

МГТУ им. Баумана

Дисциплина основы электроники

Лабораторная работа №6

Усилители

Работу выполнила:
студентка группы ИУ7-31Б
Варламова Екатерина

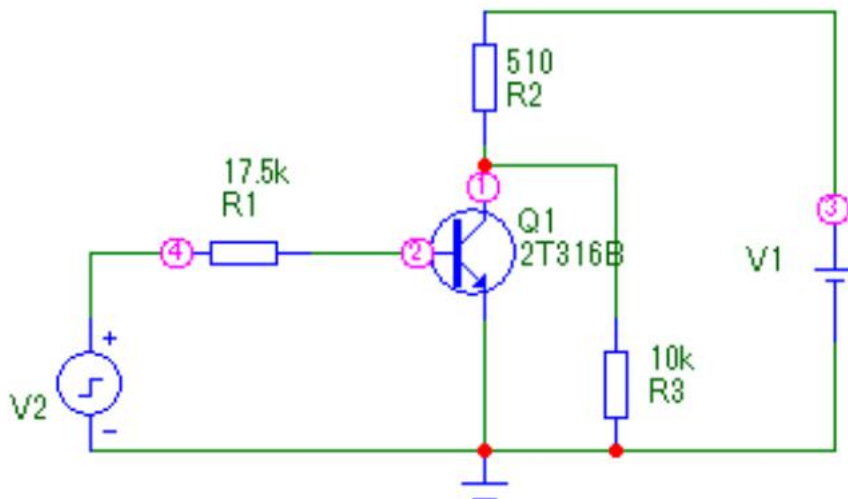
Москва, 2020

Цель работы: Получить навыки в использовании базовых возможностей программы Microcap и знания при исследовании и настройке усилительных и ключевых устройств на биполярных и полевых транзисторах.

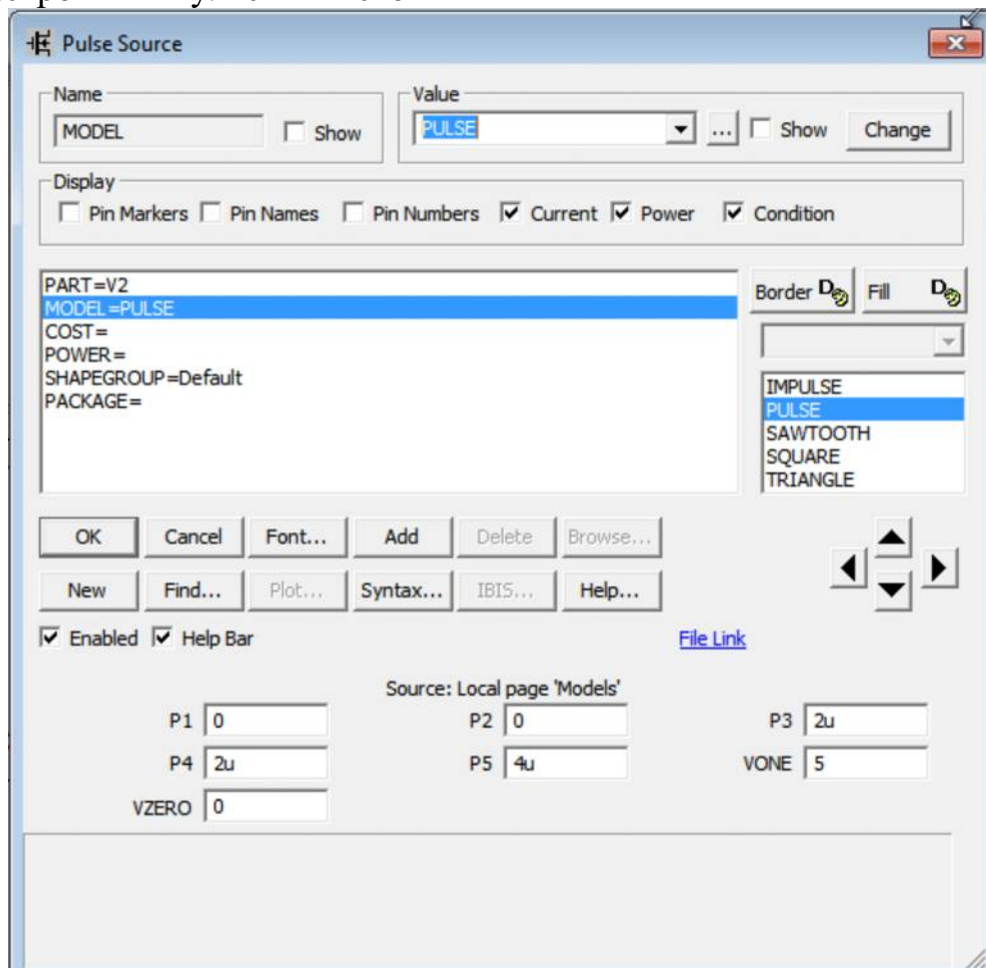
Эксперимент 4

Ключ на биполярном транзисторе

1. Построим схему с транзистором 2Т316В (NPN) в программе microcap. Обратим внимание на правильную полярность при исследовании транзистора.



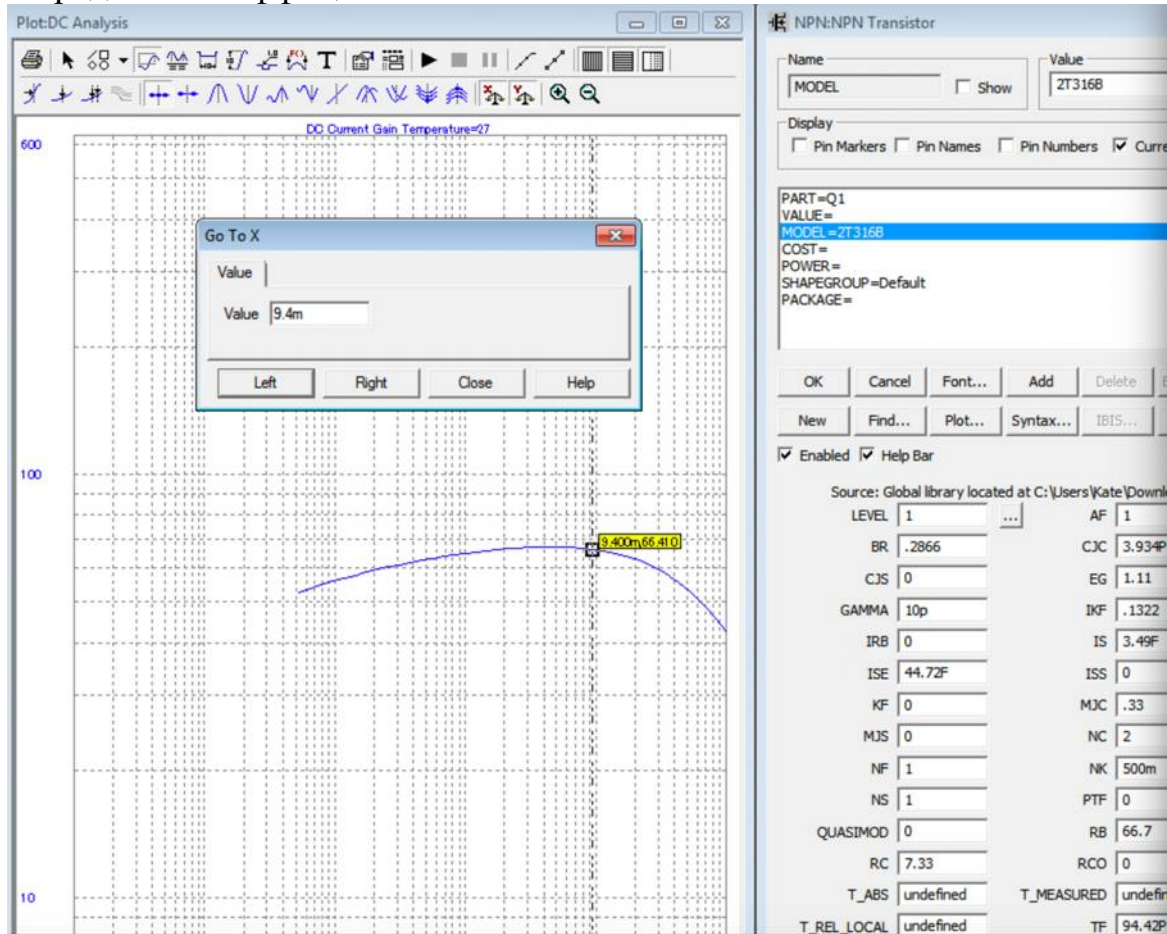
Настроим импульсный источник



Рассчитаем сопротивление R_b для режима работы ключа со степенью насыщения $s = 1$:

$$I_{кнас} = (E_k - U_k) / R_k = 4.8 / 510 = 9.4\text{mA}$$

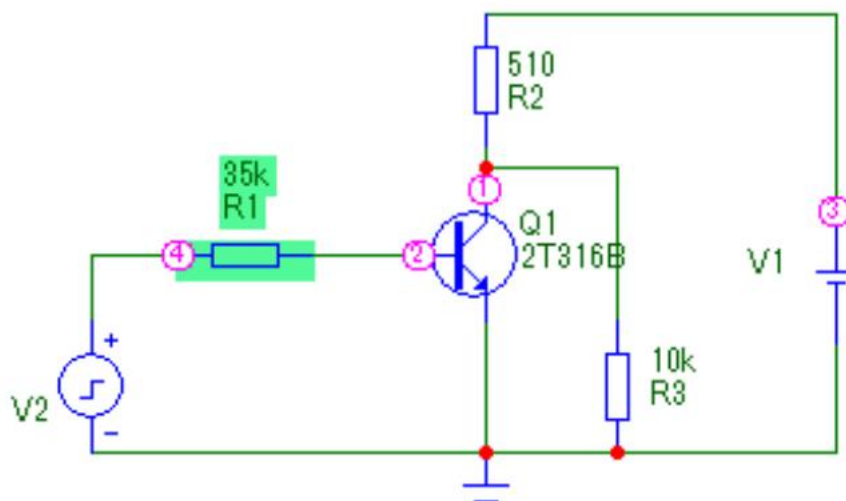
Определим коэффициент BF :



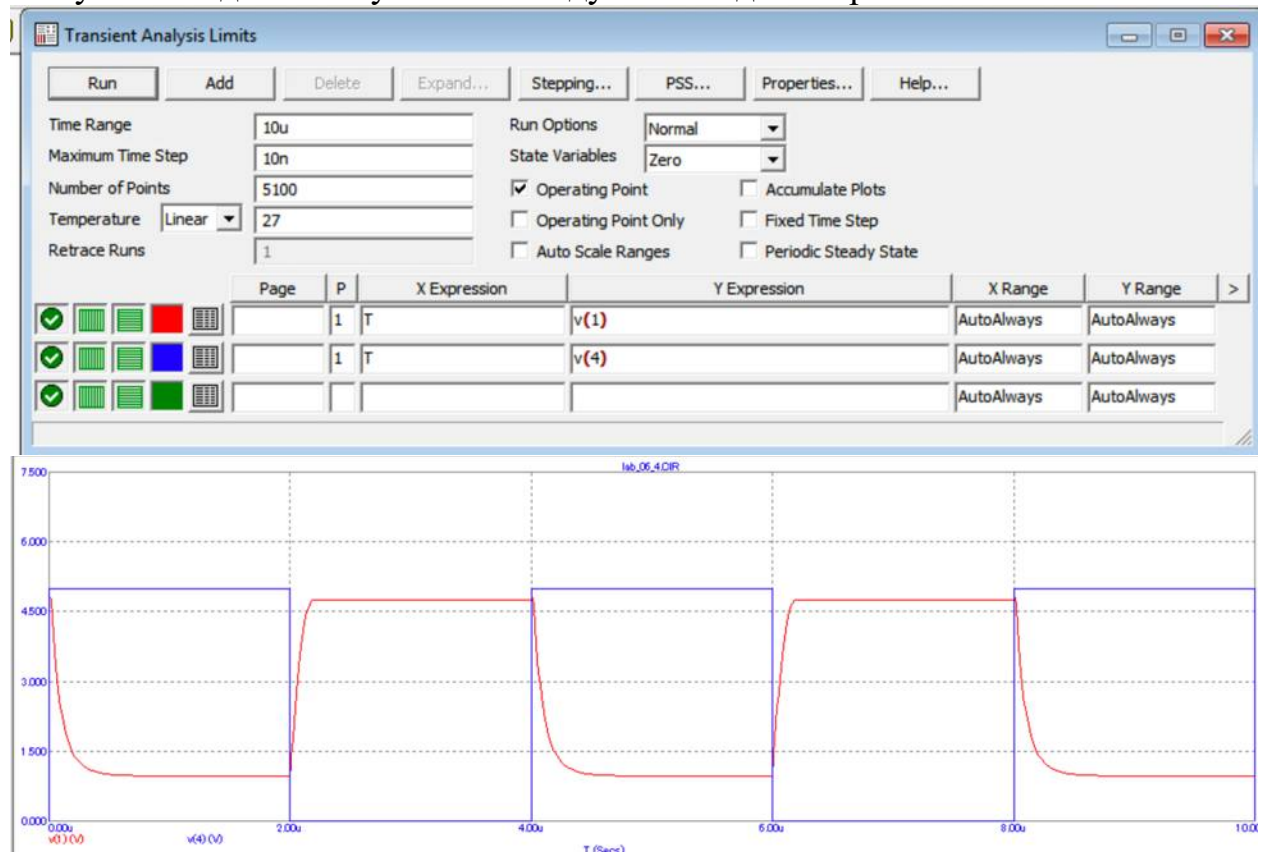
$$I_{бнас} = I_{кнас} / BF = 9.4\text{mA} / 66.41 = 0.14\text{mA}$$

$$R_b = U_{вх} / (S * I_{бнас}) = 5 / 0.14\text{mA} = 35\text{k}$$

Установим R_b



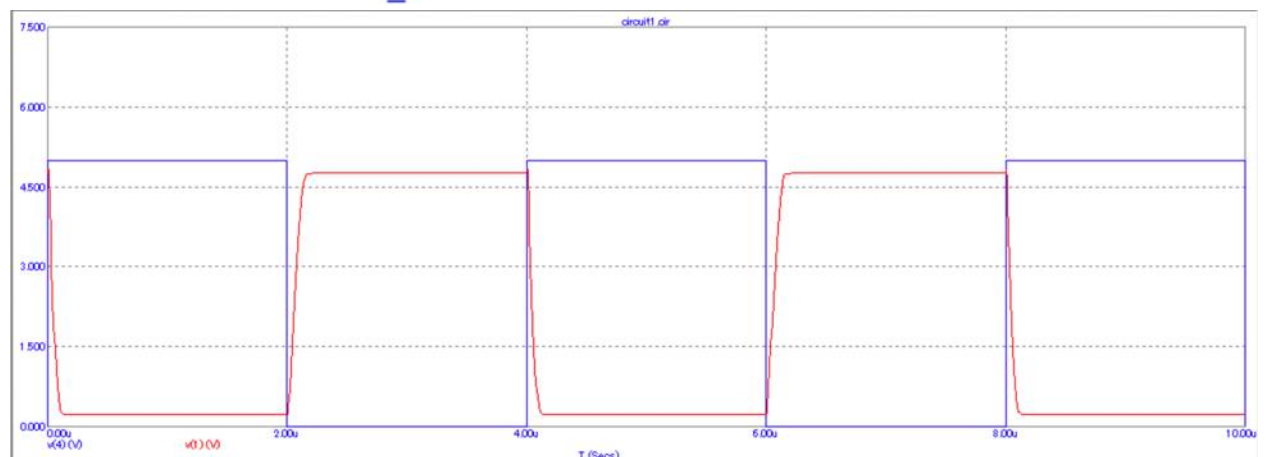
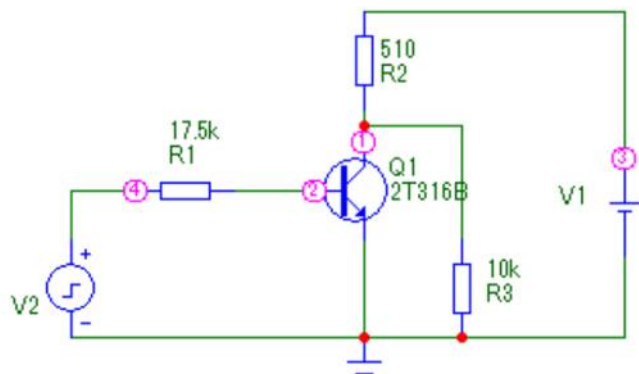
Получим входной импульс и исследуем выходной в режиме Transient:



2. Получим аналогичные графики для степени насыщения $s = 2, 5, 20$

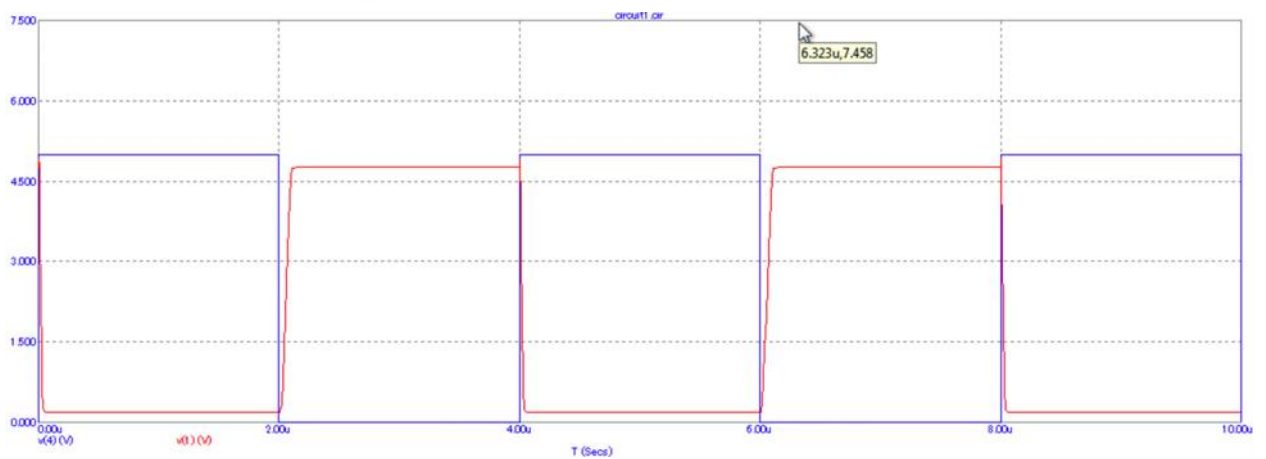
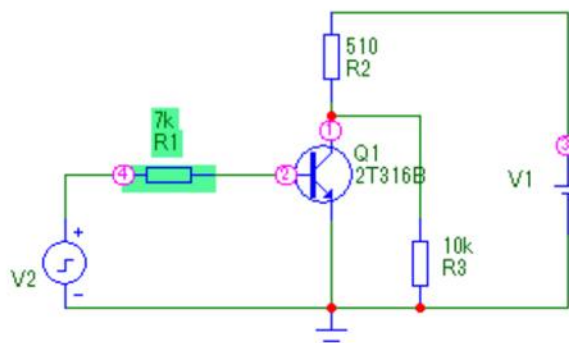
При $s = 2$:

$$R_b = U_{вх} / (S * I_{бнас}) = 5 / 2 * 0.14mA = 17.5k$$



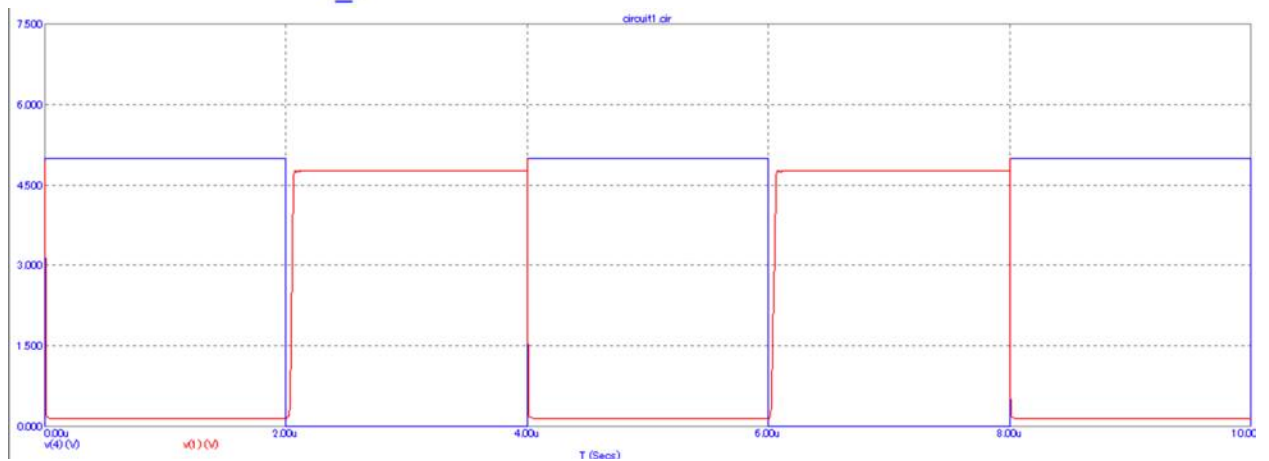
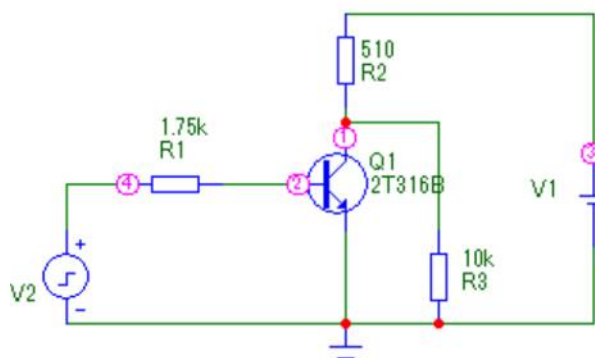
При $s = 5$:

$$R_b = U_{BX} / (S * I_{bнас}) = 5 / 5 * 0.14mA = 7k$$



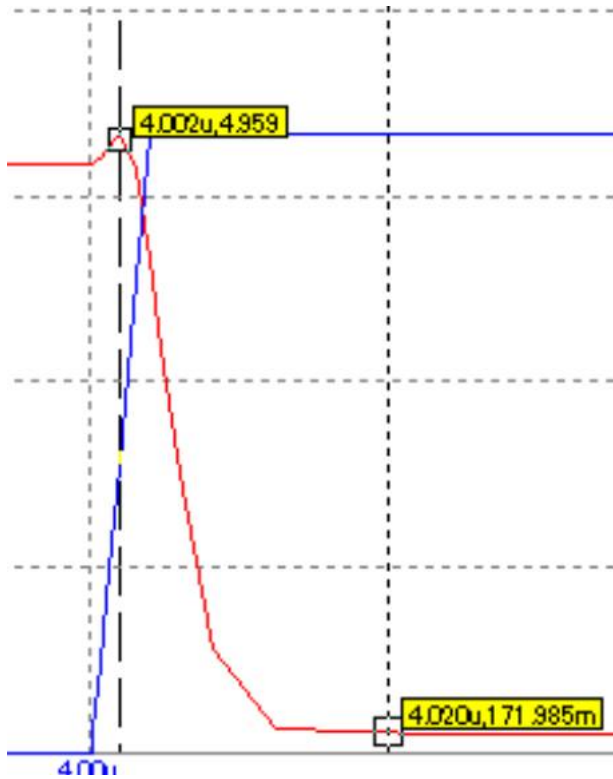
При $s = 20$:

$$R_b = U_{BX} / (S * I_{bнас}) = 5 / 20 * 0.14mA = 1.75k$$

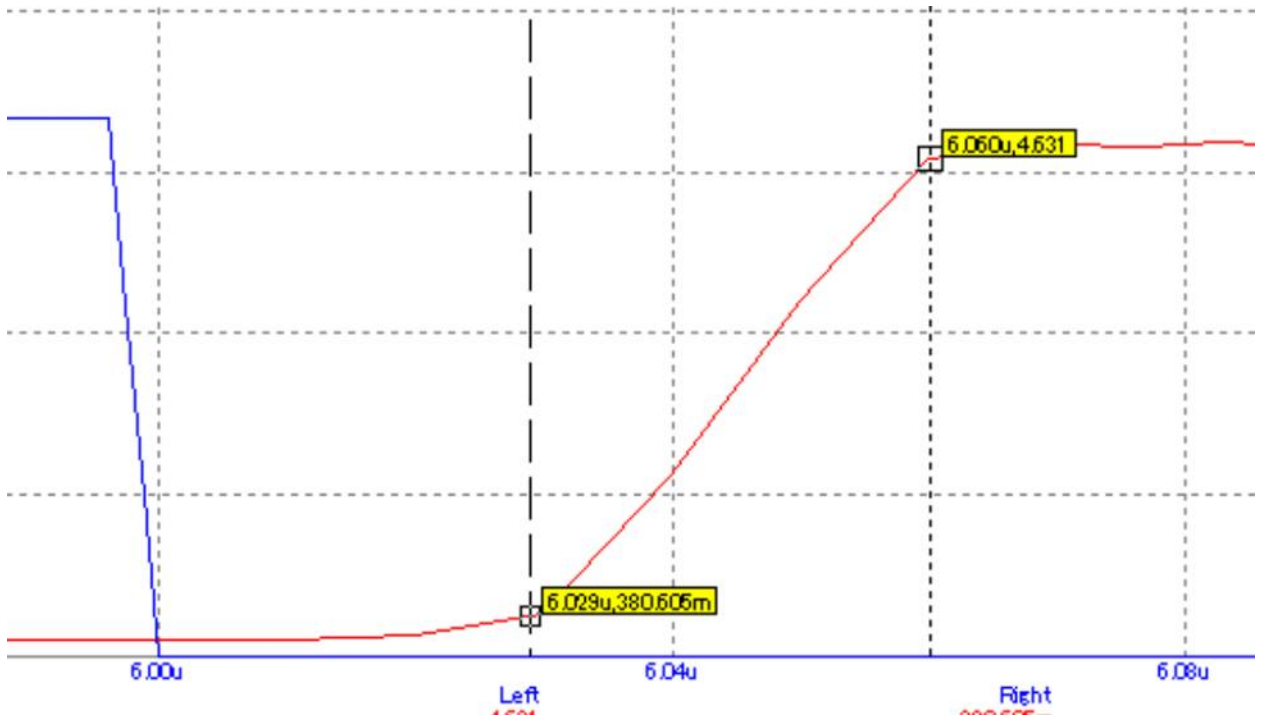


3. Определим на временных диаграммах длительности переднего t_{10} и заднего фронтов t_{01} , время рассасывания t_r и напряжение на коллекторе транзистора в режиме насыщения при $S = 20$.

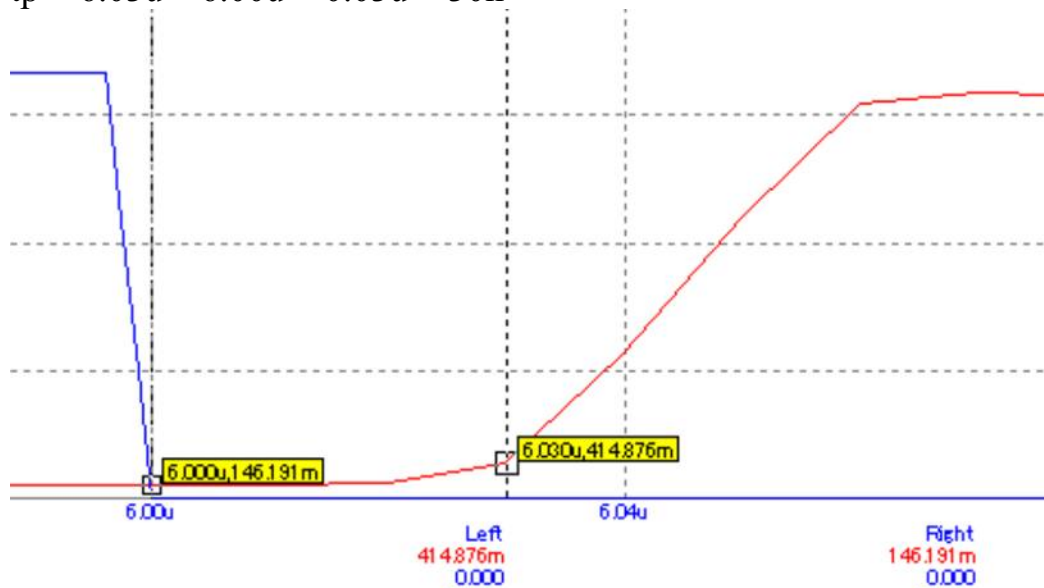
$$t_{10} = 4.020\mu - 4.002\mu = 0.018\mu = 18\text{н}$$



$$t_{01} = 6.060\mu - 6.029\mu = 0.031\mu = 31\text{н}$$

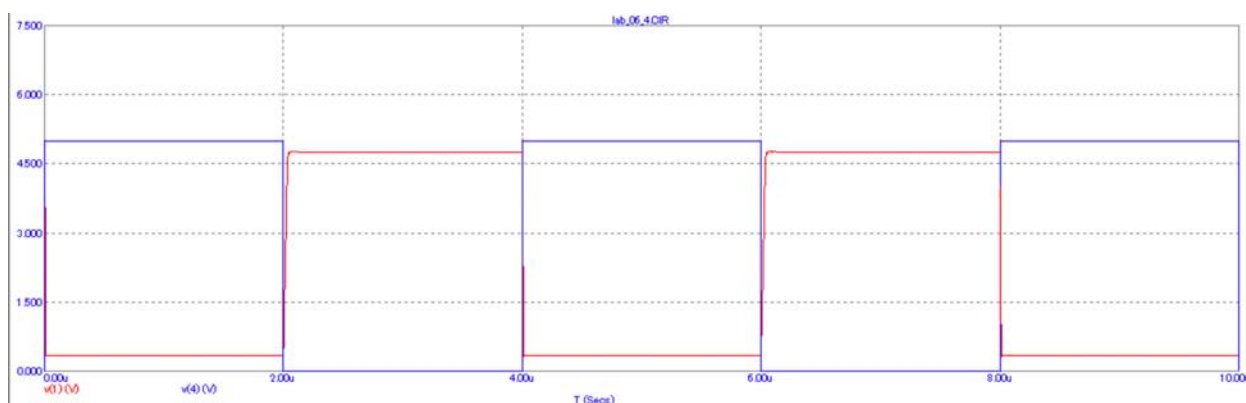
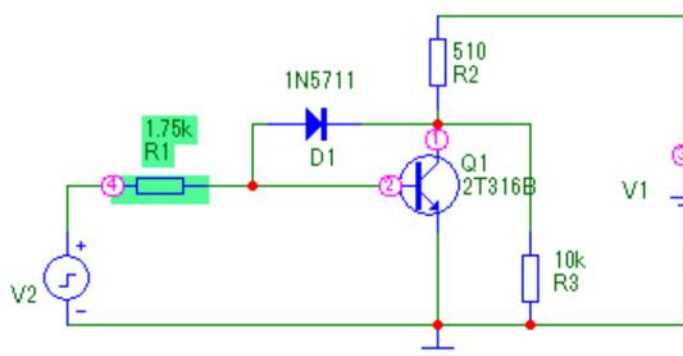


$$t_p = 6.03\mu - 6.00\mu = 0.03\mu = 30\text{ns}$$



Напряжение на коллекторе: $U_k = 5 - 4.75 = 0.25$

- Установим диод Шоттки для степени насыщения $s = 20$ по приведенной схеме и продемонстрируем уменьшение времени рассасывания заряда в базе.

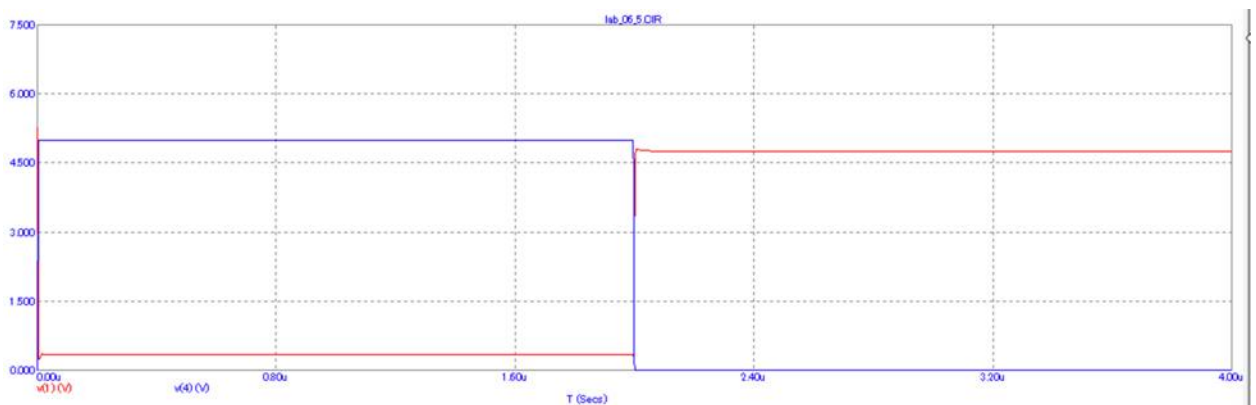
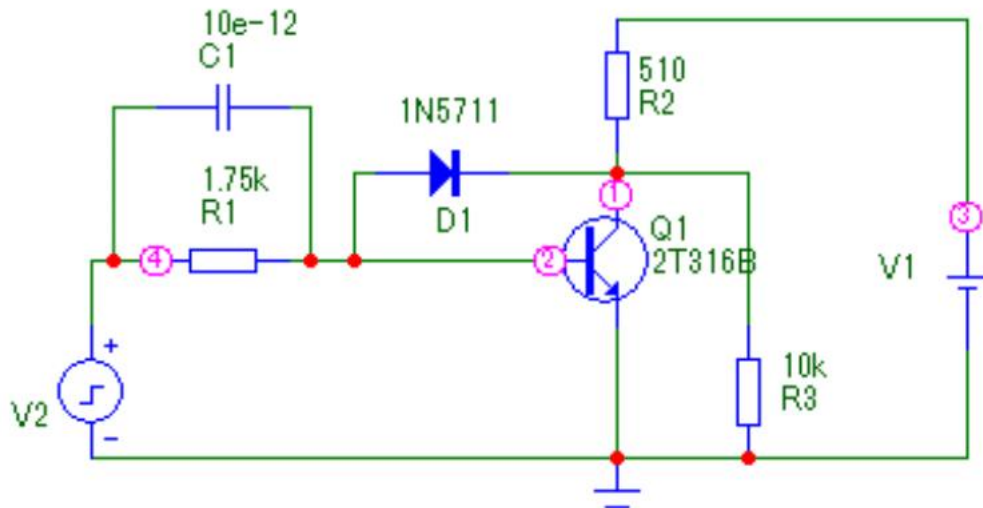


Из графика видно, что с диодом Шоттки время формирования переднего фронта по-прежнему очень мало, но, помимо этого, время рассасывания также сводится почти к нулю, и мы получаем практически идеальный инвертор.

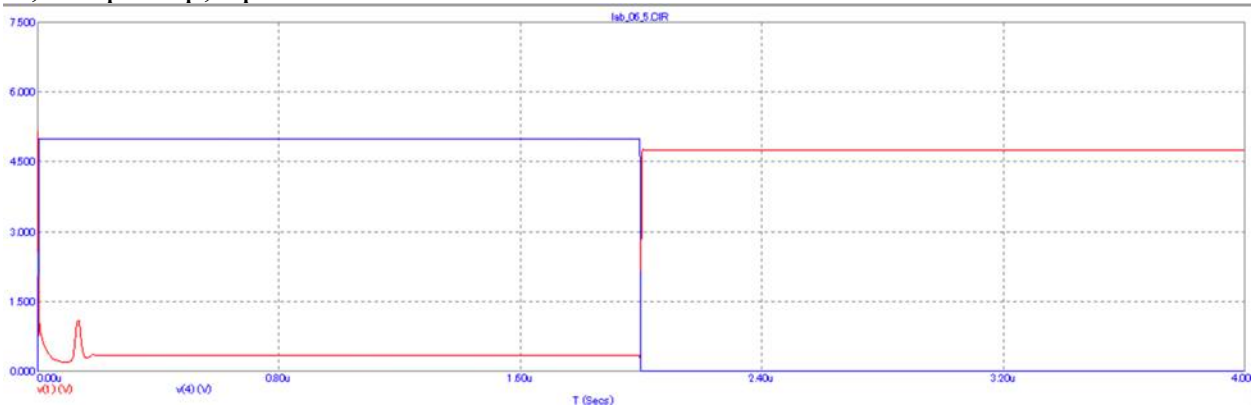
Эксперимент 5

1. В схему из предыдущего эксперимента добавим форсирующий конденсатор, позволяющий на короткий промежуток времени увеличить ток базы, с помощью чего можно уменьшить время рассасывания при обратном переключении транзистора.

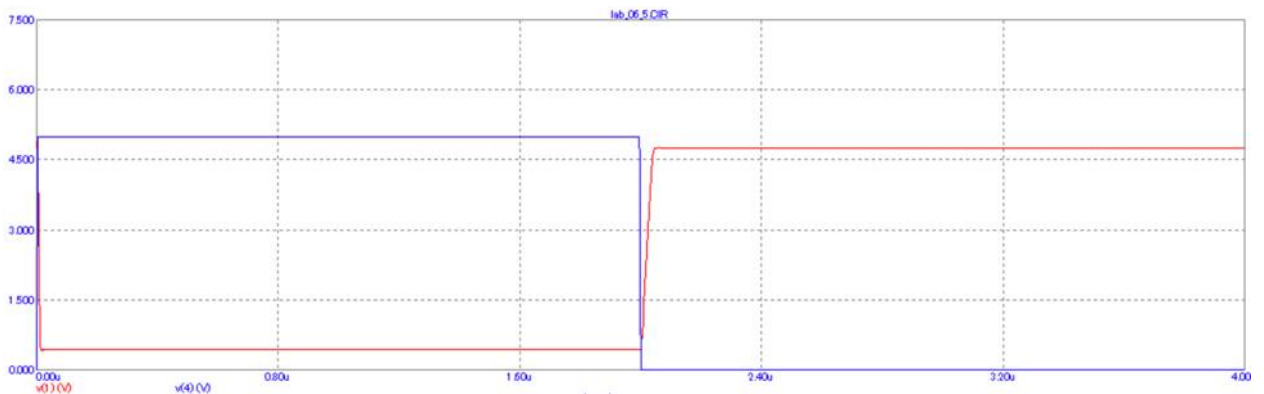
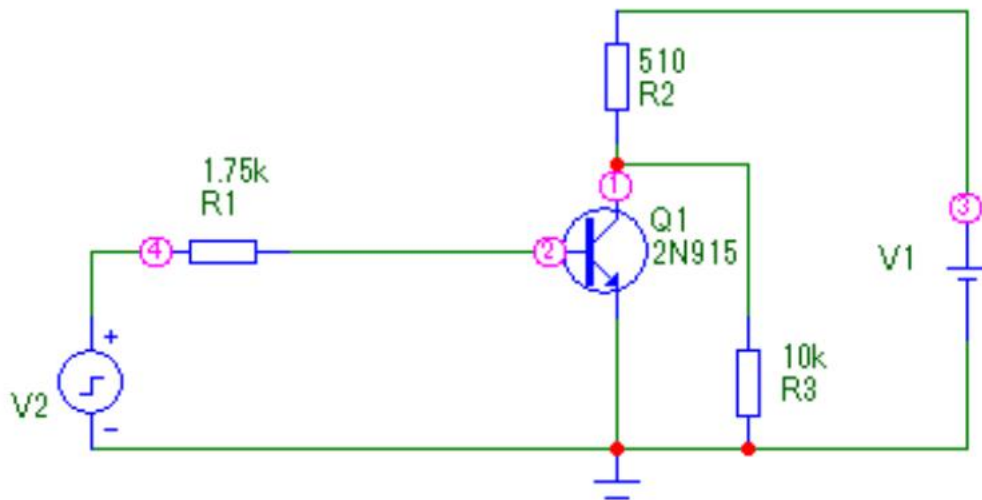
Наиболее близким к идеальному инвертор получается при $C = 10$ пФ.



А, например, при $C = 1000e-12$:



2. Уберём конденсатор и диод, заменим транзистор на 2N915 и повторим измерения.

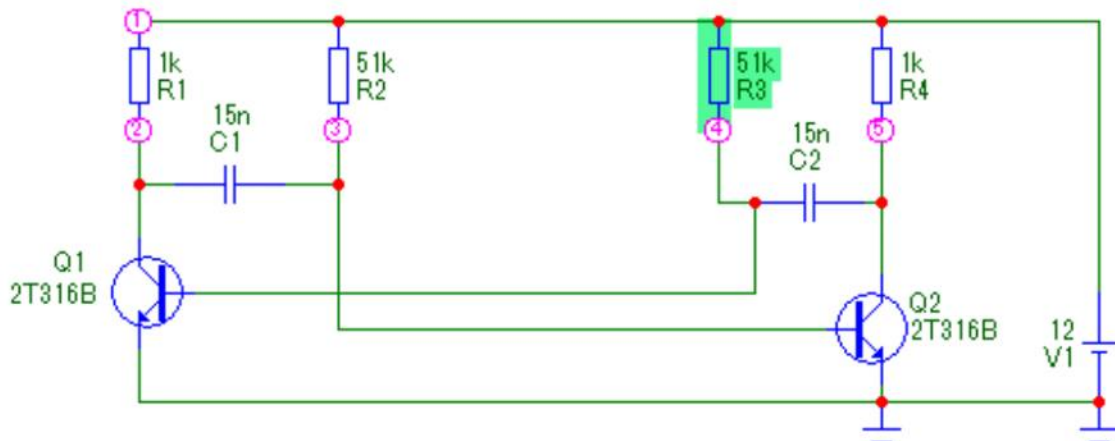


Из графика видно, что получается очень близкий к идеальному инвертор даже без диода и конденсатора – время рассасывания и время формирования фронтов минимально.

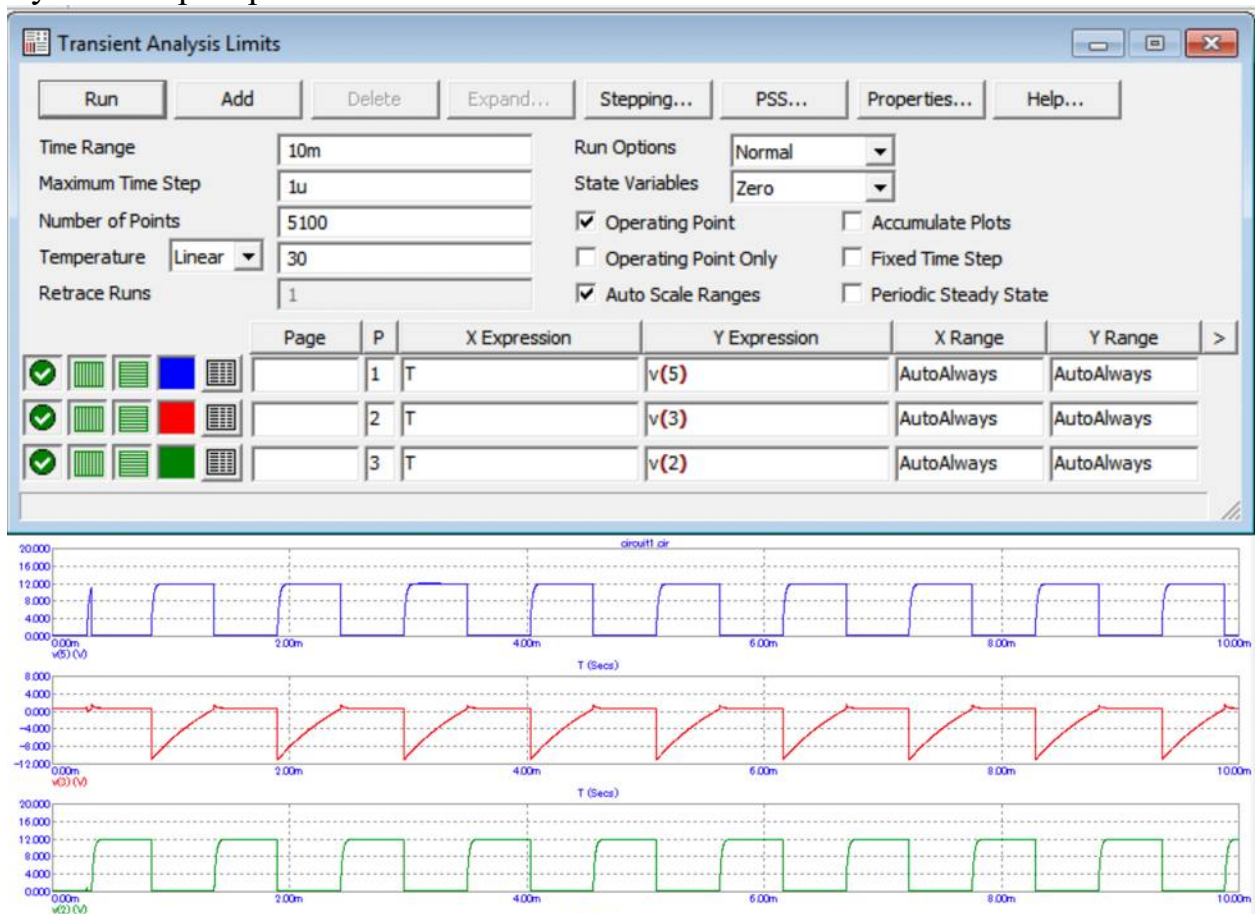
Таким образом, для быстрогодействия ключа важным фактором является модель транзистора, выбранного для установки (его коэффициент усиления и емкость коллекторного перехода).

Эксперимент 6

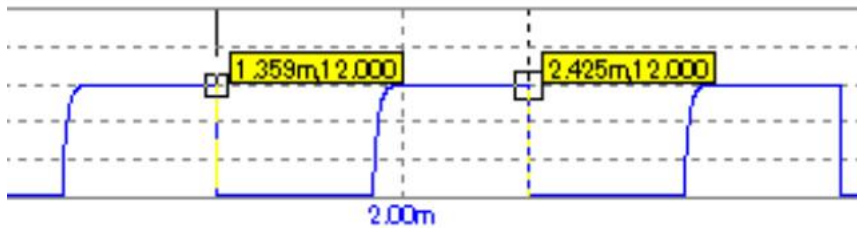
1. Исследуем работу симметричного транзисторного мультивибратора, генерирующего импульсы с частотой примерно 1 кГц, при заданном напряжении питания 12 Вольт и со следующими номиналами элементов:



Получим осциллограммы напряжений на коллекторах и базе в мультивибраторе.



Период колебаний равен: $2.425\text{m} - 1.359\text{m} = 1,066\text{m}$

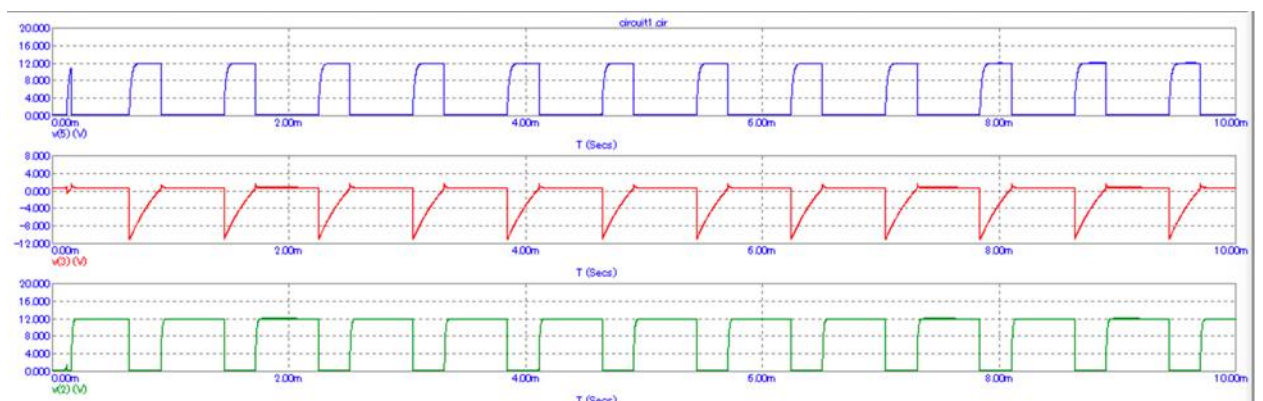
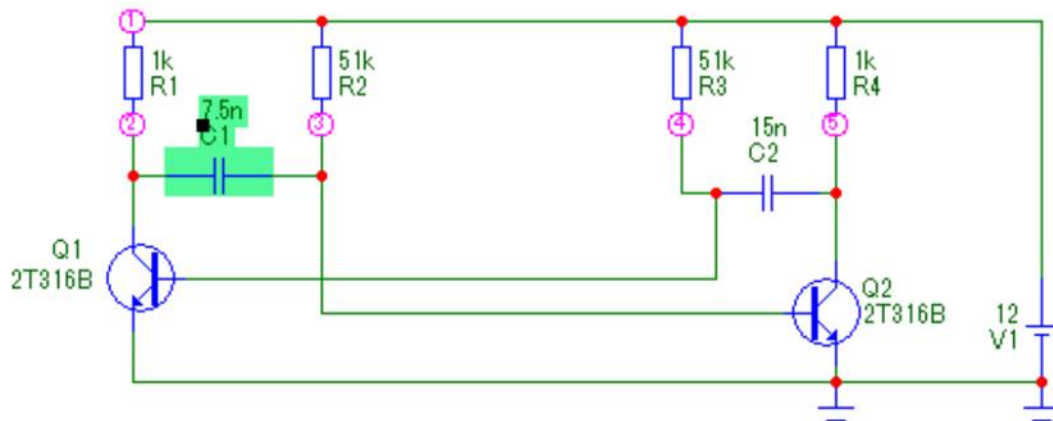


Длительность импульсов на каждом коллекторе одинакова и равна:
 $1.364\text{m} - 0.823\text{m} = 0.541\text{m}$

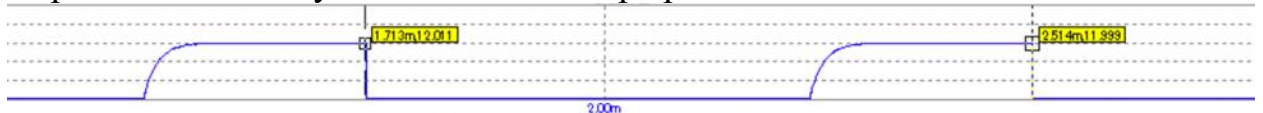


Когда напряжение на одном коллекторе максимально, на другом оно минимально.

Теперь уменьшим одну из емкостей в два раза.

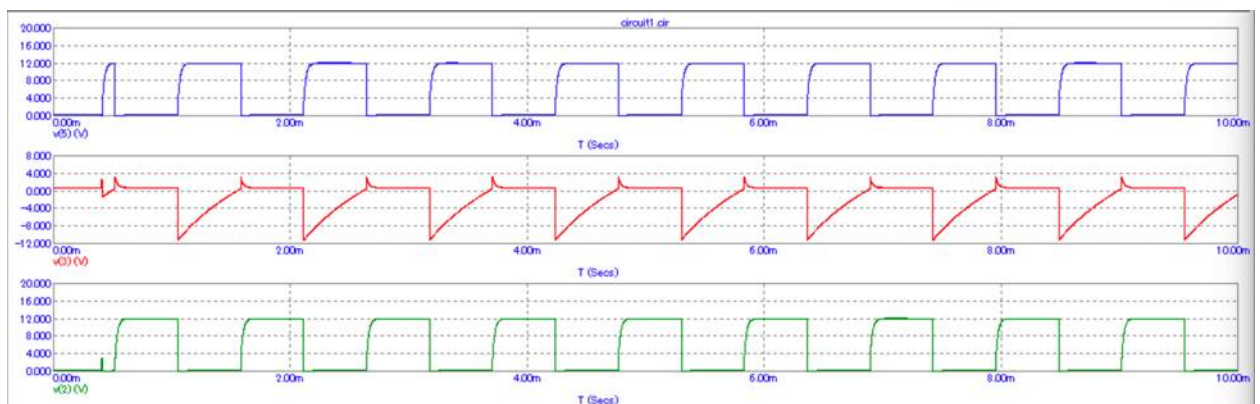
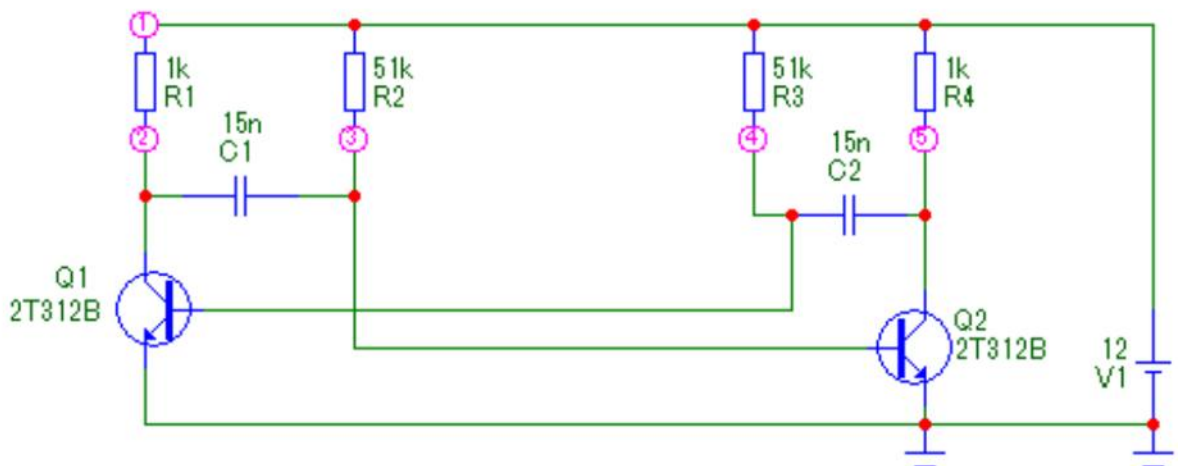


Период колебаний уменьшился и теперь равен: $2.514\text{m} - 1.713\text{m} = 0.801\text{m}$



Длительность импульса на коллекторе с цепочкой меньшей емкости получилась больше, чем на коллекторе другого транзистора.

Теперь поставим другой NPN транзистор. (2T312B)



Период колебаний изменился незначительно: $2.642\text{m} - 1.58\text{m} = 1.062\text{m}$



Контрольные вопросы:

1. Какие элементы имеют основное влияние на частоту мультивибратора?
На частоту мультивибратора влияют RC-цепочки, состоящие из резисторов и конденсатора.
2. Как влияет замена транзистора на параметры колебания?
Период колебаний меняется в зависимости от используемого транзистора. Это зависит от емкости коллекторного перехода транзистора. Для высокочастотных транзисторов она меньше, следовательно, меньше и период колебаний выходного импульса.
3. Чем отличается работа математической модели мультивибратора от реального устройства?
Математические модели мультивибратора отличаются от реальных необходимостью введения разбаланса в плечах, чтобы колебания возникли, в редакторе начальных условий.