

Лабораторная работа 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ДВУХТАКТНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Цель работы

Закрепить знания по принципу действия и рабочим свойствам однофазного двухтактного выпрямителя.

Практически освоить методику экспериментального определения характеристик и основных параметров однофазного двухтактного выпрямителя.

Программа работы

1. Экспериментально определить внешние характеристики однофазного двухтактного выпрямителя $U_{0н} = f(I_{0н})$, коэффициент пульсаций напряжения выпрямителя без фильтра $K_{п}$, коэффициент сглаживания пульсаций $K_{сп}$ C -фильтра, L -фильтра, LC -фильтра и CLC -фильтра.
2. Снять осциллограммы напряжений и токов.
3. На основании экспериментальных данных построить на одном графике внешние характеристики однофазного двухтактного выпрямителя $U_{0н} = f(I_{0н})$.
4. Для всех внешних характеристик определить процентное изменение напряжения $\Delta U_{вых}, \%$.
5. На основании экспериментальных данных построить на графике зависимость $K_{сп} = f(I_{0н})$ для емкостного и для индуктивного сглаживающих фильтров.

Экспериментальное исследование однофазного двухтактного выпрямителя

Экспериментальное исследование однофазного двухтактного выпрямителя проводится на учебной лабораторной установке «Электропитание устройств связи» с использованием сменного блока «Исследование схем выпрямителей».

Схема исследования макета приведена на рис. 2.1. Схема собирается студентами и предъявляется преподавателю.

Для построения схемы выпрямления (диодного моста) используются диоды VD1, VD2 и VD7, VD8, расположенные на центральной панели лабораторной установки.

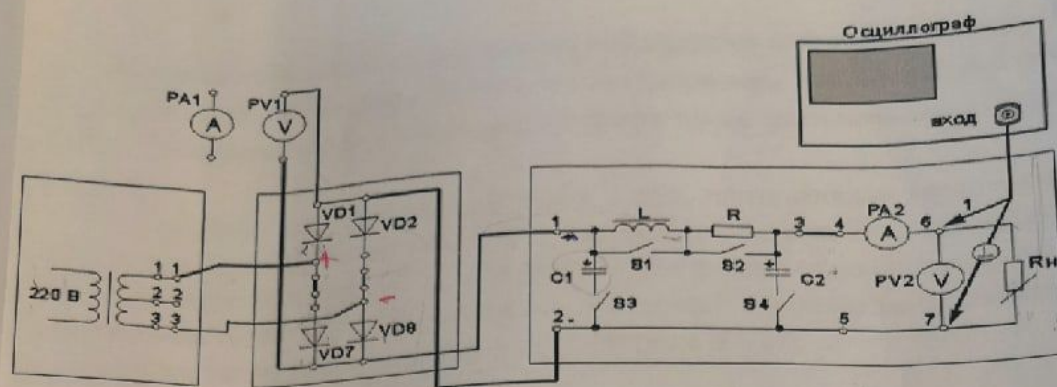


Рис. 2.1. Однофазная двухтактная схема выпрямления со сглаживающим фильтром

Напряжение на схему выпрямления подается от однофазной сети, расположенной на левой панели лабораторной установки. Поэтому вход диодного моста необходимо соединить с гнездами 1 и 3 вторичной обмотки однофазного трансформатора. Для возможности контролирования тока обмотки используется резистор $R_{ш} = 1 \text{ Ом}$, который следует подключить между вторичной обмоткой трансформатора (гнездо 1) и анодом диода VD7.

Напряжение с выхода схемы выпрямления следует подавать на гнезда 1 и 2 правой панели лабораторной установки, на которой расположены сглаживающие фильтры и активная нагрузка.

Подключение отдельных элементов сглаживающих фильтров схемы производится соответствующими тумблерами S1...S4, назначение которых ясно из схемы. *Верхнее положение рычага каждого тумблера соответствует замкнутому состоянию его контактов.*

Для подключения активной нагрузки между гнездами 3 и 4 блока нагрузок необходимо установить переключку. В качестве нагрузки выпрямителя используется переменный резистор блока нагрузок. Регулирование тока, протекающего через нагрузку, производится ручками « R_n грубо» и « R_n точно».

Измерения осуществляются с помощью приборов, находящихся в верхнем ряду левой и правой панелей лабораторной установки, а также осциллографом и вольтметром В7-27.

Напряжения и токи в различных точках схемы выпрямления можно контролировать с помощью вольтметра PV1 и миллиамперметра PA1, которые позволяют измерять постоянную и переменную составляющие напряжений и токов.

Для подключения миллиамперметра используется сопротивление шунта $R_{ш} = 1 \text{ Ом}$. Для наблюдения формы токов (например, тока вторичной обмотки трансформатора i_2) вход осциллографа также подключается к резистору $R_{ш}$.

Напряжение на резисторе нагрузки и ток, протекающий через резистор, измеряются вольтметром PV2 и миллиамперметром PA2. Вольтметр PV2 позволяет измерять как постоянную, так и переменную составляющие напряжения. Величину переменной составляющей напряжения на резисторе нагрузки также можно измерить вольтметром В7-27.

Снятие внешних характеристик выпрямителя

Для снятия внешних характеристик выпрямителя необходимо:
 вольтметр PV1 установить в режим измерения переменного напряжения;
 вольтметр PV2 установить в режим измерения постоянного напряжения;
 отключить сглаживающий фильтр (тумблеры S1, S2 замкнуты, S3 и S4 – разомкнуты);
 включить питание установки выключателем «СЕТЬ – ВКЛ»;
 нажатием кнопки «ОДНОФАЗНАЯ СЕТЬ – ВКЛ» включить питание схемы;

изменяя величину сопротивления нагрузки, ручками « R_n грубо» и « R_n точно» установить на миллиамперметре PA2 значения тока I_n : 200, 150, 100, 50 и 0 мА, фиксируя каждый раз вольтметром PV2 среднее значение выпрямленного напряжения $U_{0н}$;

повторить измерения для работы выпрямителя с индуктивным фильтром (подключив L тумблером S1), а также с Г-образным фильтром LC (используя тумблеры S1 и S4);

данные измерения занести в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Данные определения зависимости $U_{0н} = f(I_{0н})$

$I_n, \text{ мА}$	$U_{0н}, \text{ В}$		
	без фильтра	с L -фильтром	с LC -фильтром
200			
150			
100			
50			
0			

По данным табл. 2.1 построить внешние характеристики однофазного двухтактного выпрямителя $U_{0н} = f(I_{0н})$.

Важным параметром выпрямительного устройства является процентное изменение напряжения $\Delta U_{\text{вых}}$, %:

$$\Delta U_{\text{вых}} = \frac{U_{0\text{х.х}} - U_{0\text{н}}}{U_{0\text{х.х}}}, \quad (2.1)$$

где $U_{0\text{х.х}}$ – среднее значение выпрямленного напряжения при разомкнутой цепи нагрузки (холостой ход);

$U_{0\text{н}}$ – среднее значение выпрямленного напряжения при номинальном токе нагрузки.

Для всех внешних характеристик определить процентное изменение напряжения $\Delta U_{\text{вых}}$, %, по формуле (2.1).

Экспериментальное определение коэффициента пульсаций напряжения выпрямителя без фильтра

Коэффициент пульсаций по 1-й гармонике определяется как отношение амплитуды 1-й гармоники выпрямленного напряжения к его среднему значению (постоянной составляющей)

$$K_{\text{п1}} = \frac{U_{\text{max1}}}{U_{0\text{н}}}. \quad (2.2)$$

Среднее значение выпрямленного напряжения $U_{0\text{н}}$ измеряется вольтметром PV2 (показания вольтметра PV2 в режиме «=»).

Амплитуду 1-й гармоники U_{max1} можно определить с помощью осциллографа по формуле

$$U_{\text{max1}} = \alpha_1 \cdot U_{\sim\text{max}}, \quad (2.3)$$

где $U_{\sim\text{max}}$ – максимальное значение переменной составляющей;

α_1 – коэффициент первой гармоники, получаемый при разложении выпрямленного напряжения в ряд Фурье; $\alpha_1 = 0,426$ при числе пульсаций за один период $m_n = 2$.

При наличии соответствующего фильтра в цепи измерений, пропускающего только колебания 1-й гармоники, используя показания вольтметра В7-27 или вольтметра PV2 в режиме «~», можно измерить действующее значение 1-й гармоники U_1 и определить ее амплитуду U_{max1} по формуле

$$U_{\text{max1}} = \sqrt{2} \cdot U_1, \quad (2.4)$$

где U_1 – действующее значение 1-й гармоники выпрямленного напряжения (показания вольтметра PV2 в режиме «~»).

Для определения коэффициента пульсаций напряжения выпрямителя без фильтра необходимо:

вольтметр PV2 установить в режим измерения постоянного напряжения;

отключить сглаживающий фильтр;

установить ток нагрузки $I_{0н} = 200 \text{ mA}$ (при работе выпрямителя без фильтра);

измерить вольтметром PV2 среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке $U_{0н}$;

определить максимальное значение переменной составляющей выпрямленного напряжения, для этого следует:

осциллографом

измерить (в гнездах 6, 7) максимальное значение переменной составляющей U_{max} (рис. 2.1);

определить значение коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения по (2.3) и (2.2);

вольтметром

измерить В7-27 или вольтметром PV2 (в гнездах 6, 7) действующее значение переменной составляющей U_1 выпрямленного напряжения, установив для этого вольтметр в режим измерения переменного напряжения;

определить значение коэффициента пульсаций выпрямленного напряжения по (2.4) и (2.2).

Экспериментальное определение коэффициентов сглаживания пульсаций фильтров C , L , LC и CLC

Коэффициент сглаживания пульсаций определяется по формуле

$$K_{\text{сп}} = \frac{K_{\text{п1}}}{K_{\text{п1н}}}, \quad (2.5)$$

где $K_{\text{п1}}$ – коэффициент пульсаций по 1-й гармонике выпрямленного напряжения без фильтра (на входе фильтра);

$K_{\text{п1н}}$ – коэффициент пульсаций по 1-й гармонике выпрямленного напряжения после фильтра (на нагрузке).

Для определения коэффициента сглаживания пульсаций необходимо:

включить емкостной сглаживающий фильтр $C1$, (замкнуть тумблеры $S1$, $S2$, $S3$ и разомкнуть тумблер $S4$);

установить ток нагрузки $I_n = 200 \text{ mA}$;

измерить, используя вольтметр В7-27 или вольтметр PV2 (в гнездах 6, 7), действующее значение переменной составляющей U_1 выпрямленного напряжения и определить амплитуду 1-й гармоники переменной составляющей выпрямленного напряжения U_{max1} на нагрузке;

измерить вольтметром PV2 среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке $U_{0н}$;
 определить коэффициент сглаживания пульсаций емкостного фильтра, используя (2.2) и (2.5);
 повторить эксперимент для токов $I_n = 100 \text{ mA}$ и $I_n = 50 \text{ mA}$;
 включить индуктивный сглаживающий фильтр L (замкнуть тумблер S_2 и разомкнуть тумблеры S_1, S_3 и S_4);
 определить коэффициент сглаживания пульсаций $K_{сп}$ индуктивного фильтра при токе $I_n = 200 \text{ mA}$;
 повторить эксперимент для токов $I_n = 100 \text{ mA}$ и $I_n = 50 \text{ mA}$;
 включить LC -фильтр (разомкнуть тумблеры S_1, S_3 и замкнуть тумблеры S_2, S_4) и определить $K_{сп}$ при токе $I_n = 200 \text{ mA}$;
 включить CLC -фильтр (используя тумблеры $S_1 \dots S_4$) и определить $K_{сп}$ при токе $I_n = 200 \text{ mA}$;
 данные измерений и вычислений занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Данные определения коэффициента сглаживания пульсаций фильтров C, L, LC и CLC

Фильтр	$I_n, \text{ mA}$	Измерено		Вычислено	
		$U_{0н}, \text{ В}$	$U_{max1}, \text{ В}$	$K_{н1н}$	$K_{сп}$
C	200				
	100				
	50				
L	200				
	100				
	50				
LC	200				
CLC	200				

Снятие осциллограмм напряжений и токов

Отключить сглаживающий фильтр. Установить ток $I_n = 200 \text{ mA}$.
 Зарисовать с экрана осциллографа кривые изменения (за 2–3 периода):
 – напряжения вторичной обмотки трансформатора U_2 ;
 – напряжения на нагрузке U_n ;
 – напряжения на диоде $U_{вен}$;
 – тока вторичной обмотки трансформатора i_2 .

7/14/18

Зарисовать указанные выше кривые изменения для тока $I_H = 200 \text{ mA}$ при подключении индуктивного фильтра L , емкостного фильтра $C1$, а затем при подключении LC -фильтра.

Обобщить результаты осциллографирования в виде временных диаграмм. Осциллограммы должны иметь одинаковый масштаб по оси времени.

После завершения работы:

выключить питание схемы нажатием кнопки «ОДНОФАЗНАЯ СЕТЬ – ВЫКЛ»;

выключить электропитание установки.