Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технология приборостроения (РЛ6)»

Занятие №4 – "Амплитудный аналоговый детектор, Балансный модулятор"

по дисциплине «Информационные РЭС»

Выполнил ст. группы РЛ6-91

Филимонов С.В.

ПреподавательРуденко Н.Р.

Москва, 2024

**Амплитудный аналоговый детектор**

[Амплитудный аналоговый детектор 3](#_Toc180047229)

[Задание 1 3](#_Toc180047230)

[Задание 2 5](#_Toc180047231)

[Синхронный детектор 10](#_Toc180047232)

[Исследование балансного модулятора 11](#_Toc180047233)

[Детектирование балансно-модулированного сигнала 22](#_Toc180047234)

[Вывод 23](#_Toc180047235)

# Амплитудный аналоговый детектор

*Задание к лабораторной работе:*

1. Измените к схеме однотактного амплитудного модулятора амплитуду и частоту сигналов несущей и модуляции и установите их влияние на про детектированный сигнал. Подберите новые параметры RC – фильтра.
2. Измените в схеме двухтактного амплитудного модулятора амплитуду и частоту сигналов несущей и модуляции и установите их влияние на про детектированный сигнал. Подберите новые параметры RC – фильтра.

## Задание 1

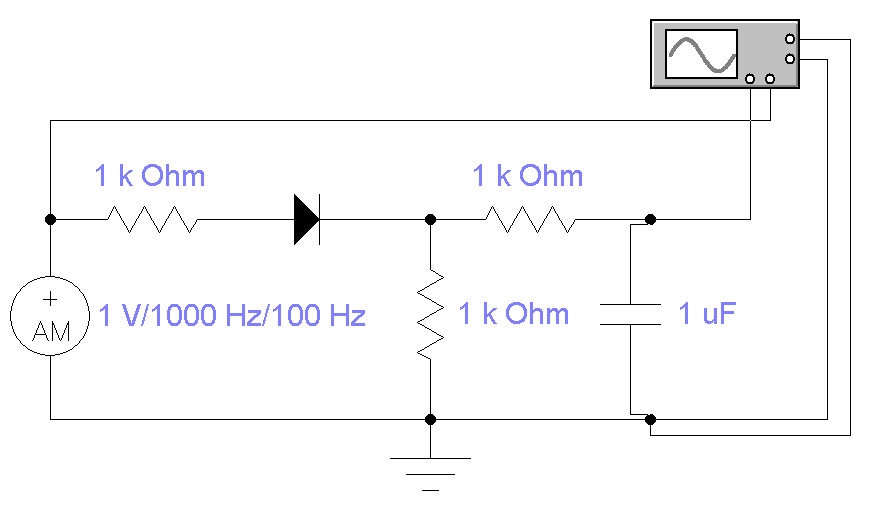


Рис. 1.1 – Схема однотактного амплитудного детектора.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рис. 1.2 – Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала.

Коэффициент модуляции *,*  соответствует 100% модуляции (полная модуляция),

Новые характеристика АМ сигнала:

* Частота несущей – .
* Частота модуляции – .
* Амплитуда несущей – .
* Амплитуда модуляции – .

Чтобы фильтр эффективно удалял несущую, частота среза фильтра должна быть немного выше максимальной частоты модуляции ​, но существенно ниже частоты несущей ​. Выберем

Выберем Ом, мкФ. Согласно стандартному ряду [E24](https://www.tme.eu/html/gfx/img_8097.gif) Ом, мкФ.

|  |  |
| --- | --- |
| Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала до перерасчета фильтра | Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала после перерасчета фильтра |
|  |  |

Влияние амплитуды и частоты сигналов несущей и модуляции на продетектированный сигнал:

* При увеличении амплитуды модулирующего сигнала возрастет глубина модуляции, что приведет к более четкому выделению информации в детектированном сигнале.
* При увеличении частоты модуляции необходимо корректировать параметры фильтра для пропускания всех полезных частот.

## Задание 2

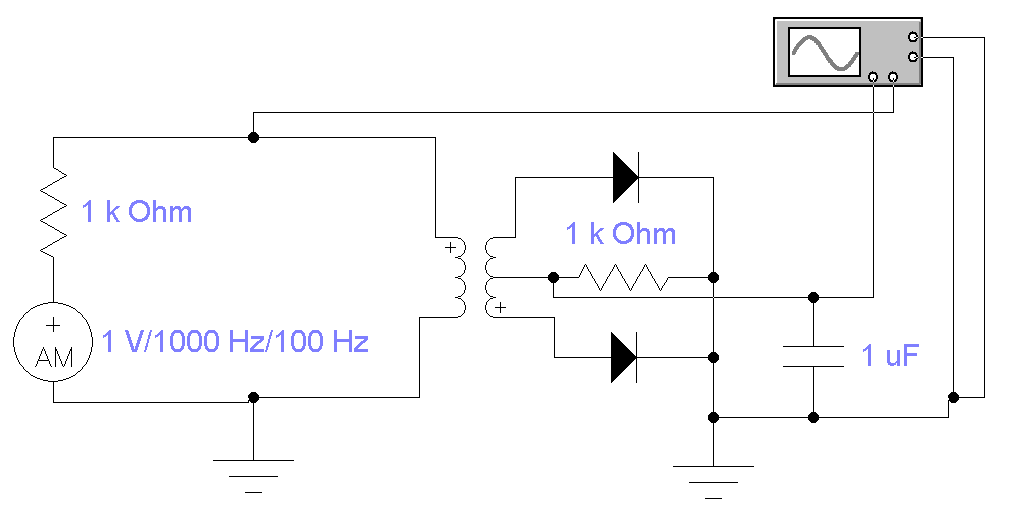


Рис. 2.1 – Схема двухтактного амплитудного детектора.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рис. 2.2 – Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала.

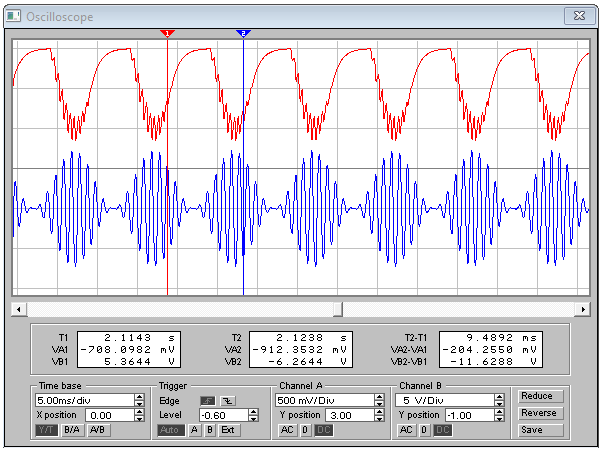


Рис. 2.3 – График двухтактного амплитудного модулятора с измененной амплитудой (увеличена на 1 В).

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Рис. 2.4 – График двухтактного амплитудного модулятора при исходной амплитуде и измененной частоте модуляции (увеличена в двараза).

A screen shot of a computer

Description automatically generated

Рис. 2.5 – График двухтактного амплитудного модулятора при исходной амплитуде, частоте модуляции и при увеличенной в два раза частоте сигнала:

Так как при увеличенной в два раза частоте сигнала ( Гц) сигнал сильно подвержен искажениям, то надо его пустить на вход ФНЧ, представлено RC – цепью. Уменьшим сопротивление до 750 Ом исходя из следующего соотношения для ФНЧ фильтра:

Изображение выглядит как текст, диаграмма, линия, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рис. 2.6 – Схема двухтактного амплитудного детектора с измененными параметрами.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, линия

Автоматически созданное описание

Рис. 2.7 – Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала.

Влияние амплитуды и частоты сигналов несущей и модуляции на продетектированный сигнал:

* При увеличении амплитуды модулирующего сигнала возрастет глубина модуляции, что приведет к более четкому выделению информации в детектированном сигнале.
* При увеличении частоты модуляции необходимо корректировать параметры фильтра для пропускания всех полезных частот.

## Синхронный детектор

Пусть L = 3 мГн, тогда

Т.к. конденсатора подключены последовательно то посчитанную ёмкость поделим пополам:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание

Рис. 3.1 – Схема синхронного детектора.

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, программное обеспечение, дисплей

Автоматически созданное описание

Рис. 3.2 – Временные диаграммы амплитудно-детектированного сигнала.

# Исследование балансного модулятора

*Содержание отчета*

1. Результат работы программы Matlab
2. Схема исследуемого модулятора
3. Осциллограммы и спектрограммы исследуемых сигналов
4. Результаты экспериментов и графики построенные по этим результатам

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, График

Автоматически созданное описание

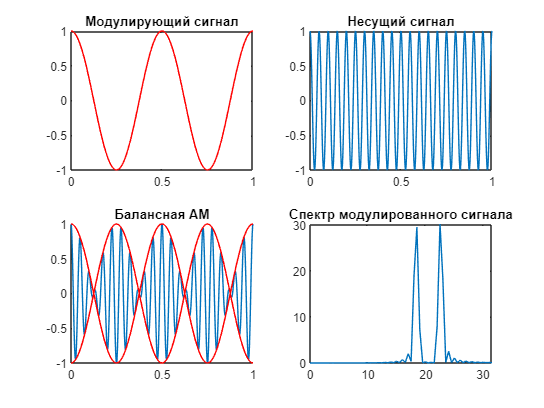


Рисунок 1 – Результат работы программы Matlab

Изображение выглядит как диаграмма, Технический чертеж, План, текст

Автоматически созданное описание

Рисунок 2 – Принципиальная схема исследуемого балансного модулятора

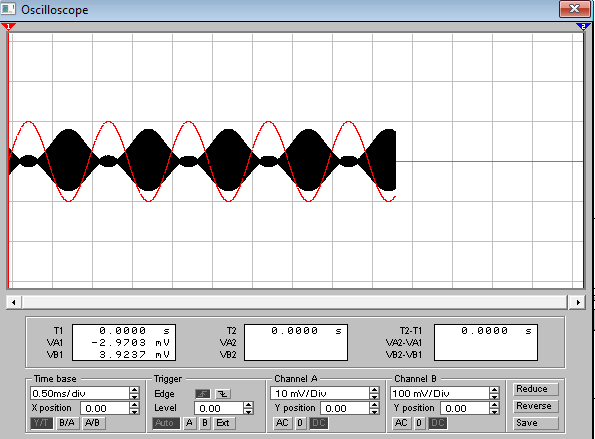


Рисунок 3 – Осциллограмма на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 500 кГц

Изображение выглядит как текст, линия, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 4 – Спектр сигнала на выходе модулятора при положении подстроечного резистора R1 50%

Коэффициент модуляции:

Изображение выглядит как Шрифт, текст, линия, белый

Автоматически созданное описание

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота генератора | 150 Гц | 170 | 180 | 200 | 250 | 500 | 800 |
| Коэффициент Мам | 0.767 | 0.760 | 0.721 | 0.726 | 0.457 | 0.281 | 0.205 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Частота генератора | 1 кГц | 10 | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 100 |
| Коэффициент Мам | 0.101 | 0.764 | 0.879 | 0.899 | 0.936 | 0.944 | 0.949 | 0.958 |

Табл. 1 – Таблица измеренных и рассчитанных значений коэффициента модуляции

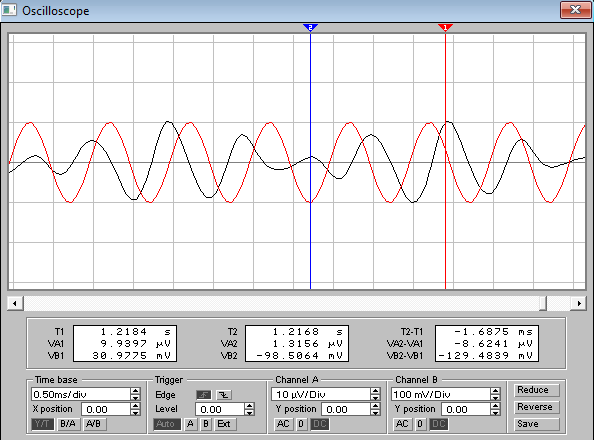


Рисунок 5 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 150 Гц,

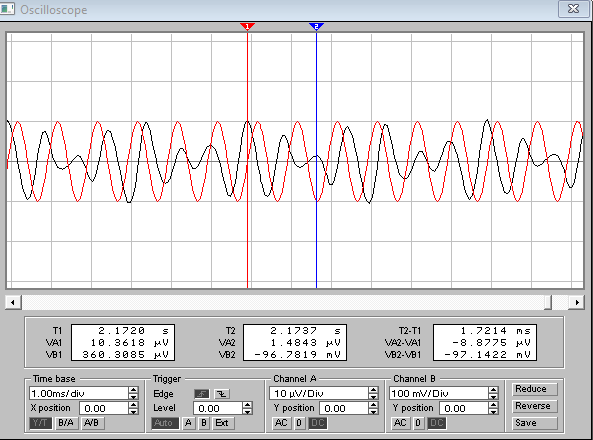


Рисунок 6 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 170 Гц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 7 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 180 Гц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 8 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 200 Гц,

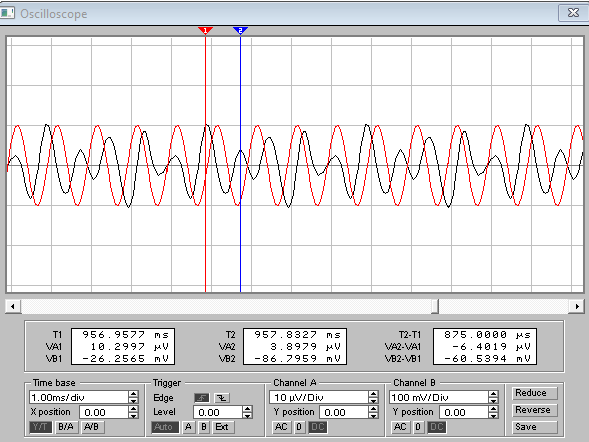


Рисунок 9 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 250 Гц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, линия

Автоматически созданное описание

Рисунок 10 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 500 Гц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 11 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 800 Гц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, дисплей

Автоматически созданное описание

Рисунок 11 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 1 кГц,

Изображение выглядит как текст, диаграмма, График, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рисунок 12 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 10 кГц,

Изображение выглядит как текст, диаграмма, снимок экрана, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 13 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 20 кГц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, диаграмма, График

Автоматически созданное описание

Рисунок 14 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 30 кГц,

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 15 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 40 кГц,

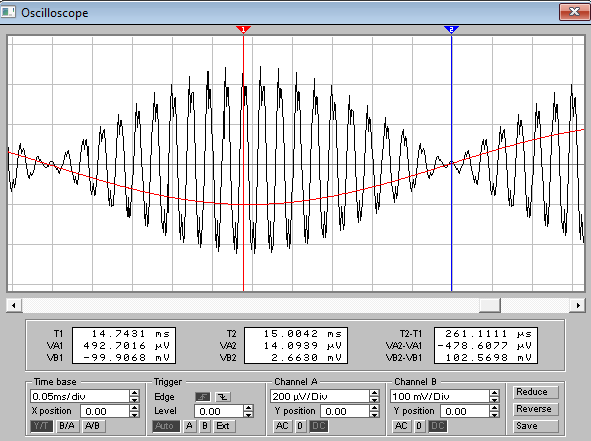


Рисунок 16 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 45 кГц,

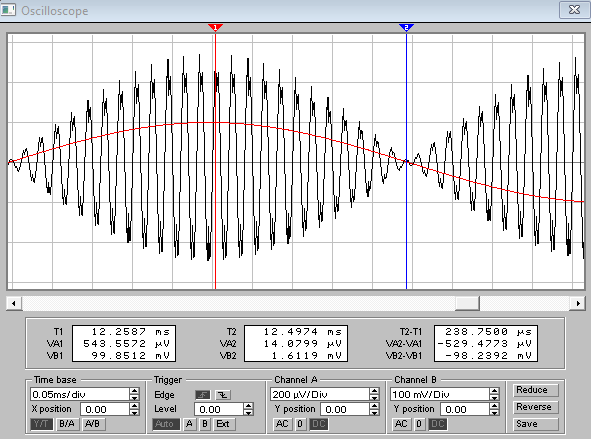


Рисунок 17 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 50 кГц,

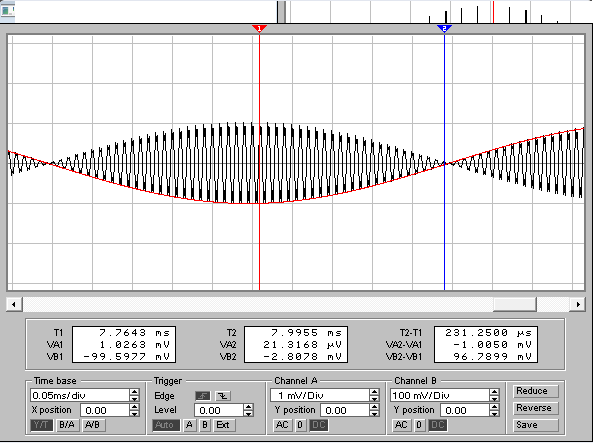


Рисунок 18 – Пример осциллограммы на выходе модулятора при частоте модулирующего генератора 100 кГц,

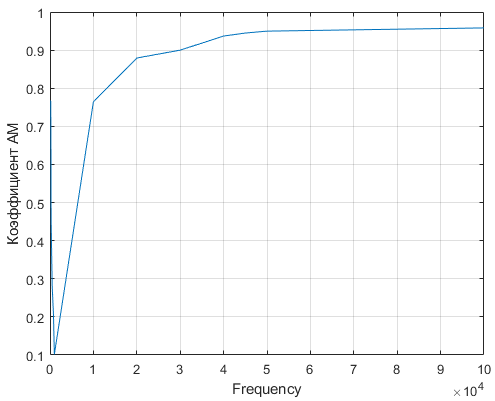


Рисунок 19 – График частотной характеристики модулятора

# Детектирование балансно-модулированного сигнала

Изображение выглядит как диаграмма, текст, План, Технический чертеж

Автоматически созданное описание

Рисунок 20 – Схема детектора балансно модулированного сигнала

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, График, диаграмма

Автоматически созданное описание

Рисунок 21 – Осциллограмма, содержащая сигнал с выхода балансного модулятора и выхода детектора

# Вывод

В ходе практического занятия была исследована балансная амплитудная модуляция (АМ) с подавлением несущей частоты, а также проведен анализ спектров и сигналов с использованием программной среды Matlab. Получены результаты моделирования сигналов, их синхронного детектирования и балансной модуляции. Проведённые эксперименты подтвердили возможность эффективного подавления несущего сигнала, что приводит к увеличению коэффициента полезного действия модуляции до 100%. Тем не менее, балансная модуляция имеет свои сложности, в частности, необходимость точной синхронизации при демодуляции. Для решения этой проблемы может использоваться метод с неполным подавлением несущей частоты, что позволяет выполнять фазочастотную автосинхронизацию. В итоге, было продемонстрировано, что балансная модуляция оптимально распределяет энергию сигнала, хотя и требует более сложных схем для демодуляции, что ограничивает её практическое применение в некоторых случаях.