

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № УУ

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

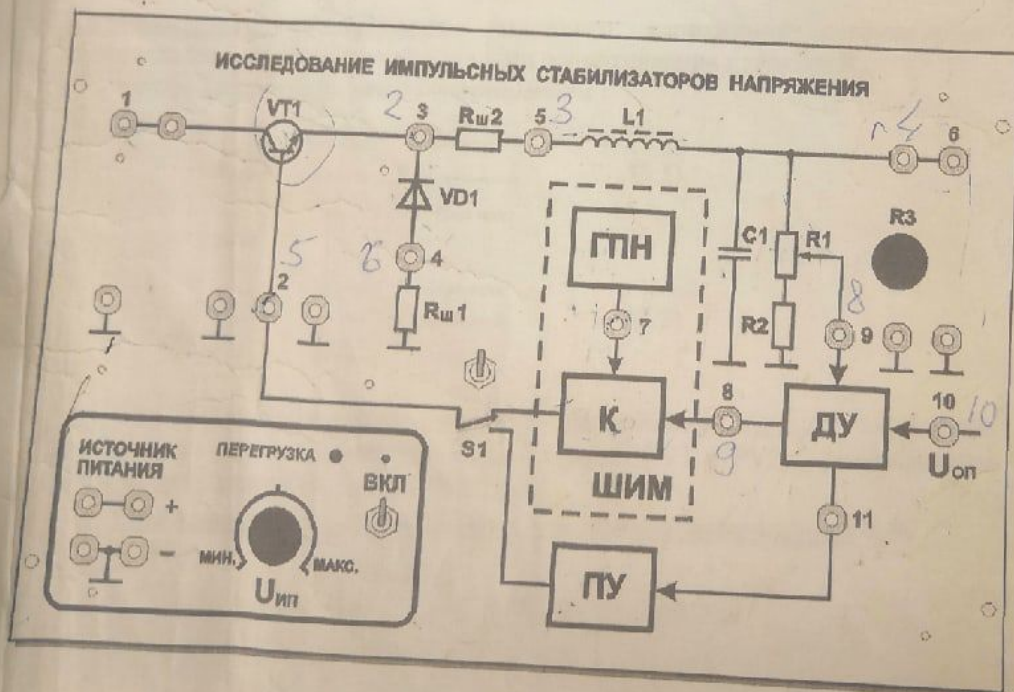
Цель работы:

Закрепить знания принципов работы и рабочих свойств стабилизаторов постоянного напряжения с ключевым режимом работы регулирующего элемента.

Освоить методику экспериментального определения значений показателей качества компенсационных стабилизаторов постоянного напряжения с широтно-импульсным и релейным принципами регулирования и оценить достоинства и недостатки каждого из стабилизаторов путем сравнения численных значений показателей качества.

Описание лабораторного макета стабилизатора и указания по проведению экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проводятся на макетах, смонтированных и установленных в рабочем отсеке лабораторной установки УНЦ СПбГУТ



2

Для проведения исследований на вход исследуемой схемы стабилизатора подается напряжение от встроенного источника постоянного нестабилизированного напряжения. Это напряжение регулируется в пределах от 5 до 20 вольт. Источник имеет защиту от кратковременной перегрузки по току нагрузки. При перегрузке начинает мигать светодиод «Перегрузка». Входное напряжение и потребляемый ток контролируются с помощью PV1 и PA1 лабораторной установки. Значение тока нагрузки устанавливается путём изменения сопротивления блока нагрузок (правая панель лабораторной установки, ручка переключателя « R_H грубо» и ручка переменного резистора « R_H точно»). Примерные пределы изменения R_H : от 1300 Ом в положении «1» до 17 Ом в положении «11» переключателя « R_H грубо». В положении «X.X.» $R_H \rightarrow \infty$. Напряжение на нагрузке (выходное напряжение) контролируются вольтметром PV2 и миллиамперметром PA2.

Введение:

При оценке качества функционирования стабилизаторов напряжения необходимо определить численные значения его основных показателей качества:

- коэффициент стабилизации $K_{ст}$;
- относительной нестабильности выходного напряжения $\delta U, \%$;
- выходного сопротивления $R_{вых}$;
- коэффициента полезного действия η .

Коэффициент стабилизации выходного напряжения стабилизатора определяется при постоянном значении сопротивления нагрузки R_H ($R_H = \text{const}$) в соответствии с соотношением:

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх ном}} \cdot \frac{U_{вых ном}}{\Delta U_{вых}} \quad (5.1)$$

или

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх}}{\Delta U_{вых}} \cdot \frac{U_{вых ном}}{U_{вх ном}} \quad (5.2)$$

Номинальное значение входного напряжения $U_{вх ном}$, выходного напряжения $U_{вых ном}$ измеряются вольтметрами PV1 и PV2, установленным на приборной панели установки УСП-70.

Относительная нестабильность выходного напряжения $\delta U, \%$

$$\delta U, \% = \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых ном}} \cdot 100. \quad (5.3)$$

также определяется при постоянном значении сопротивления нагрузки $R_n = \text{const}$.

Значение динамического выходного сопротивления стабилизатора $R_{\text{вых}}$ определяется при постоянной величине входного напряжения $U_{\text{вх}} = \text{const}$ (т.е. $\Delta U_{\text{вх}} = 0$)

$$R_{\text{вых}} = \left| \frac{\Delta U_{\text{вых}}}{\Delta I_n} \right|, \quad (5.4)$$

где $\Delta U_{\text{вых}}$ - отклонение выходного напряжения стабилизатора от его номинального значения, соответствующее изменению тока нагрузки на величину ΔI_n ($\Delta I_n = I_{n \text{ ном}} - I_{n \text{ мин}}$).

Потери мощности в элементах стабилизатора оцениваются его коэффициентом полезного действия η :

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} \quad (5.5)$$

или

$$\eta = \frac{U_{\text{вых ном}} \cdot I_{\text{нагр ном}}}{U_{\text{вх ном}} \cdot I_{\text{вх}}} \quad (5.6)$$

Коэффициент пульсаций выходного напряжения стабилизатора определяется при постоянном значении сопротивления нагрузки R_n ($R_n = \text{const}$) в соответствии с соотношением:

$$K_p = \frac{0.5 U_{\text{разм}}}{U_{\text{вых ном}}} \cdot 100. \quad (5.7)$$

1. Экспериментальное исследование транзисторного компенсационного стабилизатора с широтно-импульсным регулированием

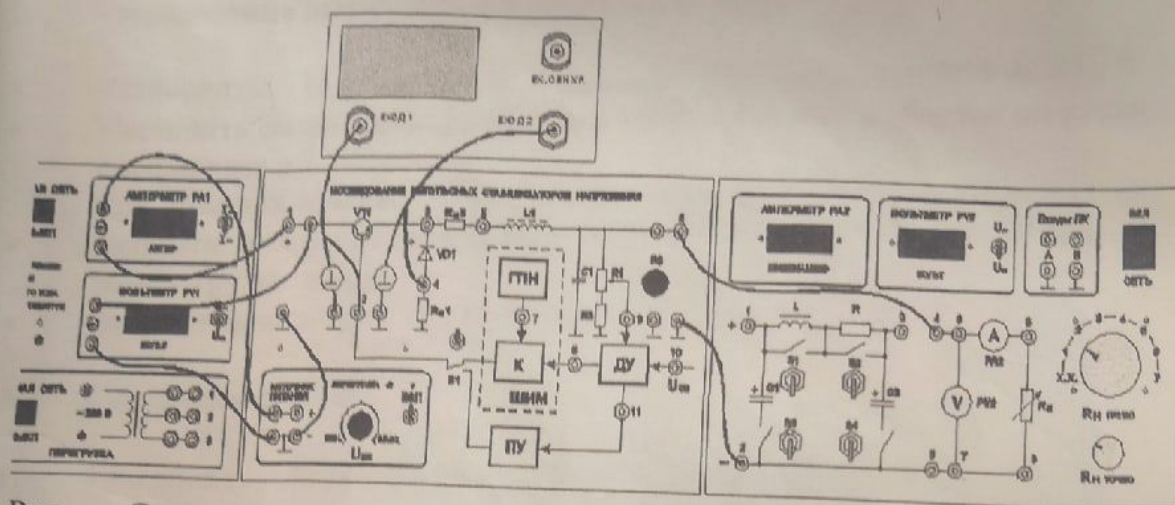


Рис. Схема соединений коммутационными шнурами элементов установки для исследования компенсационного стабилизатора с широтно-импульсным регулированием

- Переключатель S1 на панели ИСН установить в верхнее положение.
- Переключатель «R_н грубо» установить в положение «5». 7
- Вольтметры PV1 и PV2 установить в режим измерения постоянного напряжения. Миллиамперметр PA1 установить в режим измерения постоянного тока.
- Включить электропитание установки.
- Включить источник постоянного напряжения.
- Входное напряжение установить регулятором U_{ип} источника питания, контролировать вольтметром PV1.
- Выходное напряжение установить регулятором R1, контролировать вольтметром PV2.
- Ток нагрузки установить регуляторами «R_н грубо» и «R_н точно», контролировать амперметром PA2.

1. Определение коэффициента стабилизации $K_{\text{СТ}}$

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{вх\text{ ном}} = 15\text{ В}$; $U_{вых\text{ ном}} = 3\text{ В}$; $I_{нагр\text{ ном}} = 0,18\text{ А}$ $\approx 180\text{ мА}$
- Увеличить напряжение источника питания до максимально возможного
 $U_{вх\text{ макс}}$ (Вольтметр PV1)
- Записать значение выходного напряжения стабилизатора $U_{вых1}$
 (Вольтметр PV2).

- Определить $\Delta U_{\text{вх}}$, $\Delta U_{\text{вых}}$ - соответственно приращения входного и выходного напряжений стабилизатора при неизменном сопротивлении нагрузки.
- Рассчитать коэффициент стабилизации по входному напряжению по формуле (5.1) или (5.2)

2. Определение выходного сопротивления $R_{\text{вых}}$

- Установить: $U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$ $U_{\text{вых ном}} = 3 \text{ В}$ $I_{\text{нагр ном}} = 0,15 \text{ А}$ ~~0,12 А~~
- Увеличить сопротивление нагрузки таким образом, чтобы ток нагрузки уменьшился в 3 - 4 раза.
При этом поддерживать $U_{\text{вх}} = \text{const} = U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$.
- Записать изменение выходного напряжения стабилизатора $\Delta U_{\text{вых}}$ и тока нагрузки $\Delta I_{\text{нагр}}$.
- Рассчитать выходное сопротивление по формуле (5.4).

3. Определение КПД

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$; $U_{\text{вых ном}} = 3 \text{ В}$; $I_{\text{нагр ном}} = 0,18 \text{ А}$.
Записать значения $I_{\text{вх}}$ (Миллиамперметр РА1)
Рассчитать значение КПД по формуле (5.6)

4. Определение коэффициента пульсаций $K_{\text{п}}$

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$; $U_{\text{вых ном}} = 3 \text{ В}$; $I_{\text{нагр ном}} = 0,18 \text{ А}$.
- С помощью осциллографа определить частоту и размах пульсаций.
Амплитуду пульсаций брать как половину размаха.
- Определить коэффициент пульсаций по формуле (5.7)

Снятие осциллограмм форм напряжений и токов в контрольных точках схемы стабилизатора широтно-импульсном управлении регулирующим элементом.

Режим работы осциллографа:

двухканальный, синхронизация по входу 1;

вход 1 - открытый; чувствительность 5 В / деление; длительность развертки 20 мкс / деление;

вход 2 - открытый; чувствительность 0,2 В / деление;

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$; $U_{\text{вых ном}} = 3 \text{ В}$; $I_{\text{нагр ном}} = 0,18 \text{ А}$.

- Получить на экране осциллографа устойчивое изображение формы напряжения в КТ2 и КТ4.
- Рассчитать и записать частоту переключения f_n .
- Визуально определить зависимость длительности управляющих импульсов и частоты переключения от величины $U_{вх}$, $U_{вых}$, $I_{нагр}$. Для этого наблюдать осциллограммы напряжений в КТ2 при различных режимах работы импульсного стабилизатора напряжения.
- Наблюдать осциллограммы напряжений в КТ3, КТ4, КТ6, КТ7, КТ9, КТ10, КТ8. Для этого подключать к указанным контрольным точкам вход 2 осциллографа. При необходимости переключать режим входа 2 «Открытый - закрытый» и изменять его чувствительность.
- Те же осциллограммы наблюдать при различных режимах работы стабилизатора.

II. Экспериментальное исследование транзисторного компенсационного стабилизатора с релейным регулированием

переключатель S1 установить в нижнее положение (см. схему ИСН)

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{вх ном} = 15 \text{ В}$; $U_{вых ном} = 3 \text{ В}$; $I_{нагр ном} = 0,18 \text{ А} = 180 \text{ мА}$
- Определение коэффициента стабилизации, выходного сопротивления и КПД осуществляется как для стабилизатора с широтно-импульсным Регулированием по формулам (5.1) или (5.2), (5.4), (5.6)

Определение коэффициента пульсаций K_n

- Установить **номинальный** режим работы стабилизатора:
 $U_{вх ном} = 15 \text{ В}$; $U_{вых ном} = 3 \text{ В}$; $I_{нагр ном} = 0,18 \text{ А}$.
- С помощью осциллографа определить частоту переключения и размах пульсаций.
 Амплитуду пульсаций брать как половину размаха.
- Определить коэффициент пульсаций по формуле (5.7)
- Увеличить напряжение источника питания до максимально возможного $U_{вх макс}$. (Вольтметр PV1)
- С помощью осциллографа определить новую частоту переключения и размах пульсаций на этой частоте.
 Амплитуду пульсаций брать как половину размаха.
- Определить коэффициент пульсаций по формуле (5.7)

Снятие осциллограмм форм напряжений и токов в контрольных точках схемы стабилизатора релейном управлении регулирующим элементом.

- Установить *номинальный* режим работы стабилизатора:
 $U_{\text{вх ном}} = 15 \text{ В}$; $U_{\text{вых ном}} = 3 \text{ В}$; $I_{\text{нагр ном}} = 0,18 \text{ А}$.
- Получить на экране осциллографа устойчивое изображение формы напряжения в КТ2 и КТ4.
- Режим работы осциллографа:
 двухканальный, синхронизация по входу 1;
 вход 1 – открытый; чувствительность 5 В / деление; длительность развертки 20 мкс / деление;
 вход 2 – открытый; чувствительность 0,2 В / деление;
- Рассчитать и записать частоту переключения f_p .
- Наблюдать осциллограммы напряжений в КТ3, КТ4, КТ6, КТ9, КТ10, КТ11. Для этого подключать к указанным контрольным точкам вход 2 осциллографа. При необходимости переключать режим входа 2 «Открытый - закрытый» и изменять его чувствительность.
- Те же осциллограммы наблюдать при различных режимах работы стабилизатора

Таблица XXX

Режим	$U_{\text{вх ном}}, \text{ В}$	$U_{\text{вх max}}, \text{ В}$	$\Delta U_{\text{вх}}, \text{ В}$	$U_{\text{вых ном}}, \text{ В}$	$\Delta U_{\text{вых}}, \text{ В}$	$f_p, \text{ кГц}$	$f''_p, \text{ кГц}$
с широтно-импульсным регулированием							
с релейным регулированием							

III. Сводные таблицы показателей качества исследуемых схем стабилизаторов

Таблица XXX

Тип стабилизатора	Коэффициент стабилизации $K_{\text{ст}}$	Выходное сопротивление $R_{\text{вых}}, \text{ Ом}$	КПД
с широтно-импульсным регулированием			
с релейным регулированием			

8

Тип стабилизатора	Коэффициент пульсаций	Частота пульсаций, кГц	
		$U_{ВХ\text{ ном}} = 15\text{ В}$	$U_{ВХ\text{ макс}} =$
с широтно-импульсным регулированием			
с релейным регулированием			

IV. Снятие осциллограмм форм напряжения на индуктивности и тока индуктивности сглаживающего фильтра.

Для исключения нарушений в работе стабилизатора обязательно отсоедините вход 2 осциллографа от контрольных точек схемы стабилизатора!

а)

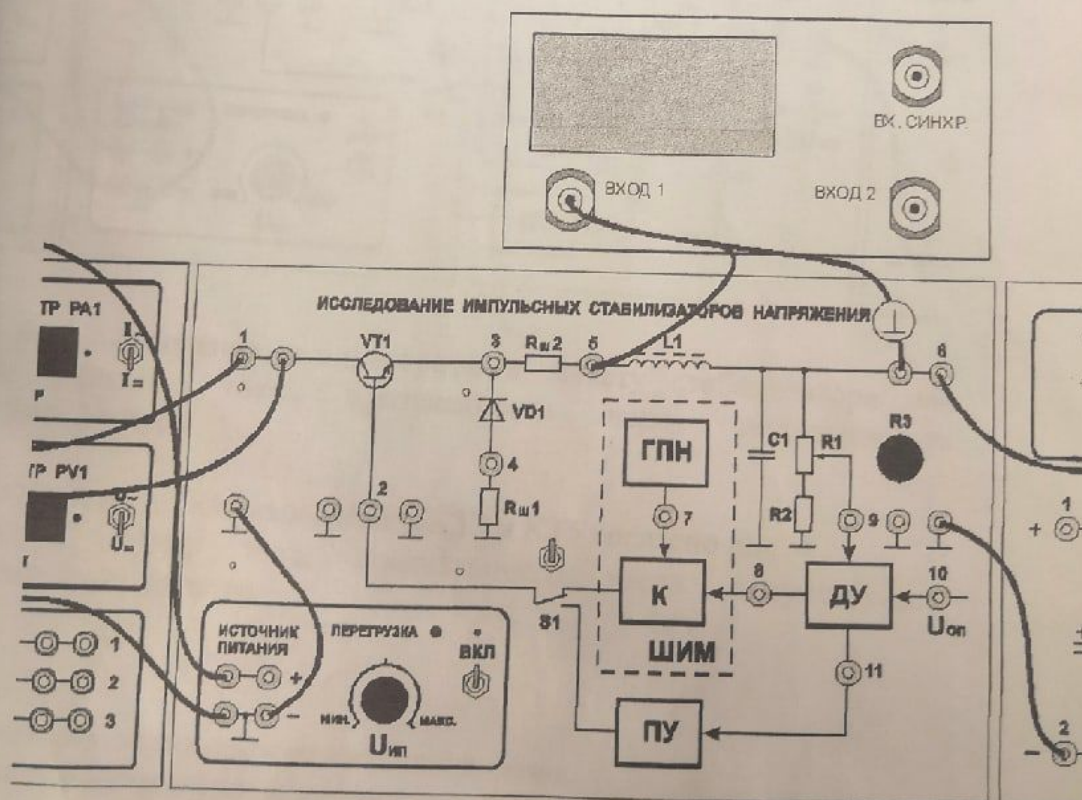


Рис. 3. Подключение осциллографа к макету стабилизатора при наблюдении формы напряжения на индуктивности сглаживающего фильтра

Подключите вход 1 осциллографа к КТ5 и КТ6 согласно рис. 3.

Наблюдать форму напряжения на индуктивности сглаживающего фильтра.

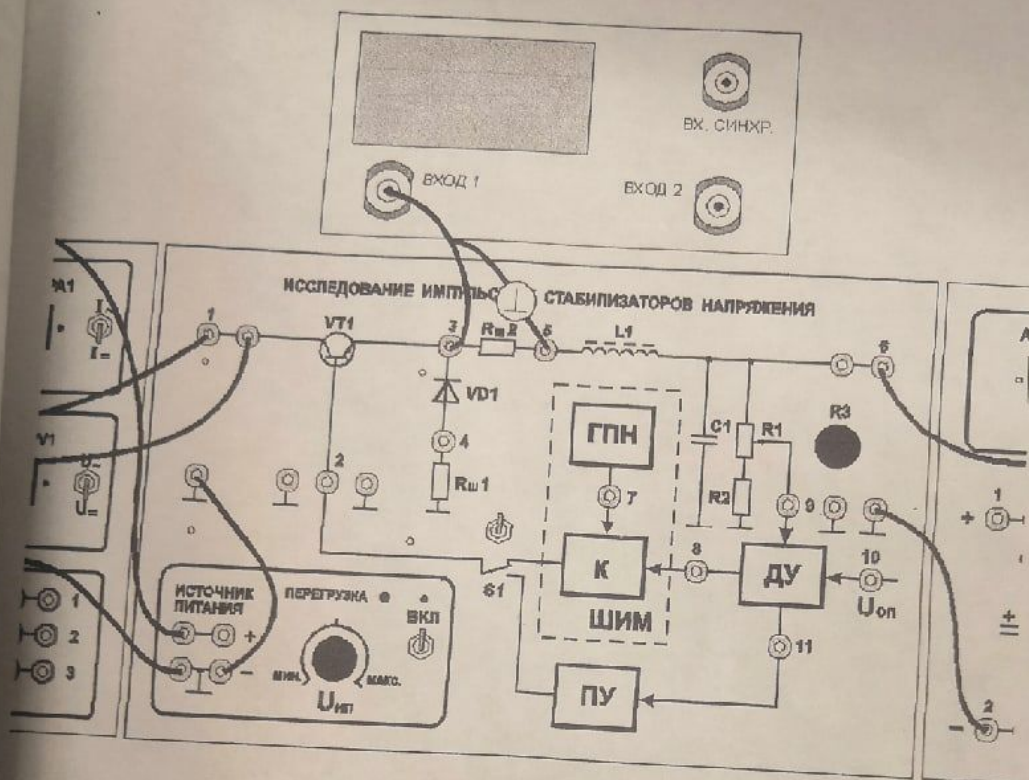


Рис. 4. Подключение осциллографа к макету стабилизатора при исследовании формы тока, протекающего через индуктивность сглаживающего фильтра

Подключите вход 1 осциллографа к КТ3 и КТ5 согласно рис. 4.

Наблюдать форму тока, протекающего через индуктивность сглаживающего фильтра.

Выключить источник постоянного напряжения.
Выключить электропитание установки.