

УДК 621.376

ЧАСТОТНАЯ И ФАЗОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ В РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Александров В.А., Кривальцевич П.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Фазовая модуляция

Фазовая модуляция (PM) – это схема модуляции для формирования сигналов связи и их передачи. Он кодирует сигнал сообщения как изменения мгновенной фазы несущей волны. Фазовая модуляция является одной из двух основных форм угловой модуляции вместе с частотной модуляцией.

Фаза несущего сигнала модулируется в соответствии с амплитудой сигнала сообщения. Если нет модулирующего сигнала, фаза и частота несущей частоты не меняются. Фазовая модуляция может быть определена как фаза несущего сигнала, изменяемая пропорционально амплитуде входного модулирующего сигнала.

Диаграмма работы фазовой модуляции показана на рисунке 1 и рисунке 2.

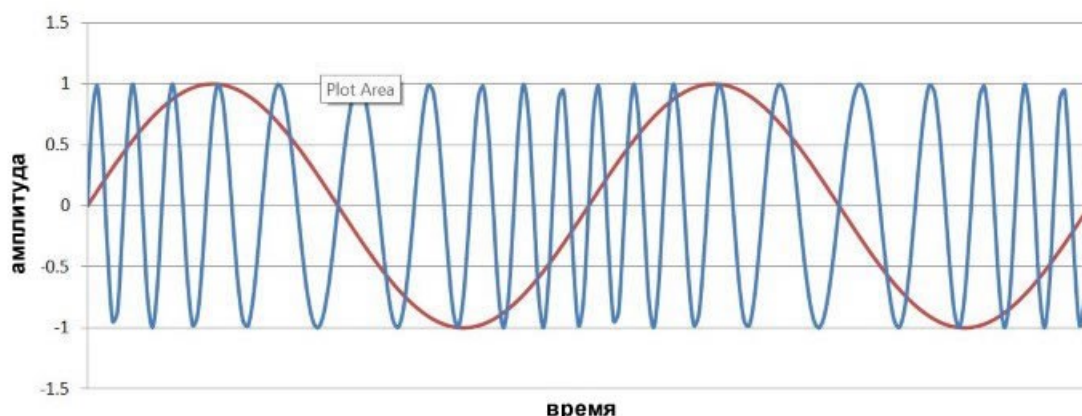


Рисунок 1. Фазовая модуляция при синусоидальной форме информационного сигнала

Отклонение несущей фазы будет больше, если амплитуда входного сигнала возрастет и наоборот. Когда амплитуда входного сигнала увеличивается, несущая подвергается фазовому опережению. Когда амплитуда входного сигнала уменьшается, несущая претерпевает фазовое отставание.

Следовательно, форма волны фазовой модуляции будет аналогична форме волны частотной модуляции во всех аспектах.

Преимущества фазовой модуляции включают следующее:

- цифровая информация передается без искажений, при достаточно высокой скорости передачи;
- улучшенная устойчивость к шуму.

К недостаткам фазовой модуляции можно отнести следующее:

- она требует два сигнала с различными фазами;
- она требует более сложного аппаратного обеспечения из-за его принципов преобразования;

- фазовая неопределенность наступает, если мы превысим индекс пи радиан модуляции.

Индекс фазовой модуляции может быть увеличен с помощью умножителя частоты.

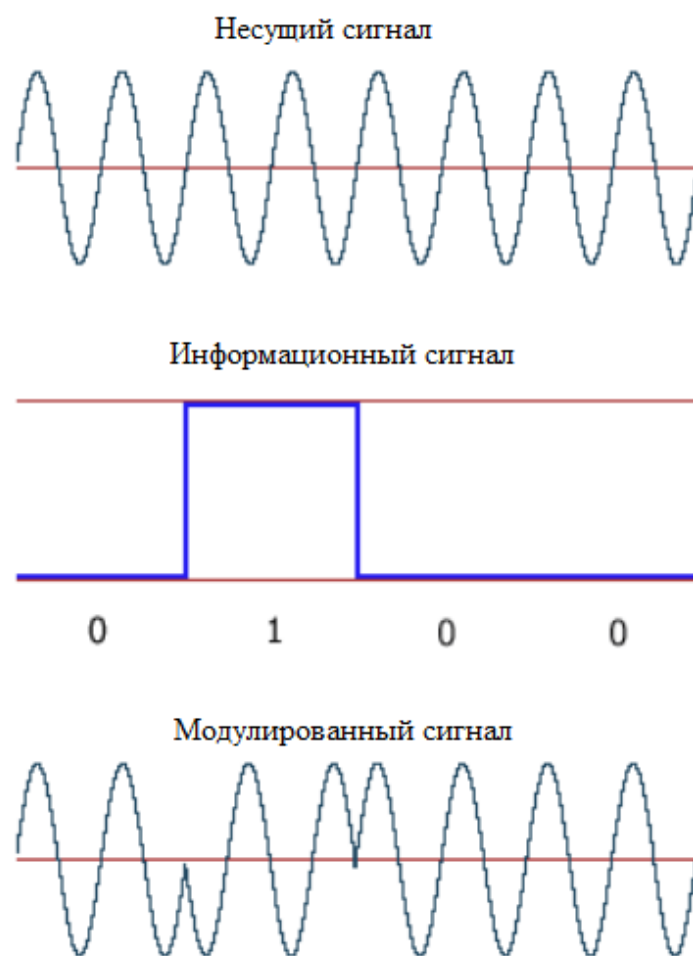


Рисунок 2. Фазовая модуляция при цифровой форме информационного сигнала

Применение фазовой модуляции

Данная модуляция очень полезна при передаче радиоволн и является важным элементом в схемах кодирования цифровой передачи.

Фазовая модуляция используется в системе передачи сигналов в военной и мирной сфере. Она помогает передавать видеосигнал вместе с аудио сигналом. В ней используются специальные приемные устройства, которые могут одновременно принимать и демодулировать аудио- и видеосигналы.

Частотная модуляция

Частотная модуляция используется во многих устройствах от вещания до связи и предлагает несколько преимуществ по сравнению с другими видами модуляции.

Хотя изменение амплитуды радиосигнала является наиболее очевидным методом его модуляции, это далеко не совершенный способ. Также возможно изменить частоту сигнала, чтобы получить частотную модуляцию. Частотная модуляция широко используется на частотах выше 30 МГц, и она особенно

хорошо известна благодаря ее использованию для радиовещания в диапазоне УКВ.

Однако это может быть не так просто, как амплитудная модуляция, тем не менее частотная модуляция дает некоторые явные преимущества. Она способна обеспечить почти свободный от помех прием, и именно по этой причине он был принят для звукового вещания в диапазоне УКВ. Эти передачи могут обеспечить высокое качество звука, и по этой причине частотная модуляция гораздо более популярна, чем более старые передачи в длинных, средних и коротких волнах.

В дополнение к широкому распространению высококачественных аудио передач FM-модуляция также используется для различных систем двусторонней радиосвязи. Будь то для систем фиксированной или мобильной радиосвязи, или для использования в портативных приложениях, FM широко используется в диапазоне УКВ (рисунок 3) и выше.

Для генерации частотно-модулированного сигнала частота несущей радиосигнала изменяется в соответствии с амплитудой входящего аудио сигнала.

Когда звуковой сигнал модулирует несущую частоту, новый радиочастотный сигнал изменяется вверх и вниз по частоте. Величина, на которую сигнал изменяется вверх и вниз, важна. Это является отклонением и обычно указывается как число отклонений в килогерцах. В качестве примера, сигнал может иметь отклонение ± 3 кГц. В этом случае несущая частота сдвигается вверх и вниз на 3 кГц.

Радиовещательные станции в диапазоне УКВ частотного спектра между 88,5 и 108 МГц используют большие значения отклонения, обычно ± 75 кГц.



Рисунок 3. FM радио

Это известно, как широкополосный FM (*WBFM*). Эти сигналы способны поддерживать высококачественные передачи, но занимают большую полосу пропускания. Обычно 200 кГц разрешено для каждой широкополосной передачи FM. Для связи используется меньшая пропускная способность. Узкополосный FM (*NBFM*) часто использует цифры отклонения около ± 3 кГц.

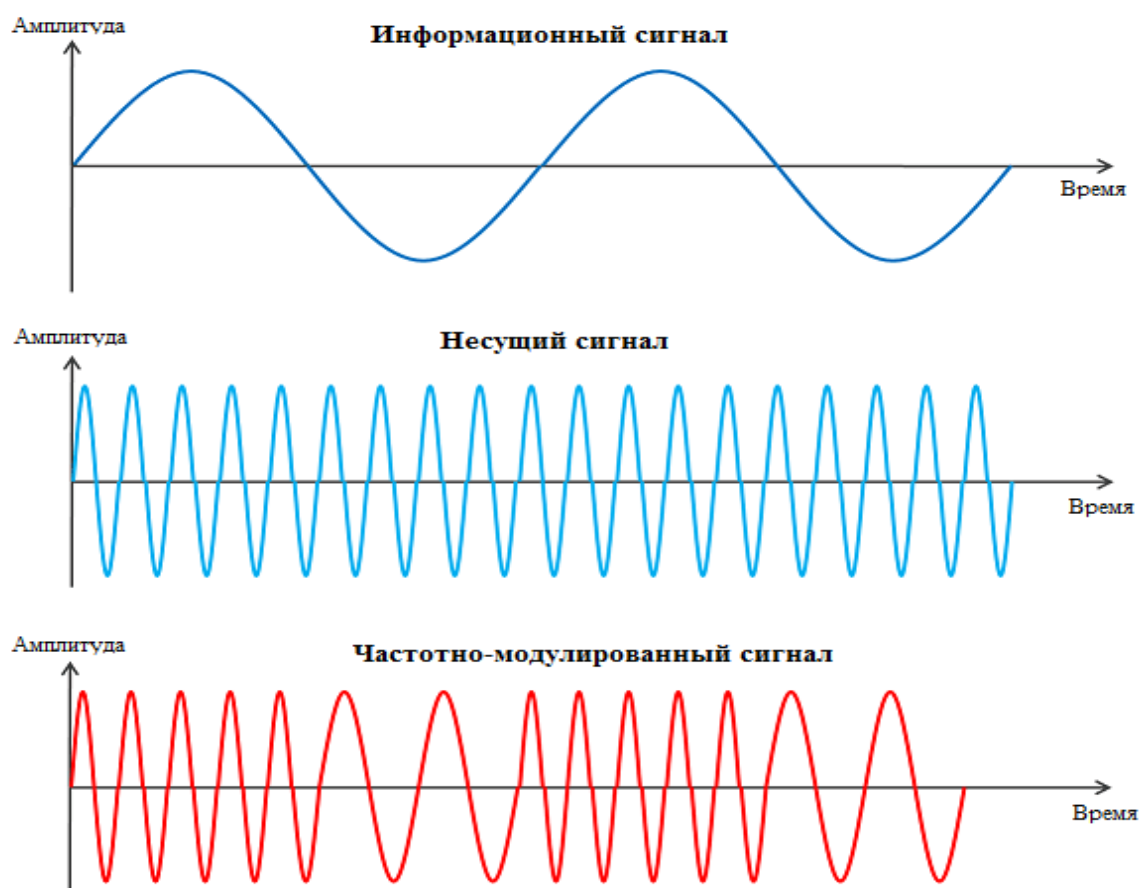


Рисунок 4. Частотная модуляция.

Это узкополосный FM, который обычно используется для двусторонней радиосвязи. Имея более узкую полосу, она не может обеспечить высокое качество широкополосных передач, но это не требуется, как, например, в мобильной радиосвязи, пример которой показан на рисунке 5.



Рисунок 5. Рация

Как и при любой форме модуляции, необходимо иметь возможность успешно демодулировать ее и восстановить исходный сигнал. *FM*-демодулятор может называться различными именами, включая *FM*-демодулятор, *FM*-детектор или *FM*-дискриминатор.

Существует ряд различных типов ЧМ-демодуляторов, но все они позволяют преобразовывать изменения частоты входного сигнала в изменения амплитуды на выходе. Они обычно подаются в аудио усилитель или, возможно, в цифровой интерфейс.

FM модуляторы

Существует множество различных методов, которые можно использовать для генерации частотно-модулированных сигналов.

Генератор с диодом-варикапом

Этот метод требует использования варикапа, подключенного в настроенную цепь генератора. Можно даже использовать варикап в схеме с кварцевым генератором. Иногда при использовании кварцевых генераторов сигнал необходимо умножать по частоте. Это применяется при узкополосной ЧМ.

Блок фазовой синхронизации

Блок фазовой синхронизации обеспечивает стабильный способ генерации при частотной модуляции.

Преимущества и недостатки частотной модуляции

Как и при любой форме модуляции, у ее использования есть несколько преимуществ и недостатков. Это необходимо учитывать перед принятием любого решения или выбора относительно его использования:

Преимущества частотной модуляции:

1. Вся мощность, передаваемая в частотной модуляции, используется, тогда, как при амплитудной модуляции большая часть мощности находится в несущем частоте.
2. Помехи в соседнем канале отсутствуют.
3. Высокое отношение сигнал/шум.

Недостатки частотной модуляции:

Требует более широкой диапазон полосы частот, чем амплитудная модуляция.

Применение частотной модуляции:

1. FM-вещание.
2. Радары.
3. Системы записи на магнитную ленту.
4. Телеметрия.
5. Двусторонние радиосистемы.
6. Музыкальный синтез.
7. Сейсморазведка.
8. Системы передачи видео.

Литература

1. Гоноровский, И.С. Частотная модуляция и ее применения / И.С. Гоноровский (Москва: Связьиздат, 1948), – Режим доступа: <http://www.nehudlit.ru/books/chastotnaya-modulyatsiya-i-ee-primeneniya.html>
2. Журавлев, В.И. Методы модуляции-демодуляции радиосигналов в системах передачи цифровых сообщений / В.И. Журавлев, Н.П. Трусевич // Научное издание. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инсвязьиздат, 2009. – 312 с., – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2262005/>
3. Горюнов, А.Г., Чурсин Ю.А., Телеконтроль и телеуправление / А.Г. Горюнов, Ю.А. Чурсин // 2010. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/a/ALEX1479/study/dis2_TKiTU/Tab2/Lekcii_TK_TU.pdf