

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника (РЛ)»

Кафедра «Технологии приборостроения (РЛ6)»

Лабораторная работа №3

по дисциплине "Устройства приема и преобразования сигналов"

Выполнил студент группы РЛ6-81

Филимонов С.В.

Преподаватель Мещеряков В.Д.

Москва, 2024

Исследование амплитудного диодного детектора

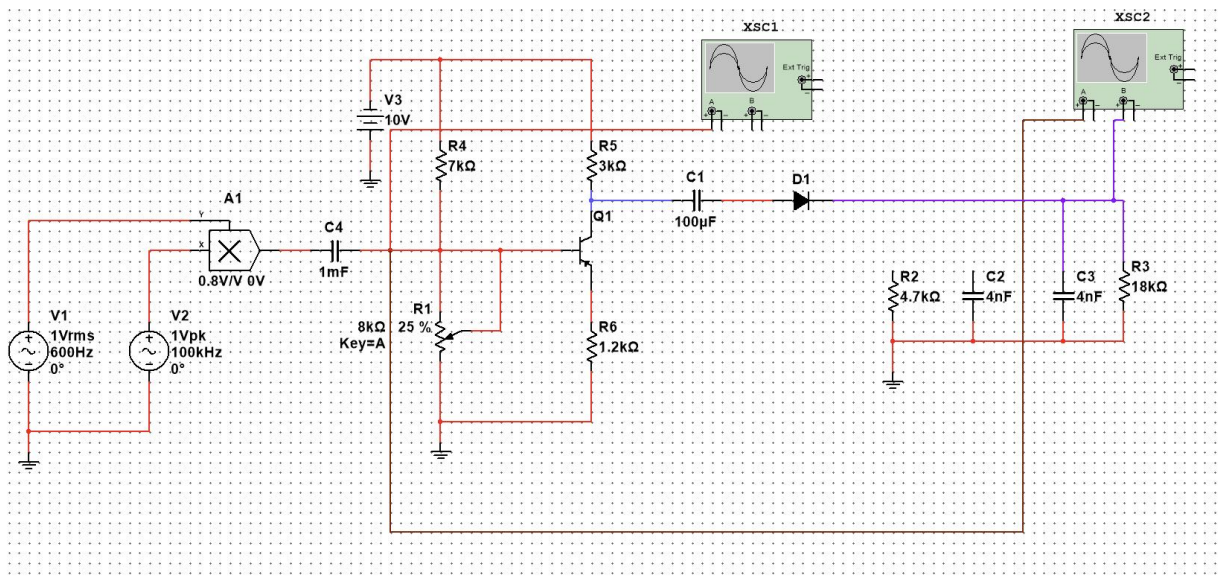


Рис. 1 – Электрическая принципиальная схема амплитудного детектора

1. Определить коэффициент усиления для промежуточной частоты 600 Гц как отношение размаха выходного сигнала к размаху входного.

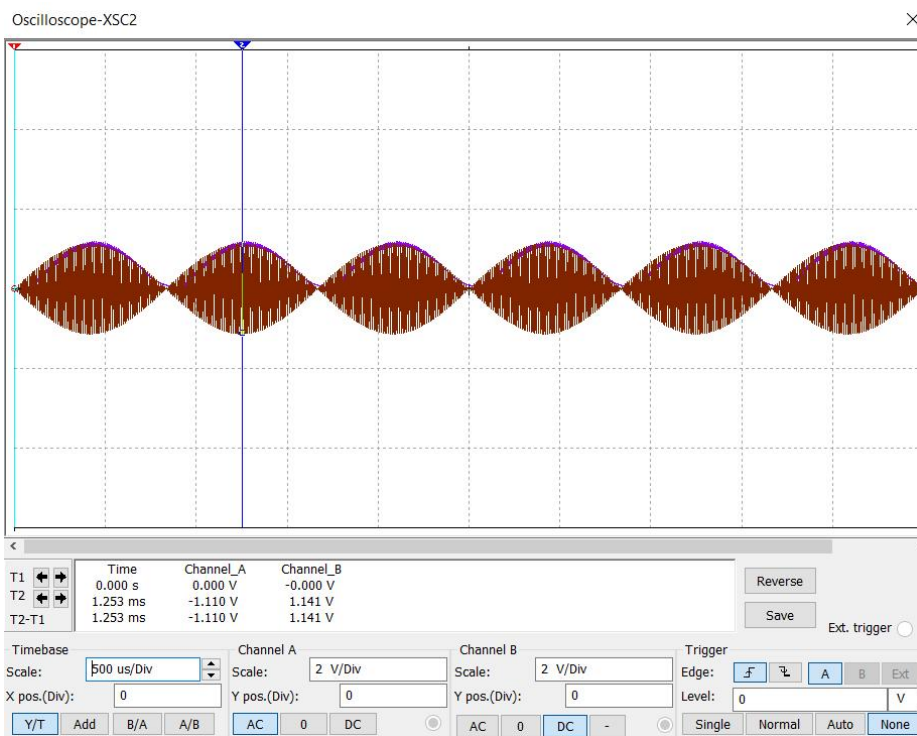


Рис. 2 – Осциллограмма входного и выходного сигналов

$$K_{yc} \approx \frac{1,14}{2,22} \approx 0,5$$

2. Изменить выходную нагрузку на резистор R2 и конденсатор C2 и выполнить требования п.1. Обратить внимание на форму выходного сигнала и сравнить с формой сигнала, полученной на предыдущей нагрузке

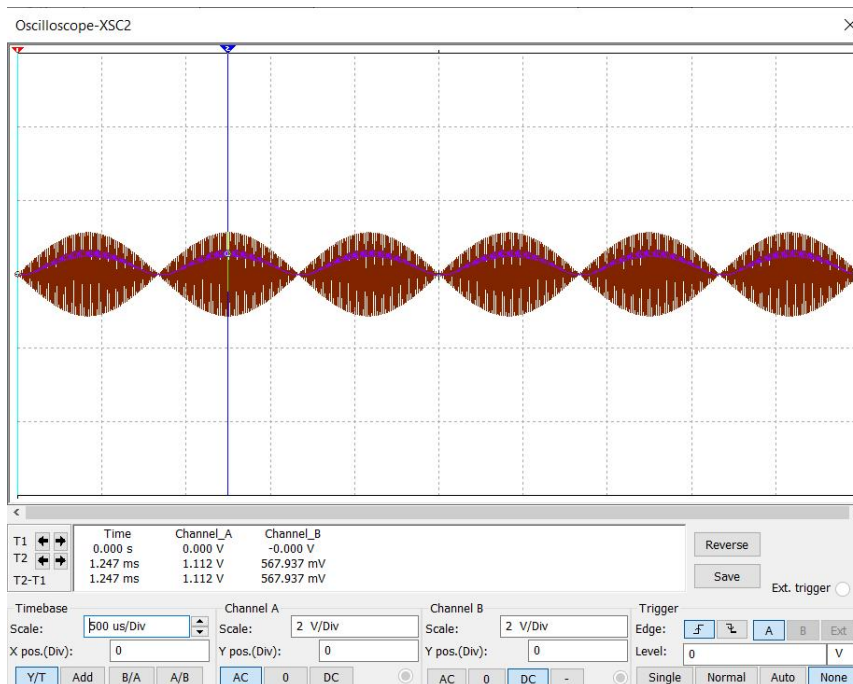


Рис. 3 – Осциллограмма входного и выходного сигналов при изменённых R_H и C_H

ВЫВОДЫ

1. Электрическая схема состоит из:

- двух источников переменного сигнала (один моделирует передаваемый сигнал, другой – сигнал несущей или промежуточной частотой);
- на выходе перемножителя имеем амплитудно модулированный сигнал;
- амплитудно модулированный сигнал поступает через разделительный конденсатор C_2 (предотвращает попадание постоянной составляющей, задающей рабочую точку усилителя, на источник сигнала) на усилитель на биполярном транзисторе, выполненный по схеме с ОЭ, которая усиливает по мощности (и по току, и по напряжению). Резисторы R_1, R_4 задают рабочую точку усилителя, выбранную в середине нагрузочной прямой. Резистор R_5 ограничивает коллекторный ток, R_6 выполняет функцию ООС по току, причём как постоянной, так и по переменной составляющей (отсутствует шунтирующий конденсатор для переменного тока).
- через разделительный конденсатор C_1 усиленный амплитудно модулированный сигнал проходит через диод и поступает на нагрузку в виде конденсатора и резистора.

2. На рисунке 2 видно, что входной и продетектированный сигнал совпадают по амплитуде: входной сигнал был усилен (причём коэффициент усиления по напряжению был не очень высок и составляет ≈ 2 , так как отсутствует шунтирование конденсатором переменной составляющей тока), но $\approx 0,6 - 0,8$ В падает на диоде (диод открывается при данном приложенном напряжении), поэтому амплитуда выходного сигнала уменьшается на эту величину. По размаху выходной сигнал в 2 раза меньше входного сигнала, так как амплитудный детектор на одном диоде

осуществляет детектирование лишь положительной полуволны сигнала, причём частота выходного сигнала становится в 2 раза больше частоты передаваемого сигнала.

3. На рисунке 3 видно, что выходной сигнала уменьшился по амплитуде после изменения C_H и R_H : из-за уменьшения значения R_H уменьшилась постоянная времени разряда конденсатора $\tau = R_H C_H$, поэтому конденсатор стал быстрее разряжаться через резистор в связи с чем не успевала установиться реальная амплитуда поступающего сигнала (баланс между зарядом и разрядом наступал раньше, чем достигалась амплитуда модулированного сигнала).

Исследование частотного детектора

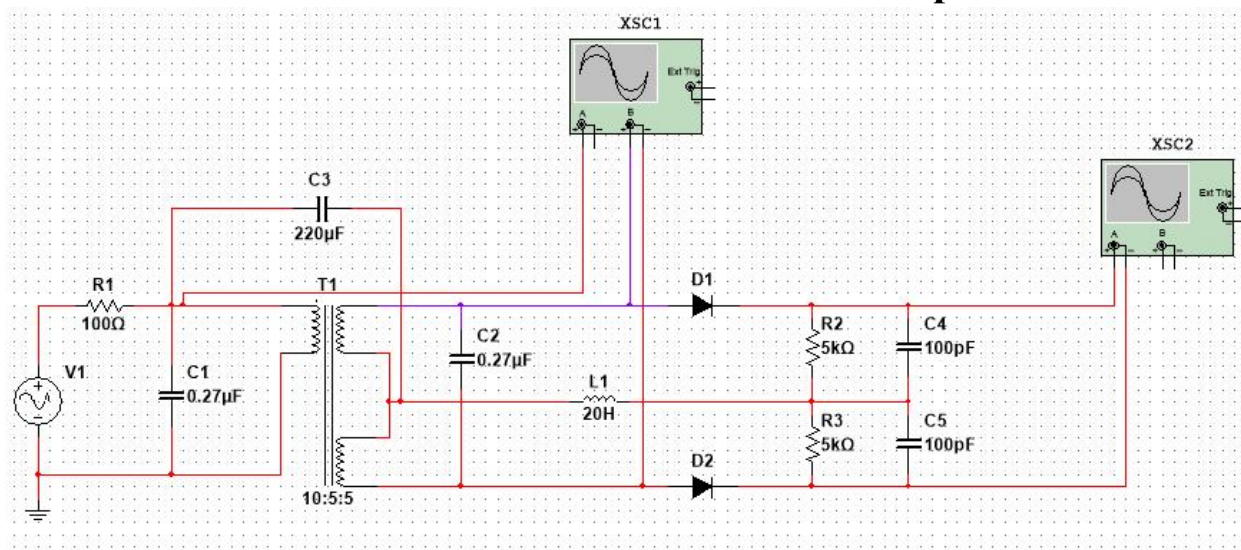


Рис. 4 – Электрическая принципиальная схема частотного детектора

Оба контура настроены на резонансную частоту 30 кГц:

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,27 \cdot 10^{-7} \cdot 0,104 \cdot 10^{-3}}} \approx 30 \text{ кГц}$$

Минимальная и максимальная частоты найдены из АЧХ, представленной на рисунке 5.

$$P_{\text{чД}} \approx 35 - 25 = 10 \text{ кГц}$$

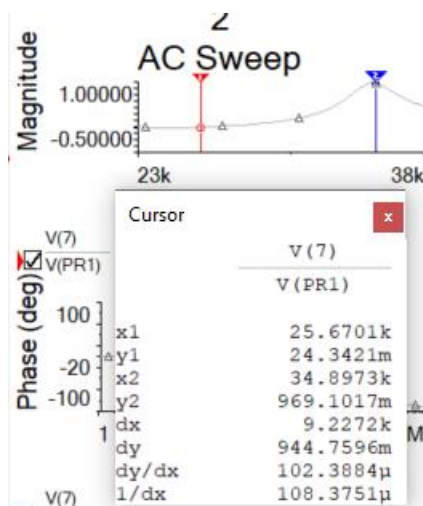


Рисунок 5 – АЧХ частотного детектора

Уменьшим ёмкость конденсаторов в 2 раза, при этом резонансная частота изменилась на 45 кГц, а АЧХ приняла следующий вид:

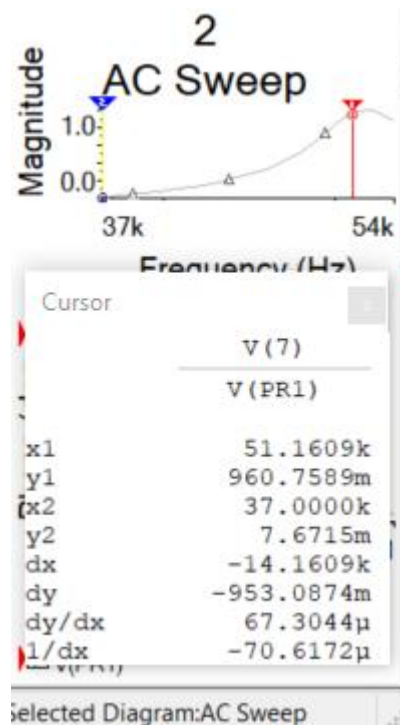


Рисунок 6 – АЧХ частотного детектора с изменённой резонансной частотой

Полоса пропускания увеличилась и стала ≈ 14 кГц. Причиной является то, что добротность контуров ограничена и не изменяется, когда резонансная частота увеличивается $\Rightarrow \Delta F = \frac{f_p}{Q}$ - увеличивается полоса пропускания.

Осциллограммы со вход и выхода представлены на рисунке 7.

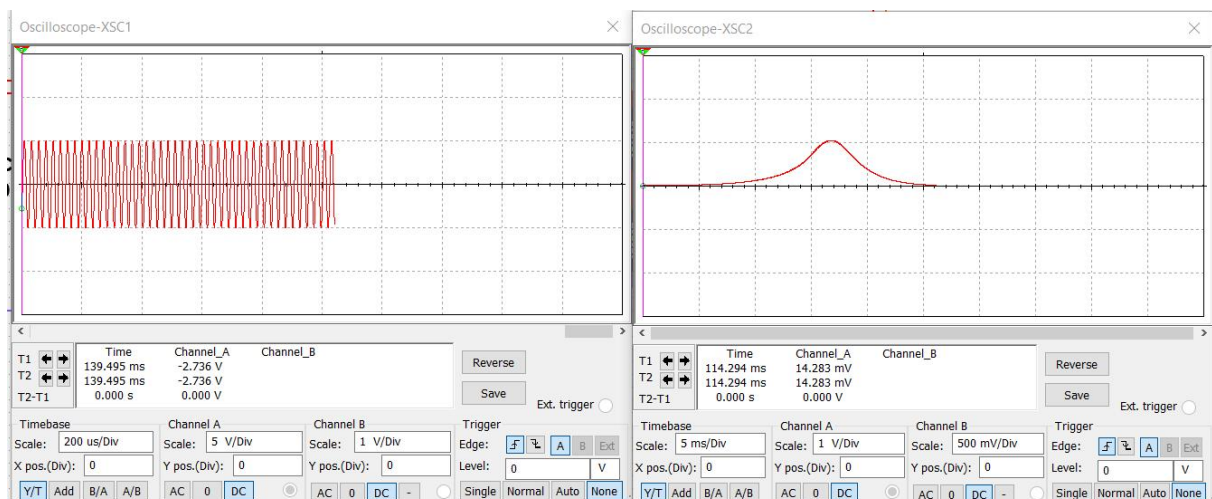


Рис. 7 – Осциллограммы сигналов на входе и выходе

На вход подадим амплитудно-модулированный сигнал с частотой несущей 900 кГц и модулирующей частотой, равной резонансной частоте контура. По осциллограммам видим, что АМ сигнал прошёл на выход, но со значительно меньшим

размахом, что связано с тем, что частота несущей значительно выше резонансных частот контуров, поэтому сигнал прошёл ослабленным на много порядков.

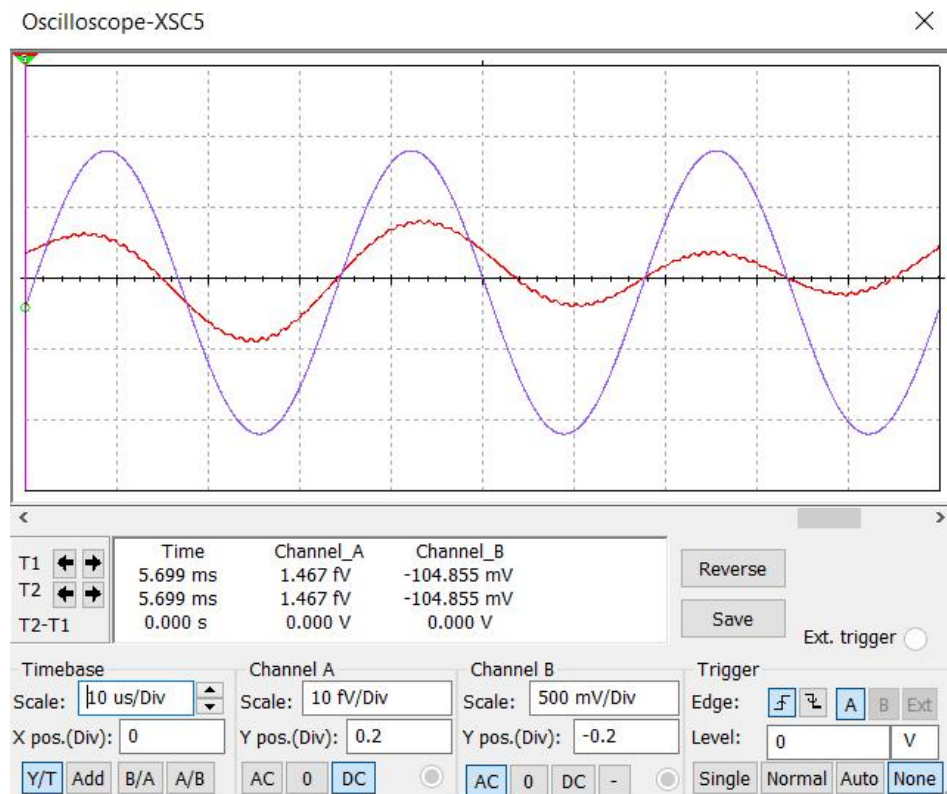


Рис. 8 – Осциллограммы сигналов на входе и выходе для АМ сигнала

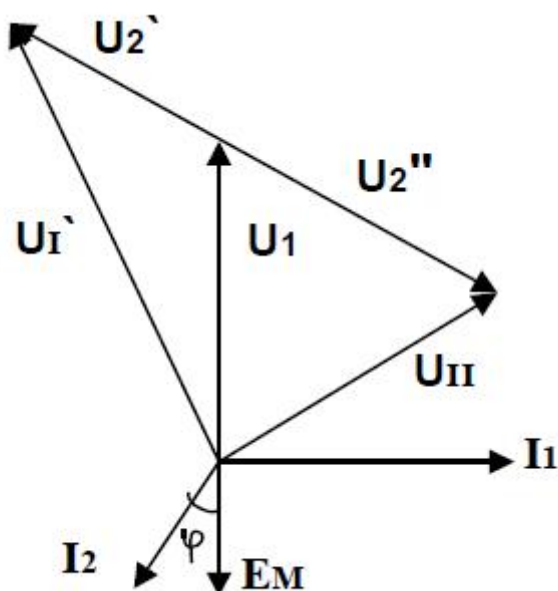
ВЫВОД

1. Электрическая схема состоит из:

- источника ЛЧМ (он же ЧИРП) сигнала;
- связанных контуров: первый состоит из C_1 и первичной катушки трансформатора и настроен на частоту 30 кГц, второй – из C_2 и вторичной обмотки трансформатора с аналогичной резонансной частотой
- два диода, представляющие собой два АД, R_2, C_4 и R_3, C_3 служат нагрузкой амплитудных детекторов;
- катушки L_1 , через которую проходит постоянная составляющая тока, создавая на обоих диодах одинаковые падения напряжения. При снятии разности сигналов с выхода ЧД данная постоянная составляющая компенсирует друг друга.
- конденсатора $C_{св}$, через который напряжение с 1-го контура подводится к средней точке второго контура и напряжение оказывается приложенным к обоим детекторам.

2. Детектирование осуществляется следующим образом: ЛЧМ сигнал через трансформатор оказывается на вторичных обмотках трансформатора; так как вторичная обмотка имеет средний вывод, то имеем два сигнала, противоположных по знаку на нижней и верхней обмотках. Когда частота ЛЧМ сигнала отличается от резонансной, то происходит смещение тока сигнала по фазе во вторичной обмотке

(так как сопротивление принимает индуктивный или емкостной характер), поэтому сигнал в верхней половине оказывается повернутым на некоторый угол, в нижней – повернутым и отражённым. После детектирования на двух диодах (два АД), постоянная составляющая замыкается через L_1 на диоды, поэтому при снятии сигнала с выхода ЧД она вычитается, а переменная составляющая в связи с разными знаками складывается: $0,5 \cdot U_2 - (-0,5 \cdot U_2) = U_2$. Таким образом, данное сложение можно интерпретировать в векторном виде, откуда видно, что выходной сигнал будет меняться в зависимости отстройки входного сигнала от резонансной частоты:



3. При подаче амплитудно модулированного сигнала с несущей 900 кГц и модулирующей частотой равной резонансной частоте контура на выходе не происходит детектирование АМ сигнала, так как сигнал на несущей частоте проходит через контура с малым коэффициентом передачи и имеет малый размах. Сигнал детектируется АД, но имеет очень малый размах на выходе.