

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БНТУ

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

**ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Дисциплина «Электротехника и электроника»

Выполнил:
студент гр 306_____.

Принял:

М и н с к 2 0 2 3

Лабораторная работа № 3.1

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

Цель работы: изучение принципа действия и свойств однофазных и трехфазных выпрямителей; ознакомление с простейшими сглаживающими фильтрами.

Порядок выполнения эксперимента

1. Собрать электрическую цепь по схеме однофазного однополупериодного выпрямителя (рис. 1.8, выключатели В1, В2 отключены).
2. Включить напряжение сети и снять внешние характеристики выпрямителя $U_{н\text{ ср}}(I_{н\text{ ср}})$ без фильтра и с емкостным фильтром (В3 включен), изменяя ток нагрузки от нуля до максимального значения. Результаты измерений записать в табл. 1.3.

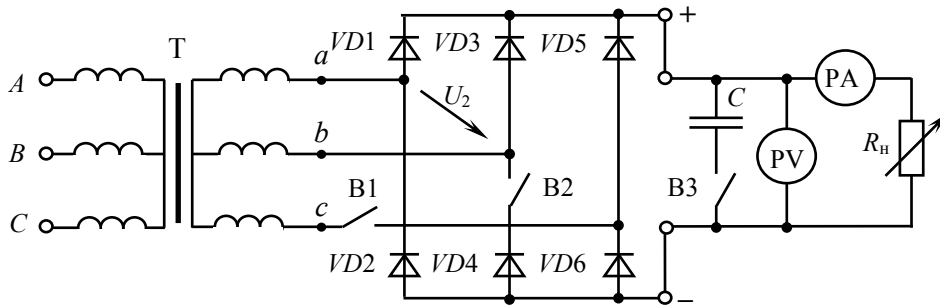


Рис. 1.8

Таблица 1.3

Тип выпрямителя	Однофазный однополупериодный				Однофазный мостовой				Трехфазный мостовой	
	без фильтра		с фильтром		без фильтра		с фильтром			
U_2^x	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$	$U_{н\text{ ср}}$	$I_{н\text{ ср}}$
$U_{н\text{ ср}}^x/U_2^x$			-----				-----			

3. Подключить осциллограф к зажимам резистора R_n и зарисовать с экрана кривые $u_n(t)$ без фильтра и с емкостным фильтром в режимах холостого хода и максимального тока. На осциллограммах указать оси времени и амплитуды напряжения, а также измеренные в п.2 величины $U_{н.ср}$. Снятие осциллограмм производить при одинаковых коэффициентах усиления осциллографа.

4. Собрать электрическую цепь по схеме однофазного мостового выпрямителя (рис. 1.8, В1 отключен) и выполнить исследования согласно указаниям пп. 2, 3.
5. Собрать электрическую цепь по схеме трехфазного мостового выпрямителя (рис. 1.8, В1, В2 включены) и снять его внешнюю характеристику.
6. По результатам измерений табл. 1.3 построить внешние характеристики выпрямителей $U_{н\text{ ср}}(I_{н\text{ ср}})$ в одной системе координат.
7. Измерить цифровым вольтметром напряжение U_2^x и вычислить для каждого выпрямителя отношение $U_{н\text{ ср}}^x/U_2^x$ в режиме холостого хода.

Лабораторная работа № 3.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

Цель работы: исследование усилительных свойств операционного усилителя (ОУ); изучение типовых схем и аналоговых устройств на базе ОУ.

Инвертирующий усилитель (рис. 5.4) изменяет знак выходного сигнала относительно входного. На инвертирующий вход через резистор R_1 подается $U_{вх}$ и вводится параллельная отрицательная обратная связь по напряжению с помощью резистора R_{oc} .

Принимаем $I_{Oy} = 0$, тогда для узла 1 справедливо равенство

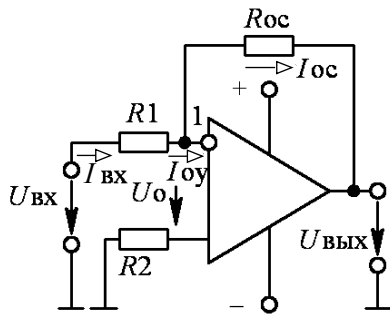


Рис. 5.4

$$I_{вх} = I_{ос} \quad \text{или} \quad \frac{U_{вх} - U_0}{R_1} = \frac{U_0 - U_{вых}}{R_{oc}}$$

Так как собственный коэффициент усиления ОУ $K_{UOy} \rightarrow \infty$, то напряжение на входе ОУ

$$U_0 = U_{вых} / K_{UOy} \rightarrow 0, \quad \text{тогда} \quad U_{вх} / R_1 = -U_{вых} / R_{oc}.$$

$$\text{Коэффициент усиления} \quad K_{UH} = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = -\frac{R_{oc}}{R_1}.$$

Для уменьшения погрешностей от изменения входных токов делают симметричными входы, выбирая $R_2 = R_1 \parallel R_{oc}$.

Неинвертирующий усилитель (рис. 5.5) не изменяет знак выходного сигнала относительно входного. Выразим ток в резисторе R_1 , полагая $U_0 = 0, I_{Oy} = 0$:

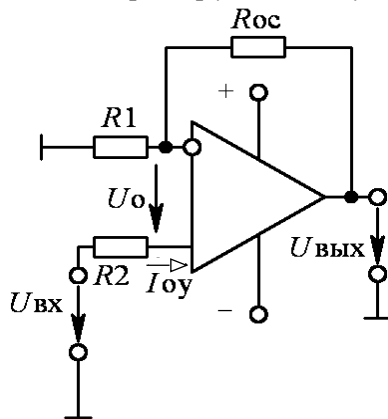


Рис. 5.5

$$U_{вых} / (R_1 + R_{oc}) = U_{вх} / R_1.$$

Тогда

$$U_{вых} = U_{вх} \frac{R_1 + R_{oc}}{R_1};$$

$$K_{UH} = \frac{U_{вых}}{U_{вх}} = 1 + \frac{R_{oc}}{R_1}.$$

Генератор гармонических колебаний с мостом Вина является самовозбуждающимся генератором (рис. 5.10).

Он преобразует энергию постоянного тока в переменный ток требуемой частоты. Мост Вина, состоящий из элементов R_1, C_1, R_2, C_2 , образует звено частотно-зависимой положительной обратной связи (ПОС). Входной сигнал генератора – это часть его выходного напряжения, передаваемая звеном ПОС.

При $R_1 = R_2 = R$ и $C_1 = C_2 = C$ частота генерации

$$f_0 = 1 / (2\pi RC).$$

Элементы R_o, R_{oc} предназначены для получения требуемого коэффициента усиления.

Мультивибратор служит для получения прямоугольных импульсов. Мультивибратор на ОУ (рис. 5.11) относится к самовозбуждающимся генераторам. ОУ работает в импульсном режиме (на нелинейном участке амплитудной характеристики), он сравнивает два входных сигнала: по неинвертирующему входу

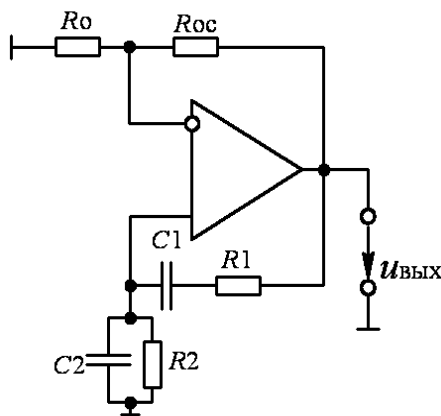


Рис. 5.10

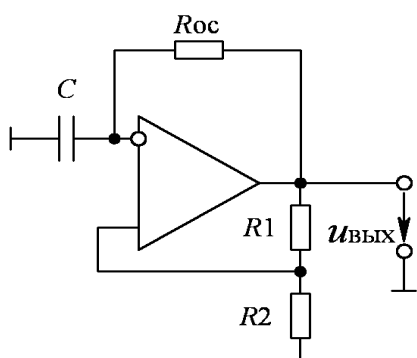


Рис. 5.11

$$U_1 = U_{\text{ВЫХ}} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

и по инвертирующему входу U_c – напряжение конденсатора C .
 В результате перезарядки конденсатора выходное напряжение скачком изменяется от $U_{\text{ВЫХ max}}$ до $U_{\text{ВЫХ min}} = -U_{\text{ВЫХ max}}$. При $R_1 = R_2$ длительность и период импульса $t_{\text{и}} \approx 1,1RC$; $T = 2t_{\text{и}} \approx 2,2 RC$. Изменяя $\tau = RC$ или величины R_1, R_2 , можно регулировать длительность и частоту импульсов.

Предварительное задание к эксперименту

1. По заданным в табл. 5.1 значениям R_{oc} и $R_1 = 10$ кОм рассчитать коэффициент K_U и построить амплитудную характеристику при изменении $U_{\text{вх}}$ от 0 до 1 В.
2. Рассчитать длительность периода и частоту выходного напряжения генератора гармонических колебаний или мультивибратора по заданным значениям R и C (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип усилителя	Рис. 5.4				Рис. 5.5			
R_{oc} , кОм	20	50	100	510	20	50	100	510
Тип генератора	Рис. 5.10				Рис. 5.11			
R , кОм	5	5	10	10	5	5	10	10
C , нФ	10	2	10	2	10	2	10	2

Порядок выполнения эксперимента

1. Собрать электрическую цепь усилителя, заданного вариантом в табл. 5.1 ($R_1 = R_2 = 10$ кОм, R_{oc} из табл. 5.1). На вход усилителя подать напряжение $U_{\text{вх}}$ от одного из источников опорного напряжения. Необходимую полярность $U_{\text{вх}}$ установить переключателями П1 или П2 (+ или –).
2. При $U_{\text{вх}} = 0$ произвести корректировку «нуля» ОУ (Уст. «0»).
3. Изменяя $U_{\text{вх}}$ от 0 до 1000 мВ (затем от 0 до –1000 мВ), снять амплитудную характеристику усилителя, заданного вариантом в табл. 5.1. Результаты измерений записать в табл. 5.2. Точки нанести на амплитудную характеристику, рассчитанную в предварительном задании.

Таблица 5.2

$U_{\text{вх}}$, мВ	0							1000
$U_{\text{вых}}$, В								
$U_{\text{вх}}$, мВ	0							–1000
$U_{\text{вых}}$, В								

4. Собрать электрическую цепь вычитателя – усилителя по схеме рисунка 5.6 (для нечетных вариантов) или сумматора по схеме рис. 5.7, б (для четных вариантов). Установить $R_{oc} = 10$ кОм, на входы подать $U_{вх1}$ и $U_{вх2}$ по указанию преподавателя. Измерить $U_{вых}$ и рассчитать коэффициент усиления. Результаты записать в таблицу 5.3.

Таблица 5.3

$U_{вх1}$, мВ	$U_{вх2}$, мВ	$U_{вых}$, мВ	К

5. Собрать электрическую цепь интегратора по схеме рис. 5.8 (для нечетных вариантов) или дифференциатора по схеме рис. 5.9 (для четных вариантов). $C = 2$ нФ; $R = 5$ кОм. На инвертирующий вход подать прямоугольные импульсы с выхода генератора.

6. Включить и подготовить к работе осциллограф. Снять осциллограммы входного и выходного напряжений.

7. Собрать электрическую цепь по схеме рис. 5.10 или 5.11 согласно варианту табл. 5.1. Получить осциллограмму выходного напряжения $u_{вых}(t)$. Определить частоту и период $u_{вых}(t)$, сравнить их с рассчитанными в предварительном задании.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОМБИНАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Цель работы: изучение принципа построения логических элементов цифровых интегральных микросхем и комбинационных устройств на их основе; экспериментальное исследование логических элементов и комбинационных устройств.

Предварительное задание к эксперименту

1. Составить комбинационную схему на логических элементах 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ с тремя или четырьмя входами, чтобы на выходе появлялся высокий уровень напряжения (логическая единица) при значениях сигналов на входах, заданных табл. 6.1. Проверить работоспособность схемы, отметить уровни напряжения (0 или 1) на входах и выходах логических элементов.

Таблица 6.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1	1	0	0	0	0	1	0	0
x_2	1	1	0	0	0	1	0	1
x_3	1	1	1	0	0	1	1	1
x_4	1	1	1	1	0	–	–	–
A	2	4	6	8	9	11	13	15
B	15	14	13	12	7	10	5	3

2. Перевести в двоичный код и сложить два числа A и B , приведенных в табл. 6.1. Результаты записать в табл. 6.4.

Порядок выполнения эксперимента

1. Исследовать логический элемент 2ИЛИ-НЕ, для чего на входы x_1 и x_2 поочередно подать напряжения логической единицы и нуля. Для индикации уровня выходного напряжения выход элемента соединить с индикатором F . Составить и заполнить таблицу истинности (табл. 6.2).

2. Исследовать логический элемент 2И-НЕ. Составить и заполнить таблицу истинности (табл. 6.2).

3. Собрать электрическую цепь по составленной в предварительном задании комбинационной схеме. Проверить ее работу, подав на вход значения входных сигналов (табл. 6.1) и включив на выход индикатор F . Набрать 2-3 комбинации, отличных от заданной. Результаты привести в табл. 6.3.

Таблица 6.2

X_1	X_2	$F = \overline{X_1 + X_2}$	$F = \overline{X_1 \cdot X_2}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Таблица 6.3

X_1	X_2	X_3	X_4	F

Таблица 6.4

	Десятичный код	Двоичный код
A		
B		
$A+B$		

4. Набрать на входе сумматора двоичные числа A и B соответствующего варианта, проверить результат суммирования, полученный в предварительном задании (табл. 6.4).