

Лабораторная работа № 3

Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя

Цель работы: Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку с противо-ЭДС. Исследование внешней, энергетических и регулировочных характеристик.

Исходные данные:

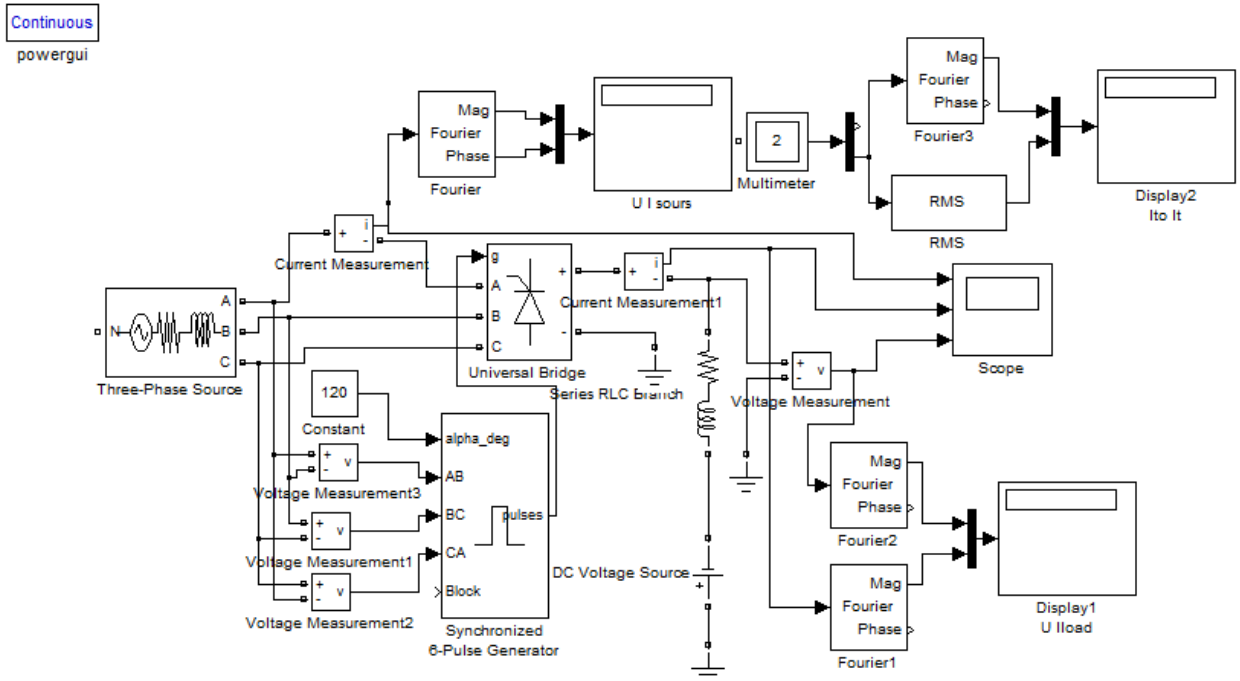


Рис. 1. Виртуальная лабораторная установка для исследований.

- источник синусоидального напряжения (См. вариант);
- трехфазный тиристорный мост (Universal Bridge);
- активно-индуктивная нагрузка (R,L);
- измерители мгновенных токов в источнике питания (I1) и нагрузке (Iload);
- измеритель мгновенного напряжения на нагрузке (Uload);
- блок для измерения гармонических составляющих тока питания (Fourier) и тока тиристора (Fourier3);
- блок для измерения гармонических составляющих тока нагрузки (Fourier 1) и аналогичный блок для измерения гармонических составляющих напряжения на нагрузке (Fourier 2);
- блок для измерения действующего тока тиристора (RMS);
- блок для наблюдения мгновенных значений тока в цепи питания, тока и напряжения на нагрузке (Scope);
- блок для наблюдения и измерения мгновенных значений величин, которые выбраны в поле Measurement соответствующих блоков (Multimeter);
- блок для измерения амплитудного значения первой гармоники тока и ее фазы в цепи питания (Display);
- блок для измерения средних значений тока и напряжения на нагрузке (Display1);
- блок для измерения среднего и действующего значения тока тиристора (Display2);
- блок управления тиристорным мостом (Control System);

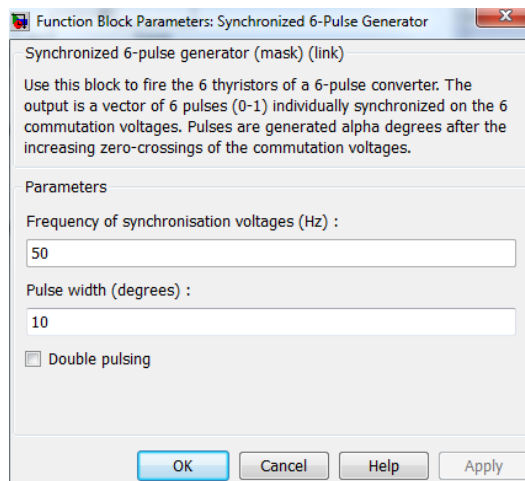


Рис. 2. Окно настройки блока Control System.

В поля блока управления вводится частота и длительность импульса управления в градусах. Последнюю величину следует согласовывать с сигналом управления (вход alpha deg в блоке Synchronized 6-Pulse Generator), так, чтобы сумма этих углов не превышала 120 градусов (для выпрямителя). На вход блока поступают синхронизирующие сигналы от сети и сигнал задания угла управления.

Окно настройки параметров источника питания показано на рис.3. В полях настройки задаются:

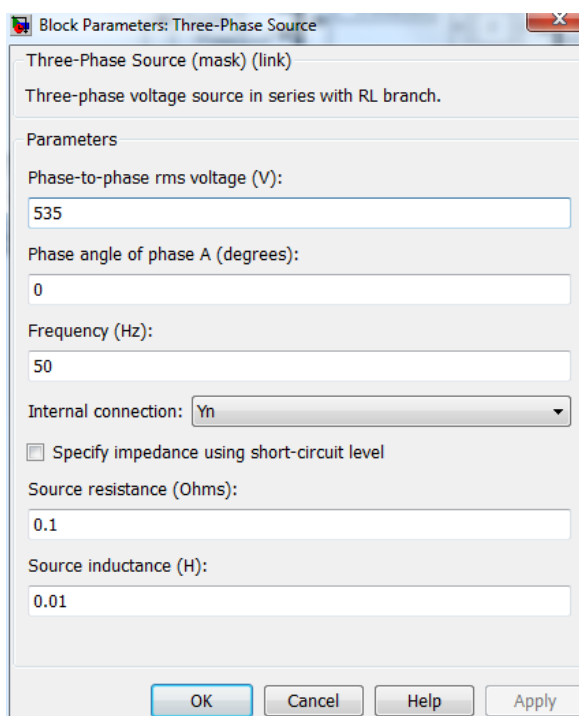


Рис. 3. Окно настройки параметров источника питания.

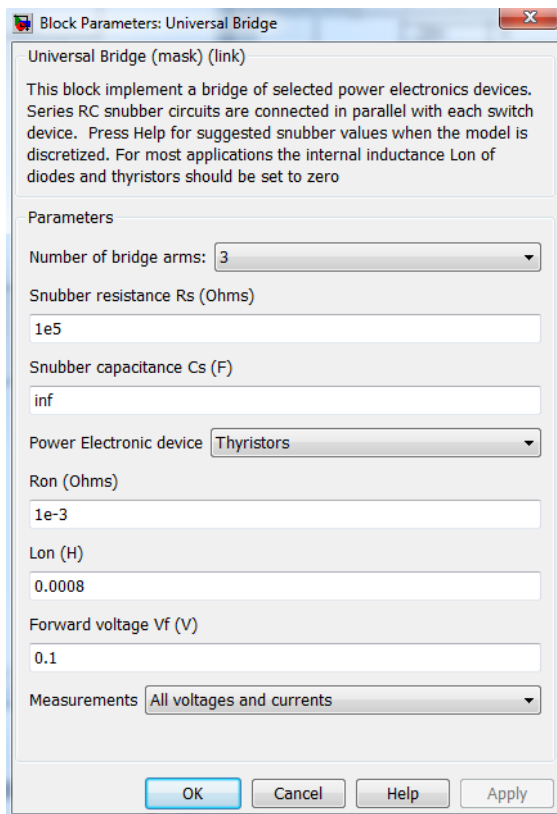


Рис. 4. Окно настройки параметров тиристорного моста.

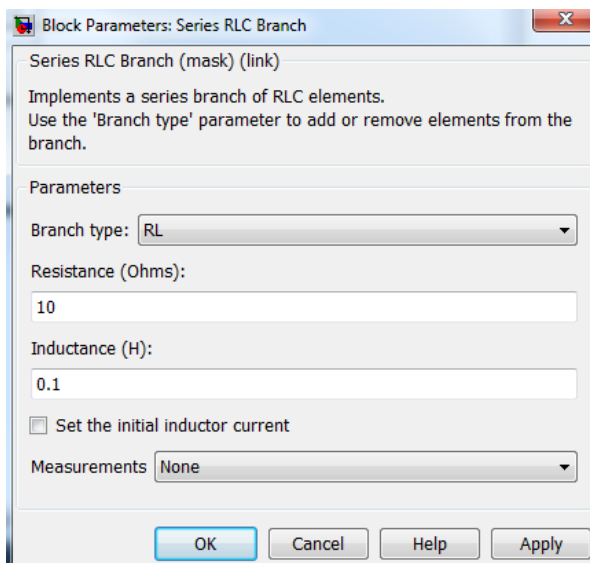


Рис. 5. Окно настройки параметров нагрузки.

Порядок проведения лабораторной работы

1. Изменяя значение противо-ЭДС нагрузки от -100 В до 0В с шагом 20 В, снять внешнюю характеристику выпрямителя при значении угла управления $\alpha = 0^\circ, 40^\circ, 60^\circ$.

Результаты моделирования занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерения.

Данные		Измерения							
α .град	E .В	I_H .А	U_H .В	$I_1(1)_{MAX}$.А	φ_1 .град	I_{T0} .А	I_T .А	U_{TMAX} .В	I_{TMAX} .А
0°	-100								
	-80								
	-60								
	-40								
	-20								
	0								
40°	-100								
	-80								
	-60								
	-40								
	-20								
	0								
60°	-100								
	-80								
	-60								
	-40								
	-20								
	0								

$U(1)_{MAX} = 535В$ - амплитуда источника питания;

$I_1(1)_{MAX}$ - амплитуда первой гармоники тока в источнике питания (Display);

φ_1 - начальная фаза этого тока (Display);

I_H и U_H - ток и напряжение на нагрузке (Display1).

По завершению очередного моделирования появляется графическое окно блока *Multimeter* с кривыми мгновенных значений напряжения (U_{TMAX}) и тока (I_{TMAX}) тиристора. Средний (I_{T0}) и эффективный (I_T) ток тиристора определяется по показаниям Display2.

2. Рассчитать полную и активную мощность, потребляемую выпрямителем от источника питания по первой гармонике, а также мощность в нагрузке:

Таблица 2. Результаты вычисления.

Вычисления			
$S(1)$, ВА	$P(1)$, Вт	P_H , Вт	P_T , Вт

$$S(1) = \frac{3 \cdot U(1)_{MAX} \cdot I_1(1)_{MAX}}{2}$$

$$P(1) = 3 \cdot S(1) \cdot \cos(\varphi_1)$$

$$P_H = U_H \cdot I_H$$

3. Рассчитать потери в тиристоре управляемого выпрямителя:

$$P_T = U_f \cdot I_{T0} + I_{T0}^2 \cdot R_{T0}$$

R_{T0} и U_f - параметры тиристора, определяемые в окне настройки тиристорного моста (рис. 4)

4. Построить внешнюю (нагрузочную) характеристику $U_H = f(I_H)$ и энергетические характеристики выпрямителя $S(l) = f(P_H)$, $P(l) = f(P_H)$, $P_T = f(P_H)$, $I_1(l)_{MAX} = f(I_H)$, $I_{T0} = f(I_H)$ и $I_T = f(I_H)$
5. Исследовать и построить регулировочную характеристику управляемого трехфазного выпрямителя при одном значении противо-ЭДС (-80В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.

Таблица 3. Результаты вычисления.

Измерения	
α .град	U_H .В
0	
20	
40	
60	
80	
100	
120	
140	
160	
180	

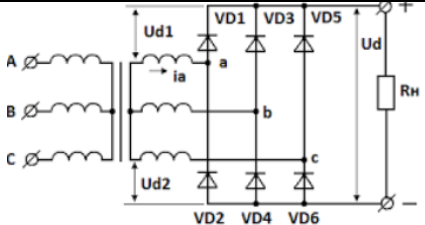
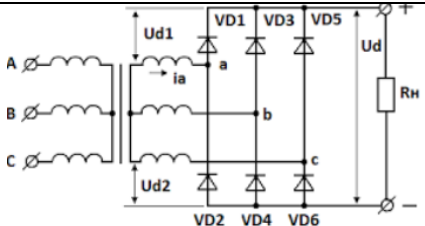
Содержание отчета

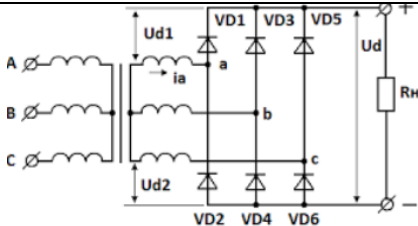
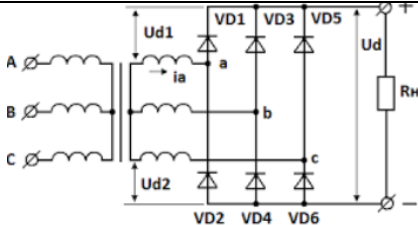
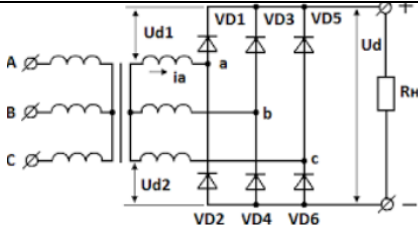
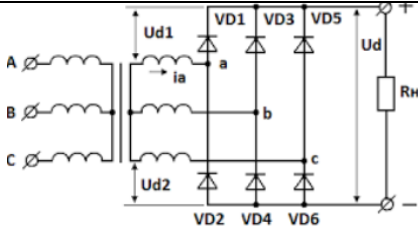
- 1 Схема виртуальной установки.
- 2 Выражения для расчета основных характеристик.
- 3 Таблица 1-3.
- 4 Нагрузочная, энергетические и регулировочная характеристики.
- 5 Осциллограммы мгновенных напряжений и токов.
- 6 Выводы по работе.

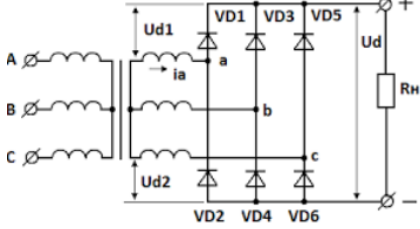
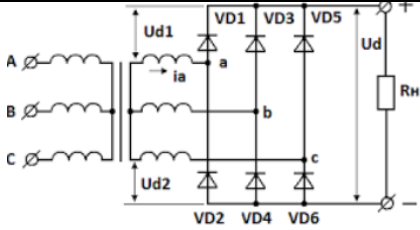
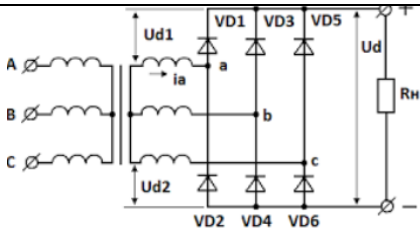
Литература

1. Шутов Е.А., Обухов С.Г. Силовые преобразователи электроэнергии: Учеб. пособие / Том. политехн. ун-т. - Томск. 2004. - 60 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Силовая электроника: Лабораторные работы на ПК.- СПб.: Учитель и ученик. Корона принт. 2002. - 304с.
3. Горбачёв Г. Н., Чаплыгин Е. Е. Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов, / Под ред. В. А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988,— 320 с.: ил. ISBN 5-283-00517-8

Варианты

№ вар	Напряжение источника, В	Нагрузка		Доп задание
		R= Ом,	L= мГн	
1	100 ($f=50$ Гц)	2	10	<p>Построить регулировочную характеристику при одном значении противо-ЭДС (-120В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
2	200 ($f=50$ Гц)	3	12	<p>Построить регулировочную характеристику при одном значении противо-ЭДС (-150В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
3	300 ($f=50$ Гц)	4	14	<p>Построить регулировочную характеристику при одном значении противо-ЭДС (-180В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
4	400 ($f=50$ Гц)	5	15	<p>Построить регулировочную характеристику при одном значении противо-ЭДС (-200В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
5	500 ($f=50$ Гц)	6	18	<p>Построить регулировочную характеристику при одном значении противо-ЭДС (-250В) и изменении угла управления от 0 до 180° с шагом 20°.</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
6	150 ($f=50$ Гц)	3	12	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коротке VD1 (диод зашунтирован); - отсутствии VD1 (диод не работает). <p>Поясните полученные результаты.</p>
7	250 ($f=50$ Гц)	2	10	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p>

				<p>- закоротке VD2 (диод зашунтирован);</p> <p>- отсутствии VD2 (диод не работает).</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
8	350 ($f=50$ Гц)	3	12	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <p>- закоротке VD3 (диод зашунтирован);</p> <p>- отсутствии VD3 (диод не работает).</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
9	450 ($f=50$ Гц)	4	14	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <p>- закоротке VD4 (диод зашунтирован);</p> <p>- отсутствии VD4 (диод не работает).</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
10	550 ($f=50$ Гц)	5	15	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <p>- закоротке VD5 (диод зашунтирован);</p> <p>- отсутствии VD5 (диод не работает).</p> <p>Поясните полученные результаты.</p>
11	100 ($f=50$ Гц)	16	18	 <p>Для рассматриваемой схемы привести</p>

				<p>осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закоротке VD6 (диод шунтирован); - отсутствии VD6 (диод не работает). <p>Поясните полученные результаты.</p>
12	200 ($f=50$ Гц)	12	10	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закоротке VD1 и VD6 (диод шунтирован); - отсутствии VD1 и VD6 (диод не работает). <p>Поясните полученные результаты.</p>
13	300 ($f=50$ Гц)	13	12	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закоротке VD2 и VD5 (диод шунтирован); - отсутствии VD2 и VD5 (диод не работает). <p>Поясните полученные результаты.</p>
14	400 ($f=50$ Гц)	15	150	 <p>Для рассматриваемой схемы привести осциллограммы тока и напряжения на нагрузке при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - закоротке VD3 и VD4 (диод шунтирован); - отсутствии VD3 и VD4 (диод не работает). <p>Поясните полученные результаты.</p>