

Виды модуляции

Модуляция - это процесс, при котором высокочастотная волна используется для переноса низкочастотной волны.[6]

Амплитудная модуляция

В системах с амплитудной модуляцией (АМ) модулирующая волна изменяет амплитуду высокочастотной несущей волны. Анализ частот на выходе показывает присутствие не только входных частот F_c и F_m , но также их сумму и разность: $F_c + F_m$ и $F_c - F_m$. Если модулирующая волна является комплексной, как например сигнал речи, который состоит из множества частот, то суммы и разности различных частот займут две полосы, одна ниже, другая выше несущей частоты. Их называют верхней и нижней боковыми. Верхняя полоса является копией изначального разговорного сигнала, только сдвинутого на частоту F_c . Нижняя полоса это инвертированная копия изначального сигнала, т.е. верхние частоты в оригинале являются нижними частотами в нижней боковой.

Нижняя боковая это зеркальное отображение верхней боковой по отношению к частоте несущей F_c . Система с АМ, которая передает обе боковых и несущую, известна, как двухполосная система (DSB - double sideband). Несущая не несет никакой полезной информации и может быть убрана, но с несущей или без, полоса сигнала DSB вдвое больше полосы изначального сигнала. Для сужения полосы возможно вытеснение не только несущей, но и одной из боковых, так как они несут одну информацию. Этот вид работы известен, как однополосная модуляция с подавленной несущей (SSB-SC - Single SideBand Suppressed Carrier).

Демодуляция сигнала АМ достигается путем смешивания модулированного сигнала с несущей той же самой частоты, что и на модуляторе.

Изначальный сигнал затем получают, как отдельную частоту (или полосу частот) и его можно отфильтровать от других сигналов. При использовании SSB-SC несущая для демодуляции генерируется на месте и она может не совпадать каким либо образом с частотой несущей на модуляторе. Небольшая разница между двумя частотами является причиной несовпадения частот, что присуще телефонным цепям.[6]

Амплитудная модуляция с использованием цифровых сигналов

Специальным случаем амплитудной модуляции является случай, когда нижний из двух уровней амплитуд доведен до нуля, тогда процесс модуляции состоит во включении и выключении несущей. Однако скачки в передаваемой энергии делают эту технику, не подходящей для передачи данных по сетям связи.

Импульсная амплитудная модуляция

Импульсная амплитудная модуляция (РАМ) - это когда модулирующий сигнал является цифровым, т.е. дает средства кодирования более чем одного бита на бод, путем кодирования бинарного сигнала данных в сигнал с более чем двумя уровнями. Для примера, биты бинарного сигнала данных могут быть разбиты на пары. Возможны четыре комбинации пары бит и каждая пара может быть представлена одним из 4-х уровней амплитуды. Закодированный 4-х уровневый сигнал имеет половину скорости в бодах изначального сигнала данных и может быть использован для амплитудной модуляции несущей обычным образом.

Частотная модуляция

В системах частотной модуляции FM частота несущей изменяется в соответствии с формой модулирующего сигнала. Системы, где модулирующим сигналом является бинарный сигнал и, следовательно, несущая переключается сигналами с одной частоты на другую, называют системами FSK. (FSK - frequency shift keying).

Частотная модуляция превосходит амплитудную в отношении устойчивости к некоторым воздействиям, которые есть на телефонной сети и ее следует использовать на более низких скоростях, где не требуется большая полоса частот. FSK является асинхронной техникой модуляции, для нее не требуется синхроимпульсов в модеме.[6]

Фазо-амплитудная модуляция (квадратурная модуляция - QAM)

Для роста числа бит на бод комбинируют фазовую и амплитудную модуляции.

Амплитудно-фазовая модуляция с несколькими несущими.

Один из современных методов амплитудно-фазовой модуляции основан на одновременной передаче множества несущих.

Например, в одном конкретном приложении, используют 48 несущих, разделенных полосой в 45 Гц. Путем комбинирования фазовой и амплитудной модуляции, каждая несущая может иметь до 32 дискретных состояний на каждый период бода, позволяя переносить 5 бит на бод. Таким образом, 48 несущих могут переносить $5 \times 48 = 240$ бит на бод. Для работы со скоростью 9600 бит/сек скорость модуляции требует только 40 бод (9600:240), такая низкая скорость весьма терпима к фазовым и амплитудным скачкам, которые присущи телефонной сети.

Импульсно-кодовая модуляция

Импульсно-кодовая модуляция (PCM) включена в нашу дискуссию о системах модуляции только из-за своей важности. Она обычно рассматривается, как система для передачи аналоговых сигналов, таких как голос, в цифровом виде. PCM не является техникой модуляции, используемой в модемах. В PCM аналоговый сигнал стробируется со скоростью по крайней мере в два раза выше, чем наивысшая частотная компонента аналогового сигнала. Системы PCM на телефонных сетях стробируют 8000 раз в секунду. Каждый отсчет представляет из себя уровень напряжения, который кодируется 7-ми битным кодом. Кодирование следует логарифмическому закону для лучшего представления широкой гаммы возможных уровней речи. Эти семь бит, вместе с восьмым битом, подтверждающим наличие сигнала, образуют октет. Поэтому скорость в битах одного канала PCM составляет $8 \cdot 8000 = 64$ Кбит/сек. Стандартная телефонная система PCM использует временное мультиплексирование для переноса 32 каналов связи (30 для речи плюс два управляющих) и агрегатная скорость в линию равна 2,048 Мбит/сек. Поток бит со скоростью 2,048 Мбит/сек нельзя передавать прямо в линию, и он преобразуется в трехуровневый линейный код, известный как HDB3 (High Density Bipolar 3). Код HDB3 обеспечивает передачу данных без постоянной составляющей тока, так как переходы из уровня в уровень достаточно часты для того, чтобы получить точные синхроимпульсы. На приеме поток бит декодируется и демultiplexируется.[6]