

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЕНСАЦИОННОГО СТАБИЛИЗАТОРА ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: изучение устройства, принципа действия и исследование характеристик компенсационного стабилизатора постоянного напряжения на полупроводниковых приборах.

Общие сведения

Многие устройства, источником питания которых служит выпрямитель, требуют для нормальной работы высокой стабильности питающего напряжения. Между тем выходное напряжение выпрямителя значительно меняется при колебаниях напряжения в сети переменного тока и при изменении нагрузки. В этих случаях между выпрямителем и нагрузкой включают стабилизатор.

Стабилизатором называют устройство, автоматически поддерживающее на нагрузке напряжение с требуемой точностью при изменении питающего напряжения и сопротивления нагрузки в обусловленных пределах.

Основным параметром, характеризующим стабилизатор, является коэффициент стабилизации, который представляет собой отношение изменения напряжения на выходе к изменению напряжения на входе стабилизатора:

$$k_{ст} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}} : \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}}$$

Качество работы стабилизатора под нагрузкой оценивается внешней характеристикой $U_{вых}(I_{вых})$ или выходным сопротивлением:

$$R_{вых} = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta I_{вых}}; U_{вх} = \text{const}$$

Применяют два типа стабилизаторов напряжения: параметрические и компенсационные.

В параметрических стабилизаторах используются элементы с нелинейной вольтамперной характеристикой, обеспечивающей постоянство напряжения на элементе при значительных изменениях протекающего через него тока. Такими элементами могут быть полупроводниковые стабилитроны. Коэффициент стабилизации для этого типа стабилизаторов достигает 30 ... 50. Недостатками

являются небольшой коэффициент полезного действия, не превышающий 0,3, и большое внутреннее сопротивление (5 ... 20 Ом).

Компенсационные стабилизаторы напряжения обладают большим коэффициентом стабилизации и меньшим внутренним сопротивлением. Они представляют собой систему автоматического регулирования с отрицательной обратной связью.

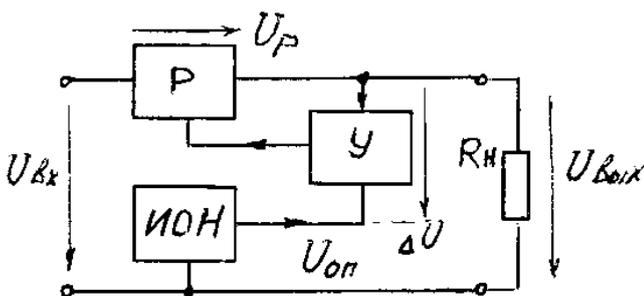


Рисунок 1

Блок-схема компенсационного стабилизатора приведена на рисунке 1. Она состоит из регулирующего элемента **Р**, управляющего элемента **У** и источника опорного напряжения **ИОН**.

Принцип действия компенсационного стабилизатора основан на непрерывном сравнении напряжения нагрузки $U_{\text{ВЫХ}}$ (или части его) с опорным (образцовым) напряжением. Разность $\Delta U = U_{\text{ОП}} - U_{\text{ВЫХ}}$ усиливается и подается на регулирующий элемент (обычно транзистор), сопротивление которого изменяется в зависимости от величины и знака ΔU , компенсируя изменения $U_{\text{ВЫХ}}$.

В данной работе предлагается исследовать простейший компенсационный стабилизатор, схема которого приведена на рисунке 2. В качестве источника опорного напряжения используется параметрический стабилизатор на стабилитроне VD , режим работы которого задается резистором $R1$. Управляющим элементом служит транзистор $VT2$, потенциал эмиттера которого постоянен, а база подключена через делитель $R3, R4$ на часть выходного напряжения. Изменение $U_{\text{ВЫХ}}$ приводит к изменению напряжения на эмиттерном переходе $VT2$, изменению тока базы $I_{\text{Б}2}$ и тока коллектора $I_{\text{К}2}$. Но $I_{\text{К}2} + I_{\text{Б}1} = I_1 \approx \text{const}$, поэтому изменение $I_{\text{К}2}$ вызывает противоположное изменение тока $I_{\text{Б}1}$, который управляет падением напряжения на регулирующем транзисторе $VT1$.

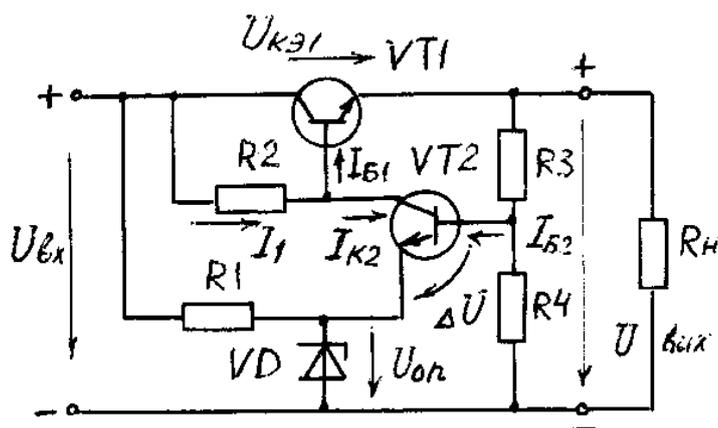


Рисунок 2

Пусть $U_{\text{ВЫХ}}$ уменьшилось, тогда уменьшится $\Delta U = U_{\text{Б}2}$ и соответственно $I_{\text{Б}2}$ и $I_{\text{К}2}$. Ток базы регулирующего транзистора $I_{\text{Б}1}$ увеличивается, транзистор $VT1$ откроется и $U_{\text{КЭ}1}$ уменьшится. Это поддержит $U_{\text{ВЫХ}}$ в заданных пределах, так как $U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} - U_{\text{КЭ}1}$.

В последнее время широко применяются компенсационные стабилизаторы в интегральном исполнении. Например, микросхема $K142\text{ЕН}1$ представляет собой регулируемый стабилизатор

напряжения с пределами регулирования от 3 до 12 В на ток до 150 мА. Он имеет защиту от перегрузки и коротких замыканий на выходе.

Предварительное задание к эксперименту

Для стабилизатора с $K_{\text{СТ}}=40$, номинальным входным напряжением $U_{\text{ВХ}}=24$ В и выходным $U_{\text{ВЫХ}}=12$ В определить изменение выходного напряжения $\Delta U_{\text{ВЫХ}}$ при заданном в таблице 1 изменении входного $\Delta U_{\text{ВХ}}$.

Напряжение холостого хода стабилизатора $U_{\text{ВЫХ}}=12$ В, выходное (внутренне) сопротивление $R_{\text{ВЫХ}}=3$ Ом. Определить напряжение на нагрузке при заданном токе нагрузки $I_{\text{Н}}$.

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
$\Delta U_{\text{вх}}, \text{В}$	12	4	5	6	7	8	9	10
$I_{\text{н}}, \text{мА}$	10	15	20	25	30	35	45	40

Порядок выполнения эксперимента

1. Подать на входные зажимы стенда напряжение от лабораторного автотрансформатора ЛАТР. Для измерения выходного напряжения подключить цифровой вольтметр.

Снять зависимость $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ стабилизатора при максимальном сопротивлении нагрузки $R_{\text{н}}$ (потенциометр $R_{\text{н}}$ влево до упора), регулируя $U_{\text{вх}}$ от 0 до 30 В. Результаты измерений записать в таблицу 2.

Таблица 2

$U_{\text{вх}}, \text{В}$							
$U_{\text{вых}}, \text{В}$							

Снять внешнюю характеристику стабилизатора $U_{\text{вых}}(I_{\text{вых}})$ при $U_{\text{вх}} = \text{const}$. Предварительно установить на холостом ходу $U_{\text{вых}} = 12 \text{ В}$, регулируя с помощью ЛАТРа $U_{\text{вх}}$. Результаты измерений записать в таблицу 3. Ток нагрузки изменять с помощью потенциометра $R_{\text{н}}$.

Таблица 3

$I_{\text{вых}}, \text{мА}$							
$U_{\text{вых}}, \text{В}$							

4. По результатам измерений построить графики $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ и $U_{\text{вых}}(I_{\text{вых}})$. На первом их них указать рабочий диапазон стабилизатора и для него определить коэффициент стабилизации.

5. Сравнить результаты расчетов предварительного задания с результатами эксперимента.

6. По внешней характеристике определить выходное сопротивление стабилизатора.

Содержание отчета

Цель работы; полная схема компенсационного стабилизатора (рисунок 2) с обозначением всех элементов и указанием токов и напряжений; результаты расчета предварительного задания; результаты эксперимента в виде таблиц и графиков; расчет коэффициента стабилизации и выходного сопротивления стабилизатора; сравнительный анализ результатов.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение электронных стабилизаторов? 2. Как устроен и как работает параметрический стабилизатор? 3. Поясните назначение основных элементов компенсационного стабилизатора 4. Какую роль в схеме играет стабилитрон VD ? 5. Можно ли включить базу $VT2$ на напряжение $U_{\text{вых}}$ непосредственно, без делителя R_3, R_4 ? 6. Как можно осуществить регулирование $U_{\text{вых}}$? 7. Изменится ли коэффициент стабилизации стабилизатора, если цепь стабилитрона через R_1 питать от независимого источника постоянного напряжения?