

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

ЦЕПИ СМЕЩЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ, РАБОТА КАСКАДА.

Целью работы является изучение процессов, происходящих в усилительном каскаде, на примере схемы с общим эмиттером.

Домашнее задание.

Рассчитать величины резисторов в схеме с кремниевым транзистором по следующим исходным данным:

$$E = 12\text{В}, h_{21э} = 40, I_H = 10 \text{ мА}.$$

$$I_{кМ} = I_H + U_H / R_k = (1.4 \dots 1.7) I_H =$$

$$\text{Ток покоя транзистора: } I_0 = (1.05 \dots 1.2) I_{кМ} =$$

Коллекторное и эмиттерное сопротивления при максимально возможном размахе двухполярного выходного сигнала:

$$R_k = (0.4 \dots 0.45) E / I_0 =$$

$$R_э = (0.2 \dots 0.1) E / I_0 =$$

Напряжение между коллектором и эмиттером в рабочей точке

$$U_0 = E - I_0 R_k - I_0 R_э =$$

Ток, протекающий через делитель напряжения $R_{б1}, R_{б2}$ в базовой цепи

$$I_{б0} = I_0 / h_{21э} =$$

$$I_{дел} = (3 \dots 10) I_{б0} =$$

Сопротивления базового делителя

$$R_{б2} = [R_э (I_0 + I_{б0}) + U_{бэ}] / I_{дел} =$$

$$R_{б1} = [E - R_э (I_0 + I_{б0}) - U_{бэ}] / (I_{дел} + I_{б0}) =$$

Упрощенная схема лабораторной установки показана на рисунке.

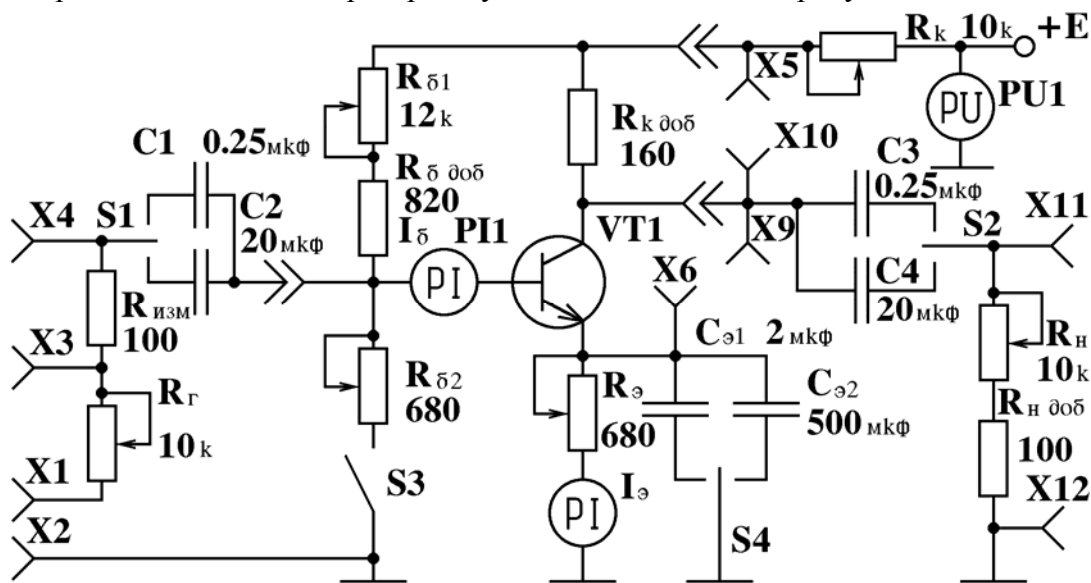


Рис.1

Построение проходной динамической характеристики каскада с общим эмиттером.

Таблица 1

| Параметр | $R_{б1}(\text{кОм})$ | | | | | | |
|----------|----------------------|---|---|---|---|---|----|
| | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| $I_б$ | | | | | | | |
| $I_э$ | | | | | | | |
| $I_к$ | | | | | | | |
| $U_{бэ}$ | | | | | | | |
| $U_{кэ}$ | | | | | | | |

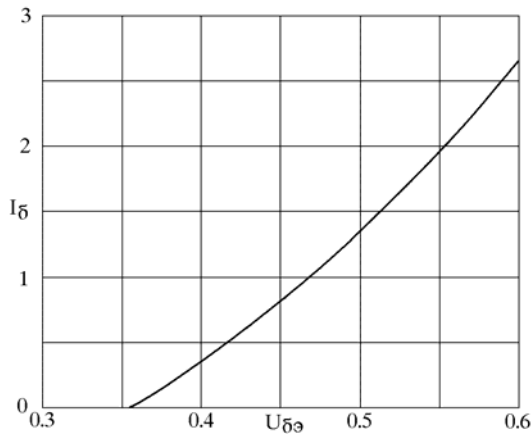


Рис.2

При обработке результатов воспользуемся входной статической характеристикой транзистора, показанной на рисунке, и соотношениями:

$$I_K = I_Э - I_Б, \quad U_{КЭ} = E - I_K R_K - I_Э R_Э.$$

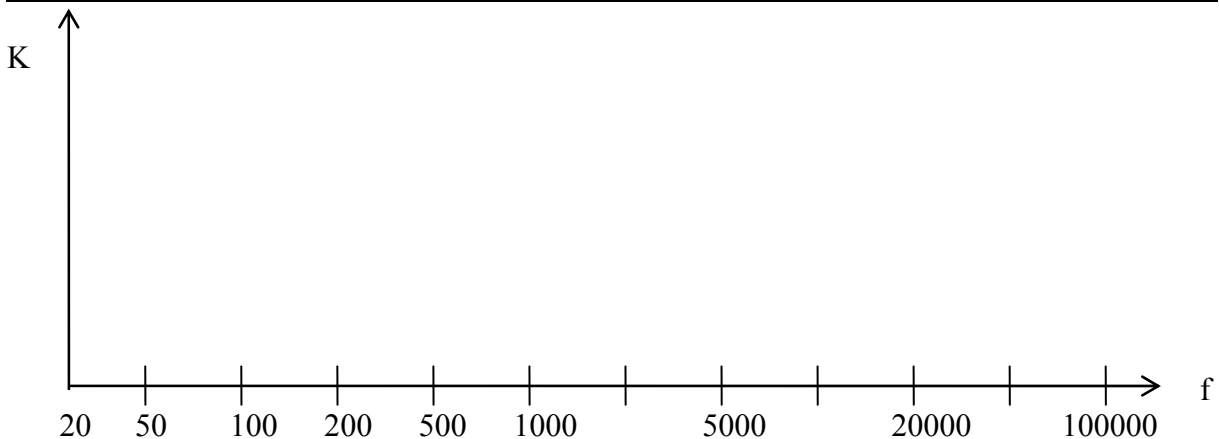


По проходной характеристике выберем положение рабочей точки для работы каскада в классе А.

Оценим влияние реактивных элементов в схеме на форму амплитудно-частотной характеристики усилителя.

Таблица 2

| Положение тумблеров S1 S2 S4 | Частота генератора, кГц | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|-----|-----|--|
| | .02 | .05 | .1 | .2 | .5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | |
| C2 C4 C ₃₂ | | | | | | | | | | | | | | |
| C1 C4 C ₃₂ | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 C3 C ₃₂ | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 C4 C ₃₁ | | | | | | | | | | | | | | |
| C2 C4 0 | | | | | | | | | | | | | | |



Определим коэффициенты частотных искажений усилителя по первой из снятых кривых на частотах 20 Гц и 100 кГц.

$M_H =$

$M_B =$

Выводы:

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ
ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНЗИСТОРОВ.

Целью работы является изучение сравнительных характеристик схем с общим эмиттером (ОЭ), общим коллектором (ОК), общей базой (ОБ), общим истоком (ОИ), схемы Дарлингтона (СД), каскадной схемы (КС).

Схемы сменных блоков (сменный блок для включения с общим эмиттером (ОЭ) изображен в лабораторной работе №1).

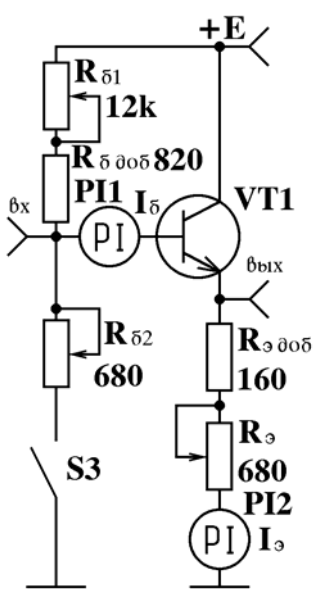


Рис. 1

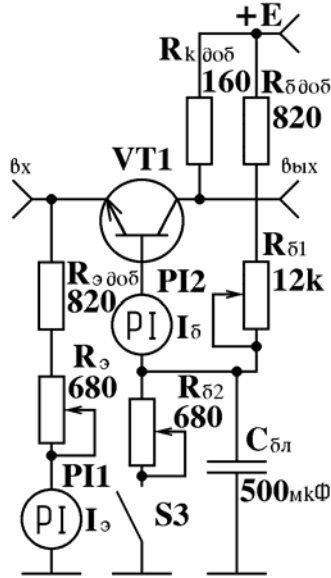


Рис. 2

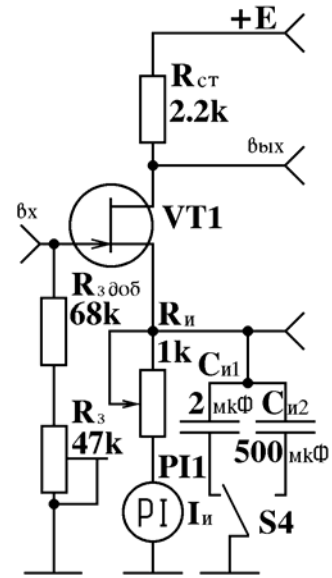


Рис. 3

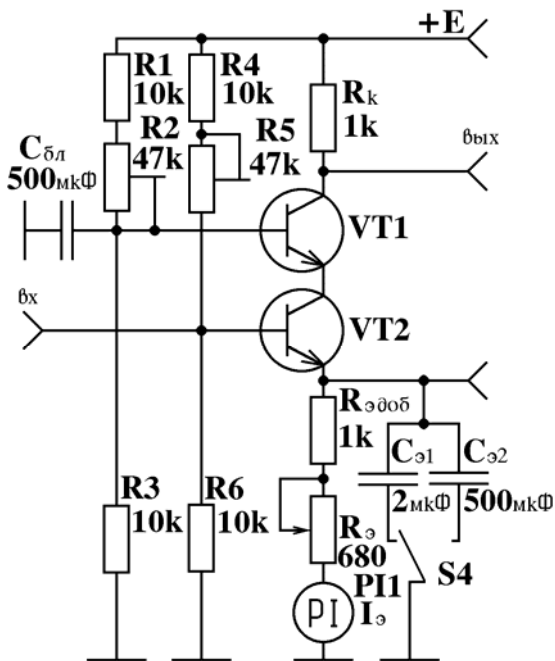


Рис. 4

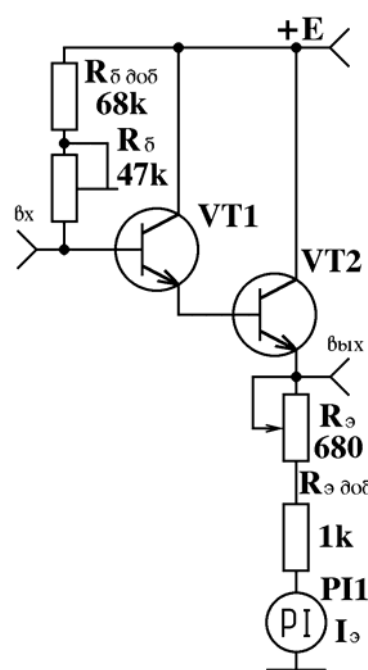


Рис. 5

1. Определение коэффициента усиления по напряжению, входного и выходного сопротивления каскадов, где транзистор включен с общим эмиттером, с общей базой, коллектором, истоком, схемы Дарлингтона и каскадной схемы.

Таблица 1

| Параметр | Тип схемы | | | | | | |
|-----------|-----------|------|----|----|----|----|----|
| | ОЭ | | ОБ | ОК | ОИ | СД | КС |
| | без ОС | с ОС | | | | | |
| К | | | | | | | |
| $R_{вх}$ | | | | | | | |
| $R_{вых}$ | | | | | | | |

2. Оценка влияния сопротивления нагрузки на коэффициент усиления по напряжению для схем с общим эмиттером (Коэ), общей базой (Коб), общим коллектором (Кок).

Таблица 2

| Коэффициент усиления | $R_H, \text{кОм}$ | | | | | |
|----------------------|-------------------|---|---|---|---|----|
| | .1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| $K_{ОЭ}$ | | | | | | |
| $K_{Об}$ | | | | | | |
| $K_{Ок}$ | | | | | | |

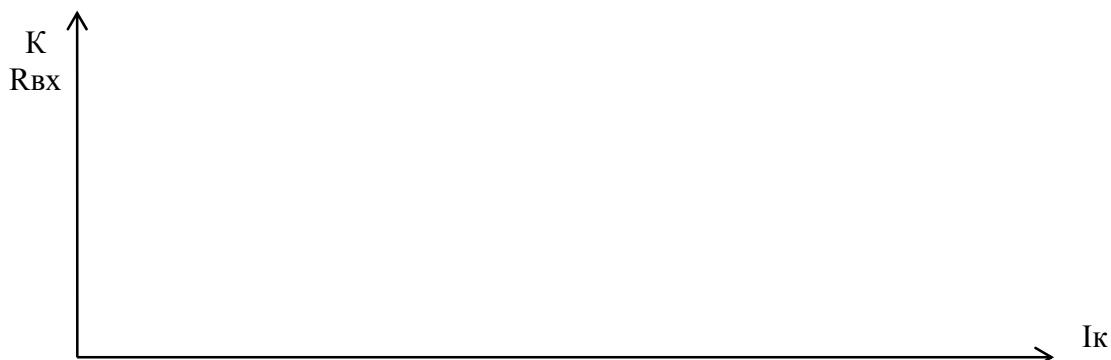


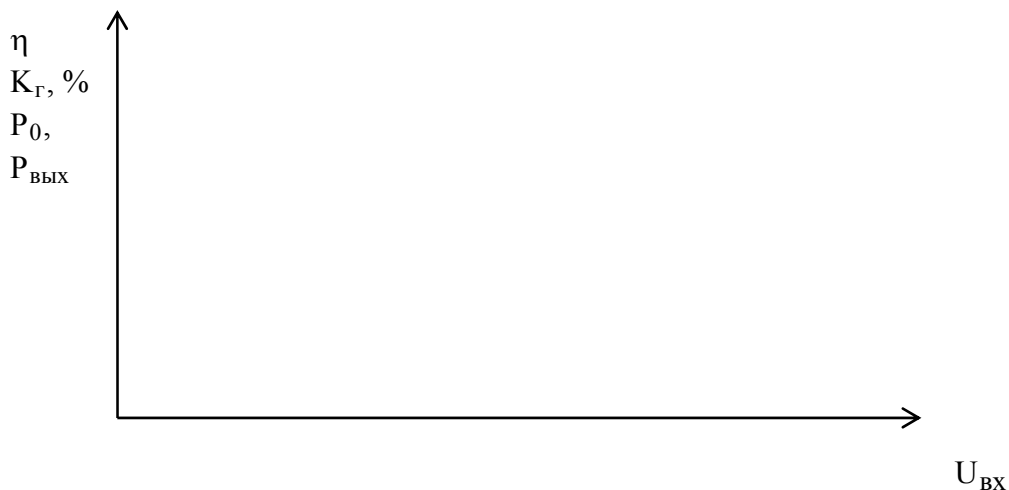
Результаты эксперимента показывают, что способность работы схем на изменяющиеся нагрузки зависит от способа соединения транзистора с источником сигнала и нагрузкой. Лучшими показателями в этом отношении обладает каскад с общим коллектором, усиление которого мало меняется при изменении нагрузки.

3. Оценка влияния тока покоя транзистора на входное сопротивление схемы с общим эмиттером и ее коэффициент усиления.

Таблица 3

| Параметр | $Rэ, \text{Ом}$ | | | | | |
|----------|-----------------|----|----|-----|-----|-----|
| | 0 | 40 | 80 | 170 | 340 | 680 |
| I_b | | | | | | |
| I_k | | | | | | |
| К | | | | | | |
| $R_{вх}$ | | | | | | |





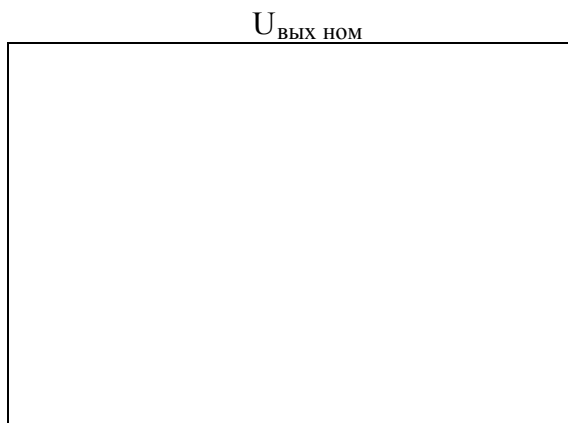
3. Исследование зависимости выходного напряжения и коэффициента нелинейных искажений от частоты.

Таблица 3

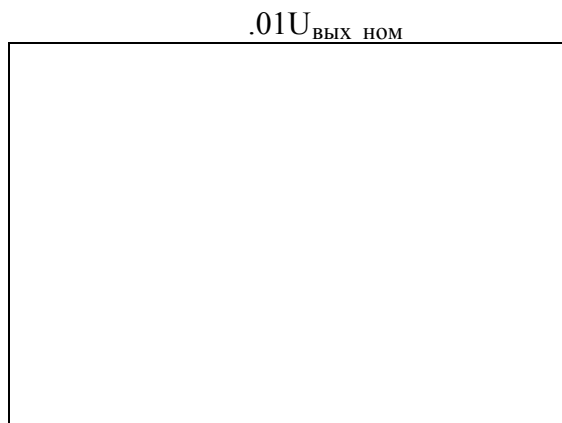
| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|----|----|----|---|---|---|----|----|----|
| f, кГц | .02 | .05 | .1 | .2 | .5 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 |
| U _{ВЫХ} , В | | | | | | | | | | | |
| K _Г , % | | | | | | | | | | | |



4. Исследование работы усилителя в классе В.
Осциллограммы выходных напряжений



I_0 (при $U_{\text{ВЫХ НОМ}}$) =



I_0 (при $.01U_{\text{ВЫХ НОМ}}$) =

При переходе из класса АВ в класс В уменьшается ток покоя усилителя, но увеличиваются нелинейные искажения (типа ступеньки). Это объясняется использованием нелинейного участка проходной характеристики. Уровень искажений зависит от амплитуды входного сигнала, так как малые сигналы попадают на нелинейные участки ВАХ.

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4 ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО УСИЛИТЕЛЯ И СХЕМ КОРРЕКЦИИ.

Цель работы заключается в исследовании импульсного усилителя, схем высокочастотной и низкочастотной коррекции, выявлении связи между частотными и переходными характеристиками, приобретении навыков расчета характерных параметров.

1. Построение амплитудной характеристики и определение номинального коэффициента усиления каскада по напряжению.

Таблица 1

| | | | | | | | |
|---------------|----|----|----|-----|-----|-----|------|
| $U_{ВХ}, мВ$ | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
| $U_{ВЫХ}, мВ$ | | | | | | | |

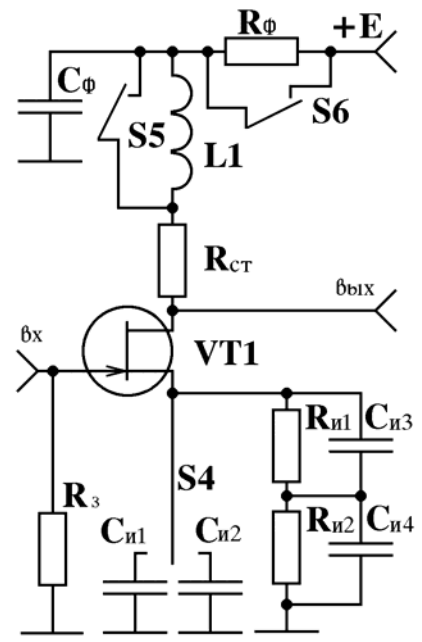


Схема лабораторной установки

В амплитудной характеристике имеется линейный участок, характеризующийся минимальными искажениями. При малых уровнях входного сигнала начинают сказываться шумы, наводки, фон переменного тока. Большие входные сигналы приводят к работе вблизи уровня насыщения и вызывают нелинейные искажения.

Определим номинальный коэффициент усиления по напряжению.

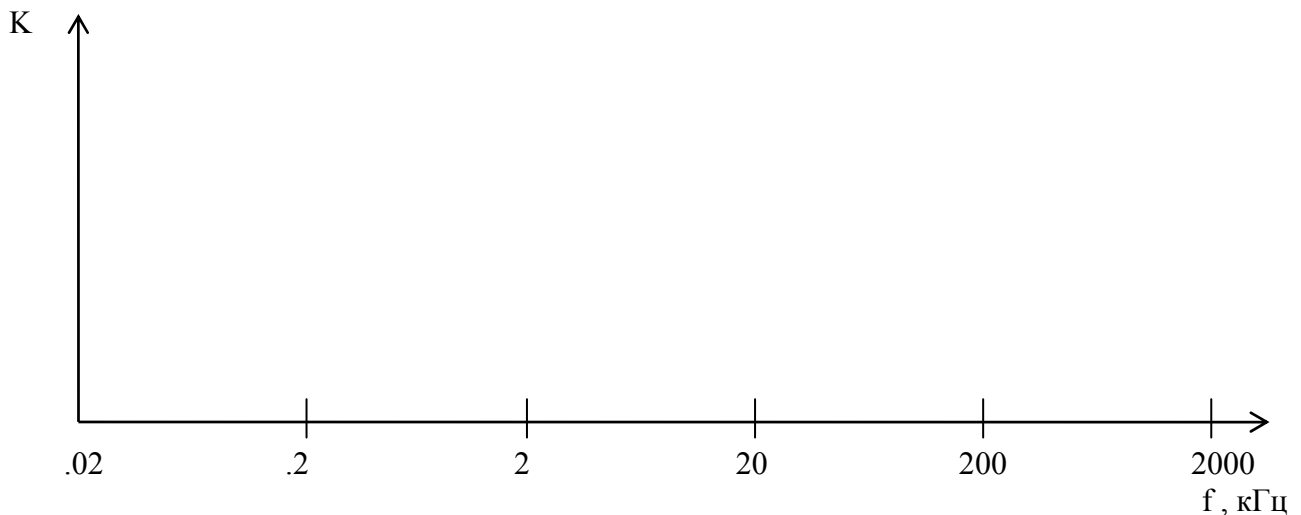
$$K = U_{ВЫХ} / U_{ВХ} =$$

2. Оценка влияния элементов коррекции частотных характеристик на ход амплитудно-частотной характеристики усилителя.

Таблица 2

| Схема | $U_{ВЫХ}, В$ | $f, Гц$ | | | | | $f, кГц$ | | | | $f, МГц$ | | | | | | | |
|-------|--------------|---------|----|-----|-----|-----|----------|---|---|----|----------|----|-----|----|----|---|---|---|
| | | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | .2 | .5 | 1 | 2 | 5 |
| б/к | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| НЧ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| КВЧ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЭВЧ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

В таблице обозначено: б/к - схема без коррекции, НЧ – включена низкочастотная коррекция, КВЧ - включена коллекторная высокочастотная коррекция, ЭВЧ - включена эмиттерная высокочастотная коррекция.



3. Оценка расширения полосы пропускания для исследуемых схем.

По величинам входных и выходных сигналов на частоте 1000 Гц определим номинальные коэффициенты усиления по напряжению для исследуемых схем коррекции.

По уменьшению уровня выходного сигнала усилителя до величины 0.7 от номинального определим верхнюю f_v и нижнюю f_n граничные частоты исследуемых схем.

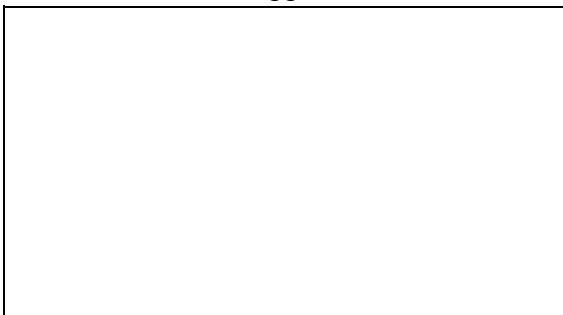
Найдем площади усиления каскада с различными схемами коррекции амплитудно-частотных характеристик.

4. Оценка влияния схем коррекции на вид переходной характеристики усилителя.

Для усилителя без элементов коррекции и при наличии корректирующих элементов зарисуем формы выходных импульсов. По снятым осциллограммам определим времена установления, выбросы и спады плоской вершины импульсов.

Осциллограммы выходных напряжений

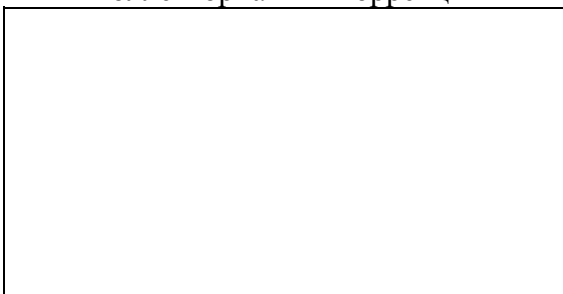
Без коррекции



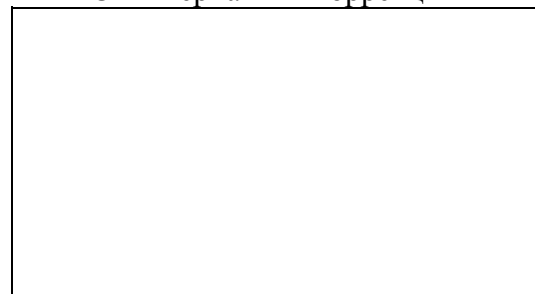
Низкочастотная коррекция



Коллекторная ВЧ коррекция



Эмиттерная ВЧ коррекция



5. Оценка влияния постоянной времени выходной цепи каскада на величину спада плоской вершины импульса.

Таблица 3.

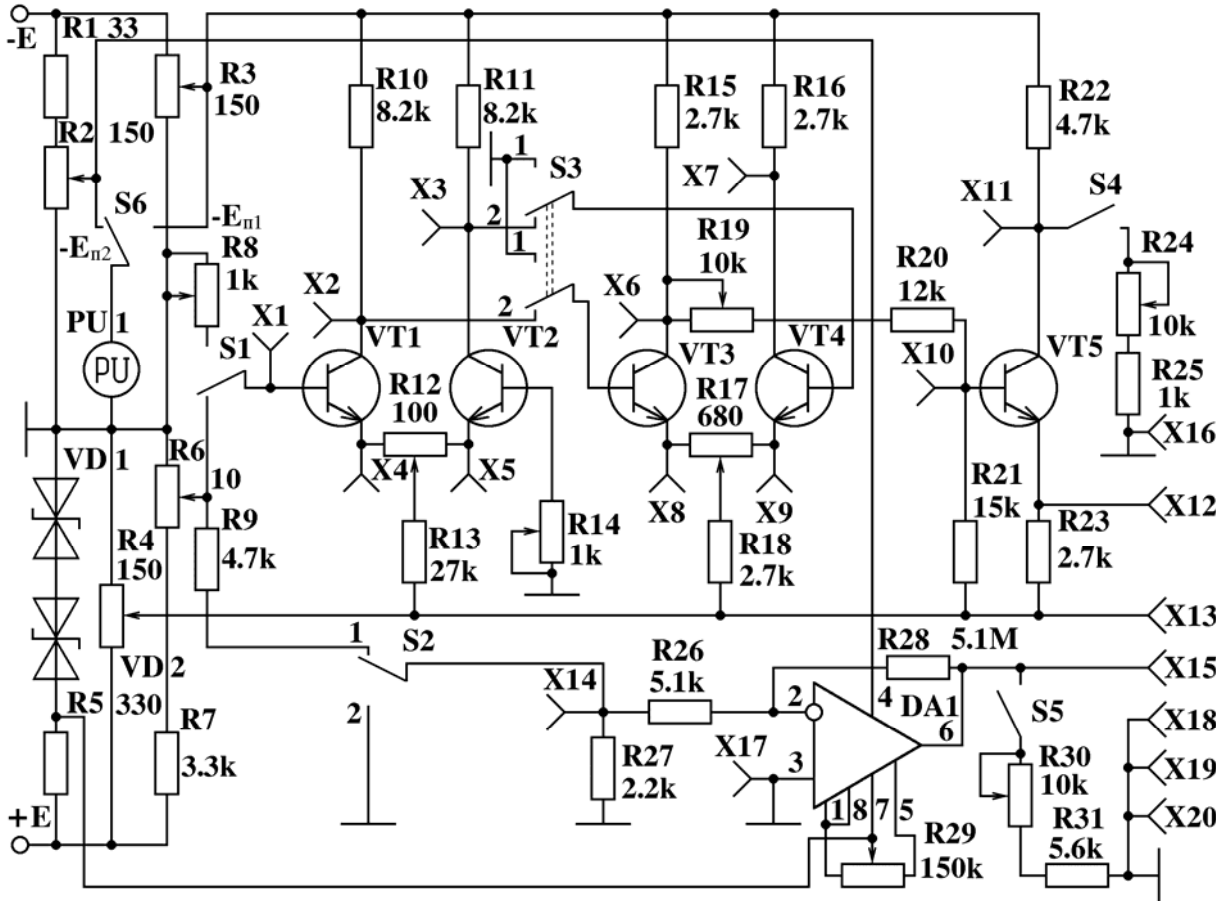
| | | | | | | | |
|-------------------|-----|---|---|---|---|---|----|
| $R_H, \text{кОм}$ | 0.1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Δ | | | | | | | |



КОНТРОЛЬНЫЙ ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №5 ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Цель работы состоит в исследовании усилителей постоянного тока (УПТ) на транзисторах и интегральной микросхеме (ИМС) операционного усилителя (ОУ), приобретении навыков по их расчету.

Схема лабораторной установки.



1. Определение коэффициента усиления УПТ на транзисторах.

$$K = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}} =$$

2. Определение распределения токов и напряжений при балансировке усилителя в режиме без входного напряжения и при наличии постоянного входного напряжения.

Таблица 1

| Режим | Гнездо | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | X11 | X12 |
| Сбалансирован | | | | | | | | | | | | |
| Не сбалансир. | | | | | | | | | | | | |

3. Определение напряжений и токов в характерных точках для всех транзисторов по данным, полученным в п.2.

Таблица 2

| Параметр | Усилитель сбалансирован | | | | | Усилитель не сбалансирован | | | | |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | VT1 | VT2 | VT3 | VT4 | VT5 | VT1 | VT2 | VT3 | VT4 | VT5 |
| Uбэ | | | | | | | | | | |
| Uкэ | | | | | | | | | | |
| Iк | | | | | | | | | | |

4. Определение дрейфа нуля при изменении питающего напряжения.

Таблица 3

| | | | | | | | | |
|------|------|----|---|---|---|---|---|---|
| Еп1 | 12.8 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| Uвых | | | | | | | | |

Производим расчет коэффициента усиления.

$$K = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}} =$$

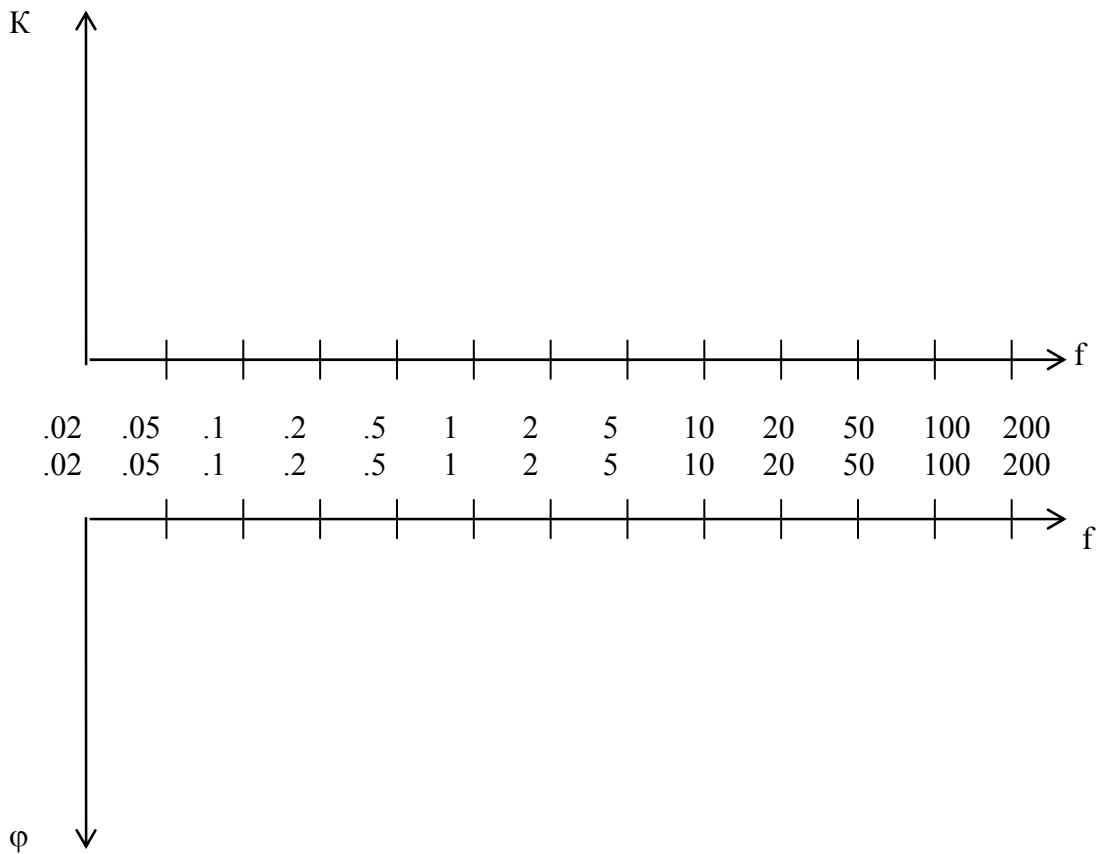
5. Определение дрейфа нуля усилителя на микросхеме.

Таблица 4

| | | | | | | | | |
|------|------|----|---|---|---|---|---|---|
| Еп2 | 12.8 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| Uвых | | | | | | | | |

Сравнение по результатам исследования обеих схем дает основание утверждать, что дрейф нуля у микросхемы меньше, а усиление больше по сравнению с УПТ на дискретных элементах.





Результаты измерений показывают, что с увеличением глубины отрицательной обратной связи улучшается равномерность амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик.

3. Исследование работы компаратора.

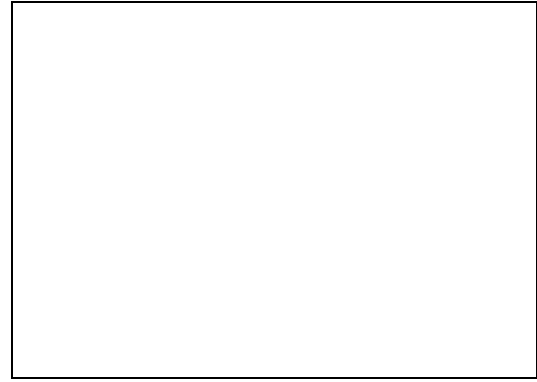
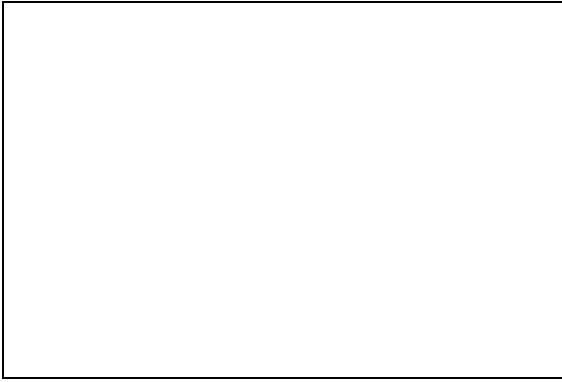
Снятие зависимости выходного напряжения от входного при $U_{вх2} = 0$ В и $U_{вх2} = 1$ В.

Таблица 3

| $U_{вх2}$ | $U_{вх1}$ | | | | | |
|-----------|-----------|---|-----|-----|-----|-----|
| | -0.1 | 0 | 0.1 | 0.9 | 1.0 | 1.1 |
| 0 В | | | | | | |
| 1 В | | | | | | |



Характерные осциллограммы на выходе ОУ при изменении постоянного напряжения на входе "1" схемы.

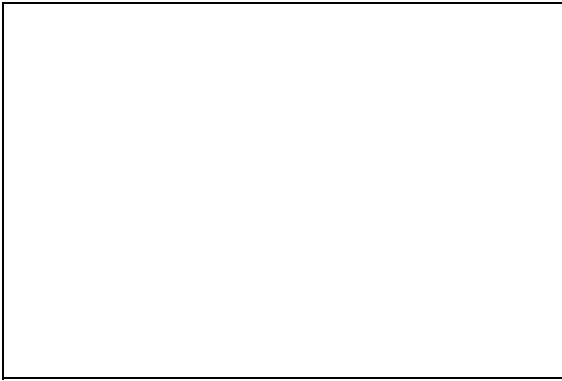


Полученные результаты показывают, что компаратор обладает гистерезисной характеристикой и может изменять полярность выходного напряжения при равенстве подаваемых на вход сигналов. Это подтверждается при сравнении гармонического колебания с постоянным пороговым напряжением. Изменение последнего влияет на времена переключения компаратора.

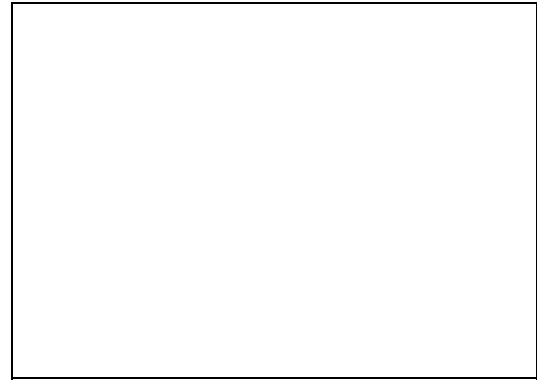
4. Исследование работы автогенерирующего мультивибратора.

Эпюры напряжений при различных постоянных времени времязадающей цепи

C1



C2



5. Исследование работы ждущего мультивибратора.

Осциллограммы напряжений на выходе схемы при различных конденсаторах времязадающей цепи.

C1



C2



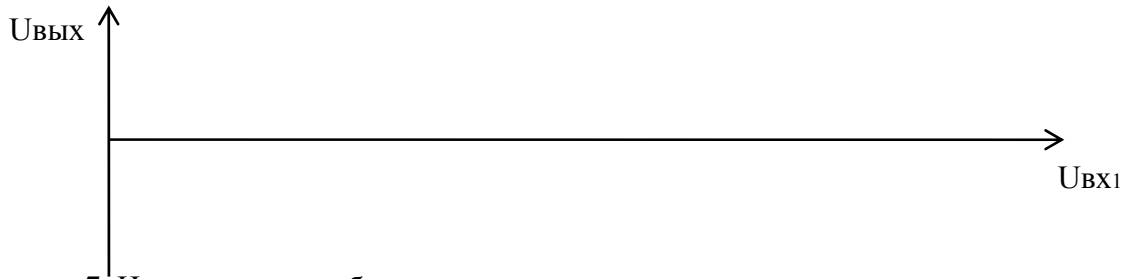
В ждущем режиме при отсутствии входного сигнала импульсное напряжение не формируется, так как на ОУ подано принудительное напряжение смещения, переводящее его в нелинейный режим. Входные импульсы выводят ОУ из этого состояния и позволяют сформировать импульс с длительностью, определяемой постоянной времени времязадающей цепи.

6. Исследование работы триггера Шмитта.

Оценка зависимости выходного напряжения от входного при различных резисторах в цепи обратной связи.

Таблица 4

| $U_{ВХ2}$ | ОС | Параметр | $U_{ВХ1}$ | | | | | | | |
|-----------|----|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | $U_{ВЫХ}$ | | | | | | | | |
| 0 В | R3 | | | | | | | | | |
| | R4 | | | | | | | | | |
| 0.5 В | R3 | | | | | | | | | |



7. Исследование работы интегратора.
Снятие характеристики интегрирования.

Таблица 5

| | |
|-----------|--|
| T | |
| $U_{ВЫХ}$ | |



Напряжения в контрольных точках схемы.

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ И СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ.

Целью работы является изучение принципов работы, методик расчета, исследование основных характеристик нерегулируемых выпрямителей, а также знакомство с работой регулируемого выпрямителя на тиристорах и работой сглаживающих фильтров.

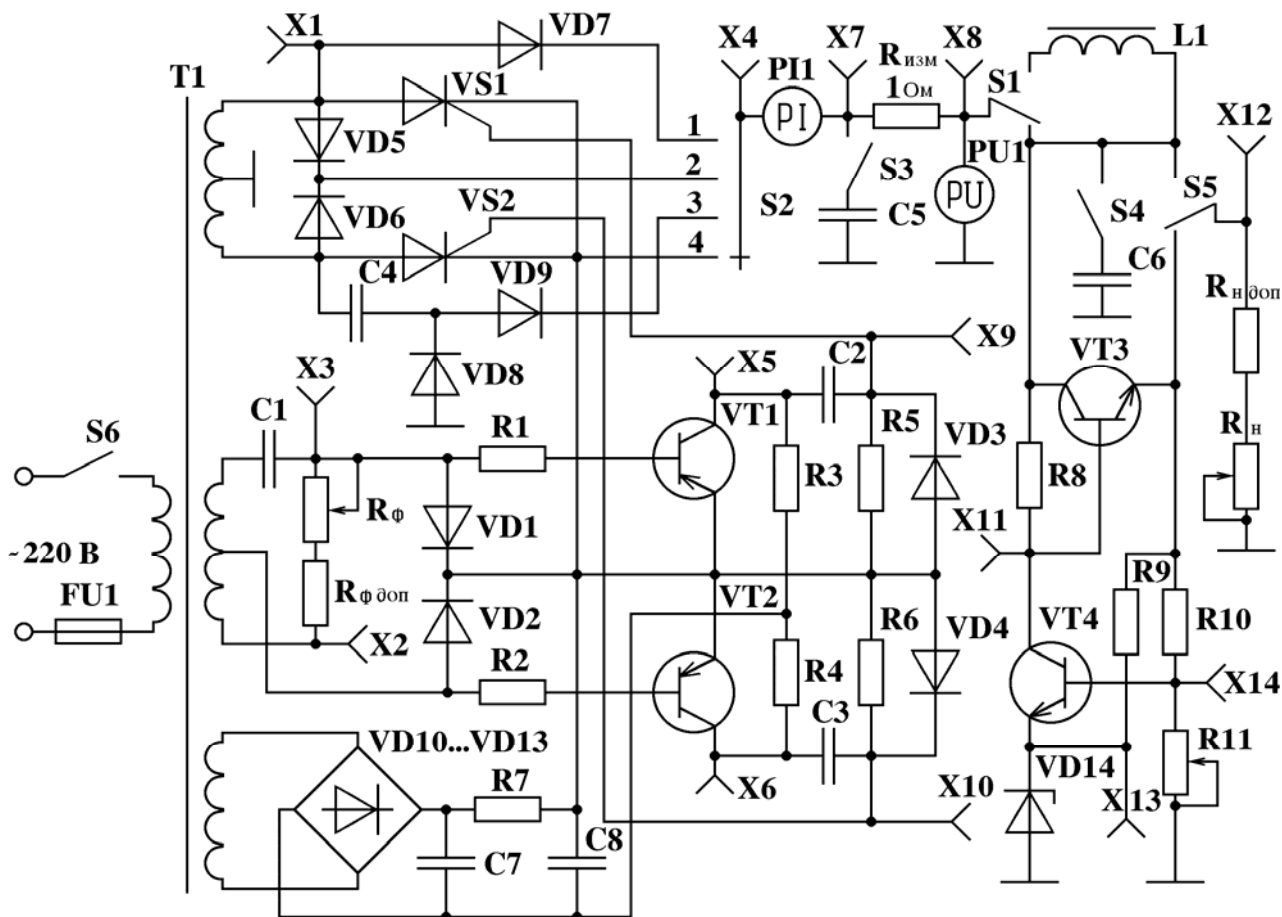


Схема лабораторной установки

1. Нагрузочные характеристики нерегулируемых выпрямителей.

Таблица. 1

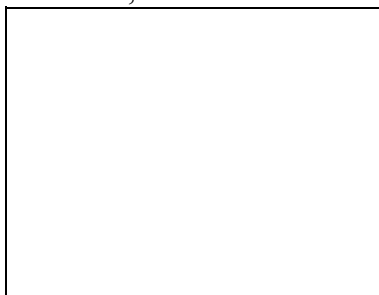
| Схема | Параметр | Результаты измерений |
|------------------------------------|----------|----------------------|
| Однотактная однофазная схема | I_n | |
| | U_{m1} | |
| | U_n | |
| | K_n | |
| Однотактная двухфазная схема | I_n | |
| | U_{m1} | |
| | U_n | |
| | K_n | |
| Схема удвоения | I_n | |
| | U_{m1} | |
| | U_n | |
| | K_n | |



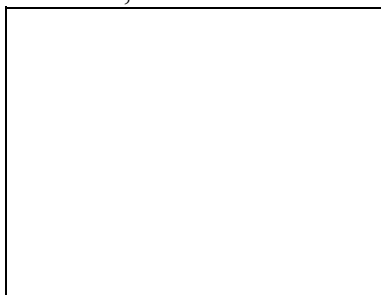
Осциллограммы напряжений на выходе выпрямителей:

Однотактная однофазная схема

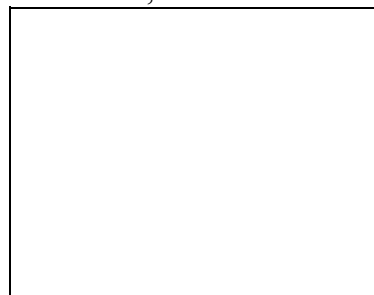
S3 - вкл, Rн макс



S3 - вкл, Rн мин

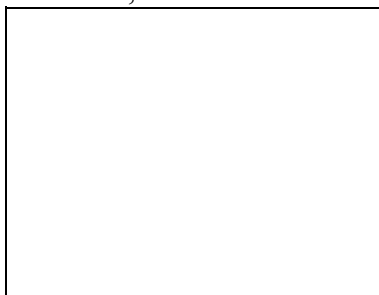


S3 - выкл, Rн макс



Однотактная двухфазная схема

S3 - вкл, Rн макс



S3 - вкл, Rн мин



S3 - выкл, Rн макс

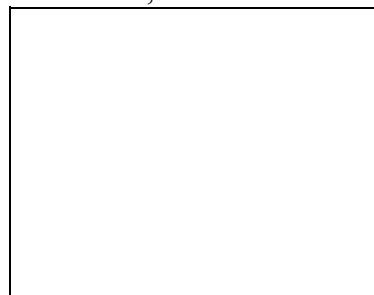
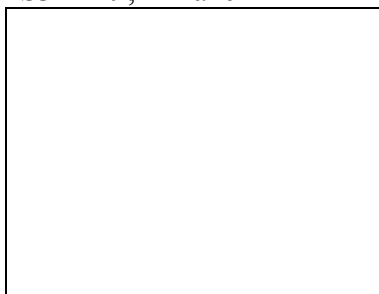
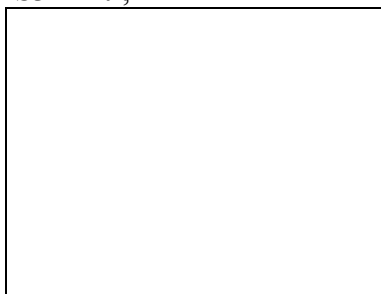


Схема удвоения

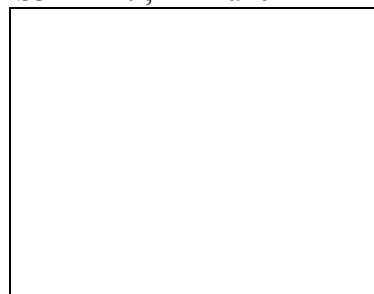
S3 - вкл, R макс



S3 - вкл, Rн мин



S3 - выкл, Rн макс



Изменение выходного напряжения при различных токах в нагрузке связано с падением напряжения на элементах выпрямителя.

Увеличение амплитуды пульсаций выходного напряжения при росте тока в нагрузке зависит от скорости и глубины заряда и разряда конденсатора фильтра. Чем быстрее происходит разряд конденсатора, тем больше изменяется амплитуда выходного напряжения, что приводит к росту коэффициента пульсаций.

Частота пульсаций в однофазных схемах в два раза меньше, чем в двухтактных.

2. Регулировочная характеристика двухполупериодного выпрямителя на тиристорах.

Таблица 2.

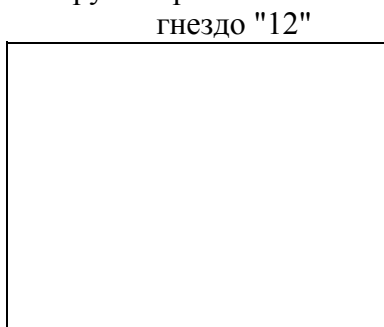
| Тип нагрузки | α (в соответствии с положениями Rф) | | | | | | | |
|--------------|--|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| | 20 | 40 | 60 | 75 | 90 | 125 | 150 | 170 |
| Rн | | | | | | | | |
| Rн, Lн | | | | | | | | |



Осциллограммы напряжений в контрольных точках схемы при Rн.



Осциллограмма напряжения на нагрузке при RнLн.

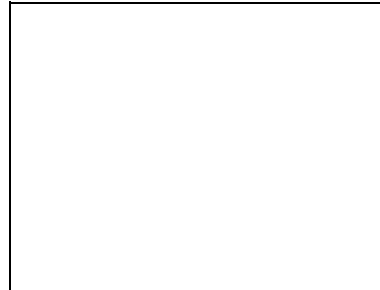
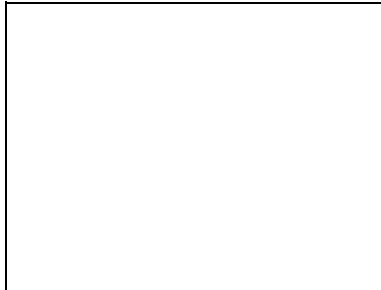
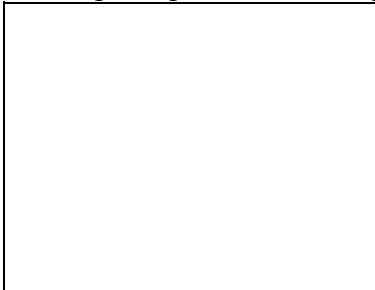


3. Оценка влияния реактивных элементов на величину пульсаций на выходе выпрямителя.

Таблица 3

| Параметр | S1 ВЫКЛ | | | | S1 ВКЛ | | | |
|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | S3 ВЫКЛ | | S3 ВКЛ | | S3 ВЫКЛ | | S3 ВКЛ | |
| | S4 ВЫКЛ | S4 ВКЛ | S4 ВЫКЛ | S4 ВКЛ | S4 ВЫКЛ | S4 ВКЛ | S4 ВЫКЛ | S4 ВКЛ |
| Кп | | | | | | | | |

Характерные осциллограммы



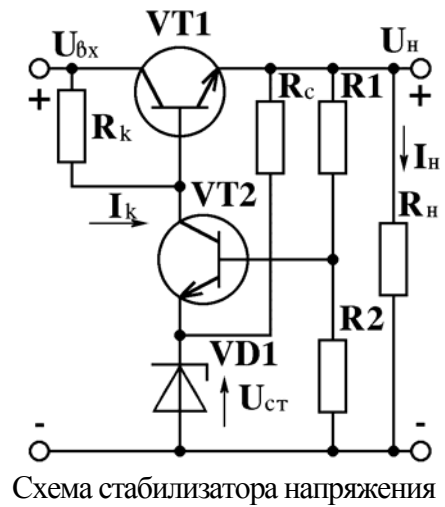
КОНТРОЛЬНЫЙ ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №8 ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ.

Целью работы является изучение компенсационного стабилизатора напряжения, приобретение навыков по его эксплуатации и расчету.

1. Снятие регулировочной характеристики компенсационного стабилизатора напряжения.

Таблица 1

| | |
|-----------------|--|
| U _{вх} | |
| U _н | |



2. Нагрузочная характеристика компенсационного стабилизатора напряжения.

Таблица 2

| | |
|----------------|--|
| I _н | |
| U _н | |



3. Расчет коэффициента стабилизации исследуемой схемы.

По результатам измерений по п.2 рассчитаем коэффициент стабилизации схемы

$$K_{ст\ н} = (\Delta U_{вх} / U_{вх}) / (\Delta U_{вых} / U_{вых}) =$$

4. Измерение с помощью вольтметра постоянного тока напряжений в характерных точках схемы относительно общего провода.

Таблица 3

| | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|
| Гнездо | X11 | X12 | X13 | X14 |
| Напряжение | | | | |

Распределение напряжений в контрольных точках показывает, что транзисторы находятся в усилительном режиме, и это позволяет им отслеживать и компенсировать изменение входного напряжения.