МГТУ им. Н.Э. Баумана

Отчёт по лабораторной работе №3  
по курсу «Электроника»

Тема: Стабилизаторы напряжения.

Вариант 13.

Руководитель  
Белодедов М. В.

Студент группы ИУ5-42Б  
Кузнецов Е.

2024 г.

**Полученное задание:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стабилизатор напряжения с использованием дифференциального каскада  Транзисторы марки 2N4401  Транзистор марки BD139 |

Определим номинальную нагрузку:

Поскольку для транзистора BD139 β = 40…250, примем минимальное значение β равным 40. Тогда ток базы транзистора:

Будем считать, что через каждое плечо дифференциального каскада протекает ток 25 мА. Через резистор , таким образом, течет ток 25 мА, при этом падение напряжения на нем составляет разность потенциалов между коллектором и базой транзистора , т. е. . Отсюда получим сопротивление этого резистора:

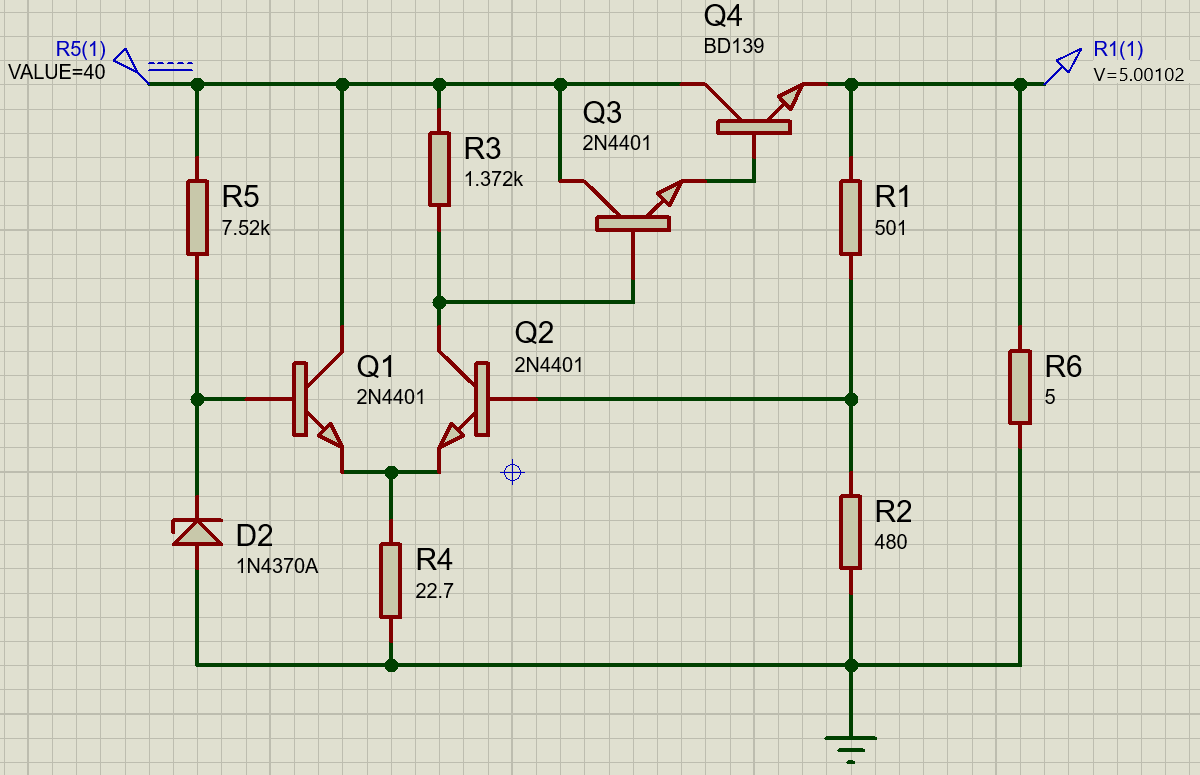
Ток коллектора транзистора будет . Поскольку для транзистора 2N4401 β = 100…300, примем минимальное значение β равное 100. Ток базы этого транзистора (в β раз меньше) можно оценить как 0,5 мА. Выберем стабилитрон 1N4370A с напряжением стабилизации 2,4 В (меньше требуемого выходного напряжения) и ток через него 5 мА(существенно больше ответвляемого тока 0,5 мА, но существенно меньше максимально допустимого тока через стабилитрон 20 мА) Этих данных достаточно для расчета сопротивления резистора R:

Сопротивление резистора можно рассчитать, исходя из требования, чтобы на нем падало напряжение, на 0,7 В меньшее напряжения стабилизации стабилитрона: , и через него протекал ток :

Делитель напряжения должен выдавать ток 0,5 мА, следовательно, через него должен течь ток, в несколько раз больший — равный, по крайней мере, 5мА, откуда:

Значение сопротивления должно быть таким, чтобы падение напряжения на нем было равно напряжению стабилизации стабилитрона 2,4 В:

Соберем схему данного стабилизатора в программе-симуляторе Proteus 8. Подадим на вход напряжение , подключим к его выходу номинальную нагрузку и измерим выходное напряжение стабилизатора, изменив номинал резистора для уточнения значения .



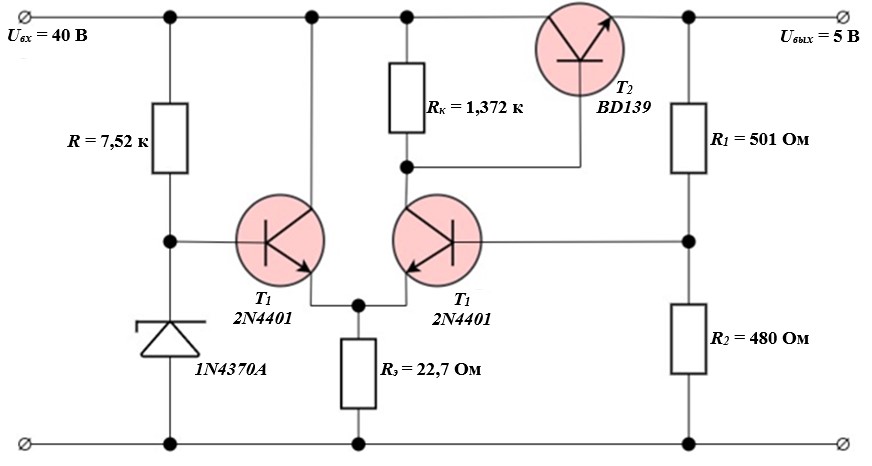
Изменим значение входного напряжения на .

Определим изменение выходного напряжения:

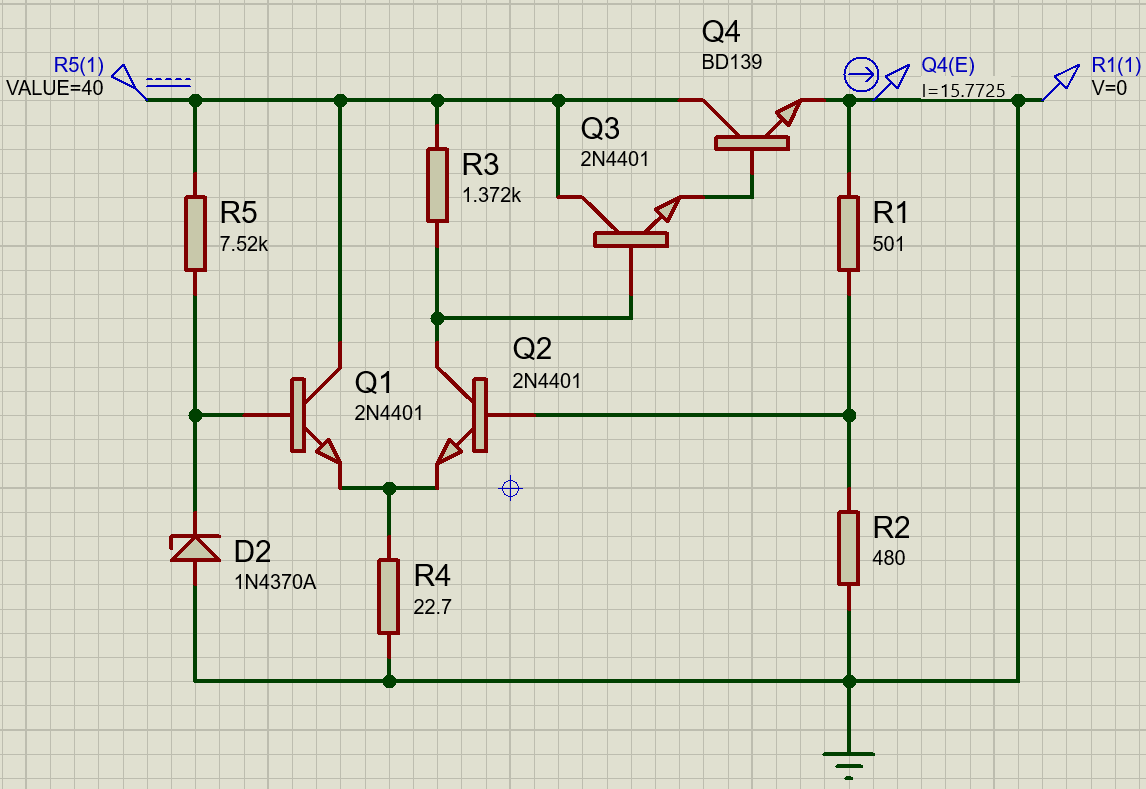
Оценим коэффициент стабилизации стабилизатора:

, значит он не слишком мал, поэтому видоизменение схемы не требуется.

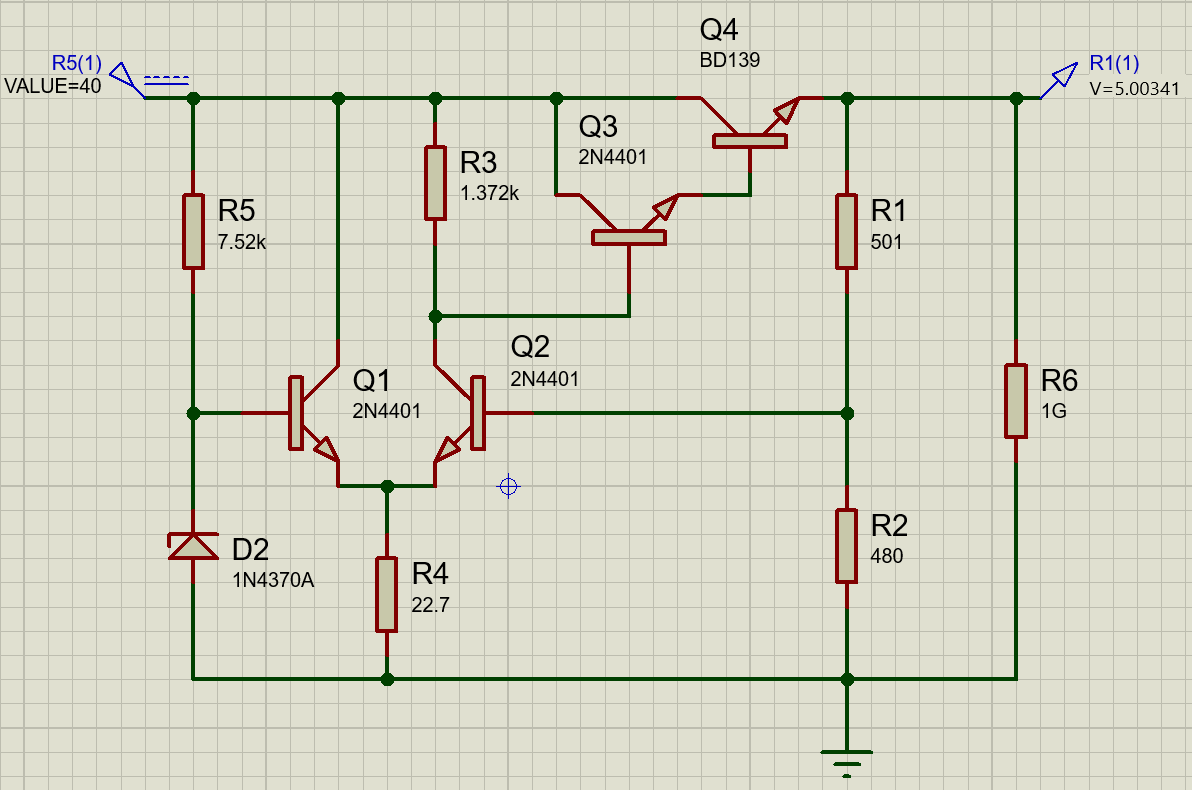
Схема усилителя с рассчитанными номиналами:



Определим две характерные точки, необходимые для снятия нагрузочной характеристики.

При отсутствии нагрузки ток короткого замыкания: 

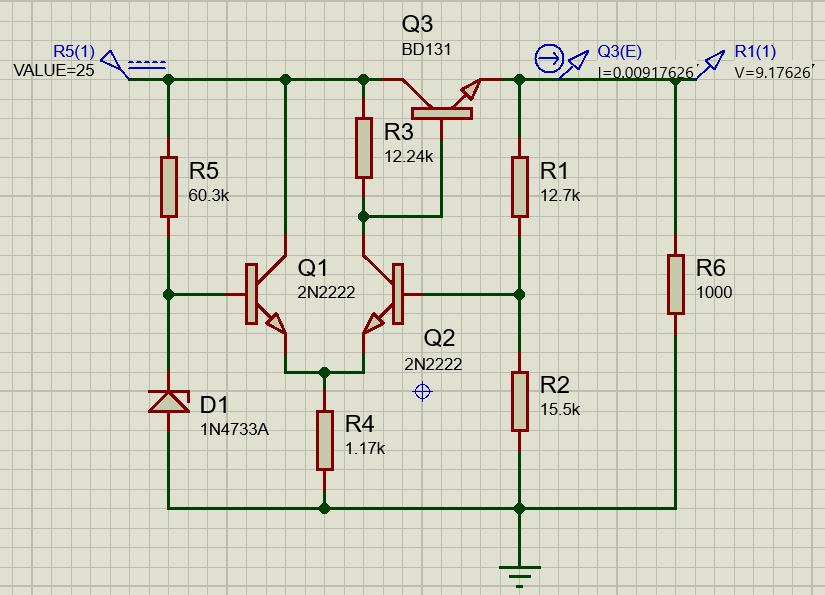
При бесконечно большой нагрузке (1 ГОм) напряжение холостого хода:



Изменяя сопротивление нагрузки и измеряя выходное напряжение и выходной ток, снимем нагрузочную характеристику стабилизатора.

Также вычислим выходное сопротивление стабилизатора по формуле:

Для вычисления приращений выходного напряжения и выходного тока будем использовать участок стабилизации нагрузочной характеристики ()



**Таблица измерений напряжения и тока источника при различных сопротивлениях нагрузки и входном напряжении 40 В.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| ∞ | 5,00341 | 0 |
| 50 | 5,00246 | 0,100049 |
| 10 | 5,00168 | 0,500168 |
| 6 | 5,00124 | 0,83354 |
| 5 | 5,00102 | 1,000204 |
| 4 | 4,99998 | 1,249995 |
| 3 | 4,99971 | 1,66657 |
| 2 | 4,99857 | 2,499285 |
| 1,5 | 4,99655 | 3,331033 |
| 0,8 | 4,98296 | 6,2287 |
| 0,6 | 4,96407 | 8,27345 |
| 0,5 | 4,94081 | 9,88162 |
| 0,4 | 4,88324 | 12,2081 |
| 0,35 | 4,79724 | 13,7064 |
| 0,3 | 4,3235 | 14,41167 |
| 0,2 | 2,96741 | 14,83705 |
| 0,1 | 1,52896 | 15,2896 |
| 0 | 0 | 15,7725 |

Повторим измерения для входного напряжения

**Таблица измерений напряжения и тока источника при различных сопротивлениях нагрузки и входном напряжении 28 В.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| ∞ | 4,91786 | 0 |
| 50 | 4,91678 | 0,098336 |
| 10 | 4,91584 | 0,491584 |
| 6 | 4,91526 | 0,81921 |
| 5 | 4,91496 | 0,982992 |
| 4 | 4,91449 | 1,228623 |
| 3 | 4,91362 | 1,637873 |
| 2 | 4,91137 | 2,455685 |
| 1,5 | 4,90818 | 3,27212 |
| 0,8 | 4,88499 | 6,106238 |
| 0,6 | 4,8483 | 8,0805 |
| 0,5 | 4,78899 | 9,57798 |
|  |  |  |
| 0,45 | 4,68555 | 10,41233 |
| 0,4 | 4,28031 | 10,70078 |
| 0,35 | 3,79802 | 10,85149 |
| 0,3 | 3,30188 | 11,00627 |
| 0,2 | 2,26579 | 11,32895 |
| 0,1 | 1,16707 | 11,6707 |
| 0 | 0 | 12,0333 |

Повторим измерения для входного напряжения .

**Таблица измерений напряжения и тока источника при различных сопротивлениях нагрузки и входном напряжении 60 В.**

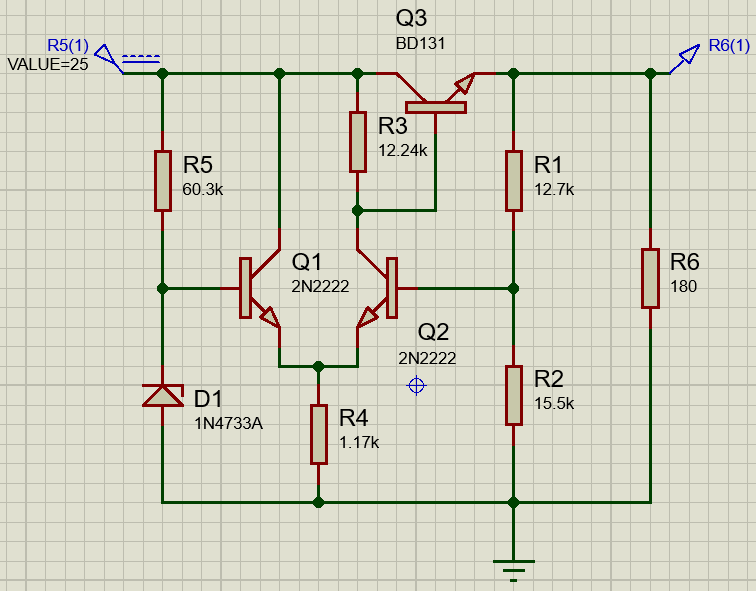
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| ∞ | 5,11929 | 0 |
| 50 | 5,11835 | 0,102367 |
| 10 | 5,11765 | 0,511765 |
| 6 | 5,11728 | 0,85288 |
| 5 | 5,11711 | 1,023422 |
| 4 | 5,11685 | 1,279213 |
| 3 | 5,11641 | 1,70547 |
| 2 | 5,1154 | 2,5577 |
| 1,5 | 5,11412 | 3,409413 |
| 0,8 | 5,10628 | 6,38285 |
| 0,6 | 5,0961 | 8,4935 |
| 0,5 | 5,08433 | 10,16866 |
| 0,4 | 5,05927 | 12,64818 |
| 0,35 | 5,03482 | 14,3852 |
| 0,3 | 4,991 | 16,63667 |
| 0,27 | 4,94314 | 18,30793 |
| 0,25 | 4,88641 | 19,54564 |
| 0,23 | 4,73901 | 20,60439 |
| 0,2 | 4,17764 | 20,8882 |
| 0,15 | 3,18311 | 21,22073 |
| 0,1 | 2,15652 | 21,5652 |
| 0 | 0 | 22,2933 |

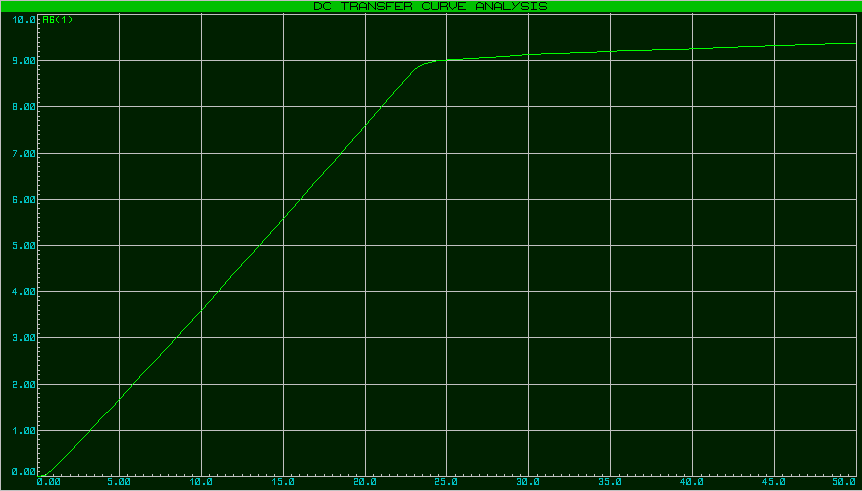
На основании полученных значений построим нагрузочную характеристику стабилизатора в программе MS Excel:

Результаты измерений сопротивлений стабилизатора представим в виде таблицы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 25 | 17,5 | 37,5 |
|  | 1,9 | 1,3 | 1 |

Воспользуемся средствами Proteus для построения передаточной характеристики стабилизатора. При этом входное напряжение будем откладывать от нуля до удвоенного заданного .





Выведем координаты точек передаточной характеристики в текстовый файл. Полученный текстовый файл экспортируем в программу MS Excel.

Повторим эти действия для значений нагрузки и и для бесконечно большой нагрузки (1 ГОм).

По полученным таблицам вычислим коэффициент стабилизации стабилизатора:

Вычисление приращений будем проводить при номинальном значении выходного напряжения.

При :

При :

При :

Для бесконечно большой нагрузки (1 ГОм):

По полученным координатам построим графики передаточной характеристики.

Результаты измерений коэффициентов стабилизации представим в виде таблицы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2,5 | 5 | 10 | ∞ |
|  | 153,8 | 156,3 | 156,03 | 156,9 |