

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы

Изучить принцип работы импульсного преобразователя постоянного напряжения (ППН).

Основные вопросы курса, изучаемые перед выполнением работы

1. Принципы преобразования электрической энергии. Классификация преобразователей.
2. Требования к ключам, применяемым в ППН.
3. Рабочие процессы в инверторах постоянного напряжения.

Содержание работы

Изучение принципа работы и определение параметров импульсного ППН.

Описание лабораторного макета

Сменный блок «Преобразователь постоянного напряжения» (рис. 1) включает:

- регулируемый источник постоянного напряжения;
- маломощный формирователь управляющих импульсов;
- импульсный усилитель мощности;
- два выпрямителя с емкостными сглаживающими фильтрами;
- цепь отрицательной обратной связи;
- схему защиты от перегрузки со звуковой и световой сигнализацией.

Питание схемы ППН осуществляется от встроенного в сменный блок источника постоянного напряжения. Выходное напряжение источника стабилизировано и регулируется в пределах от 7 вольт до 16 вольт. Источник защищен от кратковременной перегрузки. При перегрузке источника подается звуковой сигнал и мигает светодиод «Перегрузка».

Формирователь управляющих импульсов состоит из генератора пилообразного напряжения, компаратора и формирователя импульсов.

Длительность импульсов управления зависит от напряжения на правом входе компаратора (КТ2).

В нижнем положении тумблера S1 на указанный вход подается напряжение с переменного резистора «РЕГ.ВЫХ.», который позволяет регулировать ручную напряжение на выходах ППН.

В верхнем положении $S1$ вход компаратора подключен к цепи обратной связи. В этом режиме напряжение на выходе ППН автоматически поддерживается постоянным, не регулируется и мало зависит от напряжения питания и сопротивления нагрузки.

Частота следования управляющих импульсов 25 – 35 кГц.

Усилитель мощности собран по двухтактной схеме со средней точкой первичной обмотки трансформатора. В цепи истока ключевого транзистора VT2 установлен резистор R2 для осциллографирования формы протекающего через транзистор тока. Резистор R1 обеспечивает симметрию схемы.

ППН имеет два выхода.

Выход 1 (КТ11) – низкоомный, гальванически связанный с общим проводом « \perp ». В режиме ручной регулировки напряжение на выходе изменяется в пределах 1,5 В – 8,0 В. В режиме автоматической регулировки напряжение на выходе поддерживается примерно постоянным в пределах 3,8 В – 4,2 В.

Выход 2 (КТ12) – высокоомный, не связанный гальванически с общим проводом « \perp ». Напряжение на выходе в значительной степени зависит от сопротивления нагрузки. При $R_{\text{нагрузки}} = \infty$ в режиме ручной регулировки напряжение на выходе изменяется в пределах 7 В – 40 В.

В качестве нагрузки стабилизатора используется переменный резистор блока нагрузок (правая панель лабораторной установки). Регулирование тока, протекающего через нагрузку, производится ручками « R_H грубо» и « R_H точно». Примерные пределы изменения R_H : от 1300 Ом в положении 1 переключателя « R_H грубо» до 17 Ом в положении 11. В положении «Х.Х.» $R_H = \infty$.

Напряжение на резисторе нагрузки и ток, протекающий через резистор, контролируются вольтметром FV2 и миллиамперметром PA2.

Осциллограммы напряжений и токов в схеме ППН приведены на рис. 2.

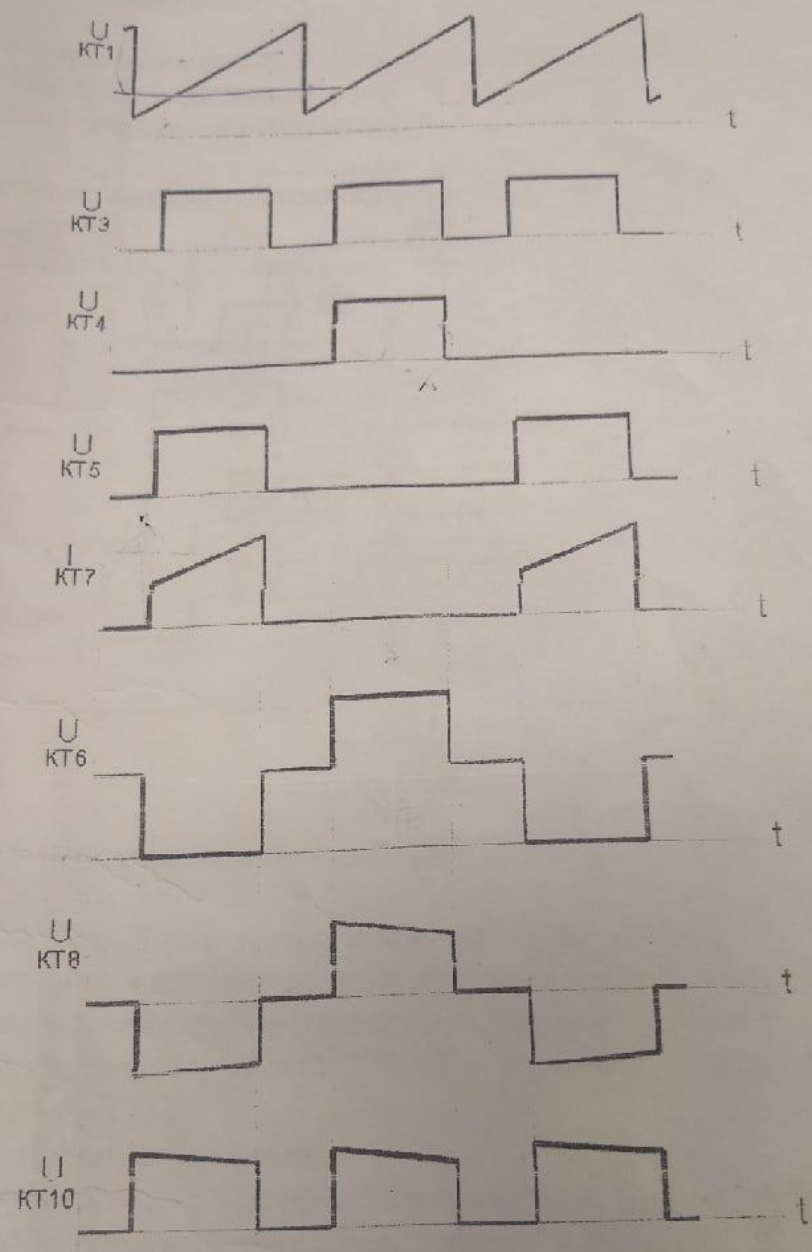


Рис. 2. Осциллограммы напряжений и токов в контрольных точках схемы преобразователя постоянного напряжения

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с работой преобразователя постоянного напряжения
- 1.1. Подготовить установку к работе

Собрать схему, приведенную на рис. 3.



Рис. 3. Схема соединения элементов лабораторной установки

Переключатель S1 установить в нижнее положение.

Установить максимальное напряжение на выходе источника питания.

Переключатель « R_n грубо» установить в положение «1».

Переменным резистором «РЕГ. Вых.» установить максимальное напряжение на выходе 1 (KT11).

Включить питание установки.

1.2. Вход 1 осциллографа подключить к KT1. Вход 2 осциллографа подключить к KT3. Синхронизировать осциллограф по входу 1. Зарисовать осциллограммы напряжений в KT1 и KT3.

Наблюдать и зарисовать осциллограммы напряжений и токов в KT4-KT10. Для этого подключать к указанным контрольным точкам вход 2 осциллографа.

Наблюдать изменение осциллограмм напряжений и токов в KT4-KT10 при вращении переменного резистора «РЕГ. Вых.».

1.2. Переключатель S1 установить в верхнее положение.

Наблюдать изменение осциллограмм напряжений и токов в KT4-KT10 при изменении сопротивления нагрузки переключателем « R_n грубо».

2. Определить зависимость между длительностью управляющих импульсов и напряжением на выходе ППН.

Переключатель S1 установить в нижнее положение.

Переключатель «R_н грубо» установить в положение «М».

Вход 2 осциллографа подключить к КТЗ.

Переменным резистором «РЕГ.ВЫХ.» изменять напряжение на выходе 1 (КТ11) от минимального до максимального, при этом фиксировать длительность управляющих импульсов, наблюдаемых в КТЗ.

Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1

Измеряемая величина	Измерительный прибор	Результаты измерения									
U _{вых} , В	PV2	0	2,2	4,3	6,4	8,4					
τ _{имп} , мкс	осциллограф	4	6	8	10	12					

По результатам измерений построить зависимость $U_{\text{вых}} = f(\tau_{\text{имп}})$.

3. Определить зависимость между напряжением на выходе ППН и напряжением источника питания в режиме ручной регулировки выходного напряжения.

Переключатель S1 установить в нижнее положение.

Переключатель «R_н грубо» установить в положение «М».

Установить максимальное напряжение на выходе источника питания.

Изменять напряжение на выходе источника питания от максимального до минимального, при этом фиксировать напряжение на выходе ППН. Результаты измерений занести в таблицу 2.

Таблица 2

Измеряемая величина	Измерительный прибор	Результаты измерения									
U _{пит} , В	PV1	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
U _{вых} , В	PV2	5,1	5,4	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	
U _{вых} /U _{вых макс}	вычислить										

Вычислить $U_{\text{вых}}/U_{\text{вых макс}}$ для каждого значения $U_{\text{вых}}$ и занести в таблицу 2.

Построить зависимость $U_{\text{вых}}/U_{\text{вых макс}} = f(U_{\text{пит}})$.

4. Определить зависимость между напряжением на выходе ППН и напряжением источника питания в режиме автоматической регулировки выходного напряжения.

Переключатель S1 установить в верхнее положение.

Установить максимальное напряжение на выходе источника питания.

Изменять напряжение на выходе источника питания от максимального до минимального, при этом фиксировать напряжение на выходе ППН. Результаты измерений занести в таблицу 3.

Вычислить $U_{\text{вых}}/U_{\text{вых макс}}$ для каждого значения $U_{\text{вых}}$ и занести в табл. 3.

Построить зависимость $U_{\text{вых}}/U_{\text{вых макс}} = f(U_{\text{пит}})$ в тех же координатных ях, что и в п. 3.

Сравнить полученные результаты. Сделать выводы.

5. Определить зависимость между напряжением на выходе ППН и сопротивлением нагрузки в режиме ручной регулировки выходного напряжения.

Переключатель S1 установить в нижнее положение.

Переключатель «R_н грубо» установить в положение «1». Установить максимальное напряжение на выходе источника питания.

Постепенно увеличивать R_n . Для этого регулятор « R_n грубо» переключить от положения «1» до положения «X.X».

Заполните таблицу 4.

Таблица 4

Построить зависимость $U_{\text{ВЫХ}}/U_{\text{ВЫХ МАКС}} = f(R_{\text{Н}})$.

6. Определить зависимость между напряжением на выходе ПИИ и сопротивлением нагрузки в режиме автоматической регулировки выходного напряжения.

Переключатель S1 установить в верхнее положение.

Переключатель «R_н грубо» установить в положение «↑».

Установить максимальное напряжение на выходе источника питания. Для этого регулятор «R_н грубо» пере-

Постепенно увеличивать R_H . Для этого регулятор « R_H грубо» переключить от положения «И» до положения «Х.Х.».

Заполнить таблицу 5.

Таблица 5

[illegible]

Сравнить полученные результаты. Сделать выводы.

7. Изучить свойства высокоомного выхода ППН.

Переключатель «R_H грубо» установить в положение «X.X.».

Переключатель S1 установить в нижнее положение.

Установить максимальное напряжение на выходе источника питания.

Переменным резистором «РЕГ.ВЫХ.» изменять длительность управляющих импульсов, наблюдаемых в КТЗ. Наблюдать изменение напряжения на выходе ППН в КТ12. Записать минимальное и максимальное напряжения на выходе ППН.

Установить максимальное напряжение на выходе ППН.

Постепенно уменьшать R_H с помощью переключателя « R_H грубо» и регулятора « R_H точно». Получить зависимость между напряжением на выходе ИИИ сопротивлением нагрузки в режиме ручной регулировки выходного напряже-

Заполнить таблицу 6.

[illegible]

Построить зависимость $U_{\text{вых}}/U_{\text{вых макс}} = f(R_n)$.

Сравнить с результатами, полученными в п. 5. Сделать выводы.

7.2. Переключатель «R_н грубо» установить в положение «X.X.».

Переклю­ча­тель S1 ус­та­но­вить в верх­нее по­ло­же­ние.

Постепенно уменьшать R_H с помощью переключателя « R_H грубо» и регулятора « R_H точно». Получить зависимость между напряжением на выходе ГЭН сопротивлением нагрузки в режиме автоматической регулировки выходного напряжения.

Заполнить таблицу 7.

Таблица 7

Измеряемая величина	Измерительный прибор	Положение переключателя «R _н грубо»									
		xx	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U _{вых} , В	PV2	348	123	4,4	39	2,1	1,2	0,6	0,3	0,03	0,03
I _{вых} , мА	РА2	0	9	15	16	15	18	19	20	19	19
$r = U_{\text{вых}} / I_{\text{вых}}$	вычислить	—	1366	293	243	123	66	32	0,02	2	2
U _{вых} / U _{вых макс}	вычислить	1	0,325	0,16	0,1	0,05	0,03	0,01	0,01	0,8	10 ⁻³

Построить зависимость $U_{\text{вых}} / U_{\text{вых макс}} = f(R_{\text{н}})$ в тех же координатных осях, что и в п. 7.1. Сделать выводы.