

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»**

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

АВТОМАТИКА

Практикум

для выполнения лабораторных и самостоятельных работ
студентами направления 35.03.06 «Агроинженерия»

(Часть 1)



Казань, 2017

УДК 681.5
ББК 32.965

Составители: Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л., Халиуллин Д.Т., Дмитриев А.В., Кашапов И.И., Гайнутдинов Р.Р.

Рецензенты:

Доцент каф. дорожно-строительных машин ФГБОУ ВПО Казанского государственного архитектурно-строительного университета, к.т.н. Земдиханов М.М.

Зав.каф. техносферной безопасности ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, к.т.н. доцент Гаязиев И.Н.

Учебно-лабораторный практикум рассмотрен и одобрен:

Решением заседания кафедры машин и оборудования в агробизнесе Казанского ГАУ (протокол № 6 от 11 января 2017 г.)

Решением методической комиссии ИМ и ТС Казанского ГАУ (протокол № 5 от 16 марта 2017 г.)

Зиганшин Б.Г., Иванов Б.Л., Халиуллин Д.Т., Дмитриев А.В. Кашапов И.И. Гайнутдинов Р.Р. Автоматика. Часть 1: практикум для выполнения лабораторных и самостоятельных работ. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2016. – 32 с.

Изучение дисциплины «Автоматика» направлено на формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО 35.03.06 «Агроинженерия».

УДК 681.5
ББК 32.965

© Казанский государственный аграрный университет 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Электрические цепи в релейной схеме.....	4
Лабораторная работа №2. Измерение потенциалов	8
Лабораторная работа №3. Определение потенциалов функциональных узлов	12
Лабораторная работа №4. Определение сигналов в типовых функциональных узлах техники автоматизации	16
Лабораторная работа №5. Путь прохождения сигнала в устройстве пожарной сигнализации	18
Лабораторная работа №6. Кодирование двоичным кодом	22

Техника безопасности

При эксплуатации лабораторного стенда НТЦ-09.11 необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

Лабораторный стенд эксплуатировать в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.

При проведении лабораторных работ сборка схем и изменения в исследуемых схемах проводятся при отключенном напряжении питания.

К обслуживанию стенда допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Включение питания изделия и выполнение работ производить только после разрешения преподавателя.

Во время проведения лабораторной работы запрещается соприкасаться с вращающимся диском, установленным на валу двигателя и корпусом проволочного резистора при его нагреве.

Подготовка и порядок выполнения работ

Перед началом работы необходимо тщательно изучить и подробно ознакомиться со схемой предстоящей лабораторной работы.

Начертить принципиальную схему работы в тетради. После этого вычертить монтажную схему с указанием мест подключения перемычек или составить таблицу соединений, согласно которой будет производиться коммутация элементов аппаратов.

Сборку схемы производить только при отключенной питающей сети.

После окончания сборки схемы проверить правильность соединений в соответствии с схемами, прилагаемыми к лабораторным работам. Убедиться в отсутствии коротких замыканий в монтаже схемы. После чего обратиться к преподавателю за разрешением на проведение лабораторной работы.

Лабораторная работа №1

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ В РЕЛЕЙНОЙ СХЕМЕ

1.1 Цель работы

Изучить функциональные схемы систем автоматического управления.

Изучить устройства и принцип действия электрических реле.

Изучить алгебру логики.

1.2 Основные теоретические сведения

Управление, контроль режимов работы и защита различных электроустановок часто осуществляется без непосредственного участия человека, с помощью реле, которые осуществляют функциональную взаимосвязь между различными физическими процессами.

Реле представляет собой электрический аппарат, который приводит в действие одну или несколько управляемых линий при воздействии на него определенных сигналов, подаваемых из управляющих цепей. Они предназначены для коммутации цепей управления более мощных электрических аппаратов, суммирования и размножения электрических сигналов, сигнализации, защиты и других целей.

Релейным называется такое управление, при котором некоторое изменение контролируемого входного параметра преобразуется в скачкообразное изменение выходного параметра, такие устройства называются дискретными. Эта зависимость называется характеристикой управления, или характеристикой «вход – выход». В устройствах дискретного действия, переменные величины (сигналы) на входах и выходах используются в процессе управления только в их крайних значениях, т.е. эти сигналы дискретны во времени.

Устройства дискретного автоматического управления по сравнению с устройствами и системами непрерывного управления надежнее, точнее в работе и меньше подвержены внешним факторам, вследствие чего при передаче сигналов управления в таких системах меньше сказываются помехи.

Срабатыванием реле называется выполнение предписанной ему функции, а **возвратом** (отпусканьем) – переход в исходное состояние, имевшее место до срабатывания. Срабатывание реле может происходить под действием электрических и неэлектрических сигналов: напряжения, тока, времени, температуры и других.

По функциональному признаку принято выделять две большие группы реле: измерительные и логические.

Логические реле срабатывают и возвращаются в исходное состояние при изменении ненормируемого по точности входного параметра. Стандартами и

техническими условиями регламентируется только диапазон срабатывания (например, минимальные и максимальные значения напряжения или тока срабатывания).

Измерительные реле срабатывают при определенном значении характеристического параметра, который нормируется по точности, и определяет главный функциональный признак реле. Входная величина изменяется непрерывно, причем на вход могут подаваться одновременно не один, а несколько сигналов, например, ток и напряжение в реле мощности. Измерительные реле характеризуются определенной установкой, изменяемой в процессе настройки.

Электрохимические реле обычно содержат три основных функциональных элемента: воспринимающий (контролирующий), промежуточный и исполнительный.

Рабочие элементы систем дискретного управления представлены в виде функциональной схемы (рисунок 1.1).

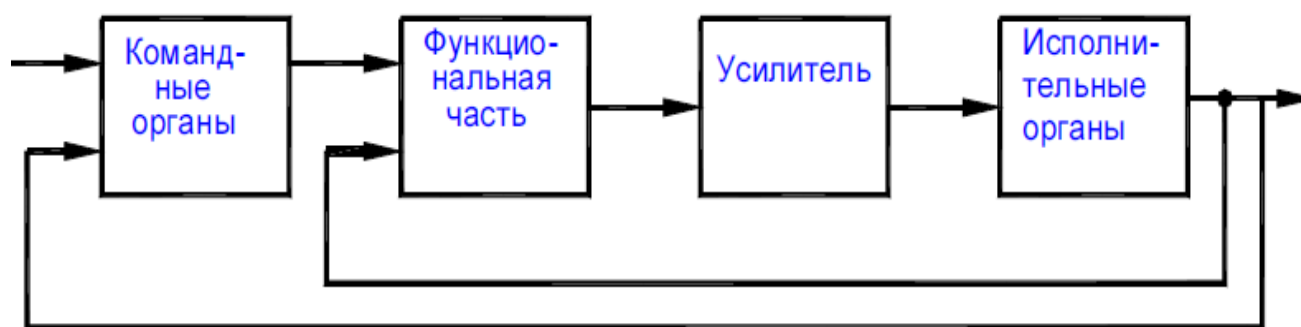


Рисунок 1.1 – Функциональная схема дискретного управления

Схема представлена четырьмя основными звеньями: командные органы, функциональные части, усилители и исполнительные органы. Между звеньями, могут существовать также внутренние обратные связи.

Командные органы предназначены для введения в систему управления сигналов (кнопки и переключатели управления, датчики).

Функциональная часть предназначена для преобразования сигналов командных органов и передачи их исполнительным органам в соответствии с заданной программой.

Усилители предназначены для повышения уровня сигналов, выдаваемых функциональной частью для работы исполнительных органов.

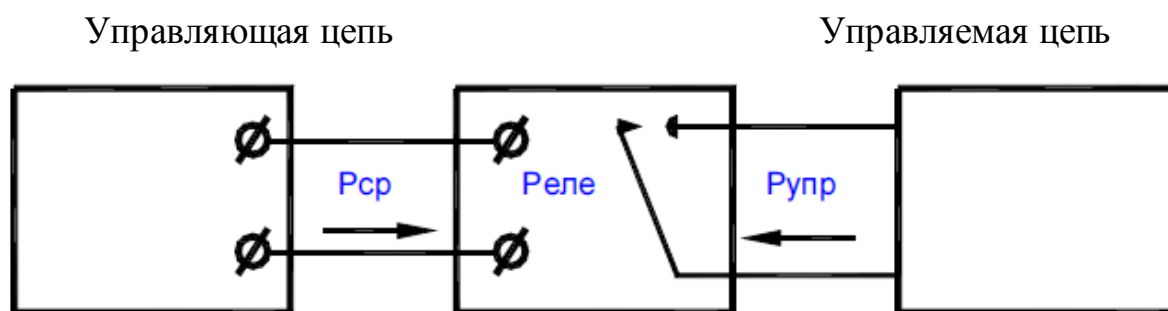
Исполнительные органы предназначены для управления сигналами или их преобразования, которые подводятся к рабочим механизмам (электродвигатели, электромагниты, электромагнитные муфты и др.).

Электрическое реле (рисунок 1.2) практически всегда является промежуточным элементом в системе автоматического управления, которое

приводит в действие электрические цепи при воздействии на него определенных электрических сигналов управляющей цепи, вследствие чего реле нельзя характеризовать только его собственными параметрами в отрыве от характеристик управляющей и управляемой электрических цепей.

Применение реле в системах автоматического управления (САУ) позволяет использовать алгебру логики. В алгебре логики используются три основные логические операции:

- 1) логическое умножение;
- 2) логическое сложение;
- 3) логическое отрицание.



P_{cp} — мощность срабатывания; $P_{упр}$ — управляемая мощность.

Рисунок 1.2 – Схема электрического реле

Логическое умножение выполняется двумя или более высказываниями. Эту операцию обозначают знаком $\times$. В результате логического умножения, получается новое сложное высказывание, которое принимает истинное значение тогда, когда его составляющие высказывания истинны, и ложно, если одно из составляющих высказывания ложное. Указанные свойства логического умножения сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Свойства логического умножения

Входные переменные		Выход
а	в	А
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

В электрической схеме элемент, реализующий логическое умножение, по своему действию аналогичен цепи, состоящей из последовательно включенных контактов реле.

Логическое сложение – это сложное высказывание, которое истинно, если истинно хотя бы одно из составляющих его высказываний, и ложно, если все высказывания ложны. В таблице 1.2. приведены указанные свойства логического сложения.

Таблица 1.2 – Свойства логического сложения

Входные переменные		Выход
а	в	А
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Логическое сложение обозначается знаком «+» и читается так: **а** или **в**. Аналогией рассматриваемой логической операции служит электрическая цепь, содержащая несколько параллельных контактов реле.

Логическая связь разрешает приходить сигналу от любого источника на общий выход и исключает воздействие этих сигналов друг на друга. Выходной сигнал будет равен **А** и в том случае, если получен даже один входной сигнал **а** или **в**.

Логическое отрицание – преобразует истинное высказывание в ложное, а ложное, в истинное. Выход всегда противоположен входу, т.е. переменная принимает противоположное значение. Эту операцию обычно обозначают чертой над буквой: $A = \bar{a}$, что читается так: **А** не есть **а**.

В таблице 1.3. приведены логические свойства отрицания.

Таблица 1.3 – Логические свойства отрицания

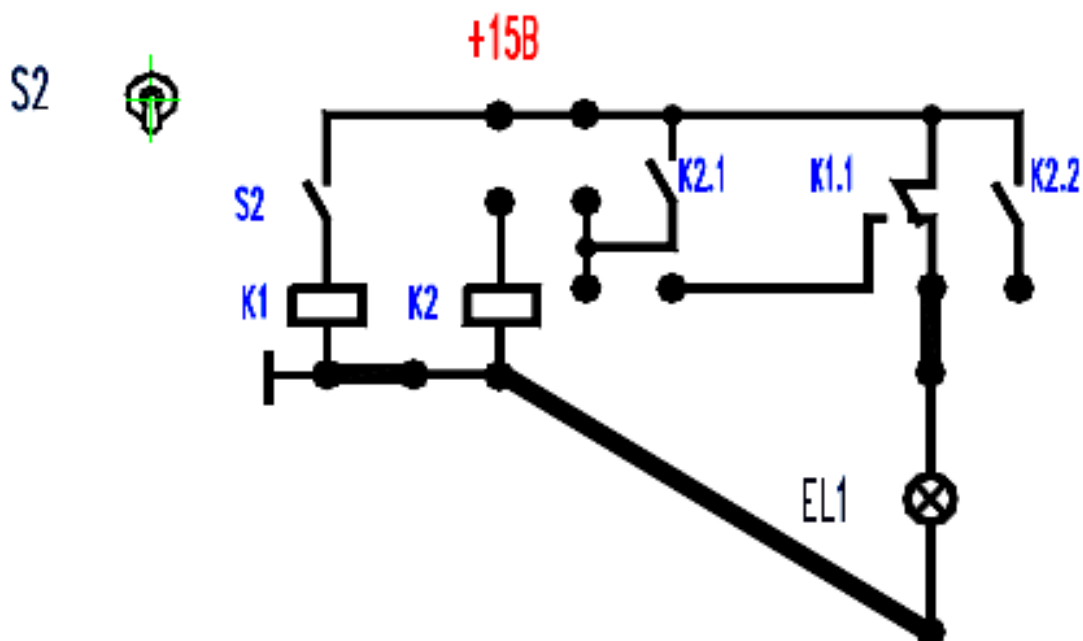
Входные переменные	Выход
а	А
0	1
1	0

1.3 Проведение опытов

1.3.1 Необходимо собрать схему (рисунок 1.3), где при замыкании выключателя S2 реле K1, своим контактом включает или выключает лампу или двигатель.

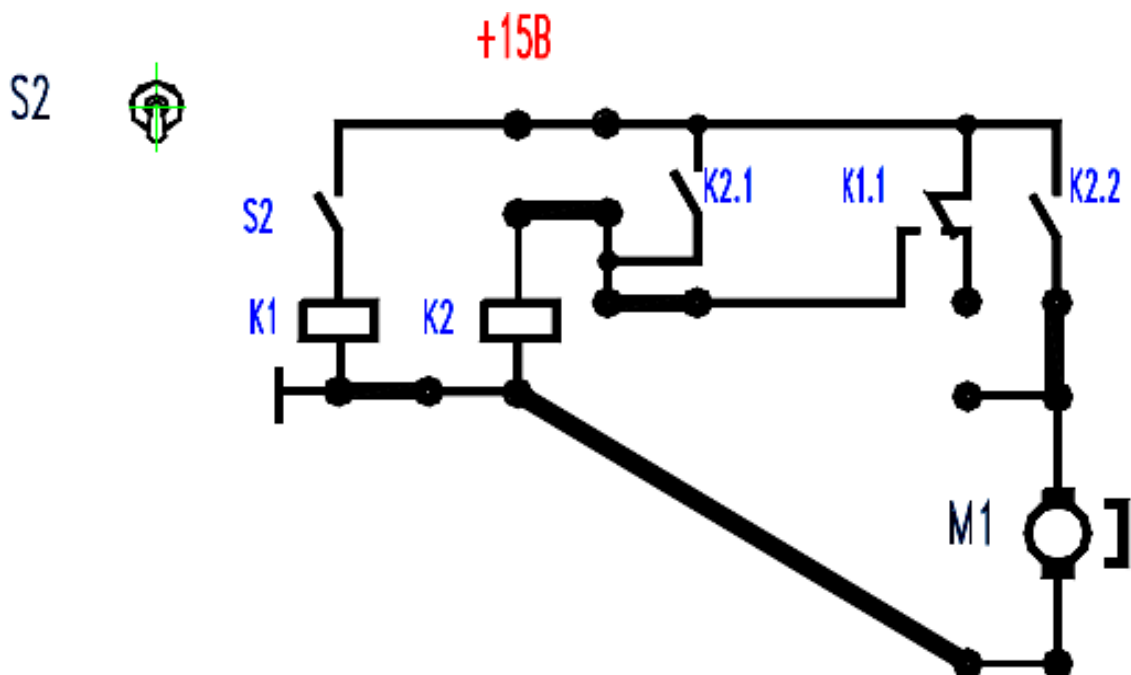
1.3.2 Собрать и исследовать схему (рисунок 1.4), где объект управления (электродвигатель) должен включаться при помощи реле и оставаться

включенным после выключения реле. Необходимо использовать тумблер S2, реле K1, K2 и двигатель.



S2 – тумблер; K1, K2 – реле; K1.1, K2.1, K2.2 – контакты; EL – лампа.

Рисунок 1.3 – Схема замыкания выключателя S2 реле K1



S2 – тумблер; K1, K2 – реле; K1.1, K2.1, K2.2 – контакты; M1 – электродвигатель.

Рисунок 1.4 – Схема включения электродвигателя

1.3.3 Представить функциональную схему, выделить схеме цепь управляющего тока и управляющий контур.

1.3.4 Описать принцип действия разработанных схем.

1.3.5 Составить логические уравнения, описывающие разработанные схемы.

1.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Что такое релейное управление?
2. Рабочие элементы систем дискретного управления.
3. Описать схема электрического реле.
4. Основные логические операции.
5. Что такое логическое умножение?
6. Что такое логическое сложение?

Лабораторная работа №2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ

2.1 Цель работы

Изучить методику измерения потенциалов точек электрической цепи.

Изучить методику измерения напряжений на отдельных участках электрической цепи.

Изучить методику расчета напряжений на отдельных участках электрической цепи.

2.2 Основные теоретические сведения

Для измерения разности потенциалов между двумя проводниками может использоваться электроскоп, листочки или стрелка которого окружены металлической оболочкой, при этом его называют электрометром. При этом один проводник соединяют с шариком электрометра, другой с оболочкой (рисунок 2.1). Стрелка электрометра примет потенциал тела (1), а оболочка - потенциал тела (2). Возникнет электрическое поле, силовые линии которого идут от оболочки к стрелке или в обратном направлении. При этом угол отклонения стрелки определен напряженностью и конфигурацией возникшего поля. При этом поле внутри замкнутой оболочки из металла ни как не зависит от внешнего поля. Оно определяется разностью потенциалов между оболочкой и стрелкой.

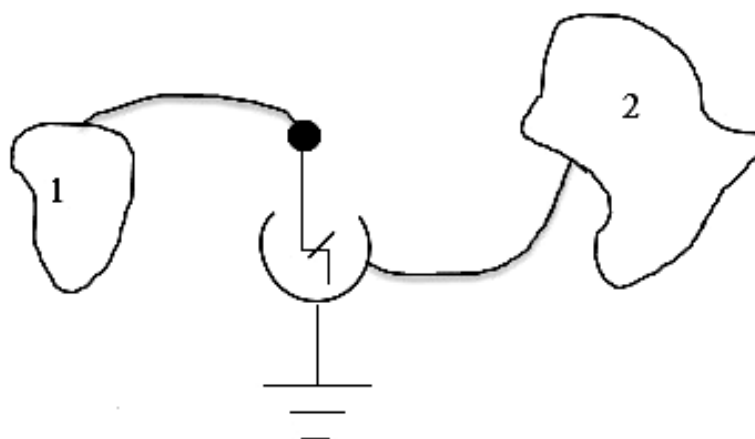
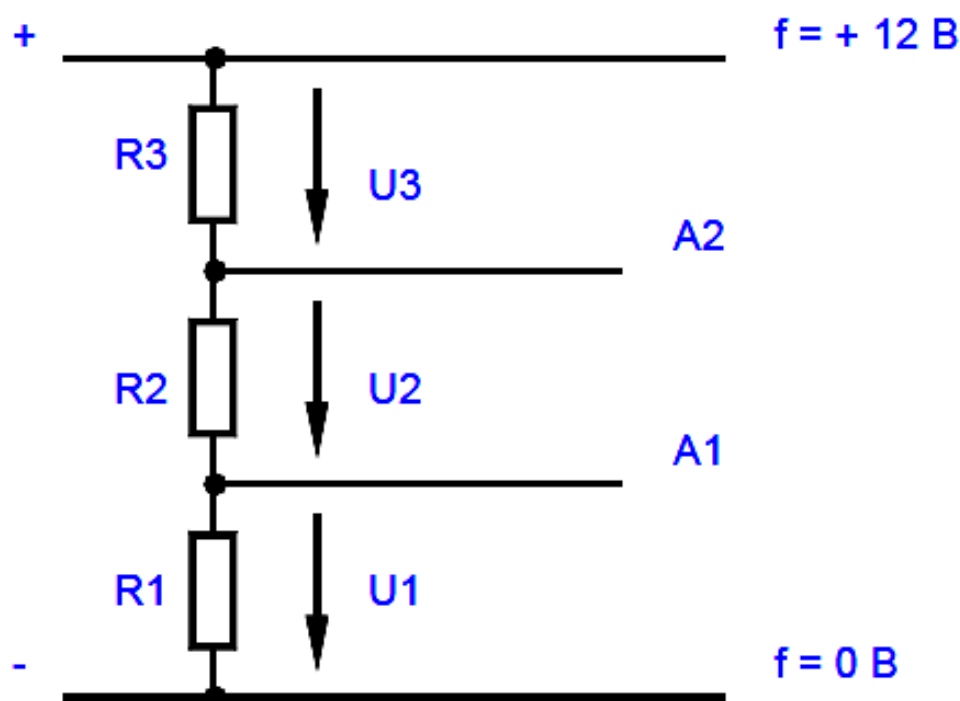


Рисунок 2.1 – Схема измерения разности потенциалов электроскопом

Подобный прибор можно градуировать в вольтах. Очень часто в качестве второго тела используют Землю, то есть оболочку электрометра заземляют. В таком случае электрометр покажет потенциал тела (1) относительно Земли.

При измерении разности потенциалов может использоваться также вольтметр. Вольтметр подключается в точках, где создается разность потенциалов (напряжение). При измерении напряжения вольтметром, в любой точке достаточно подключить один из проводов прибора к этой точке, а другая точка, через которую измеряется потенциал, является общей для прибора и точки схемы.

Для анализа потенциалов разработана простая структурная схема (рисунок 2.2). В данной схеме, провода, используемые для измерения напряжения (разности потенциалов), соответствуют сигнальным каналам.

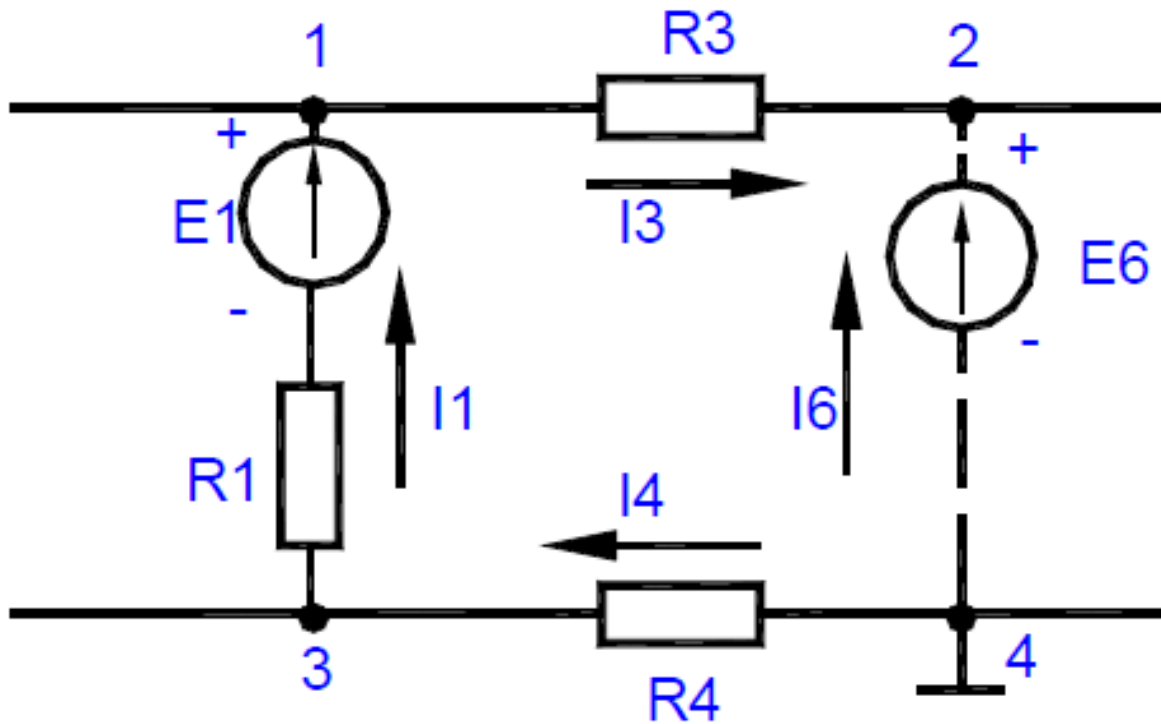


f – потенциал точки; $R1$, $R2$, $R3$ – сопротивления точек; $U1, U2, U3$ – напряжения точек; $A1$, $A2$ – точки потенциалов.

Рисунок 2.2 – Структурная схема измерения разности потенциалов

По результатам измерений и расчета электрической цепи для ее ветви (контура) можно строить график распределения потенциалов точек в виде потенциальной диаграммы. Построение диаграммы можно начинать с любой точки ветви (контура), приравняв ее потенциал произвольной величине (например, равная нулю). Направление обхода контура выбирается произвольно.

Задание: Построить потенциальную диаграмму для контура (рисунок 2.3). Заданы значения токов, ЭДС и сопротивления резисторов.



R_1, R_3, R_4 – сопротивления; E_1, E_6 – ЭДС точек; I_1, I_3, I_4, I_6 – токи точек;
1, 2, 3, 4 – рабочие точки.

Рисунок 2.3 – Схема электрической цепи ветви (контура)

Используя потенциал точки 4 равная нулю ($f_4 = 0$), определяем потенциал точки с условием, что при движении от точки 4 к точке 3 направление обхода контура совпадает с направлением тока I_4 , следовательно, ток течет от большого потенциала к меньшему, то потенциал точки 3 будет ниже потенциала точки 4 на величину падения напряжения на резисторе R_4 . Следовательно, потенциал точки 3 находим из выражения:

$$f_3 = f_4 - I_4 \cdot R_4 \quad (2.1)$$

Аналогично находим потенциал точки 5 находим из выражения:

$$f_5 = f_3 - I_1 \cdot R_1 \quad (2.2)$$

Потенциал точки 1 выше потенциала точки 5 на величину ЭДС E_1 , т.к. направление обхода контура совпадает с направлением ЭДС. Находим потенциал точки 1 находим из выражения:

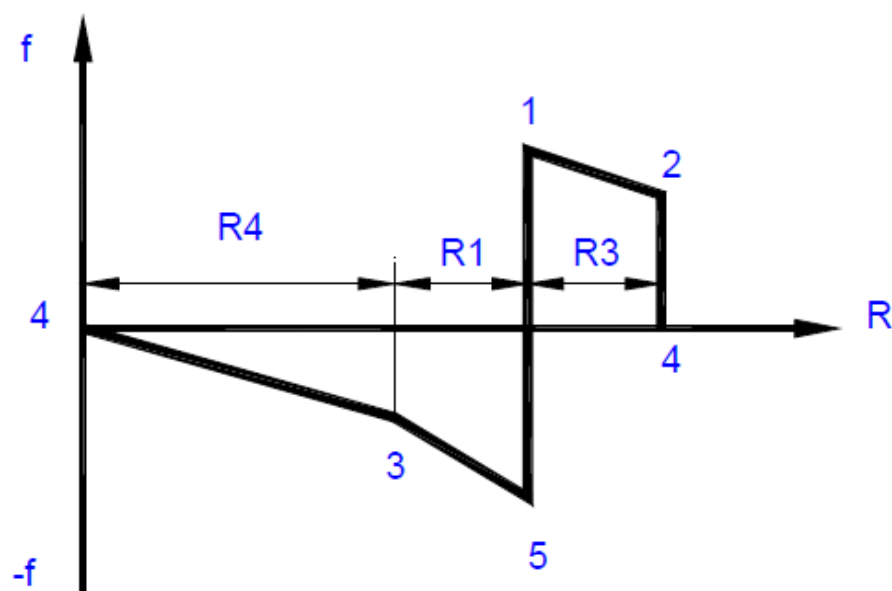
$$f_1 = f_5 + E_1. \quad (2.3)$$

Аналогично потенциал точки 2 находим из выражения:

$$f_2 = f_1 - I_3 \cdot R_3; \quad (2.4)$$

$$F_4 = f_2 - E_6.$$

Потенциальная диаграмма дана на рисунке 2.4.

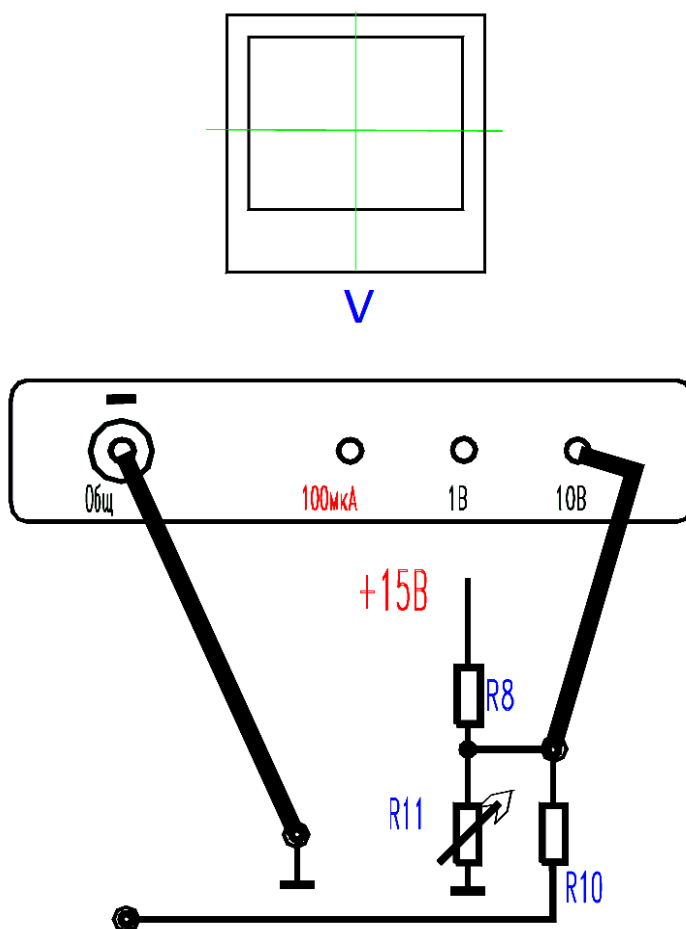


f – потенциал точки; R_1 , R_3 , R_4 – сопротивления; 1, 2, 3, 4, 5 – рабочие точки.

Рисунок 2.4 – Потенциальная диаграмма

2.3 Проведение опытов

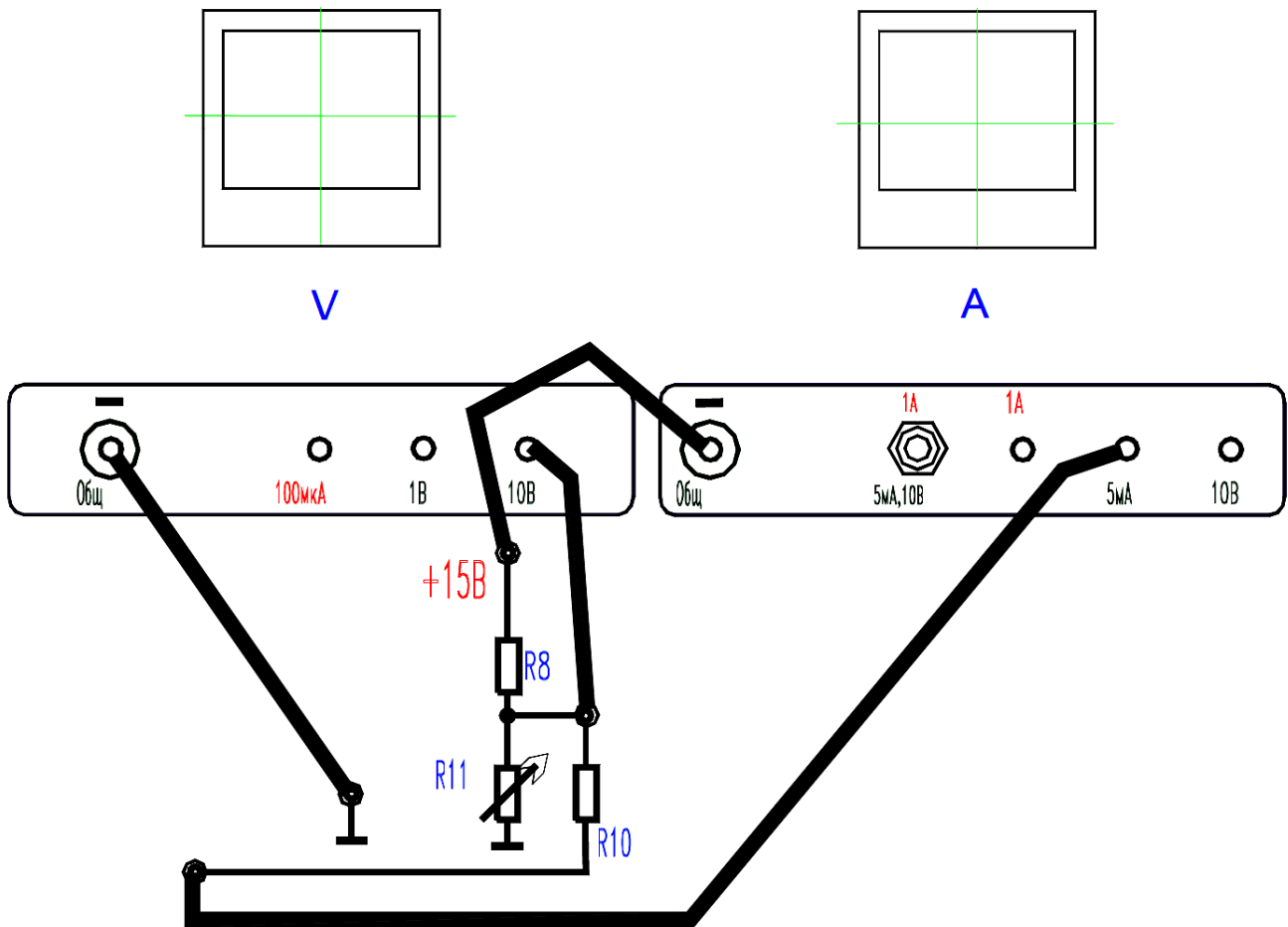
2.3.1 Собрать схему 1 (рисунок 2.5) Измерить напряжение U_1 .



R_8 , R_{10} – сопротивления; R_{11} – регулируемое сопротивление.

Рисунок 2.5 – Схема 1 измерения напряжения U_1

2.3.2 Собрать схему 2 (рисунок 2.6). Измерить напряжение U_1' и ток I_1 .



R_8, R_{10} – сопротивления; R_{11} – регулируемое сопротивление.

Рисунок 2.6 – Схема 2 измерения напряжения U_1' и тока I_1

2.3.3 Используя данные опытов 2.3.1, 2.3.2, законы Ома и Кирхгофа получаем выражения:

$$R_8/R_{11} = (U_{\text{п}} - U_1)/U_1; \quad (2.5)$$

$$R_8 R_{10}/(R_8 + R_{10}) R_{11} = (U_{\text{п}} - U_1')/U_1'; \quad (2.6)$$

$$R_{10} = U_1'/I_1. \quad (2.7)$$

определить значения сопротивлений R_8, R_{10}, R_{11} .

2.3.4 Собрать схему 3 (рисунок 2.7). Измерить напряжение и ток для схемы 3.

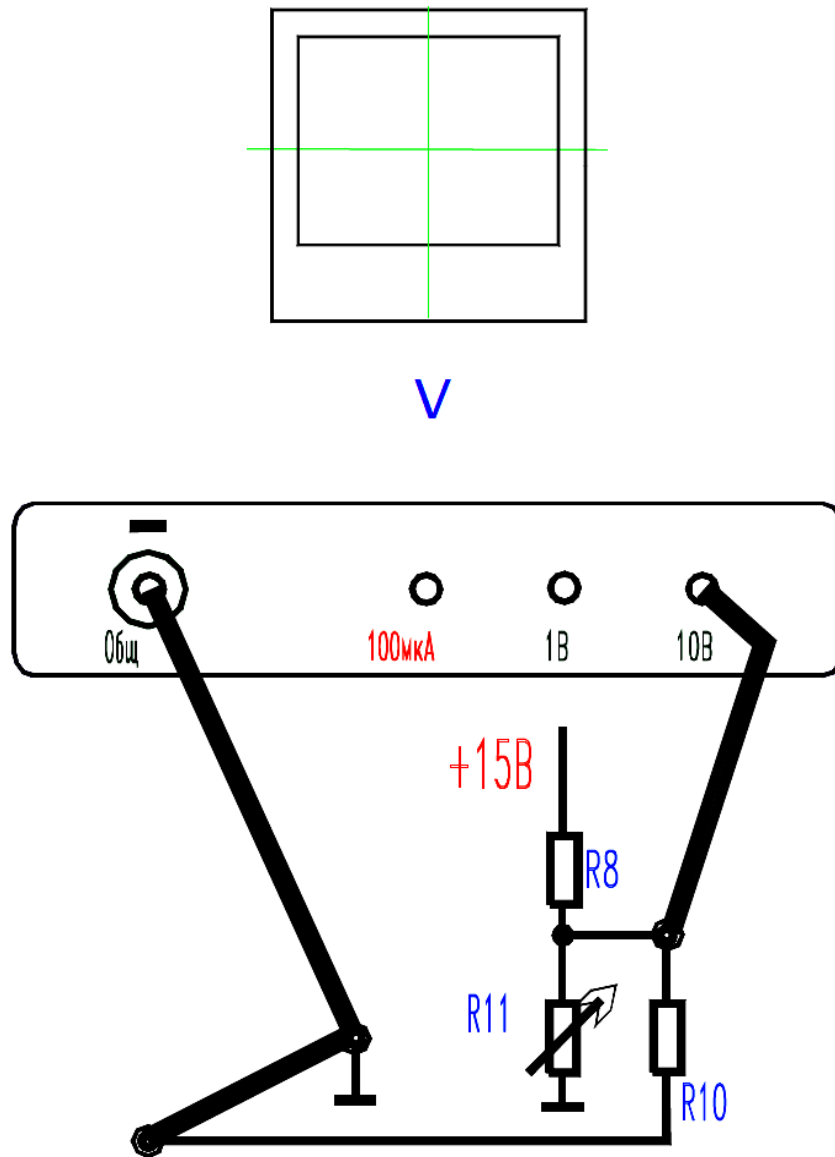
2.3.5 Рассчитать напряжение U_1 и сравнить его результатом измерения:

$$R_{\text{ЭКВ}} = \frac{R_{10} \cdot R_{11}}{R_{10} + R_{11}} + R_s; \quad (2.8)$$

$$I = \frac{U_{\text{п}}}{R_{\text{ЭКВ}}}; \quad (2.9)$$

$$U_{BO} = I \frac{R_{10} \cdot R_{11}}{R_{10} + R_{11}}; \quad (2.10)$$

2.3.6 Построить потенциальную диаграмму для схемы 3 (рисунок 2.7).



R8, R10 – сопротивления; R11 – регулируемое сопротивление.

Рисунок 2.7 – Схема 3 измерения напряжения U_1' и тока I_1

2.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Что такое разность потенциалов?
2. Методы измерения разности потенциалов.
3. Что описывает потенциальная диаграмма?
4. Принцип работы электроскопа.
5. Принцип работы вольтметра.
6. Что такое контур?

Лабораторная работа №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ

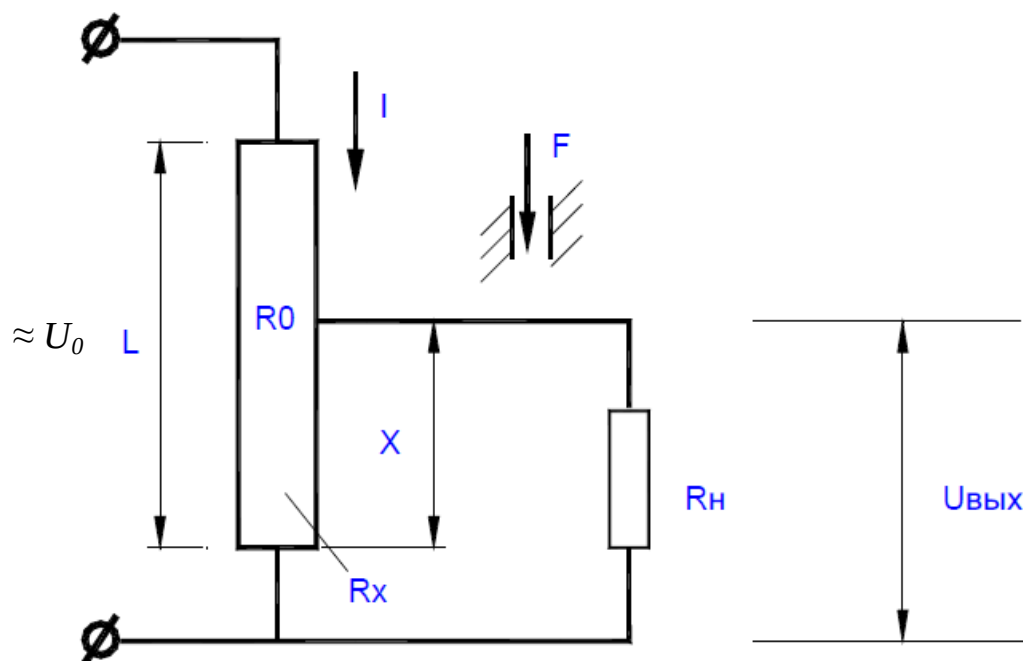
3.1 Цель работы

3.1.1. Изучить принцип действия и характеристики датчиков углов, датчиков температуры и фотодатчиков.

3.2 Основные теоретические сведения

Для измерения линейных и угловых перемещений на постоянном и переменном токе получили применение потенциометрические датчики. Их основное достоинство - простота и отсутствие необходимости последующего усиления, если они применяются для измерения. Основные недостатки - наличие скользящего контакта.

Входной сигнал (перемещение) задается с помощью контактной щетки, которая может перемещаться по потенциометру. Выходной сигнал снимается с движка потенциометра и одной из общих точек потенциометра (рисунок 3.1).



U_0 – входное напряжение; $U_{ВЫХ}$ – выходное напряжение; I – величина тока; R_0 – начальное сопротивление потенциометра; R_x – остаточное сопротивление потенциометра; R_H – сопротивление цепи; L – длина сопротивления потенциометра; F – сила оказываемая на потенциометр.

Рисунок 3.1 – Схемы измерения выходного сигнала с движка потенциометра при $R_H = \infty$ (цепь разомкнута) и получаем зависимость:

$$U_x = \frac{U_0}{L} \cdot X = K \cdot X, \quad (3.1)$$

При условии $R_H \neq \infty$ напряжение, снимаемое щеткой, уже не будет равно U_X . Полное сопротивление цепи R определяется из формулы:

$$R = R_0 - R_X + \frac{R_H \cdot R_X}{R_H + R_X}; \quad (3.2)$$

$$R_X = R_0 - \frac{X}{L}; \quad (3.3)$$

$$I = \frac{U_0}{R}. \quad (3.4)$$

Снижение напряжения на нешунтируемой части потенциометра определяется из выражения:

$$U = I \cdot (R_0 - R_X); \quad (3.5)$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_0 - (R_0 - R_X) = \frac{U_0 \cdot R_X}{R_0 + \frac{R_X \cdot R_0}{R_H} - \frac{R_X^2}{R_H}}; \quad (3.6)$$

Подставив $R_X = \frac{R_0 \cdot X}{L}$ в выражение получаем:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_0 \cdot R_X}{L + \frac{R_0 \cdot X}{R_H} - \frac{R_0 \cdot X^2}{R_H}}.$$

Зависимость выходного сигнала потенциометра $U_{\text{ВЫХ}}$ от входного сигнала «X» в общем случае нелинейная. Но при $R_H = (10 \dots 100) \cdot R_0$ потенциометр можно считать линейным элементом и использовать зависимость:

$$U_{\text{ВЫХ}} = K \cdot X = \frac{U_0}{L} \cdot X. \quad (3.7)$$

Статическая характеристика потенциометрического датчика имеет вид (рисунок 3.2).

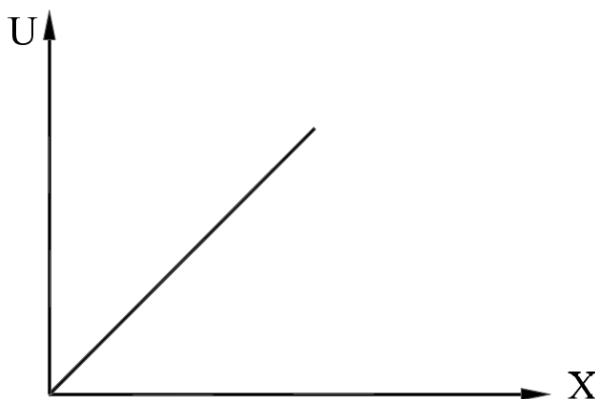


Рисунок 3.2 – Статическая характеристика потенциометрического датчика

В системах автоматики широкое применение находят полупроводниковые фотодатчики, в которых используется внутренний фотоэффект, для контроля количества предметов проходящих через конвейер, для контроля освещённости объектов и т. д. Преимуществами фотодатчиков являются их простота, малые габариты, высокая чувствительность, отсутствие механической связи с измеряемым процессом и малая инерционность. Основным недостатком является малая величина фототока.

Величина фототока фотоэлемента определяется из выражения:

$$I_{\phi} = \frac{S_{\phi}}{\left(1 + \frac{R_H}{R_{\phi}}\right)^2 L} \cdot \Phi, \quad (3.8)$$

где R_{ϕ} – сопротивление фотоэлемента, Ом;

$S_{\phi} = \frac{dI_{\phi}}{d\Phi}$ – интегральная чувствительность фотоэлемента.

Для измерения температуры в автоматике применяются термометры сопротивления. Принцип действия этих термометров основан на свойстве проводников менять свое сопротивление R при изменении температуры.

Зная сопротивление проводника при начальной температуре t_0 :

$$R_0 = C \cdot e^{at_0} \quad (3.9)$$

можно определить сопротивление этого проводника при произвольной температуре t :

$$R_t = C \cdot e^{a_t \cdot t} \quad (3.10)$$

$$\frac{R_t}{R_0} = e^{a_t \cdot (t - t_0)}. \quad (3.11)$$

Разложив правую часть вышеприведенного выражения в ряд, используемую в термометрах сопротивления, получим следующую зависимость:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + a_t \cdot (t - t_0)). \quad (3.12)$$

Величина α_t для диапазона температур 275–475°K может быть принята для меди равной 0,00428 1/°K. В данном диапазоне работают медные и никелевые датчики термометров основанные на сопротивлении.

Основные погрешности термометров сопротивления возникают вследствие влияния внешних факторов, а именно: непостоянства напряжения питания, температуры окружающей среды и тепловой инерционности датчиков температуры.

В современной автоматике, в качестве датчиков температуры используются полупроводниковые терморезисторы или термисторы. Терморезисторы или термисторы – это полупроводниковые резисторы с нелинейной вольтамперной характеристикой, основное свойство которых заключается в способности значительно изменять своё сопротивление при изменении температуры.

Термисторы бывают с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (сопротивление при нагревании увеличивается) и с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС) (сопротивление при нагревании увеличивается).

Сопротивление термистора с отрицательным ТКС возрастает в геометрической прогрессии и определяется выражением:

$$R_t = A \cdot e^{\frac{B}{T}}, \quad (3.13)$$

где A – постоянная для данного сопротивления;

B – коэффициент температурной чувствительности;

T – температура в градусах Кельвина.

Для резисторов с положительным ТКС сопротивление определяется по формуле:

$$R_t = C \cdot e^{at}, \quad (3.14)$$

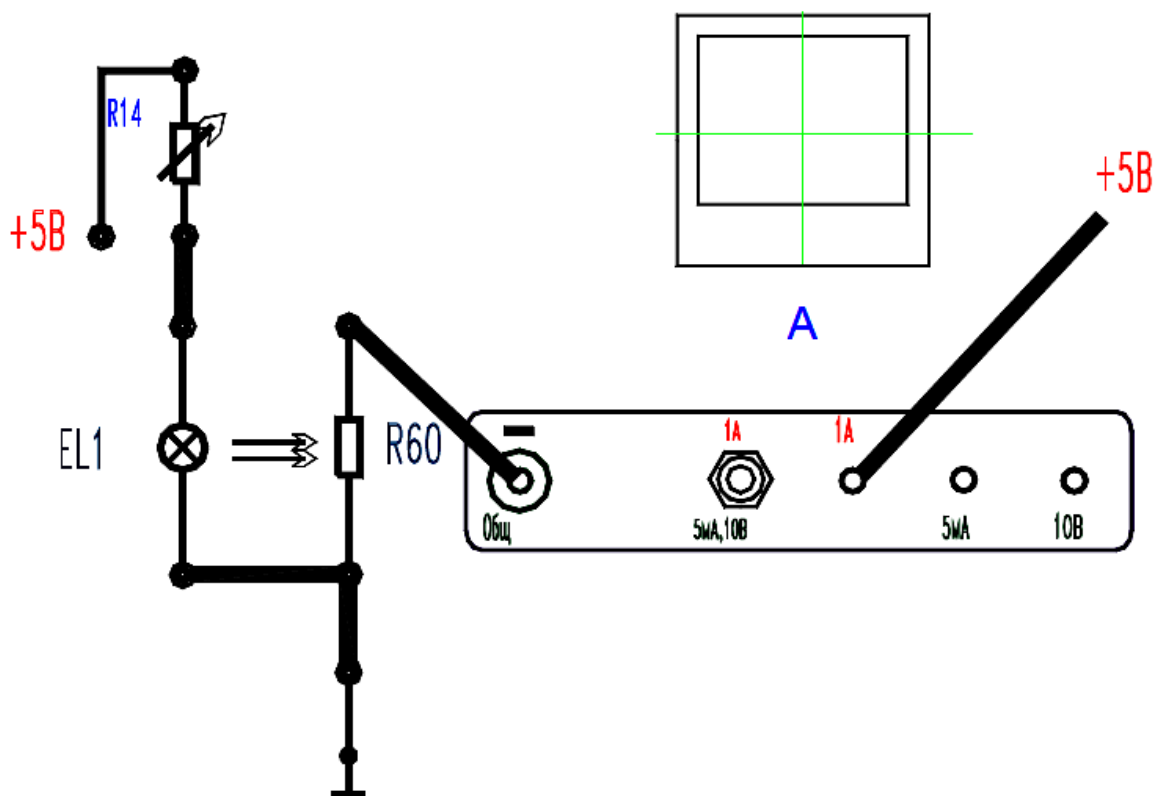
где a – ТКС при температуре t °С.

Чувствительность термодатчика определяется из выражения:

$$S_t = \frac{dR_t}{dt} = a_t \cdot R_0 \quad \text{Ом/град.} \quad (3.15)$$

3.3 Проведение опытов

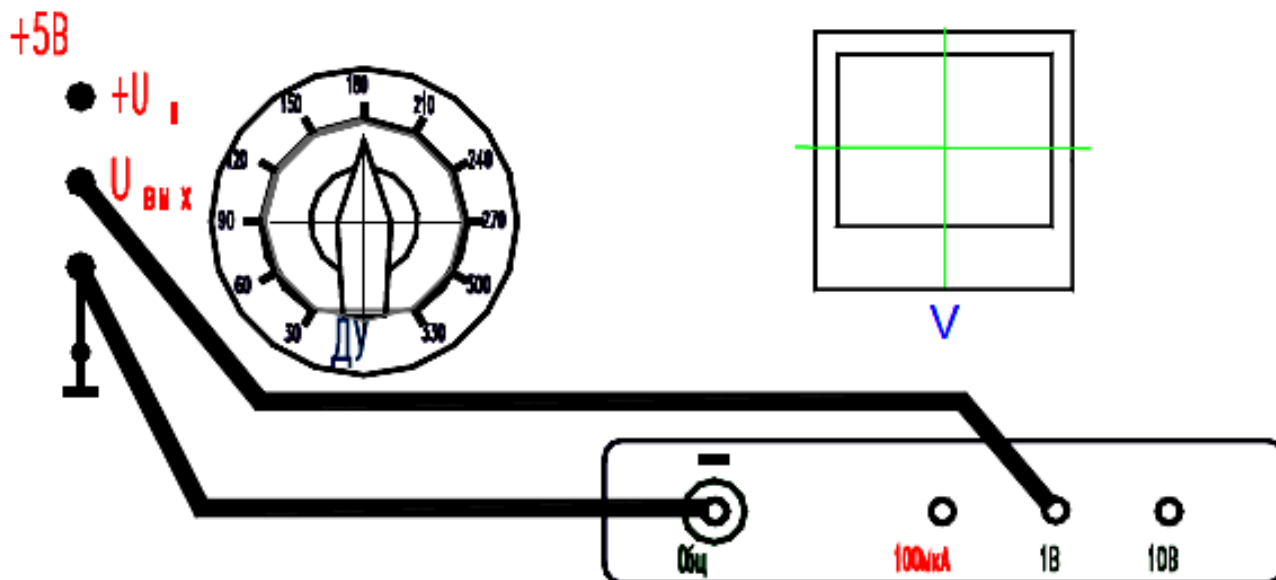
3.3.1 Снять и построить зависимость выходного напряжения ДУ (датчика угла) от угла поворота $U = f(\alpha)$ (рисунок 3.3).



R14 – регулируемое сопротивление; R60 – сопротивление; EL1 – сигнальная лампа.

Рисунок 3.3 – Схема 1 к определению выходного напряжения ДУ (датчика угла) от угла поворота

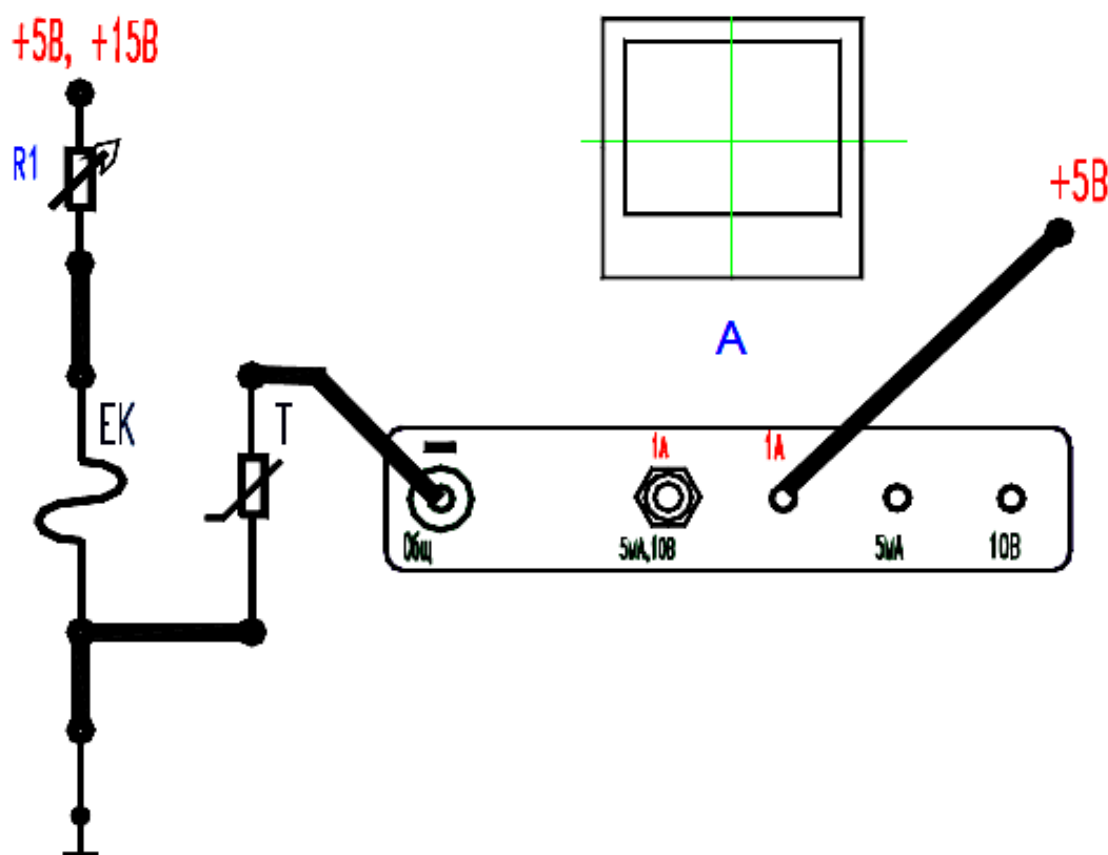
3.3.2 Снять и построить зависимость $R_{\Phi} = f(P_{\text{ист.осв.}})$ по рисунку 3.4, где $P_{\text{ист.осв.}} = U_{\text{ист.осв.}} \cdot I_{\text{ист.осв.}}$.



$U_{\text{в}}$ – входное напряжение; $U_{\text{вых}}$ – выходное напряжение;

Рисунок 3.4 – Схема 2 к определению сопротивления фотоэлемента и мощности источника света

3.3.3 Снять и построить зависимость $R_t=f(t)$ для двух значений мощности нагревательного элемента (рисунок 3.5).



R1 – регулируемое сопротивление; EK – нагревательный элемент; T – датчик температуры.

Рисунок 3.5 – Схема 3 к определению сопротивления терморезистора и мощности нагревательного элемента

3.3.4 Для исследуемого термистора (СТ1-17) $R = 4\text{к}\Omega$ при $T = 293\text{ К}$, $\alpha = - (4,2...7) \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$, $B = (3600 - 6000)\text{ К}$ построить зависимость $R_t=f(t^{\circ}\text{C})$.

3.3.5 Построить зависимость $t^{\circ}\text{C} = f(t)$ для нагревательного элемента.

3.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Что такое потенциометрические датчики?
2. Достоинства потенциометрических датчиков.
3. недостатки потенциометрических датчиков.
4. Для измерения температуры в автоматике, какие приборы применяются?
5. В качестве датчиков температуры, какие элементы автоматики используются?

Лабораторная работа №4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИГНАЛОВ В ТИПОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛАХ ТЕХНИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1. Цель работы

Определить опытным путем основные данные (сигнализируемая величина, носитель информации, информационный параметр, вид сигнала) об используемых в стенде функциональных узлах.

4.2. Основные теоретические сведения

Технические средства автоматики принимают значения контролируемых параметров и передают управляющие воздействия в виде сигналов или в виде кодовых посылок через соответствующие машинные интерфейсы. Сигналы или значения контролируемых параметров формируются средствами контроля (датчиками), основой которых является чувствительный элемент. Сигналы чувствительных элементов обычно преобразуются для передачи на расстояние и использования в качестве входных сигналов технических средств. В качестве входных и выходных сигналов технических средства автоматики используются электрические сигналы нормированных значений. При этом если средства контроля формируют не нормированный сигнал, то для их подключения используются нормирующие преобразователи. В системах автоматизации используются как электрические, так и пневматические сигналы контроля и управления. Для преобразования энергии сигнала используются соответственно пневмоэлектрические (ПЭП) и электропневматические (ЭПП) преобразователи.

По временным характеристикам используемые сигналы разделяются на:

- аналоговые (значение сигнала непрерывно во времени);
- дискретные (сигнал имеет два предельных значения);
- импульсные (значение сигнала квантовано во времени).

Аналоговые сигналы используются при измерении любых физических величин (температуры, влажности, давления и т.д.), а так же при непрерывном управлении исполнительными устройствами (регулирование скорости вращения двигателя с помощью преобразователя частоты; управление температурой с помощью нагревателя и т.д.).

Во всех перечисленных и им подобных случаях используются аналоговые (непрерывные) сигналы.

В контроллерном оборудовании в подавляющем большинстве случаев используются два типа аналоговых сигналов: токовый 4-20 мА и сигнал напряжения 0-10 В.

При использовании этого типа сигнала для получения информации с датчика весь его (датчика) диапазон делится на диапазон напряжения 0-10 В. Например, датчик температуры имеет диапазоны -10...+70 °С. Тогда при -10 °С на выходе датчика будет 0 В, а при +70 °С — 10 В. Все промежуточные значения находятся из пропорции.

Это же верно для любого другого устройства. Например, если аналоговый выход частотного преобразователя настроен на передачу текущей скорости вращения двигателя — тогда 0 В у него на выходе означает, что двигатель остановлен, а 10 В, что двигатель крутится на максимальной частоте

Дискретные сигналы представляют собой величину напряжения постоянного или переменного тока. При этом в качестве отсутствия сигнала (логический ноль) считается напряжение не больше заданного минимального значения, а в качестве наличия сигнала (логическая единица) – напряжение не меньше заданного максимального значения. Для дискретных электрических сигналов используются следующие нормированные значения напряжений для логической единицы: 24, 48, 110 и 220 В.

Для повышения надежности входные и выходные (сигнальные) цепи технических средств автоматики обычно имеют гальваническую развязку (разделение). При организации обмена кодированными данными используются интерфейсы RS-232/422/485.

4.3 Проведение опытов

Определить опытным путем основные данные об указанных ниже (или предлагаемых по выбору преподавателя) функциональных узлах (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Таблица результатов измерений

Функциональный узел	Сигнализируемая величина	Носитель информации	Информационный параметр	Вид сигнала
Температурный датчик				
Датчик угла поворота				

4.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. По временным характеристикам сигналы разделяются, на какие виды?
2. Какие сигналы используются в качестве аналоговых?
3. Что такое аналоговые сигналы?
4. Что такое дискретные сигналы?
5. Что такое импульсные сигналы?

Лабораторная работа №5

ПРОХОЖДЕНИЕ СИГНАЛА В УСТРОЙСТВАХ ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

5.1 Цель работы

Изучить устройства, предназначенные для сигнализации о возникновении дыма или повышении температуры.

Проследить путь прохождения сигнала и определить его вид на отдельных этапах этого пути.

5.2 Основные теоретические сведения

Пожарная сигнализация – это комплекс высокотехнологичных устройств, своевременно реагирующих на появление открытого огня. Одной из главных функций системы является оповещение, находящихся в здании людей, о пожаре.

В независимости от назначения и площади здания пожарная сигнализация состоит из основных элементов:

1. Приемно-контрольное оборудование для сбора и обработки данных с датчиков;
2. Датчики, извещатели для определения очага возгорания;
3. Источники бесперебойного питания;
4. Центр управления – панель, или пульт с программным обеспечением, для обработки сигналов;
5. Звуковые и световые оповещатели.

Согласно принципу срабатывания пожарные сигнализации делят на три вида:

1. Пороговые – применяются в небольших, по площади помещениях, потому что сигнал не указывает на конкретное место появления огня, а только примерное;

2. Адресные – каждый датчик такой системы имеет свой номер, поэтому определить очаг пожара проще и быстрее, чем в пороговой;

3. Адресно-аналоговые – в этой системе контроль ведется круглосуточно. Датчики отправляют информацию не только во время пожара, а постоянно. Эта сигнализация самая дорогая, но эффективная, так как срабатывает даже при малейшем задымлении помещения.

Механизм пожарной сигнализации достаточно прост. Датчики, установленные в каждом помещении, при появлении задымления срабатывают и отправляют сигнал на пульт управления системой. Затем сигнал обрабатывается и посылается на оповещатели. При наличии автоматической системы пожаротушения сигнал также поступает на приборы тушения.

В функции современной пожарной сигнализации также входит отключение вентиляции, для ограничения попадания кислорода в помещения, отключение лифтов, а также включение системы дымоудаления и аварийного освещения.

Для точной обработки и распределения сигнала о возгорании в устройстве пожарной сигнализации применяют приемно-контрольные устройства, такие как контрольные панели, центральные станции, пульта. Отличие этих приборов, в основном, в объеме данных, проходящих и хранящихся в памяти системы. **Соответственно чем больше объект, тем больше емкость должна быть у контрольно-приемного оборудования.** От его стабильной работы зависит скорость передачи данных о пожаре от датчиков к оповещателям.

Вторым немаловажным элементов пожарной сигнализации являются датчики, которые первые «узнают» о повышении температуры и задымлении в помещении. Они, как правило, устанавливаются на потолке и, по средствам шлейфов, соединяются с приемно-контрольными установками.

В зависимости от факторов срабатывания извещатели бывают четырех видов:

1. Дымовые;
2. Тепловые;
3. Световые;
4. Газовые;
5. Комбинированные (объединяют несколько видов).

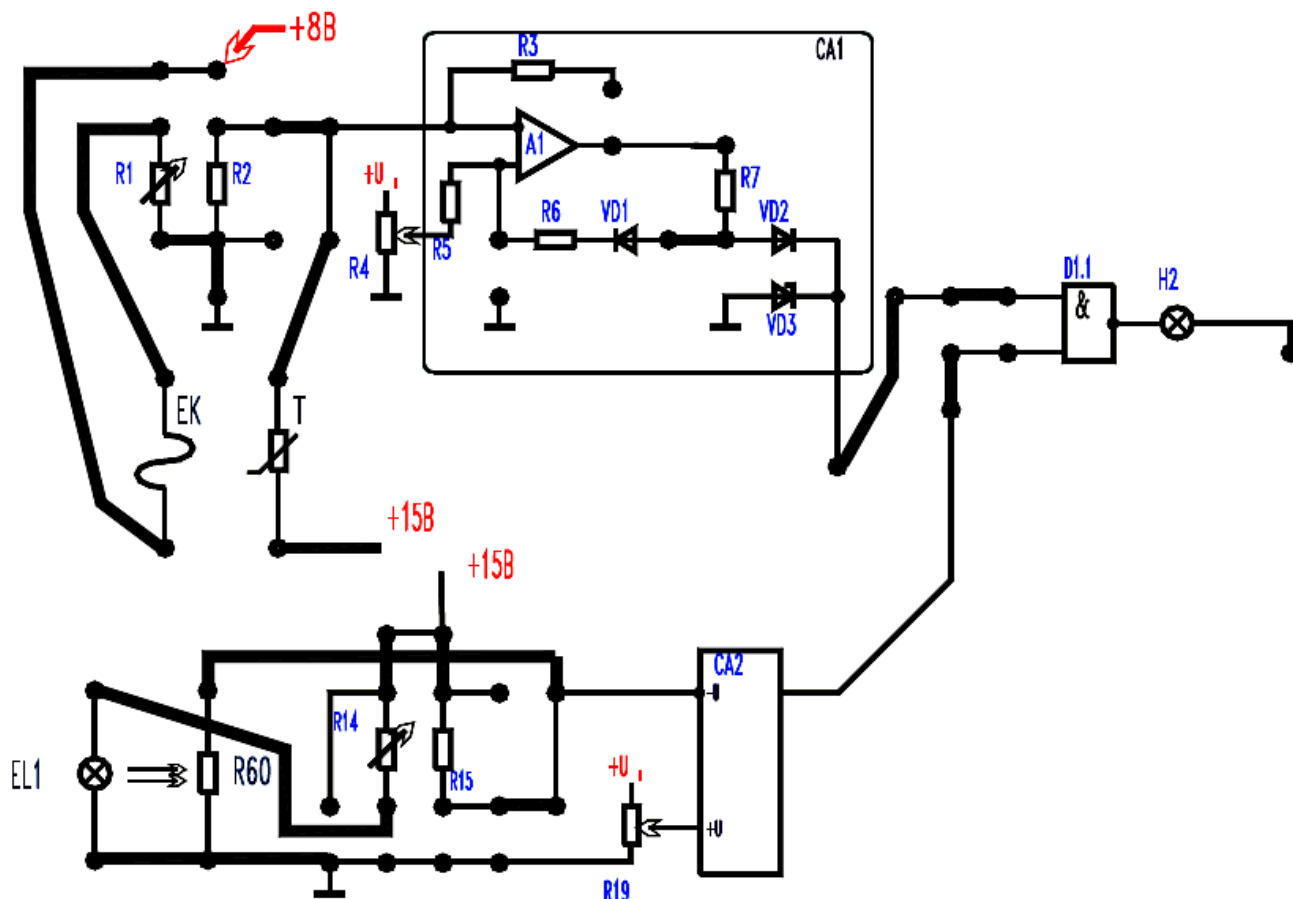
Конструкция извещателя, как правило, пылевлагонепроницаемая, а также огнеупорная и взрывозащищенная.

В дымовых, как правило, стоит фотозлемент, который срабатывает при сильном задымлении. *Тепловые извещатели* рекомендуют применять в помещениях, где нет перепадов температур, чтобы повышение температуры от огня было вовремя распознано пожарной системой. Принцип работы пожарной сигнализации, использующей световые датчики, основано на спектральном анализе огня. *Газовые извещатели* устанавливаются в помещениях с возможностью выделения взрывоопасных газов. Основная функция датчика сработать именно при выделении газа, чтобы не допустить взрыва.

Основным принципом работы датчика-извещателя является замыкания цепи, в которой он находится. При этом посылается сигнал о замыкании на центральный пульт. Все датчики настроены на определенные критические параметры, по достижению которых происходит их реагирование. Площадь, контролируемая одним извещателем, в среднем 12 м².

Существует отдельный вид извещателя – линейный. Этот датчик устанавливается в помещениях с высокими потолками. Отличительной чертой такого прибора является высокая чувствительность. Такие датчики, как правило, ставят в помещениях с легковоспламеняющимися материалами или жидкостями.

Одно из устройств подобной сигнализации приведено на рисунке 5.1.



R – сопротивления; ЕК – нагревательный элемент; Т – датчик температуры; VD – датчики задымленности (фотодиоды); CA1, CA2 – компараторы; D1.1 – логические элементы; H2 – сигнальная лампа

Рисунок 5.1 – Схема подключения пожарной сигнализации на экспериментальной установке

Устройство работает следующим образом. При отсутствии дыма в помещении и нормальной температуре сигнальная лампа H2 не горит. При повышении температуры в помещении увеличивается ток через датчик температуры (сигнал с датчика поступает на вход компаратора (CA1) и сравнивается с сигналом, поступающим с источника опорного напряжения R4). При превышении сигнала с датчика над опорным на выходе CA1 устанавливается 0, а на выходе логического элемента D1.1 – 1, светодиод загорается.

Примечание: Для ускорения протекающих процессов в схеме рекомендуется нагревательный элемент ЕК включать, минуя резистор R1.

При увеличении количества дыма в помещении появляется сигнал с фотодатчика, сравнивается с задающим сигналом на компараторе, и при превышении порогового на выходе компаратора устанавливается 0, появляется сигнал, он поступает на логический элемент, в результате чего на выходе его будет сигнал высокого уровня, и сигнальная лампа Н2 загорится.

Сигнальная лампа загорается также в результате срабатывания одновременно и двух датчиков.

5.3 Проведение опытов

5.3.1 По схеме (рисунок 5.1) произвести монтаж модели устройства пожарной сигнализации, пригодного для определения температуры и степени задымлённости. Для имитации задымлённости в лабораторной работе используется затемнение источника света с помощью физического тела, размещённого на пути световых лучей (Н1). Повышение температуры проволочного резистора ЕК фиксируется с помощью датчика температуры С1-17. Определить вид сигналов в цепи. Результаты измерений занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Таблица результатов измерений

Функциональный узел	Сигнализируемая величина	Носитель информации	Информационный параметр	Вид сигнала
Температурный датчик				
Фотодатчик				

5.3.2 Определить причинно-следственные связи функционирования данной схемы.

5.3.3 Привести примеры сигнализации, используемой в вашей профессии или известной вам из вашего опыта.

5.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Основные категории оборудования пожарной сигнализации.
2. Типы извещателей.
3. Из каких элементов состоит система пожарной сигнализации?
4. Принцип работы экспериментальной установки.
5. Что такое импульсные сигналы?

Лабораторная работа №6

КОДИРОВАНИЕ ДВОИЧНЫМ КОДОМ

6.1 Цель работы

Изучить методы представления информации в двоичном и двоично-десятичном кодах.

Ознакомиться с принципом действия шифраторов и дешифраторов.

6.2 Основные теоретические сведения

Преобразование дискретного сообщения в сигнал состоит из двух операций: кодирования и модуляции. Кодирование определяет закон построения сигнала, а модуляция - вид формируемого сигнала, который должен передаваться по каналам связи.

Кодирование сообщений. Процесс передачи информации заключается в том, что сообщения преобразуются в сигналы и по системе связи передаются получателю. Получатель, зная закон соответствия между сообщениями и сигналами, может извлечь содержащуюся в сообщении информацию. Для верного декодирования каждому сигналу должно соответствовать одно определенное сообщение.

Преобразование сообщений в сигналы осуществляется с помощью кодирования и модуляции. Кодирование представляет собой отображение дискретных сообщений последовательностью символов позиционной системы счисления.

Последовательность символов, сопоставляемая одному элементарному сообщению (букве, знаку и т.д.) называется кодовой комбинацией. Систему правил преобразования элементарных сообщений в кодовые комбинации называют кодом. Основание используемой системы счисления называют основанием кода. Как правило, первичные коды задаются в виде таблиц.

При выборе основания системы счисления учитывают простоту, удобство и экономичность реализации цифрового представления информации в системе, ее преобразований и передачи по каналам связи. Наибольшее применение в технике передачи дискретной информации нашли коды с основанием 2, которые называются двоичными или бинарными. Поэтому в дальнейшем во всех случаях, где это не будет оговорено, рассматриваются двоичные коды. Символы двоичных кодов единица (1) и нуль (0) называются единичными элементами. Количество единичных элементов, образующих кодовую комбинацию, называется длиной кодовой комбинации.

Кодирование сообщений производится специальным устройством, которое называется кодером (кодирующим устройством) источника сообщения

(датчика информации). В кодере кодовые комбинации представляются в виде определенных состояний накопительных элементов (триггеров, ферритов, механических рычагов, линеек и т.д.). Для передачи сообщения состояния накопительных элементов преобразуются в последовательность элементов дискретного электрического сигнала, как правило, в импульсы тока или напряжения. Каждый символ кодовой комбинации представляется единичным элементом цифрового сигнала. Процесс преобразования элементов кодовой комбинации в последовательность элементов сигнала называется модуляцией.

В кодирующем устройстве производится первичное кодирование и первичная модуляция. Термин «первичное» подчеркивает то обстоятельство, что в процессе передачи по каналу связи сигналы, как правило, подвергаются дополнительному кодированию и модуляции.

Коды можно разделить на две большие группы: простые и корректирующие. Корректирующие коды (называют также помехоустойчивые) применяют для повышения верности информации. Простые коды (называют также: первичные, обыкновенные, безизбыточные) используются для первичного преобразования дискретных сообщений в сигналы и получают на выходе кодера источника сообщения.

Систему передачи дискретных сообщений можно существенно упростить, если воспользоваться при кодировании двоичной системой счисления.

В десятичной системе основанием счисления является число 10. Поэтому любое число N можно выразить в следующем выражении:

$$N = \dots + a^2 \cdot 10^2 + a^1 \cdot 10^1 + a^0 \cdot 10^0; \quad (6.1)$$

где a^0, a^1, a^n – коэффициенты, принимающие значения от 0 до 9.

Так число 265 можно представить как $2 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$. В качестве основания счисления можно принять любое целое число m и представить число N как:

$$N = \dots + a^2 \cdot m^2 + a^1 \cdot m^1 + a^0 \cdot m^0; \quad (6.2)$$

где a^0, a^1, a^n – коэффициенты, принимающие значения от 0 до $m - 1$.

Задаваясь величиной m , можно построить любую систему счисления. При $m = 2$ получим двоичную систему, в которой числа записываются при помощи всего лишь двух цифр: 0 и 1. Например, число 15 в двоичной системе записывается 1101, что соответствует следующему выражению:

$$1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Для перевода целых десятичных цифр в двоичную систему счисления пользуются следующим приемом: целое десятичное число делят на два до

получения целого остатка. Полученное частное делят вновь до получения целого остатка и так до тех пор, пока не получится частное меньше двух. Число в двоичной системе счисления формируется из остатков от деления, начиная с последнего.

Пример. Перевести число 29 в двоичную систему счисления (рисунок 6.1).

При преобразовании чисел из десятичной системы в двоичную, а также из двоичной - в десятичную, в качестве промежуточного этапа применяется запись в двоично-десятичной системе. В двоично-десятичной системе каждая цифра десятичной записи задается в двоичной системе. Цифры 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 записываются в виде двоичных четырехзначных чисел 0000, 0001, 0010, ..., 1001.

Двоично-десятичная система менее экономна, чем двоичная, т.к. четыре двоичных разряда используются всего лишь для записи 10 цифр (вместо 16 возможных); запись числа в двоично-десятичной системе на 20% длиннее чисто двоичной его записи. Например, число 637 в двоично-десятичной системе имеет вид 0110 0011 0111 (12 цифр), а в двоичной записи 1001111101 (10 цифр).

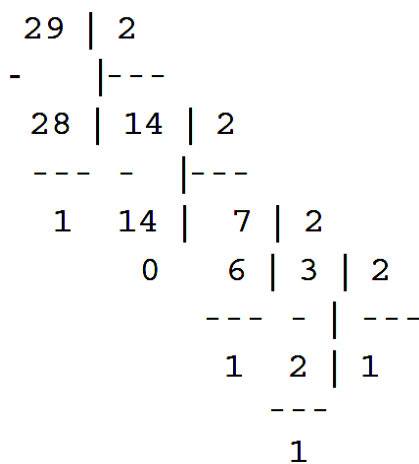


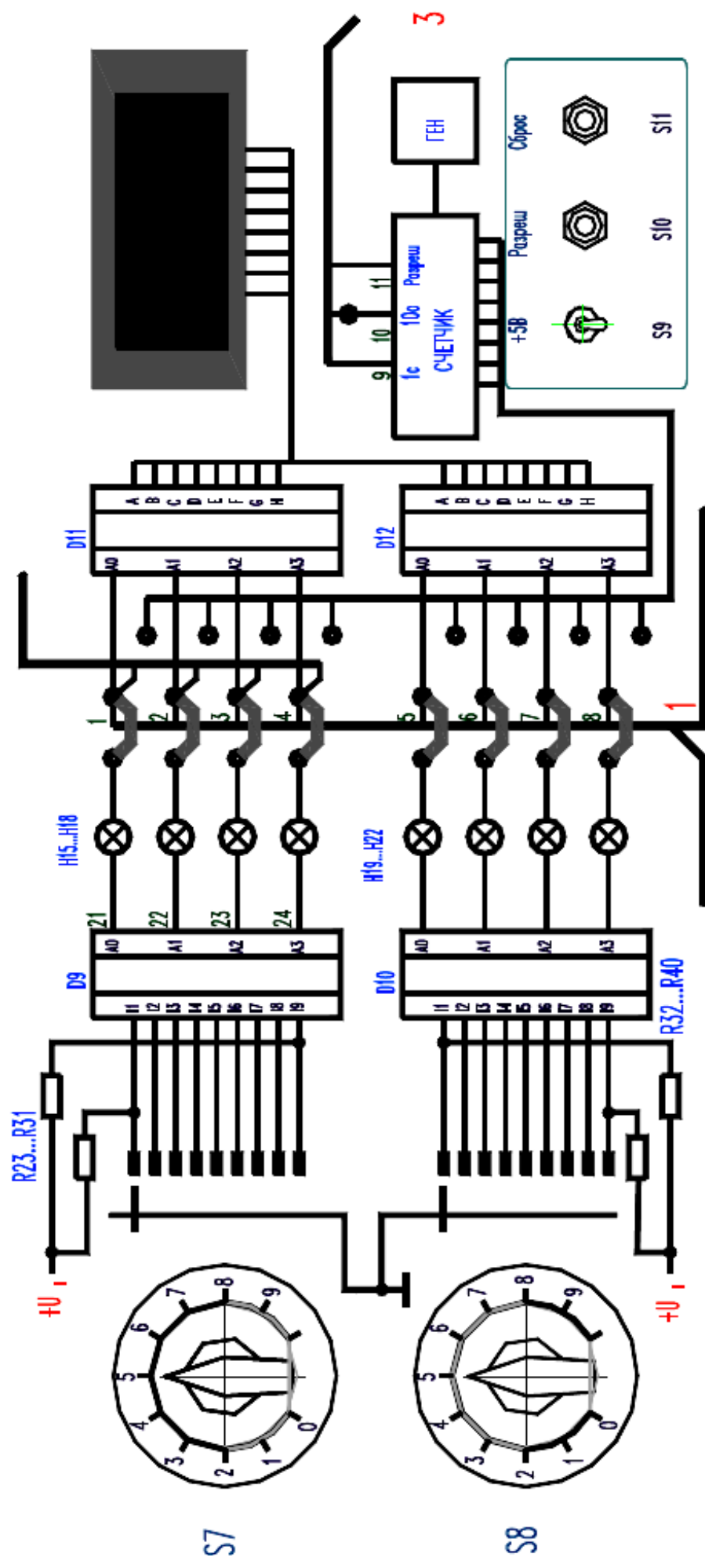
Рисунок 6.1 – Схема перевода числа 29 в двоичную систему счисления

При кодировании происходит процесс преобразования элементов сообщения в соответствующие кодовые им числа (кодовые символы).

Каждому элементу сообщения присваивается определенная совокупность кодовых символов, которая называется кодовой комбинацией. Совокупность кодовых комбинаций, обозначающих дискретные сообщения, называется кодом.

6.3 Проведение опытов

6.3.1 Двоичный код: переключателями S7, S8 с предварительной установкой (рисунок 6.2) на входе микросхемы D9, D10 могут быть установлены различные числа: на выходе этих микросхем производится отображение установленного числа в двоичном коде. Составить таблицу десятичных чисел и их двоичных портов.



S7, S8 – переключатели; R – сопротивления; D9, D10 – входы микросхемы; D11, D12 – дешифраторы; HL – сигнальные лампы

Рисунок 6.2 – Схема соединения переключателей лабораторной установки

6.3.2 Дешифровка: с помощью дешифраторов D11, D12 и элементов индикации осуществляется преобразование четырехразрядного двоичного числа в семибитовую последовательность символов и соответствующая индикация в виде цифры. Произвести на переключателях S7, S8 установку различных чисел. Представить какое-либо десятичное число, например 28, в двоично-десятичном коде и проверьте экспериментально.

Чтобы подать питание на дешифраторы и индикаторы необходимо включить тумблер S9.

6.4 Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Что такое кодирование сообщений?
2. Чем преобразуются сообщения в сигналы?
3. Что такое простые коды?
4. Кодирование двоичной системой счисления.
5. Недостатки двоично-десятичной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малахов А.П. Элементы систем автоматики и автоматизированного электропривода / Малахов А.П., Усачев А.П. - Новосиб.:НГТУ, 2011. - 106 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-7782-1770-6.
2. Гвоздева В.А. Основы построения автоматизированных информационных систем: Учебник / В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 320 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8199-0315-5.
3. Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учебное пособие / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 400 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-16-005162-8.
4. Калинеченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам в автоматике [Электронный ресурс] / А.В. Калинеченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. - М.: Инфра-Инженерия, 2015. - 576 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-9729-0017-6