



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра "Роботехника и мехатроника"

«Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем»
«Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению лабораторной работы

**«Управляемый однофазный
двухполупериодный тиристорный
преобразователь»**

Авторы

Карнаухова Н.Ф.

Филимонов М.Н.

Ростов-на-Дону, 2012



Аннотация

Целью лабораторной работы является изучение принципиальной схемы однофазного двухполупериодного тиристорного преобразователя (ТП) с управлением от системы импульсно-фазового управления (СИФУ), исследование внешних характеристик ТП при работе на активную и индуктивную нагрузки в зонах непрерывных и прерывистых токов.

Авторы

к.т.н., доцент Н.Ф. Карнаухов

М.Н. Филимонов





Оглавление

1. Цель работы.....	4
2. Описание лабораторной установки	4
3. Порядок выполнения работы.....	7
4. Вопросы для самостоятельной проработки	10
5. Тесты для проверки степени усвоения материала	11
6 . Требования к написанию отчета.....	12

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является изучение принципиальной схемы однофазного двухполупериодного тиристорного преобразователя (ТП) с управлением от системы импульсно-фазового управления (СИФУ), исследование внешних характеристик ТП при работе на активную и индуктивную нагрузки в зонах непрерывных и прерывистых токов.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

В лабораторной работе исследуется тиристорный преобразователь с импульсно-фазовым принципом управления. Управляемый выпрямитель, принципиальная схема которого показана на рис.1, структурно состоит из двух блоков: блока управления и силового блока.

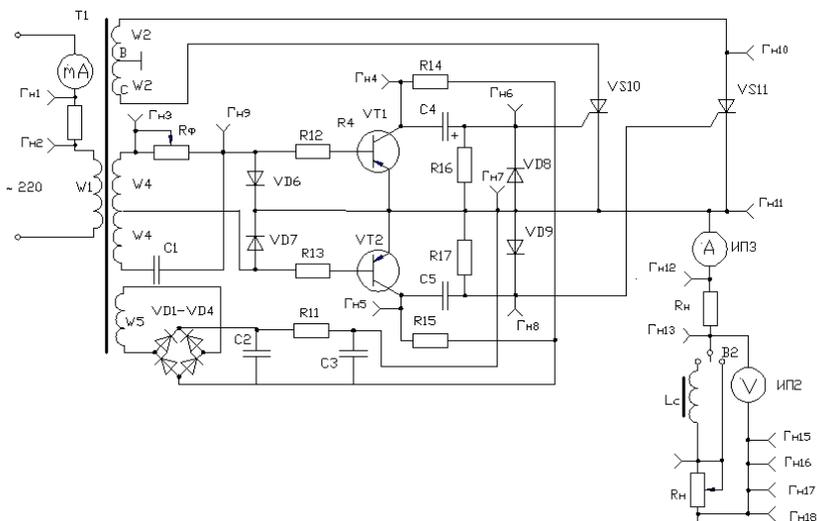


Рисунок 1- Принципиальная Схема Управления Двухполупериодного Тп
4



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

В блок управления входят: фазовращающий мост, состоящий из двух половин обмотки W_4 , силовой трансформатор Т1 с фазовращающей $R_{\Phi}C_1$ - цепочкой; а также формирователь управляющих импульсов силовыми полупроводниковыми приборами (СПП) - тиристорами VS_{10}, VS_{11} . Формирователь управляющих импульсов состоит из транзисторов VT_1 и VT_2 , попеременно работающих в ключевом режиме, осуществляя дифференцирование сигналов в цепи C_4R_{16} и C_5R_{17} . Диоды VD_6 и VD_7 выполняют задачу «фазирования» напряжений на силовых обмотках W_2 силового трансформатора Т1 и переменного напряжения на обмотках управления W_4 , а также обеспечивают температурную стабилизацию транзисторов и их поочередное открывание.

Силовой блок представляет собой обычную двухполупериодную схему выпрямления переменного напряжения через СПП в постоянное напряжение со средней точкой вторичной обмотки W_2 силового трансформатора Т1.

В качестве силовых полупроводниковых приборов (СПП) используются полууправляемые тиристоры VS_{10} и VS_{11} .

При изменении сопротивления резистора фазовращателя R_{Φ} изменяется фаза синусоидального напряжения управления (клеммы Гн 4, Гн 9), которое поступает на вход формирователя импульсов, собранного на транзисторах VT_1 и VT_2 . Диоды VD_6 и VD_7 обеспечивают поочередное открывание транзисторов соответственно положительной и отрицательной полуволнам выходного напряжения U_{1-2} . Предварительная зарядка конденсаторов C_4, C_5 осуществляется от диодного моста VD_1-VD_4 через рези-



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

сторный П-образный RC –фильтр (C_2 , R_{11} , C_3), резисторы R_{14} , R_{15} . При поступлении на базы транзисторов VT_1 и VT_2 управляющих в противофазе сигналов на цепи соответственно C_4R_{16} и C_5R_{17} подается напряжение практически прямоугольной формы. В результате дифференцирования на резисторах R_{16} и R_{17} формируются короткие импульсы отрицательной и положительной полярности. Импульсы отрицательной полярности сглаживаются диодами VD_8 и VD_9 , а положительные управляющие импульсы запирают диоды VD_8 , VD_9 и подаются на управляющие электроды тиристоров VS_{10} и VS_{11} . Углы фаз управляющих импульсов, а следовательно, и величина выходного напряжения U_n , могут изменяться и определяются значением сопротивления резистора R_Φ (положением рукоятки переключателя R_Φ), которое в совокупности с резисторами R_{12} и R_{13} выполняет ограничение тока баз транзисторов VT_1 и VT_2 .

Все необходимые измерения выполняются контрольно-измерительными устройствами: осциллографом и вольтметрами переменного тока и постоянного тока, а результаты исследований заносятся в таблицу измерений № 1 при соответствующих режимах работы ТП.

Таблица №1.

Положение переключателя R _ф		1	2	3	4	5	6	7
Величины сопротивления фазовращателя R _ф , кОм		15,7	6,6	3,3	1,8	1,5	1,1	0,8
Угол регулирования, Θ	Расчетный							
	Экспериментальный							
Среднее значение напряжения на нагрузке U _n , В	R _n = 20 Ом							
	R _n = 120 Ом							
Среднее значение выпрямленного тока I _n , А	R _n = 20 Ом							
	R _n = 120 Ом							
Среднее значение напряжения при RL нагрузке U _n , В	R _n = 20 Ом							
	R _n = 120 Ом							
Среднее значение выпрямленного тока при RL нагрузке U _n , В	R _n = 20 Ом							
	R _n = 120 Ом							

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Перед включением стенда (рис.2) все органы управления установить в (нейтральное или начальное) положение, зафиксировать в этом положении. Самостоятельно выбрать измерительные приборы, подготовить их к включению, установить ожидаемые пределы измерений.

2. Изучить устройство и работу схемы.

3. Произвести измерения, построить экспериментальную и расчетную градуировочные характеристики фазовращателя $\Theta_{\text{экс}} = f(R_{\text{ф}})$ и $\Theta_{\text{рас}} = f(R_{\text{ф}})$, т.е. определить углы сдвига фазы управляющих импульсов для каждого положения переключателя R_ф. Угол Θ определяется экспериментально с помощью осциллографа. Методика определения угла Θ заключается в развертывании на экране осциллографа одного полупериода анодного напряжения



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

длительностью 180 град. электр. при длине полупериода 100 мм. Регулируя значение резистора R_{ϕ} , необходимо фиксировать соответствующие изменения угла управления Θ , а затем построить искомую зависимость. Расчетным путем угол Θ может быть определен по формуле

$$\Theta^{\circ}_{\text{рас}} = -2 \arctg R_{\phi} \omega C_1, \quad (1)$$

где R_{ϕ} – активное сопротивление плеча моста фазовращателя, задаваемое с помощью переключателя R_{ϕ} (см. таблица № 1);

C_1 – емкость конденсатора, равная 2 мкф; ω – круговая частота.

Измеренные и рассчитанные данные следует занести в соответствующие строки таблицы № 1.

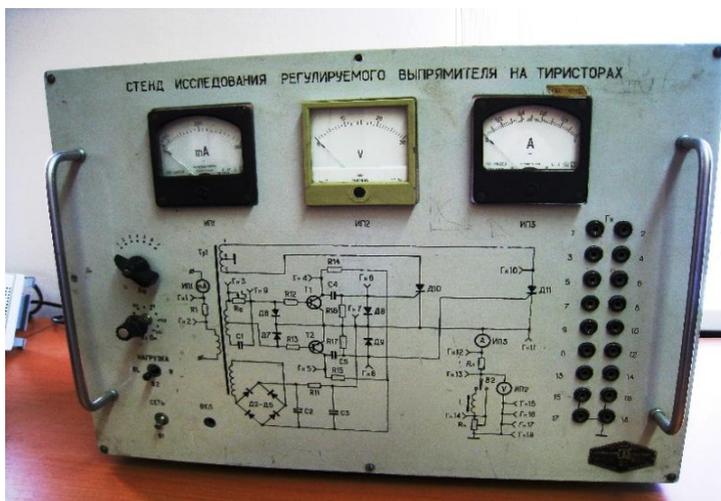


Рис 2. Общий вид стенда по исследованию тиристорного преобразователя

4. Провести измерения и построить регулировочную харак-



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

теристика преобразователя (выпрямителя) $U_n = f(\theta^0)$ и $I_n = f(\theta^0)$ при активной нагрузке. Пункт 4 задания выполняется одновременно с предыдущим. На каждом положении регулятора R_Φ измеряются средние значения выпрямленного напряжения U_n (по вольтметру ИП2) для двух значений сопротивлений нагрузки $R_n = 20 \text{ Ом}$ и $R_n = 120 \text{ Ом}$.

Активная нагрузка включается тумблером B_2 (положение R). Величины угла θ контролируются по осциллографу.

5. Произвести измерения и построить регулировочную характеристику выпрямителя при активно – индуктивной (RL) нагрузке. Для этого тумблер B_2 установить в положение «RL». Действуя аналогично пункту 4, выполнить измерения и построить регулировочную характеристику. Результаты наблюдений заносятся также в таблицу №1.

6. При помощи кнопки осциллографа «уровень» «застабиллизировать» исследуемую искомую зависимость на экране. Построить полученные зависимости, пояснить полученные формы кривых напряжений при активной и смешанной нагрузках с привязкой диаграмм к временной оси для двух значений углов регулирования (например, 0 и 90 эл. градусов) в следующих точках принципиальной схемы:

- а) на коллекторах транзисторов VT_1 и VT_2 (Гн 4, Гн 5 – Гн 11);
- б) на аноде тиристора VS_{10} , VS_{11} соответственно (Гн12 – Гн18);
- в) на управляющем электроде тиристоров VS_{10} и VS_{11} (Гн 6, Гн 8, Гн 18);



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

г) напряжение между анодом и катодом тиристора VS_{11} (Гн 10 – Гн 11);

д) напряжение на нагрузке (Гн 11 – Гн 18);

7. Измерить коэффициент пульсации выходного напряжения для двух значений угла сдвига фаз управляющих импульсов и двух значений нагрузки.

Например, для $\theta^{\circ} = 30^{\circ}$ и $\theta^{\circ} = 90^{\circ}$, и $R_n = 20$ Ом и $R_n = 120$ Ом.

Для каждого значения R_n и θ_n посредством вольтметра переменного тока с закрытым входом (через емкость) измеряется напряжение переменной составляющей, действующее на выходе выпрямителя U второй гармоники, а вольтметром постоянного тока – среднее значение выпрямленного напряжения U_{cp} , рассчитать коэффициенты пульсаций.

8. Дать оценку ожидаемых погрешностей выполненных измерений.

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ

1. Какой элемент схемы ограничивает минимальный ток якоря при управлении напряжением на ДПТ при регулировании скорости?

2. Поясните физические основы регулирования угла управления θ° при изменении параметра R_{ϕ} с использованием диаграммы напряжений в RLC-цепи?

3. Какие параметры (координаты) схемы изменяются при регулировании угла управления (θ° эл.) тиристором?



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

4. Какие последствия можно ожидать в схеме, если увеличить (уменьшить) значение резисторов R14, R16?

5. ТЕСТЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СТЕПЕНИ УСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА

1. При управлении тиристорами VS_{10} и VS_{11} возможны случаи управления различными по ширине импульсами управления, что может привести к сбою работы управляемого преобразователя. Какие мероприятия следует выполнить для выравнивания управляющих импульсов по ширине?

- а) Уменьшить значение-параметр резистора R14,R16,
- б) Увеличить значение емкости конденсатора C4,C5;
- в) Уменьшить значение резистора R15,R17.

2. В цепь протекания тока якоря ДПТ для снижения коэффициента пульсации в ТП устанавливается сглаживающий дроссель. Поясните, в каком случае целесообразнее установить сглаживающий дроссель с воздушным зазором δ при:

- изменении тока в широком диапазоне,
- изменении тока не более 0,5 от номинального значения;
- изменении тока в пределах номинального значения тока якоря.

3. Напряжение на анодах тиристоров VS_{10} и VS_{11} должно соответствовать полярности управляющих импульсов. Когда в схеме будет наблюдаться нормальное регулирование выходного напряжения на ДПТ?

- при изменении (очередности) или (фазности) подсоединения выводов вторичной обмотки W2,



Управляемый однофазный двухполупериодный тиристорный преобразователь

- управляющие импульсы «сфазированы» с анодным напряжением;
- управляющие импульсы не «сфазированы» с анодным напряжением.

6 . ТРЕБОВАНИЯ К НАПИСАНИЮ ОТЧЕТА

Оформленный и представленный к защите отчет должен содержать:

- 6.1. Цель работы.
- 6.2. Принципиальную электрическую схему исследуемого двухполупериодного тиристорного выпрямителя.
- 6.3. Таблицу выполненных наблюдений и экспериментально полученных данных.
- 6.4. Графики построенных зависимостей в соответствии с порядком выполнения работы, пояснения к графикам, выводы.
- 6.5. Заключение по результатам выполненных исследований.