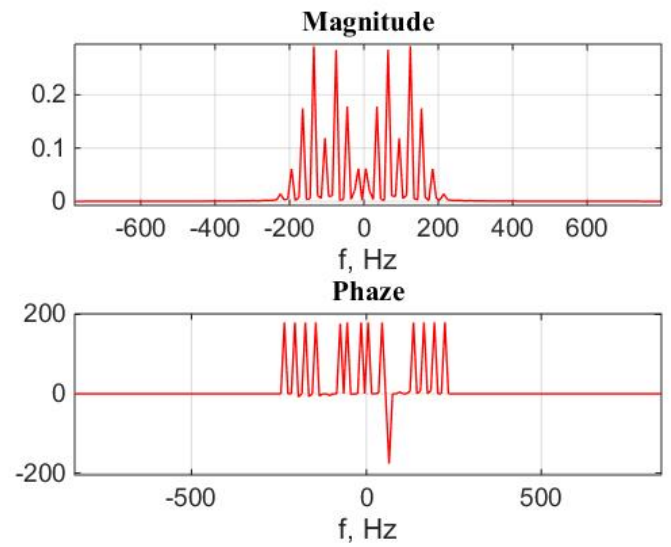


Рис. 2: Спектры модулированного сигнала

Результат демодуляции сигнала:

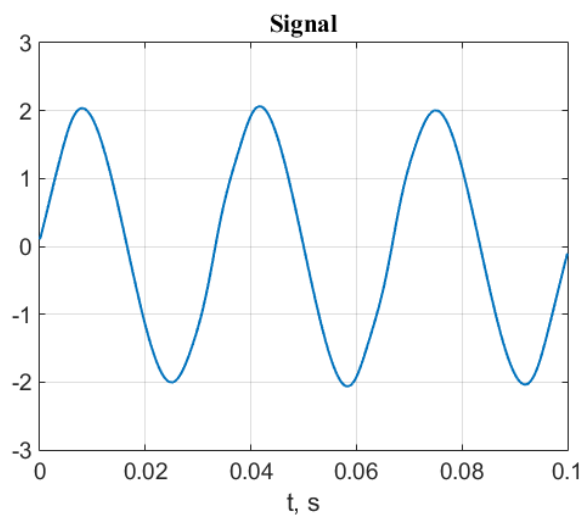


Рис. 3: Демодулированный сигнал

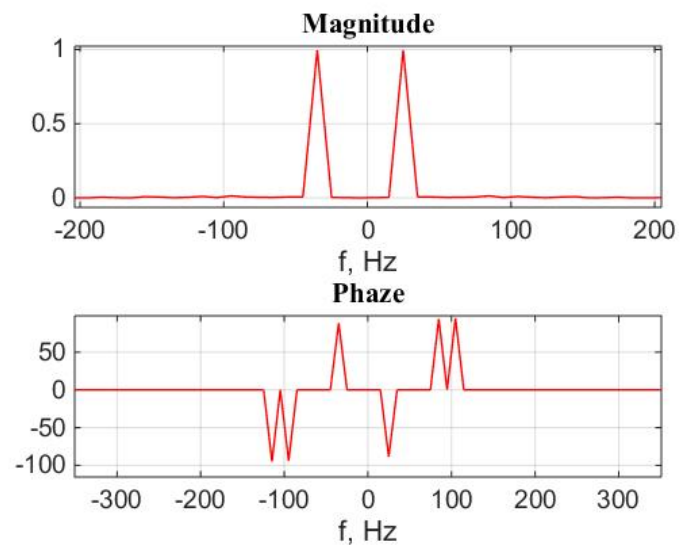


Рис. 4: Спектры демодулированного сигнала

4.2 Частотная модуляция

```
1 y = fmmode(s, Fc, Fs, 15);  
2 dy = fmdemod(y, Fc, Fs, 15);
```

Ниже приведен полученный модулированный сигнал во временной и частотной областях.

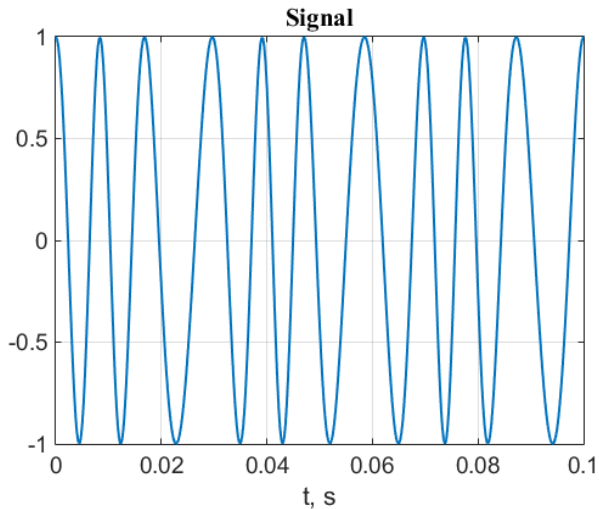


Рис. 5: Модулированный сигнал

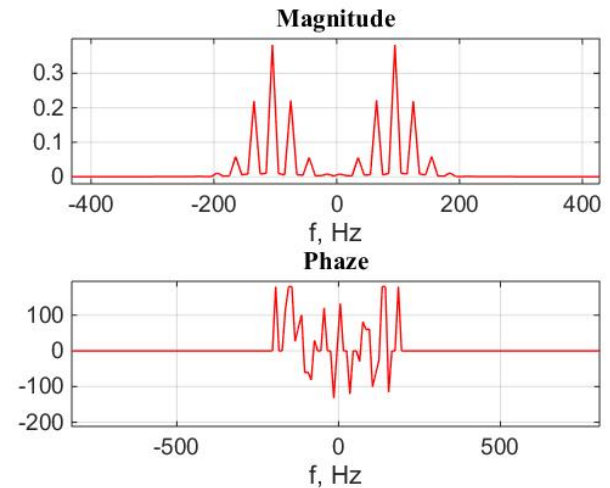


Рис. 6: Спектры модулированного сигнала

Результат демодуляции сигнала:

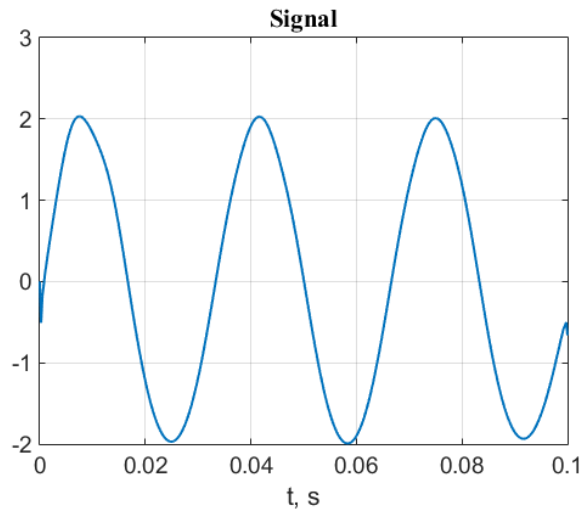


Рис. 7: Демодулированный сигнал

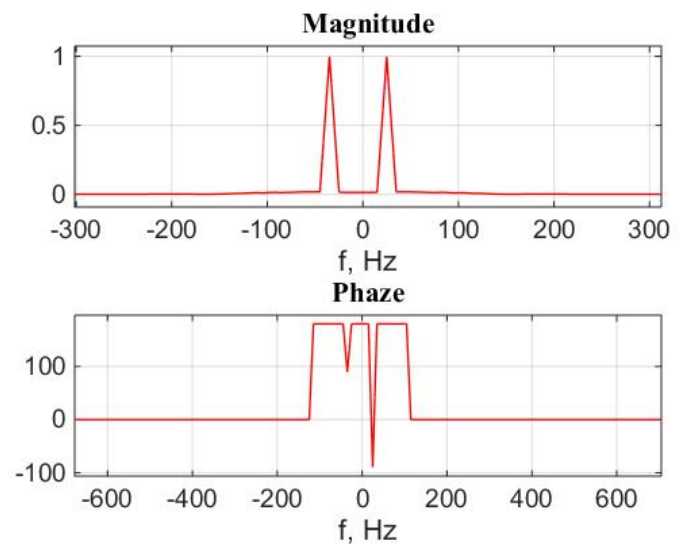


Рис. 8: Спектры демодулированного сигнала

5 Выводы

По итогам данной работы было получено, что из-за увеличению ширины спектра сигнала угловая модуляция обладает большей помехоустойчивостью по сравнению с амплитудной. К сожалению, большая ширина спектра является недостатком данной модуляции. В современном мире, использование данного

типа модуляции находится в системах телевизионного вещания, системах спутникового теле- и радиовещания и в сотовой телефонной связи.