

## Лабораторная работа №5

### Исследование стабилизатора переменного напряжения на оптроне

**Цель работы:** ознакомиться с назначением, изучить принцип действия, работу и расчёт стабилизатора переменного напряжения на оптроне.

#### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Стабилизатор переменного напряжения (рис.1) предназначен для формирования переменного напряжения  $U_{\text{вых}}$  стабильной амплитуды и используется в устройствах питания датчиков информационных преобразователей [1, с.200-202].

Форма выходного напряжения стабилизатора задаётся сигналом  $U_{\text{оп}}$  от внешнего генератора синусоидальных колебаний.

Рассмотрим назначение элементов и работу стабилизатора. При отклонении амплитуды выходного напряжения стабилизатора от заданной изменяется среднее значение  $U_{\text{ср}}$  выходного сигнала измерительного выпрямителя ИВ, собранного на DA3. Схема фильтрующего усилителя на DA1 (ФУПТ) производит вычитание  $U_{\text{ср}}$  из заданного стабильного напряжения  $U_{\text{ст}}$  и усиление полученного сигнала рассогласования  $\Delta U$ . Изменение выходного сигнала ФУПТ приводит к изменению напряжения на лампе Л оптоэлектронного преобразователя ОЭП. При этом изменение сопротивления фоторезистора  $R_f$  (т.е. коэффициента передачи усилителя DA2) приводит к стабилизации выходного напряжения.

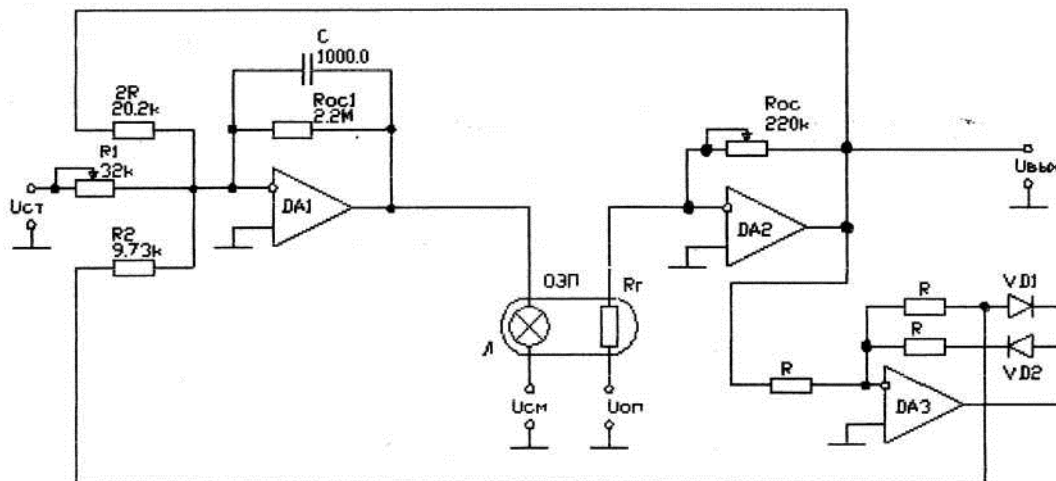


Рисунок 1 – Принципиальная схема стабилизатора переменного напряжения

Напряжение  $U_{\text{ср}}$  задает точку покрда на регулировочной характеристике оптрона (зависимость проводимости  $\gamma$  фоторезистора  $R_f$  от напряжения на лампе Л, рис.2).

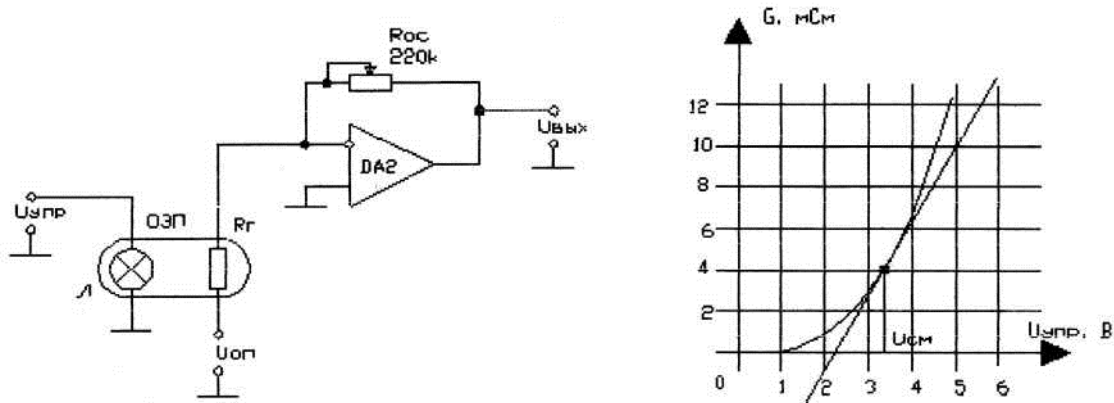


Рисунок 2 – Управляемый усилитель и вид регулировочной характеристики ОЭП.

Если точка покоя выбрана на линейном участке регулировочной характеристики, то изменение  $U_{упр}$  не ведет к большим изменениям коэффициента передачи ОЭП ( $K_{\gamma} = \Delta\gamma / \Delta U_{упр}$  – определяется наклоном касательной в точке O), а значит уменьшаются вносимые усилителем возмущения.

Выходное напряжение усилителя:

$$U_{вых} = -U_{оп} \cdot R_{oc} / R_r = -U_{оп} \cdot R_{oc} \cdot \gamma \approx -U_{оп} \cdot R_{oc} \cdot K_{\gamma} \cdot U_{упр} = K_{п} \cdot U_{упр} \quad (1)$$

где  $K_{п} = 25$  при  $U_{оп} = 1$  В,  $R_{oc} = 12,5$  кОм и  $K_{\gamma} = 2$  мСм/В

Коэффициент  $K_{\gamma}$  у различных экземпляров ОЭП в партии имеет большой разброс (до 40 %), внося большие возмущения ( $\delta v = 0,4$ ) в схему стабилизатора [1]. Чтобы уменьшить влияние возмущения  $\delta v$  от разброса  $K_{\gamma}$ , необходимый коэффициент усиления разомкнутого стабилизатора  $K_{р.необх.}$  рассчитывается по этому возмущению для получения заданной погрешности  $\delta z$ :  $K_{р.необх.} = \delta v / m \cdot \delta z = 0,4 / 0,5 \cdot 10^{-3} = 800$  ( $m$  – коэффициент, учитывающий то, какая часть заданной погрешности  $\delta z$  приходится на возмущения).

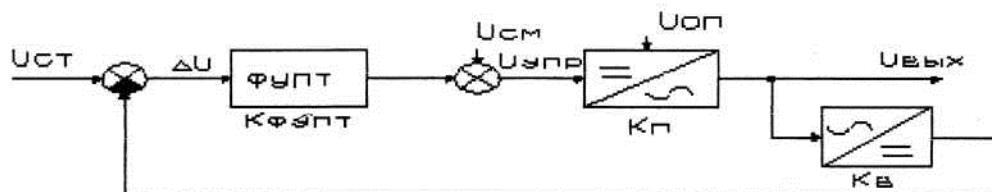


Рисунок 3 – Функциональная схема стабилизатора переменного напряжения

Здесь необходимо отметить, что запись коэффициента передачи  $K_2$  со стороны ИВ сделана без учёта сопротивления  $2R$  (см. рис.1), поскольку среднее значение сигнала по  $R_2$  равно нулю.

В установившемся режиме  $\Delta U = 0$  и переход к последовательному сумматору на структурной схеме (рис.3б) от параллельного сумматора на принципиальной схеме осуществляется следующим образом:

$$U_{ст} \cdot K_1 - U_{вых} \cdot K_2 \cdot 1/\pi = 0$$

$$U_{ст} \cdot K_1 = U_{вых} \cdot K_2 \cdot 1/\pi$$

$$U_{ст} \cdot K_1 / K_2 = U_{вых} \cdot 1/\pi$$

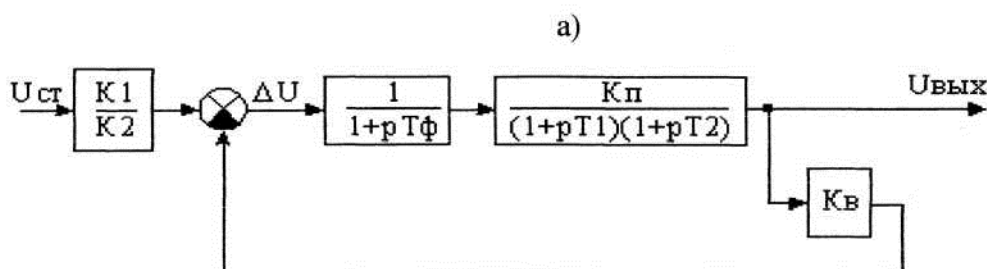
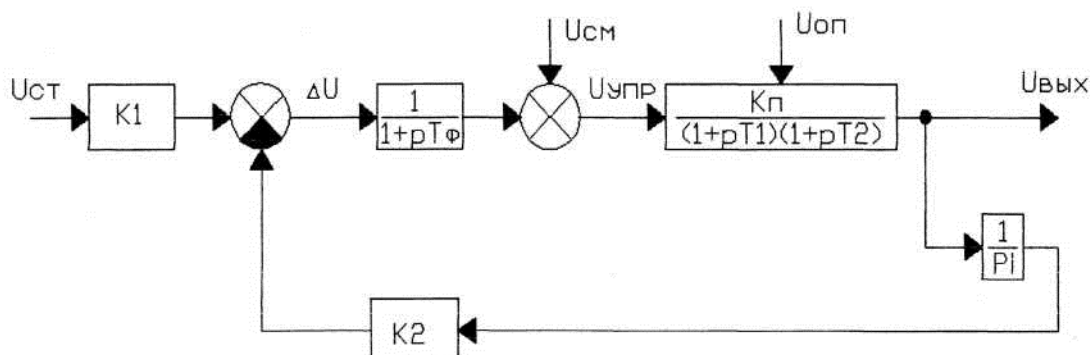
$$U_{ст} \cdot K_1 / K_2 - U_{вых} \cdot 1/\pi = 0$$

$$\Delta U = U_{ст} \cdot K_1 / K_2 - U_{вых} \cdot 1/\pi = U_{ст} \cdot K_1 / K_2 - U_{вых} \cdot K_в$$

С учетом последнего выражения структурная схема стабилизатора принимает вид, представленный на рис.3б. Постоянные времени  $T_1$  и  $T_2$  блока  $K_p$  зависят от свойств используемого ОЭП.

Устойчивая работа стабилизатора обеспечивается расчетом необходимой постоянной времени ФУПТ.

Пример расчета стабилизатора см. в [1].



б)

Рисунок 4 – Структурная схема стабилизатора переменного напряжения

## 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Перед началом исследований работы стабилизатора переменного напряжения снимается зависимость сопротивления фоторезистора оптрона от напряжения на лампе и строится регулировочная характеристика оптрона. Из регулировочной характеристики определяется точка покоя и необходимое напряжение смещения для лампы оптрона. После этого собирается и настраивается схема управляемого усилителя (рис.2). Затем собирается схема стабилизатора и исследуется качество стабилизации при изменении входного напряжения.

## 3. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

1. Макет лабораторного стенда «Стабилизатор переменного напряжения на оптроне» по дисциплине «Преобразовательная техника».
2. Источник питания  $\pm 15$  В.
3. Осциллограф С1-83 (С 1-93) с двумя шнурами.
4. Вольтметр В7-35 (В7-37) со шнуром.
5. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-118 (ГЗ-111).
6. Соединительные провода.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

##### 1. СНЯТИЕ РЕГУЛИРОВОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТРОНА

1.1. С помощью соединительных проводов подать на планшет питающие напряжения  $\pm 15\text{В}$ . Для снятия регулировочной характеристики оптрона подать на лампу Л с помощью переключателя напряжение от расположенного на планшете эмиттерного повторителя. Измеряя напряжение на лампе  $U_{\text{упр}}$  и соответствующее этому напряжению сопротивление фоторезистора  $R_{\text{г}}$ , заполнить табл.№1 для различных значений  $U_{\text{упр}}$ .

Табл.№1 Регулировочная характеристика оптрона.

$U_{\text{упр}}$										
$R_{\text{г}}, \text{кОм}$										
$\gamma, \text{См}$										

1.2. Заполнить в таблице строку значений проводимости оптрона  $\gamma = 1/R_{\text{г}}$  и построить график зависимости  $\gamma_{\text{опт}}$  от  $U_{\text{упр}}$ .

1.3. Выбрать и указать на графике напряжение смещения  $U_{\text{см}}$ , при котором будет обеспечена работа управляемого усилителя на участке регулировочной характеристики оптрона с наибольшей линейностью.

##### 2. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТАБИЛИЗАТОРА ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

2.1. Установить выходное напряжение эмиттерного повторителя равным напряжению  $U_{\text{см}}$ . Собрать схему управляемого усилителя (рис.2). Включить генератор и подать на вход усилителя гармонический сигнал частотой 50Гц и амплитудой 2В. Контролируя осциллографом сигнал  $U_{\text{вых}}$ , установить такое значение  $R_{\text{ос}}$ , при котором амплитуда напряжения  $U_{\text{вых}}$  будет составлять 10В. Временно снять питание со схемы, измерить установленное значение  $R_{\text{ос}}$  и указать в отчёте.

3.1. Собрать схему стабилизатора (рис.1). Установить наибольшее значение  $K_{\text{фупт}}$  ( $R_{\text{ос1}} = 2,2\text{М}$ ). Установить  $R_1 = 32\text{КОм}$ .

3.2. Зарисовать в отчёт осциллограммы напряжений  $U_{\text{оп}}$  и  $U_{\text{вых}}$ .

3.3. Измерить вольтметром и записать в отчёт напряжения  $U_{\text{ст}}$ ,  $U_{\text{см}}$  и на выходе ФУНТ.

##### 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СТАБИЛИЗАЦИИ.

4.1. Снять зависимость действующего значения напряжения  $U_{\text{вых}}$  от  $U_{\text{вх}}$  (максимальное отклонение  $U_{\text{вх}}$  взять равным  $\pm 10\%$  от установленного ранее номинального значения), заполнить табл.№2. Действующие значения  $U_{\text{вх}}$  и  $U_{\text{вых}}$  измерять вольтметром. Табл.№2.

№п/п	1	2	3
$U_{\text{вх}}, \text{В}$	$U_{\text{вх.мнн.}}$	$U_{\text{вх.ном.}}$	$U_{\text{вх.мокс.}}$
$U_{\text{вых}}, \text{В}$		$U_{\text{вых.ном}}$	
$\delta_{\text{ст}}, \%$	$\delta_{\text{ст}} = \delta U_{\text{вых}} / \delta U_{\text{вх}}$		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

Наименование и номер работы. Цель работы. Схема стабилизатора, осциллограммы работы, измеренные номиналы элементов, регулировочная характеристика оптрона, таблицы 1,2.

## 6. ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Стабилизатор переменного напряжения на оптроне: схема, назначение элементов, работа.
2. Основная причина и величина возмущения в прямом тракте стабилизатора. Регулировочная характеристика оптрона: экспериментальное определение, выбор рабочей точки.
3. Структурная схема стабилизатора переменного напряжения.
4. Определение необходимого коэффициента усиления разомкнутой системы стабилизатора.
5. Расчет постоянной времени фильтрующего усилителя стабилизатора [1, с.200-202].

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. Геда Н.Ф. Измерения параметров приборов оптоэлектроники. М.: Радио и связь, 1981.
2. Шумков Д.В., Чернышев А.А., Шведов А.И. Особенности применения оптронов в режиме малых токов. - М.: Энергия, 1979.
3. Шарапов В.М. Датчики: Справочное пособие /Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. – М:Техносфера, 2012. –624 с.