*Лабораторная работа №3*

**АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ**

**Цель работы**

Исследование амплитудной модуляции.

**Оборудования**

1. Функциональный генератор;
2. Осциллограф;
3. Источник питания;
4. Сумматор напряжения;
5. Умножитель (Multiplier)

**Краткое теоретические введение**

Для эффективной передачи сигналов с помощью радиоволн необходимо перенести спектр этих сигналов из низкочастотной области в диапазон достаточно высоких частот. Данная процедура в радиоэлектронике называется ***модуляцией***.

В коммуникационной системе с помощью микрофона речь и музыка преобразуются в электрический сигнал. Этот электрический сигнал называется ***сигналом сообщения*** и ***модулирующим сигналом***. Сигнал сообщения в дальнейшем используются для изменения амплитуды чистой синусоиды, называемой ***несущей***. Частота несущей обычно намного выше, чем частота сигнала сообщения. На рисунке 1 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 (АМ Signal) изменяется выше и ниже амплитуды несущей.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (а) |
| (б) |
| (в) |
|  | |
| Рисунок 1 - Сигнал сообщения (а), немодулированный несущий сигнал (б) и результат амплитудной модуляции (в) | |

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).

|  |
| --- |
|  |
|  |
| Рисунок 2 – Амплитдуно-модулированный сигнал |

В теории телекоммуникаций математическая модель АМ сигнала выглядит следующим образом:

AM = (DC + messege) \* the carrier

*(AM = (DC + сигнал сообщения) \* несущая)*

Если сигнал сообщения является простой синусоидой (как на рисунке 1), то решение этого уравнения (которое обязательно включает в себя некоторые не показанные здесь тригонометричесчкие 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 – синусоидальной сигнал с частотой, равной разности чатот несущей и сигнала сообщения.

Другими словами, для каждой синусоиды сигнал 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 тысячи 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 неподавленной 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 данном эксперименте требуется предварительная установка программы Multisim на персональный компьютер (ноутбук).

**Порядок выполнения работы**

1. Соберите схему показонную на рисунке 3

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3 – Электрическая схема для получения амплитудной модуляции |
|  |

1. Щелкните левой кнопкой мыши на функциональных генераторах XFG1 и XFG2 дважды и установите значения как показано на рисунке 4.

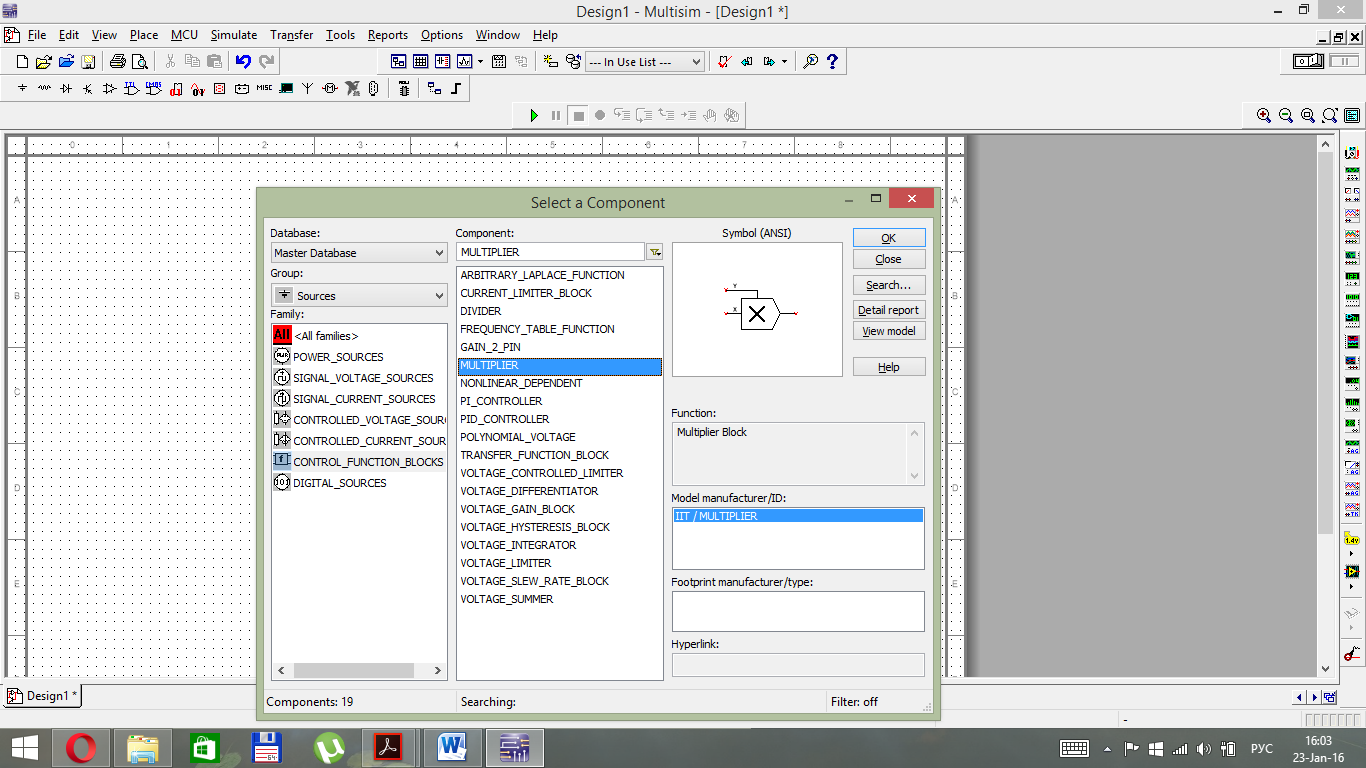
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
| Рисунок 4 – Требуемые значения для функциональных генераторов | |

1. Подключите к схеме осциллограф и анализатор спектра как показно на рисунке 5.

|  |
| --- |
|  |
|  |
| Рисунок 5 – Схема для получения амплитудно-модулированного сигнала |

1. Откройте осцилограф и установите значения как показано на рисунке

|  |
| --- |
|  |
|  |
| Рисунок 5 – Значения осциллографа |

1. Включите схему нажатием кнопки , которая расположена в правом верхнем углу.
2. Перезапустите осциллограф (Oscilloscope) и зарисуйте картинку на экране.
3. Запустите анализатор спектра (Spectrum Analyzer) и зарисуйте картинку на экране.

Из эксперимента видно, что модуляция несущей пропроциональна амплитуде сигнала сообщения. То есть, если амплитуда сигнала сообщения растет, то растет и глубина модулияции несущей.

Величина, на которую сигнал сообщения модулирует несущую, в промышленности называется коэффициентом или индексом модуляции (m – modulation index). ***Индекс модуляции*** – это важная характеристика АМ сигнала по нескольким причинам, в том числе, она важна при расчете распределения мощности сигнала между несущей и боковыми полосами.

На рисунке 7 показаны два ключевых параметра амплитуды модулированного сигнала. Эти параметры позволяют рассчитать коэффициент модуляции.

|  |
| --- |
|  |
|  |
| Рисунок 3 – Амплитудно-модулированный сигнал с указанием минимальных и максимальных значении амплитуды |

Из осциллограммы измерьте и запишите максимальные (P) и минимальные (Q) значения амплитуды АМ сигнала. Затем рассчитайте по формуле, приведенный ниже, значение глубины модуляции АМ сигнала и запишите его в таблицу.

*m =*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Максимальная амплитуда, Р | Минимальная амплитуда , Q | m |
|  |  |  |

**Контрольные вопросы:**

1. Для чего требуется модуляция сигнала?
2. Что такое сигнал сообщения и несущий сигнал?
3. Напишите математическую модель амплитудно-модулированного сигнала.
4. Что такое индекс модуляции?
5. Сколько гармоник содержит АМ сигнал, если сигналом сообщения является синусоида?