

МГТУ им. Н.Э. Баумана

## **Дисциплина электроника**

### **Лабораторный практикум №6**

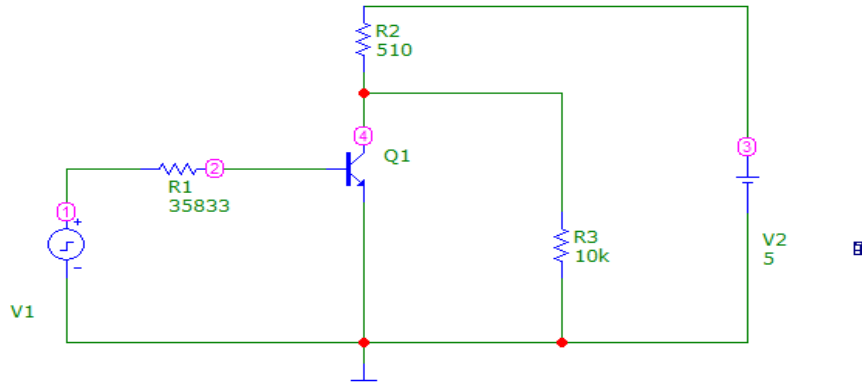
**по теме:** *«Исследование биполярных транзисторов. Часть 2»*

Работу выполнил: Фам Минь Хиеу, ИУ7-32Б

Работу проверил: Оглоблин Д. И.

## ЭКСПЕРИМЕНТ 4.

```
.MODEL q2T504b NPN (BF=250 BR=1.93 CJC=38.87p FC=.5 IKF=1.14 IKR=81.42m
+ IS=26.98f ISC=275.6f ISE=498.3f MJC=.35 NC=1.445 NE=1.412 NK=.5971 RB=6.7
+ RC=.5483 VAF=138 VJC=.75 XTB=1.5)
Cje=592.8p
+ Mje=.33 vje=.65 Tr=810.9n Tf=1.867n Itf=10.8 Xtf=2 Vtf=4p)
```



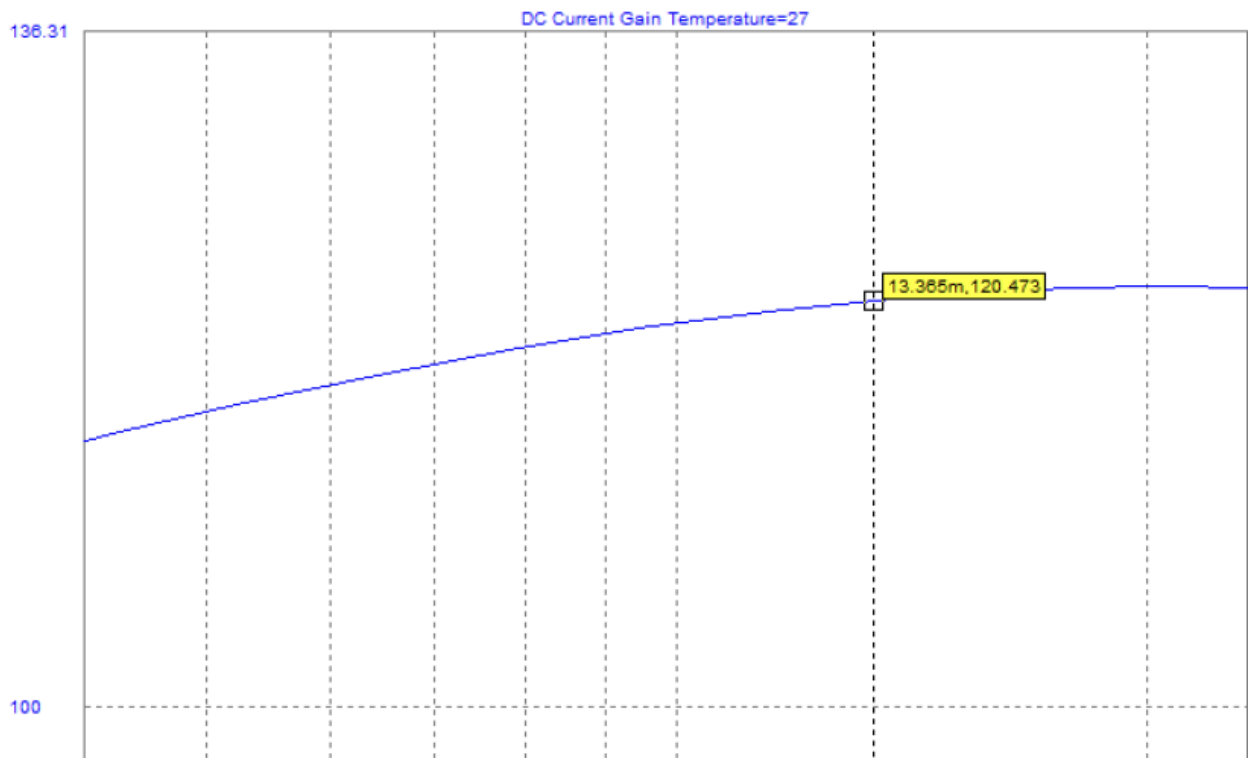
$$E_k = 5 \text{ В}$$

$$U_{ВХ} = 5 \text{ В}$$

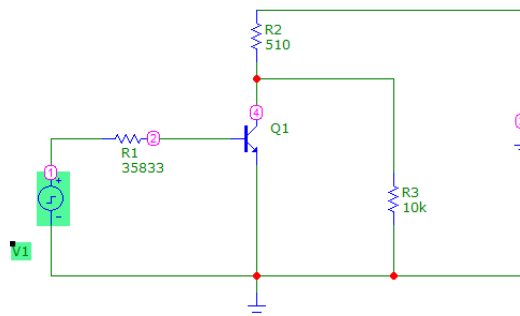
$$U_{КЭ} = 0.2 \text{ В}$$

$$I_{кнас} = (E_k - U_{КЭ}) / R_k = 14.37 \text{ мА}$$

$$U_{бэ} \text{ кремниевого транзистора} = 0.7 \text{ В}$$



$\beta = 120.473$  при  $I_{кнас} = 14.37 \text{ мА}$  Минимальный ток базы, при котором транзистор переходит в насыщение, равен  $I_{бнас} = I_{кнас} / \beta = 14.37 / 120.473 = 0.12 \text{ мА}$ . Тогда  $R_b(S) = (U_{ВХ} - U_{бэ}) / (S \cdot I_{бнас}) = 4.3 / (S \cdot 0.12 \text{ мА}) = 35833 / S \text{ Ом}$ . Тогда  $R_b(1) = 35833 \text{ Ом}$



Name: MODEL Value: 2.155

Display: Pin Markers Pin Names Pin Numbers ☒ Current ☒ Power ☒ Condition

Shape: Border 0.5 Fill 0.5

PART=V2  
MODEL=PULSE  
SMOKE=  
COST=  
POWER=  
SHAPEGROUP=Default  
PACKAGE=

OK Cancel Font... Add Delete Browse...

New Find... Plot... Syntax... IBIS... Help...

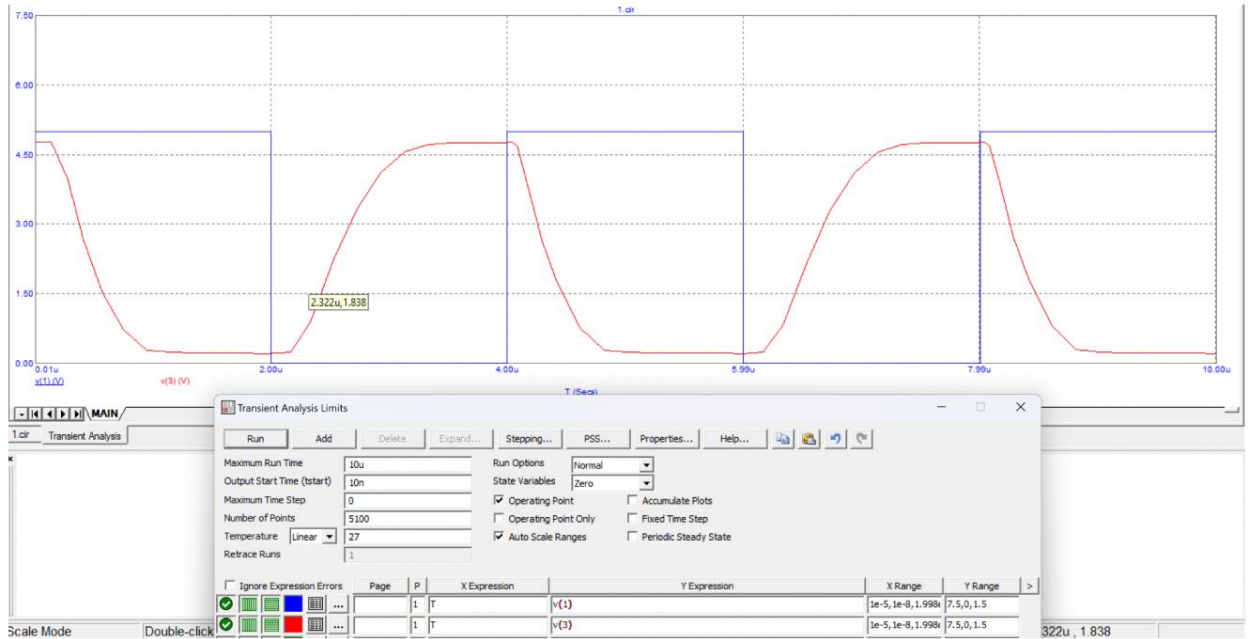
Enabled TRUE Columns 3

Help Bar

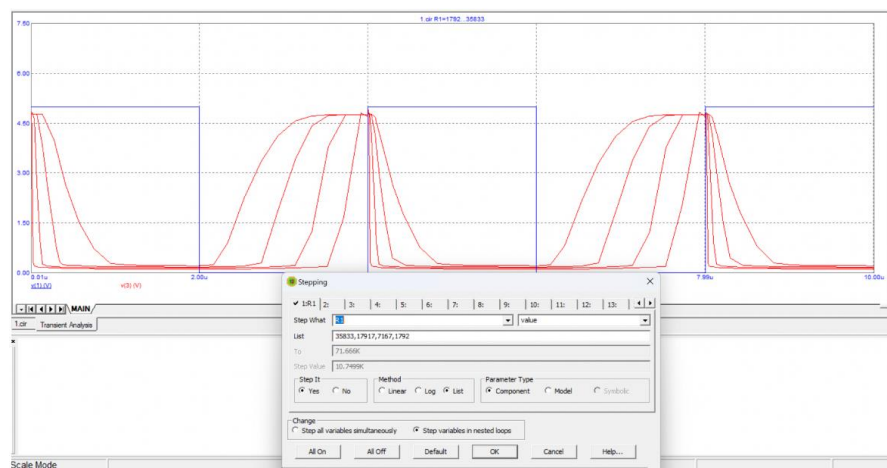
Show Data on Exit

Source: Local page 'Models'

P1 0 P2 0 P3 2u  
P4 2u P5 4u VONE 5



Степпинг (варьируем значение Rb), выходные импульсы для степеней насыщения 1, 2, 5, 20

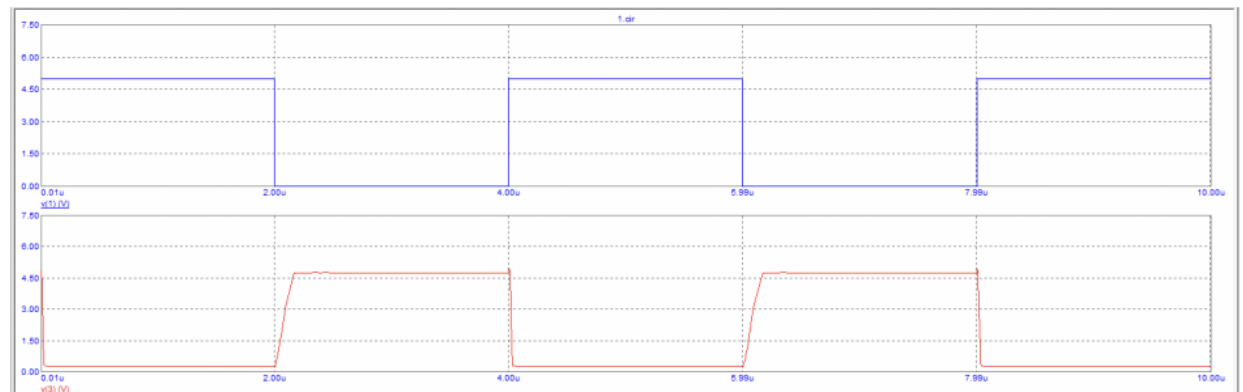
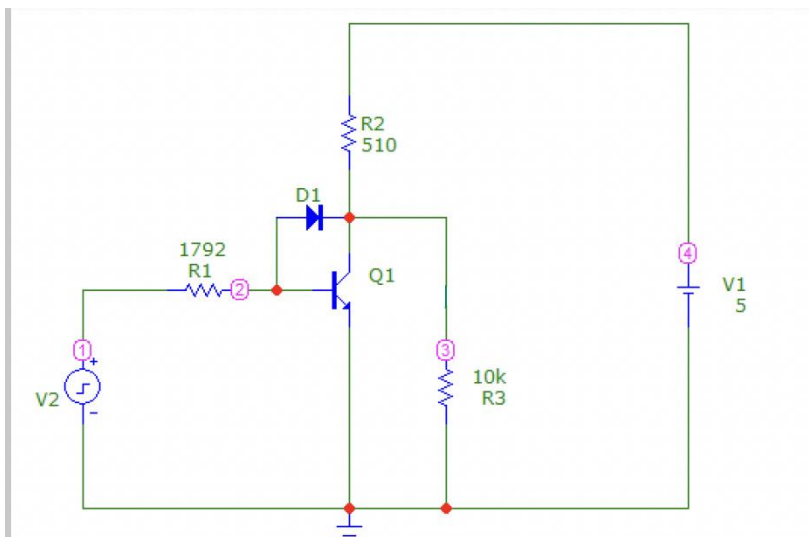


$$0.9 \cdot U_{BX} = 0.9 \cdot 4.8 = 4.32$$

$$0.1 \cdot U_{BX} = 0.1 \cdot 4.8 = 0.48$$

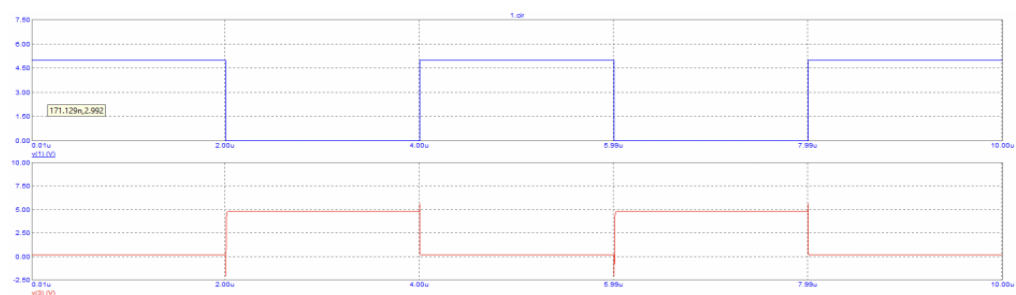
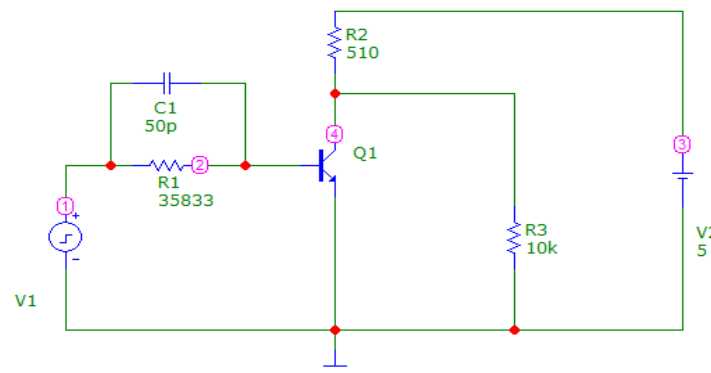
S	t10, нс	t01, нс	tp, нс	Uк
2	226	554	759	0.24
5	82	456	1116	0.20
20	17	329	1495	0.18

После включения в схему диода Шоттки наблюдаем уменьшение времени рассасывания



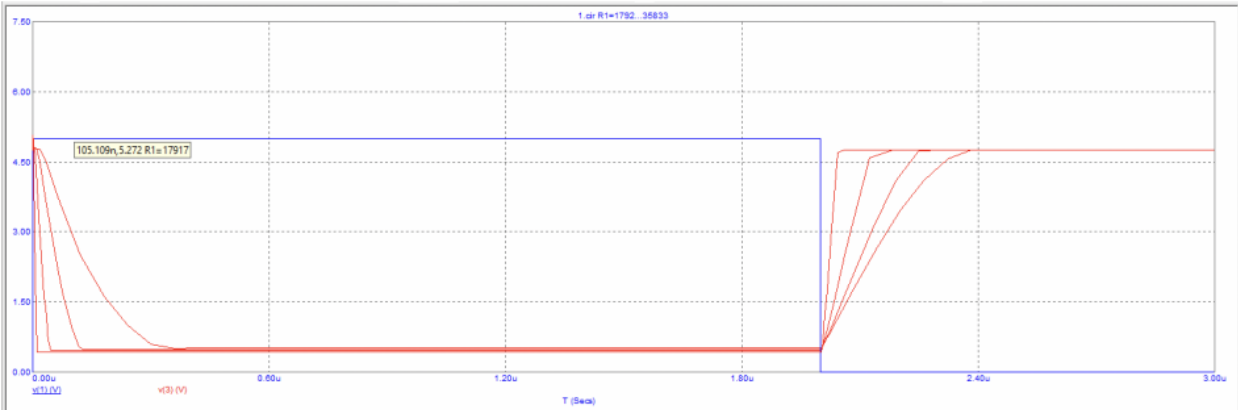
## ЭКСПЕРИМЕНТ 5.

Подберем такие емкость конденсатора и сопротивление R1, чтобы длительность фронтов была минимальной ( $C1=50$  пФ,  $R1=35833$  Ом).



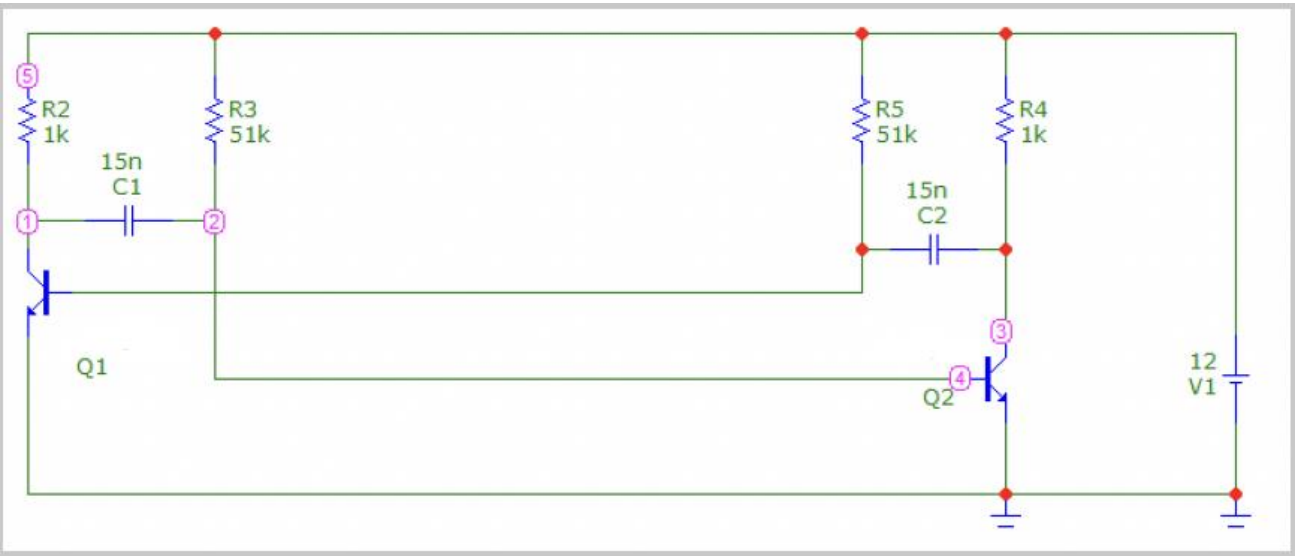
Заменим транзистор на 2N915:

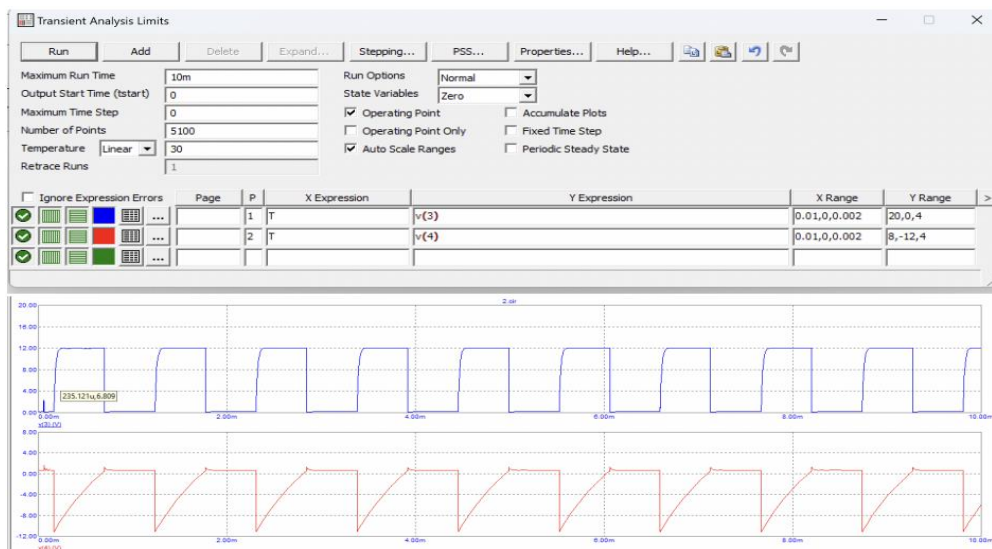
S	t10, нс	t01, нс	tp, нс	Uк
2	125	210	1	0.48
5	36	9	1	0.45
20	9	38	2	0.43



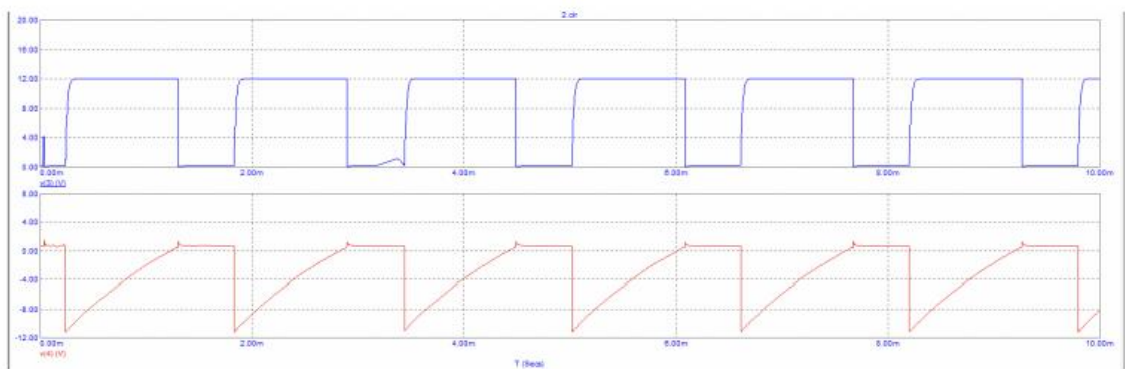
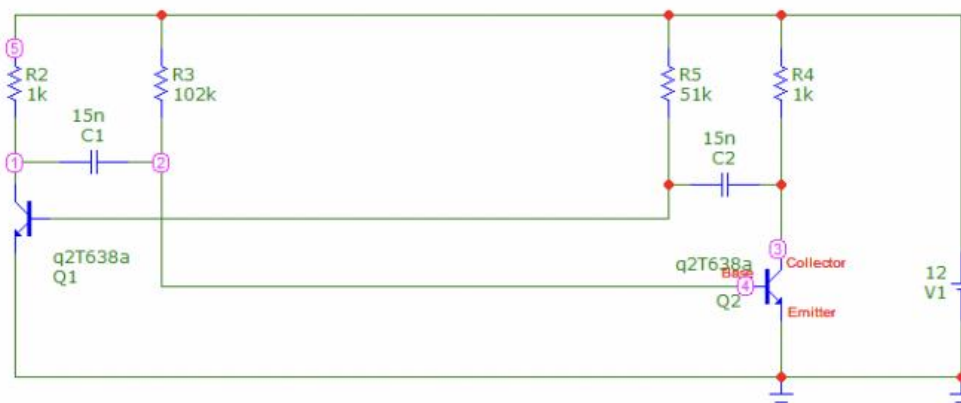
Полученные данные подтверждают значимость транзистора для функции инвертирования.

ЭКСПЕРИМЕНТ 6.

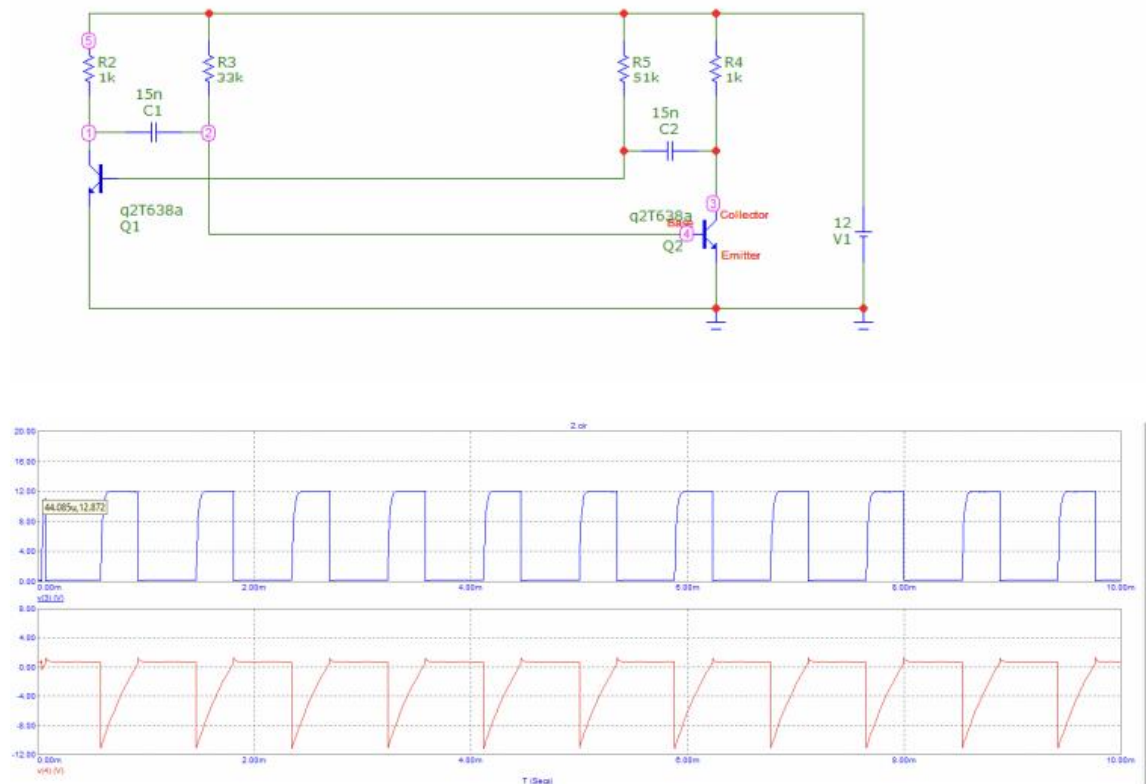




Увеличиваем длительность импульсов путем изменения значения R3:



Уменьшаем длительность импульсов путем изменения значения R3:



## ОТВЕТЫ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие элементы имеют основное влияние на частоту мультивибратора?

Основное влияние на частоту оказывают конденсаторы, присутствующие в схеме.

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 для возникновения колебаний (в редакторе начальных условий).