

Эксперимент 8 - Демодуляция АМ сигналов

Предварительное обсуждение

Если вы выполняли эксперимент 5, то заметили, как выглядел сигнал, модулированный по амплитуде синусоидой 2 кГц. Вы должны были увидеть главную особенность АМ сигнала - его огибающие имеют такую же форму, что и сигнал сообщения (нижняя огибающая, соответственно, перевернута).

Получение исходного сигнала сообщения из АМ сигнала, называется *демодуляцией*. Демодуляция является основной функцией связанных и телекоммуникационных приёмников. Электронная схема, которая широко применяется для демодуляции АМ сигналов, называется *детектором огибающей*. Блок-схема детектора огибающей показана на рисунке 1 ниже.

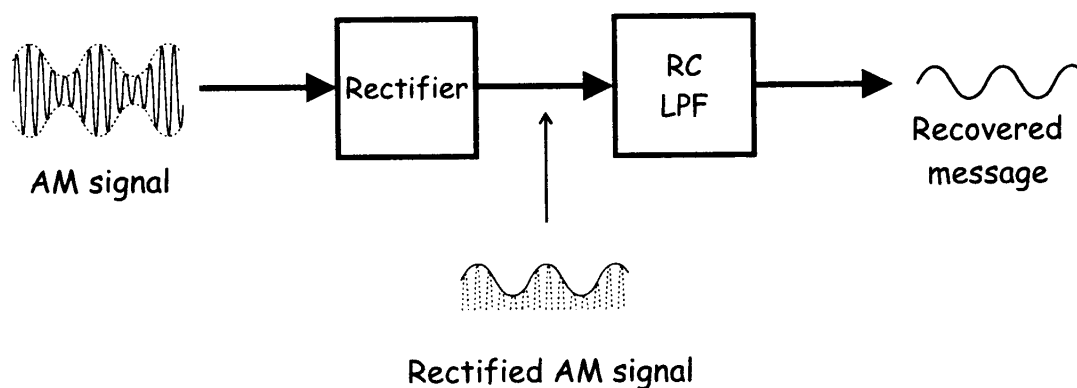


Рисунок 1

Выпрямитель (Rectifier) "обрезает" половину АМ сигнала, пропуская только одну огибающую (в данном случае верхнюю, но нижняя ничем не хуже). Выпрямленный сигнал (Rectified AM signal) поступает на RC фильтр низкой частоты (RC LPF), который выделяет пики сигнала. Т.к. входным для фильтра является выпрямленный АМ сигнал, то на выходе фильтра будет огибающая АМ сигнала. Поскольку огибающая имеет такую же форму, что и сигнал сообщения, то и напряжение на выходе фильтра (Recovered message) является сигналом сообщения, т.е. АМ сигнал можно считать демодулированным.

Ограничением детектора огибающей, показанного на рисунке 1, является то, что он не может правильно восстановить перемодулированный АМ сигнал сообщения. Чтобы понять почему, вспомните, что огибающая перемодулированного АМ сигнала уже не повторяет форму исходного сигнала. Поскольку огибающая искажена, то и детектор огибающей будет восстанавливать сигнал сообщения с искажениями.

Эксперимент

В этом эксперименте используется модуль Emona DATeX для получения АМ сигнала путем реализации математической модели. На модуле тренажера вы должны собрать детектор огибающей из выпрямителя и фильтра НЧ.

Кроме того, вы должны подать АМ сигнал на вход детектора огибающей и сравнить демодулированный выходной сигнал с исходным сообщением и с огибающей АМ сигнала. Вы также понаблюдаете, какой эффект оказывает перемодуляция АМ сигнала на выходной сигнал детектора огибающей.

В завершение, если позволит время, вы демодулируете АМ сигнал, умножив его на локальную несущую, вместо того, чтобы использовать детектор огибающей.

Выполнение эксперимента с части А по часть D должно занять у вас около 50 минут, а на выполнение части E эксперимента требуется около 20 минут.

Оборудование

- Персональный компьютер с соответствующим установленным программным обеспечением
- NI ELVIS I или II плюс соединительные проводники
- Только для NI ELVIS I: устройство сбора данных типа NI USB-6251 (или 20МГц двухканальный осциллограф)
- Модуль расширения Emona DATeX для выполнения экспериментов
- Два проводника с разъёмами типа BNC и типа "банан" (2 мм)
- Набор соединительных проводников с разъёмами типа "банан" (2 мм)
- Стереонаушники

Напоминание: Это руководство относится к функциональности ELVIS I. В ELVIS II имеются следующие отличия:

- CH A (Канал А) и CH B (Канал В) осциллографа в ELVIS II обозначены соответственно CH0 (Канал 0) и CH1 (Канал 1)
- В ELVIS II режим Manual (ручной) выбирается на панели виртуального прибора, отображаемой на экране
- При использовании функционального генератора устанавливайте необходимую частоту на экране приблизительно, а затем переключитесь в режим Manual (ручной)
- Если функциональный генератор используете для частотной модуляции (FM), установите элемент управления modulation (модуляция) в положение FM, чтобы можно было использовать вход DATeX VCO IN (вход генератора, управляемого напряжением)

Эксперимент 5 - Амплитудная модуляция

Предварительное обсуждение

В коммуникационной системе с Амплитудной Модуляцией (АМ) речь и музыка преобразуется в электрический сигнал, при помощи устройств, таких, как микрофон. Этот электрический сигнал называется *сигналом сообщения* или *модулирующим сигналом*. Сигнал сообщения в дальнейшем используется для изменения амплитуды чистой синусоиды, называемой *несущей*. Частота несущей обычно намного выше, чем частота сигнала сообщения.

На рисунке 1, расположенном ниже, показаны простой сигнал сообщения (*Message*) и немодулированная несущая (*Unmodulated Carrier*). На этом же рисунке показан результат амплитудной модуляции сигнала несущей частоты сигналом сообщения. Обратите внимание, что амплитуда модулированного сигнала (*AM Signal*) изменяется выше и ниже амплитуды несущей.

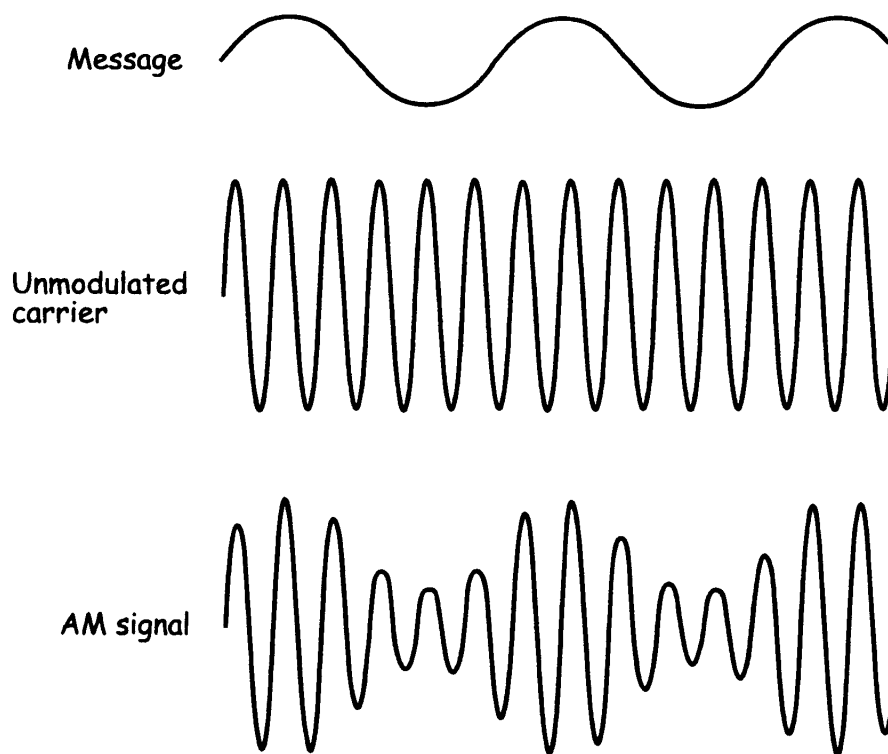


Рис. 1

На рисунке 2 показан амплитудно-модулированный сигнал, изображенный в нижней части рисунка 1, с дополненными пунктирными линиями, соединяющими положительные и отрицательные пики АМ сигнала. Эти пунктирные линии известны в промышленности, как огибающие радиосигнала. Если вы посмотрите на огибающие внимательнее, то заметите, что верхняя огибающая (Upper Envelope) имеет ту же форму, что и сигнал сообщения. А нижняя огибающая (Lower Envelope) имеет такую же форму, но эта огибающая "перевернута" относительно верхней огибающей (т.е. инвертирована).

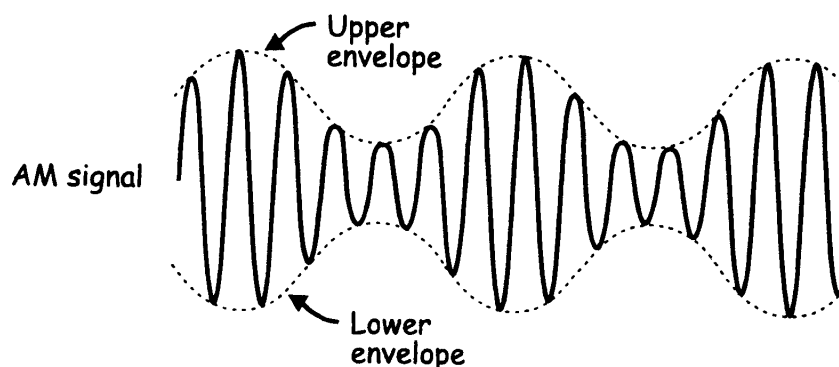


Рис. 2

В теории телекоммуникаций математическая модель АМ сигнала выглядит следующим образом:

$$AM = (DC + \text{message}) \times \text{the carrier}$$

$$(AM = (DC + \text{сигнал сообщения}) \times \text{несущая})$$

Если сигнал сообщения является простой синусоидой (как на рисунке 1), то решение этого уравнения (которое обязательно включает в себя некоторые не показанные здесь тригонометрические функции), говорит нам, что АМ сигнал состоит из трех синусоидальных сигналов.

- Один из них - сигнал с частотой несущей.
- Второй - сигнал с частотой, равной сумме частот несущей и сигнала сообщения
- Третий - синусоидальный сигнал с частотой, равной разности частот несущей и сигнала сообщения

Другими словами, для каждой синусоиды сигнала сообщения, АМ сигнал содержит в себе пару синусоид, частота одной из них ниже, а частота другой - выше частоты несущей. Сложный сигнал сообщения, такой, как речь или музыка состоит из тысяч синусоид и, следовательно, включает в себя тысячи пар огибающих синусоид, охватывающих сигнал с двух сторон. Эти две группы синусоид называются *боковыми полосами частот*, а такой АМ сигнал известен как амплитудно-модулированный сигнал с двойной боковой полосой и неподвленной несущей (*Double-SideBand, Full Carrier - DSBFC*).

В результате этого обсуждения важно четко понимать, что АМ сигнал не состоит из сигналов с частотой сообщения, хотя огибающие АМ сигнала имеют ту же форму, что и сигнал сообщения.

Эксперимент

В этом эксперименте вы будете использовать модуль Emona DATeX для генерации реального АМ сигнала путем реализации его математической модели. Это значит, что вы добавите постоянную составляющую к чистой синусоиде, чтобы создать сигнал сообщения, а потом перемножить его с другой синусоидой более высокой частоты (несущей). Вы исследуете АМ сигнал с помощью осциллографа и сравните его с исходным сигналом сообщения. Вы проделаете то же самое с речевым сигналом вместо сообщения, представленного простой синусоидой.

Затем вы будете изменять амплитуду сигнала сообщения и наблюдать, как это влияет на модулированную несущую. Вы также сможете наблюдать результат перемодуляции несущей. Наконец, с помощью осциллографа вы измерите глубину модуляции АМ сигнала.

Вам потребуется около часа, чтобы выполнить этот эксперимент.

Оборудование

- Персональный компьютер с соответствующим установленным программным обеспечением
- NI ELVIS I или II плюс соединительные проводники
- Только для NI ELVIS I: устройство сбора данных типа NI USB-6251 (или 20МГц двухканальный осциллограф)
- Модуль расширения Emona DATeX для выполнения экспериментов
- Два проводника с разъёмами типа BNC и типа "банан" (2 мм)
- Набор соединительных проводников с разъёмами типа "банан" (2 мм)

Напоминание: Это руководство относится к функциональности ELVIS I.
В ELVIS II имеются следующие отличия.

- CH A (Канал А) и CH B (Канал В) осциллографа в ELVIS II обозначены соответственно CH0 (Канал 0) и CH1 (Канал 1)
- В ELVIS II режим Manual (ручной) выбирается на панели виртуального прибора, отображаемой на экране
- При использовании функционального генератора устанавливайте необходимую частоту на экране приблизительно, а затем переключитесь в режим Manual (ручной)
- Если функциональный генератор используете для частотной модуляции (FM), установите элемент управления modulation (модуляция) в положение FM, чтобы можно было использовать вход DATeX VCO IN (вход генератора, управляемого напряжением)