

## Лабораторная работа № 2

### Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя

**Цель работы:** Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя при работе на активно-индуктивную нагрузку с противо-э.д.с. и с обратным диодом. Исследование внешней, регулировочной и энергетических характеристик.

#### Исходные данные:

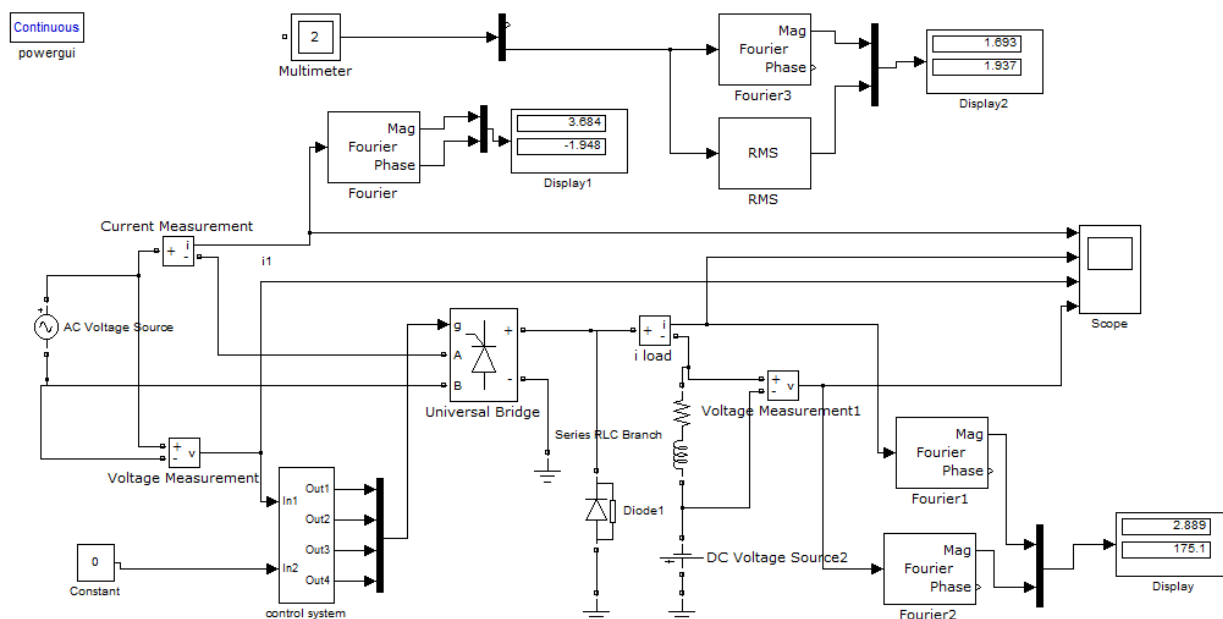


Рисунок 1. Виртуальная лабораторная установка для исследований.

- источник синусоидального напряжения (220 В, 50 Гц);
- однофазный тиристорный мост (*Universal Bridge*);
- активно-индуктивная нагрузка ( $R, L$ );
- обратный диод (*Diode*);
- измерители мгновенных токов в источнике питания ( $I_1$ ) и нагрузке ( $I_{load}$ );
- измеритель мгновенного напряжения на нагрузке ( $U_{load}$ );
- блок для измерения гармонических составляющих тока питания (*Fourier*) и тока тиристора (*Fourier 3*);
- 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 (*Display1*);
- блок для измерения средних значений тока и напряжения на нагрузке (*Display*);
- блок для измерения среднего и действующего значения тока тиристора (*Display2*);
- блок управления тиристорным мостом (*Control System*);

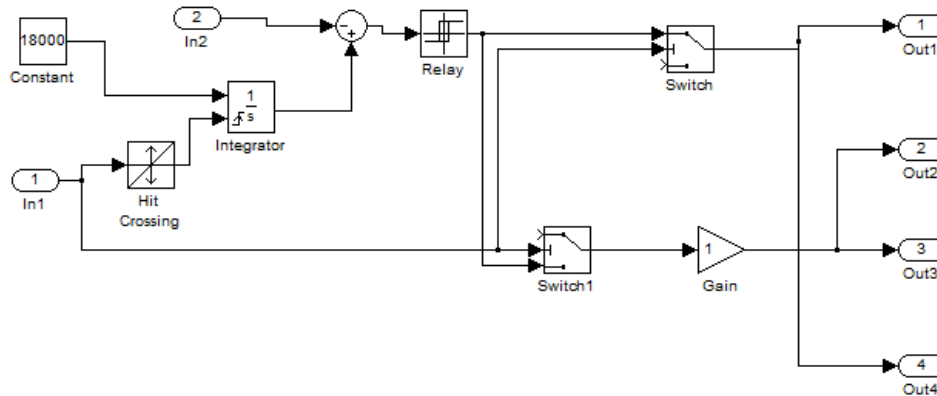


Рисунок 2. Модель блока Control System.

Сравните реализации систем импульсно-фазового управления в первой и второй работах и попробуйте проанализировать, как будут различаться процессы в силовых схемах.

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

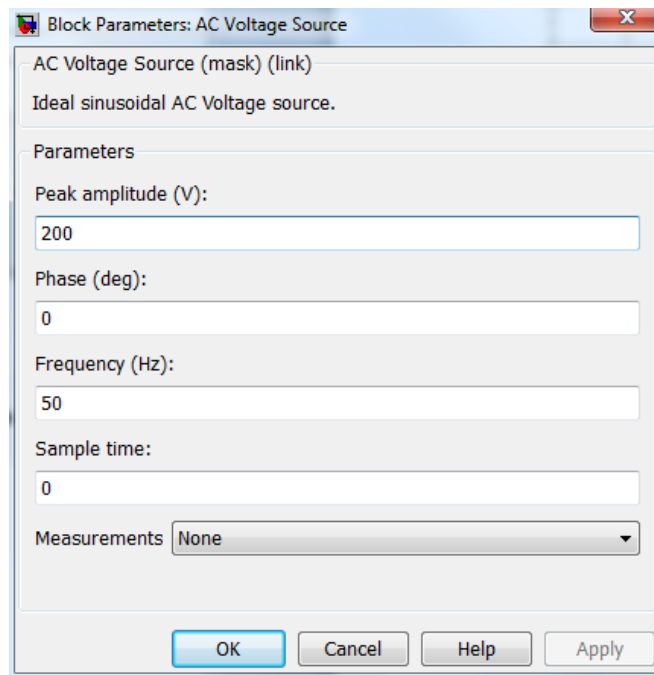


Рисунок 3. Окно настройки параметров источника питания.

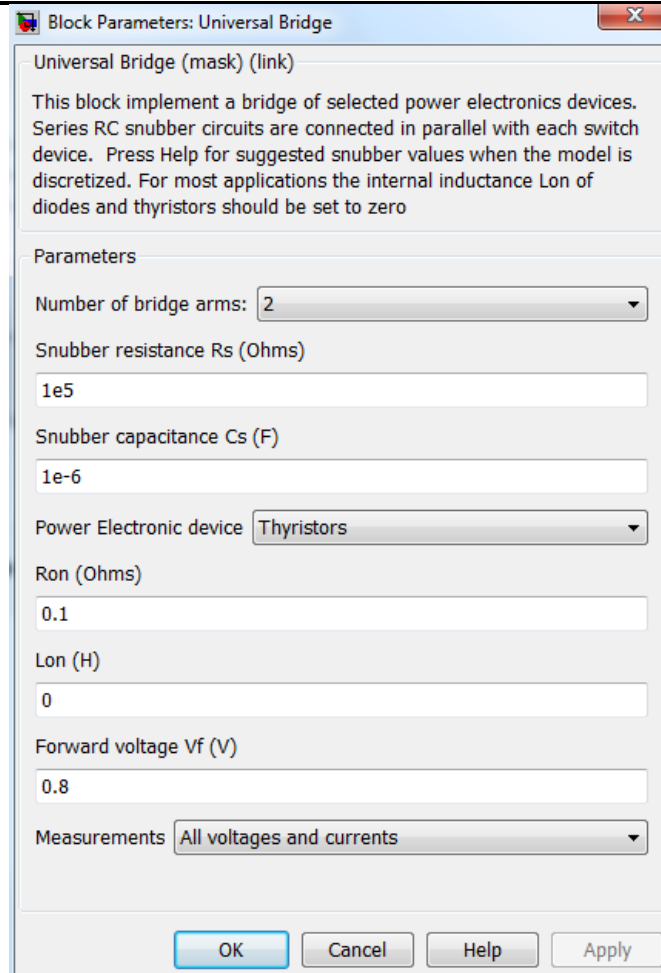


Рисунок 4. Окно настройки параметров тиристорного моста.

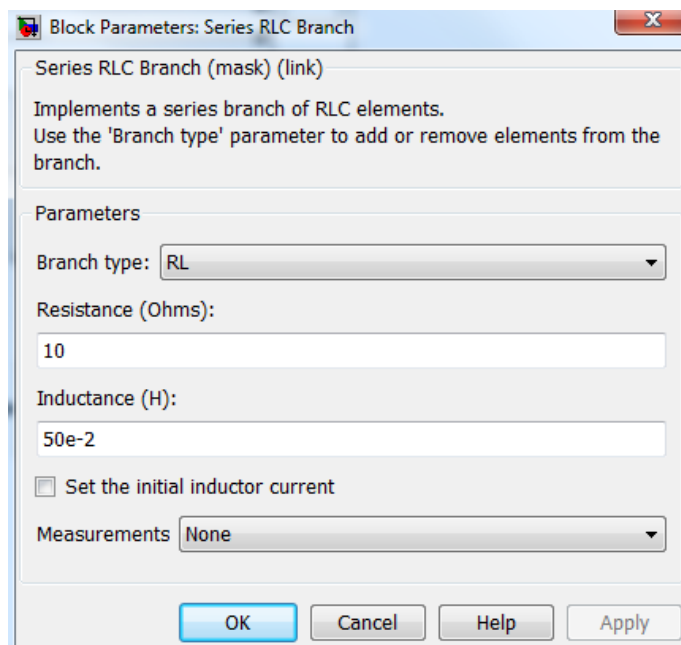


Рисунок 5. Окно настройки параметров нагрузки.

**Практическая часть:**

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

Результаты измерений, полученных в результате моделирования, занести в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты измерений

Данные		Измерения					
$\alpha$ , градусы	$E$ , В	$I_H$ , А	$U_H$ , В	$I_1^{(1)}_{MAX}$ , А	$\varphi_1$ , градусы	$I_{TO}$ , А	$I_T$ , А
$0^\circ$	-100						
	-80						
	-60						
	-40						
	-20						
	0						
$40^\circ$	-100						
	-80						
	-60						
	-40						
	-20						
	0						
$60^\circ$	-100						
	-80						
	-60						
	-40						
	-20						
	0						

$U^{(1)}_{MAX} = 310$  В – амплитуда источника питания;

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

$\varphi_1$  – начальная фаза этого тока (*Display 1*);

$I_H$  и  $U_H$  – ток и напряжение на нагрузке (*Display*).

Средний ( $I_{TO}$ ) и эффективный ( $I_T$ ) ток тиристора определяется по показаниям *Display 2*.

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

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

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

$$P_H = U_H \cdot I_H$$

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 (Рисунок 4)

4. Построить внешнюю (нагрузочную) характеристику  $U_H=f(I_H)$  и энергетические характеристики выпрямителя  $S^{(1)}=f(P_H)$ ,  $P^{(1)}=f(P_H)$ ,  $P_T=f(P_H)$ ,  $I_1^{(1)}_{MAX}=f(I_H)$ ,  $I_{T0}=f(I_H)$  и  $I_T=f(I_H)$ .
5. Исследовать и построить регулировочную характеристику управляемого однофазного выпрямителя при одном значении противо-ЭДС (-80 В) и изменении угла управления от 0 до  $180^\circ$  с шагом  $20^\circ$ .

Таблица 3. Результаты вычисления.

Измерения	
$\alpha$ , градусы	$U_H$ , 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.

