

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра “Вагони”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних робіт
з дисципліни**

***“АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ
ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ”***

Харків 2009

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 19 березня 2007 року, протокол № 9.

Укладачі:

проф. В.Ф.Головко,

доценти В.В.Бондаренко,

С.Д.Бронза

Рецензент

доц. Р.І. Візняк

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни

*“АВТОМАТИКА ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ
ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ”*

Відповідальний за випуск Бондаренко В.В.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 25.12.07 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,0. Обл.-вид.арк. 2,25.

Замовлення № Тираж 150. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра “Вагони”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
з дисципліни

“Автоматика та автоматизація
виробничих процесів”

Харків 2007

Методичні вказівки були розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри “Вагони” ____ березня 200_ р., протокол № __ від

Укладачі:

Професор В.Ф.Головко,
доцент В.В.Бондаренко,
доцент С.Д. Бронза

Рецензент

доцент Р.І.Візняк

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 4 |
| Лабораторна робота 1 | |
| Вивчення принципу дії систем автоматичного регулювання та складання функціональних схем | 4 |
| Лабораторна робота 2 | |
| Типові елементи систем регулювання | 9 |
| Лабораторна робота 3 | |
| Вивчення принципу дії та статичних характеристик потенціометричного датчика | 15 |
| Лабораторна робота 4 | |
| Типові впливи автоматичних систем | 19 |
| Лабораторна робота 5 | |
| Аналіз стійкості систем автоматичного керування | 22 |
| Лабораторна робота 6 | |
| Дослідження дискретних елементів автоматичних систем | 25 |
| Лабораторна робота 7 | |
| Основи автоматизації із застосуванням цифрових інтегральних мікросхем | 30 |
| Список літератури | 34 |

ВСТУП

Даний цикл лабораторних робіт призначений для якісної підготовки майбутніх фахівців і передбачає безпосереднє застосування студентом основ теорії автоматики у вирішенні практичних питань автоматизації виробництва, що є першим ступенем перевірки своїх знань реальною практикою.

Лабораторні роботи знайомлять студента з елементами автоматики, автоматичними системами, засобами автоматизації, пристроями автоматичних машин, послідовності вивчення та аналізу виробничих процесів, що підлягають автоматизації.

Багато уваги приділяється будові та принципу дії автоматичних систем різних типів, дослідженню типових впливів автоматичних систем, вивченню датчиків різних типів та елементів цифрової техніки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СХЕМ

Мета роботи: вивчення загального принципу дії та функціональної структури автоматичних систем різних типів.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Автоматичні системи можна поділити на два основних класи: розімкнуті та замкнуті.

Автоматичні системи з розімкнутим ланцюгом керування (рисунок 1.1) використовують принцип керування по зовнішньому впливу та працюють по жорсткій програмі (наприклад, верстати-автомати, автоматичні лінії та ін.).

Автоматичні системи із замкнутим ланцюгом керування (рисунок 1.2) побудовані на основі принципу зворотного зв'язку.

Він полягає у тому, що бажаний або оптимальний стан об'єкта порівнюється з його дійсним станом, і похибка, яка при цьому утворюється, використовується для вироблення нового вхідного впливу, щоб похибка керування (неузгодженість) прагнула до нуля або була у заданих межах.

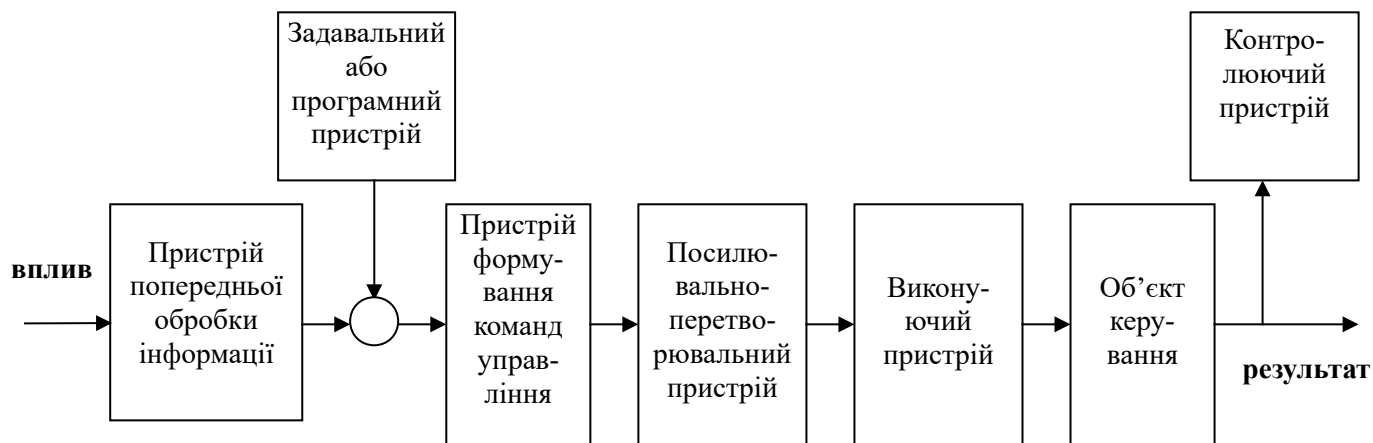


Рисунок 1.1 – Функціональна схема системи автоматичного регулювання з розімкнутим ланцюгом керування

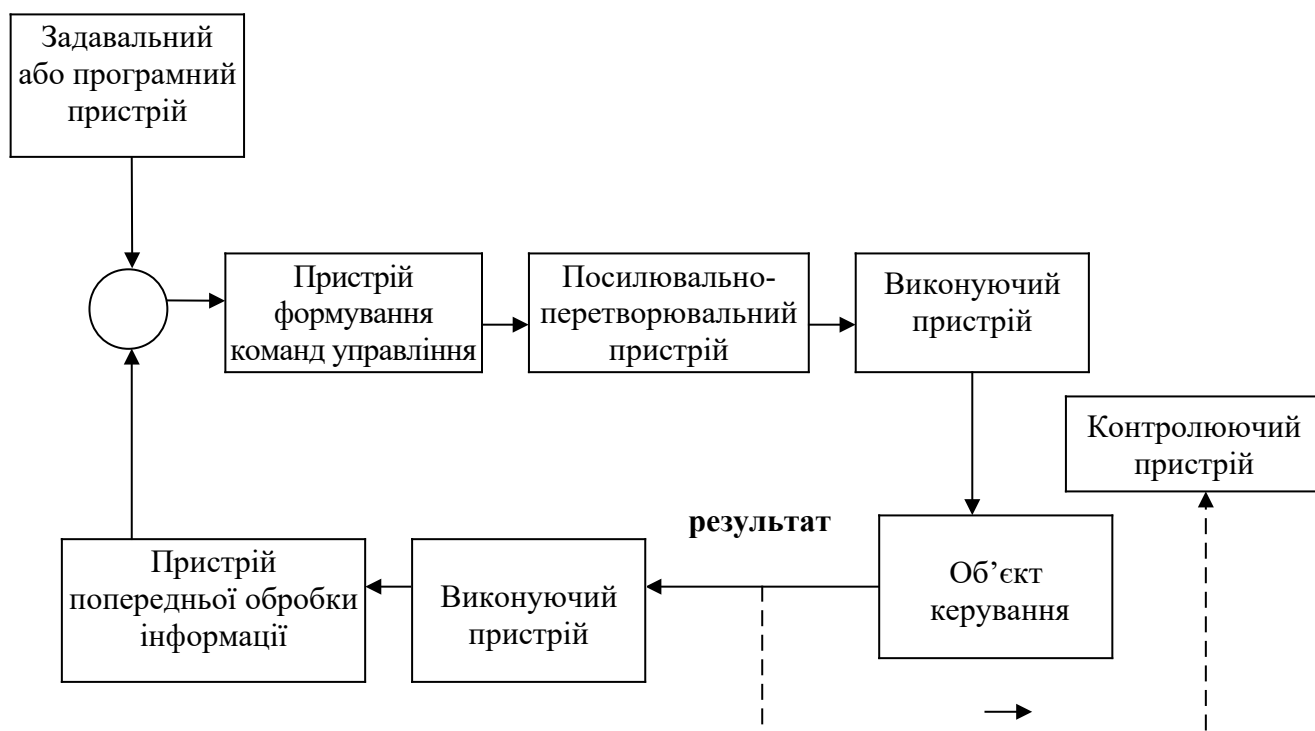


Рисунок 1.2 – Функціональна схема системи автоматичного регулювання із замкнутим ланцюгом керування

Функціональні схеми систем автоматичного регулювання відображають взаємодію об'єкта регулювання та автоматичного регулятора. Графічно вони зображуються у вигляді прямокутників, пов'язаних між собою лініями зі стрілками.

На рисунку 1.3 зображена функціональна схема системи автоматичного регулювання з регулятором прямої дії.

Система складається із об'єкта регулювання ОР, чутливого елемента ЧЕ, порівнюючого пристрою ПП та виконуючого пристрою ВП.

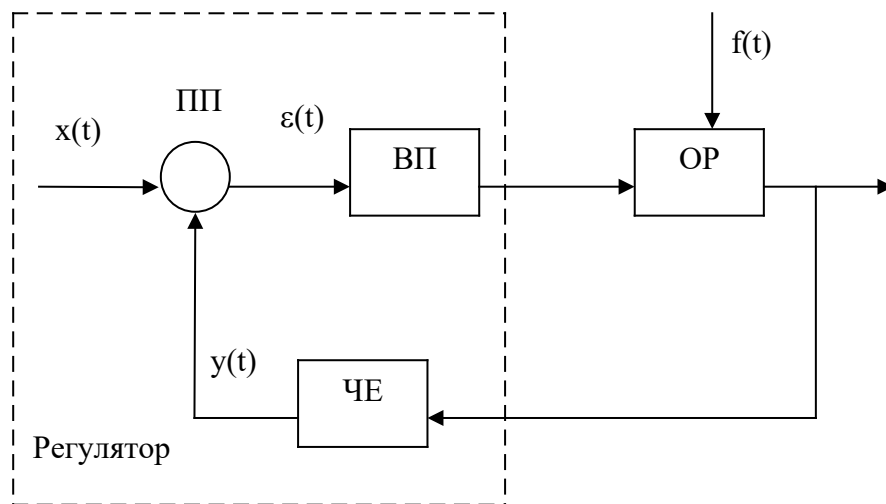


Рисунок 1.3 – Функціональна схема системи автоматичного регулювання з регулятором прямої дії

Рівняння порівнюючого пристрою ПП має вигляд

$$\varepsilon(t) = x(t) - y(t),$$

тобто з величини $x(t)$, що надходить від задатчика, віднімається вихідна величина $y(t)$. Отримана у результаті цього величина $\varepsilon(t)$ є похибкою системи. Ця величина надходить у виконуючий пристрій ВП. Останній впливає на об'єкт регулювання відповідно до знака відхилення величини, що регулюється. Величина $x(t)$

також є настройкою регулятора, яка задає системі регулювання необхідний рівень величини, що регулюється.

Чутливий елемент ЧЕ вимірює величину, що регулюється, та перетворює її (якщо потрібно) у сигнал $y(t)$, зручний для порівняння із заданим значенням $x(t)$.

Окрім цього, на об'єкт регулювання завжди діють нерегульовані збурювальні впливи $f(t)$.

Об'єкт регулювання, окрім збурювальних впливів, також має вхідний вплив від автоматичного регулятора.

На рисунках 1.4 -1.6 наведені спрощені схеми систем автоматичного регулювання різних об'єктів регулювання.

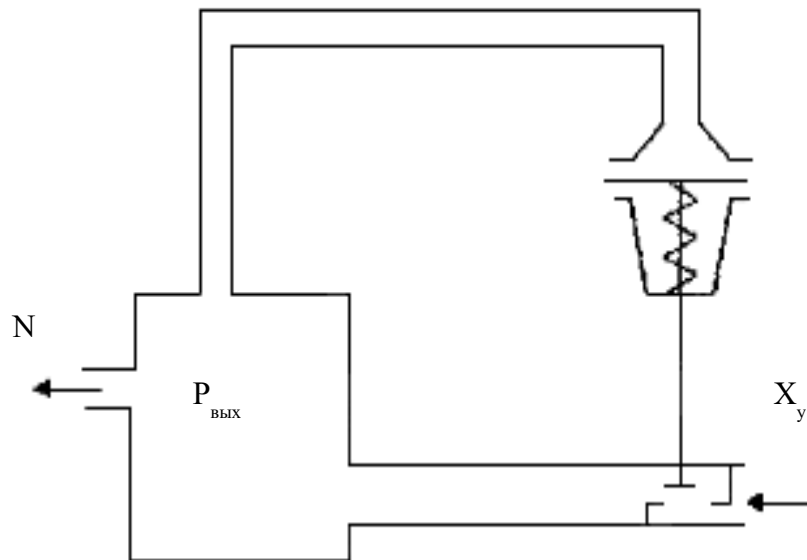


Рисунок 1.4 – Схема системи автоматичного регулювання тиску газу в резервуарі

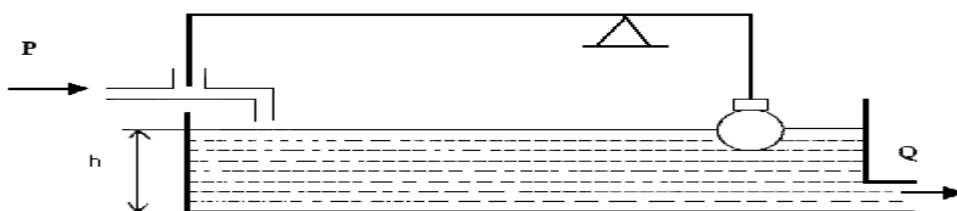


Рисунок 1.5 – Схема системи автоматичного регулювання рівня рідини в резервуарі

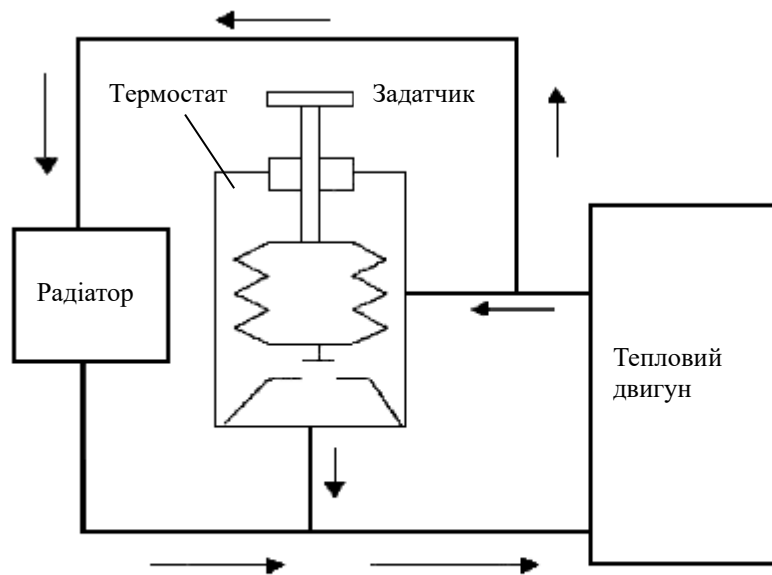


Рисунок 1.6 – Схема системи автоматичного регулювання температури води або масла в тепловому двигуні

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Вивчити принцип дії системи автоматичного регулювання тиску газу в резервуарі (рисунок 1.4), системи автоматичного регулювання рівня рідини в резервуарі (рисунок 1.5), системи автоматичного регулювання температури води або масла в тепловому двигуні (рисунок 1.6).

2 Дати стислий опис роботи цих систем.

3 Скласти функціональні схеми систем автоматичного регулювання, які зображені на рисунках 1.4 – 1.6. Позначити на схемах усі елементи та величини.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Які з елементів є функціонально необхідними для системи автоматичного регулювання?

2 Які причини викликають відхилення величини, що регулюється, від її заданого значення?

3 Чим відрізняються системи автоматичного регулювання, які використовують принцип регулювання по збуренню, від систем регулювання по відхиленню?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ РЕГУЛЮВАННЯ

Мета роботи: вивчити принципові схеми чутливих елементів безупинної та релейної (переривчастої) дії, перетворювальних та підсилювальних елементів.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Чутливі елементи регуляторів призначені для виміру відхилень величини, що регулюється. У таблиці 2.1 наведені схематичні зображення деяких чутливих елементів безупинної дії, а в таблиці 2.2 – елементів релейної (переривчастої) дії.

У таблиці 2.3 наведені схематичні зображення деяких типів елементів для виміру похибки. Ці елементи також можна розподілити на елементи безперервної й переривчастої дії.

Перетворення величин відбувається і у чутливих елементах (наприклад, напруга перетвориться в переміщення, температура - в ЕРС і т.ін.).

Однак перетворювальними прийнято називати спеціальні елементи, призначені для перетворення однієї величини в іншу (без впливу додаткової енергії). У таблиці 2.4 наведені схеми деяких перетворювальних елементів.

Підсилювальні елементи призначені для посилення потужності в регуляторах. Вони управляють енергією, що надходить від стороннього джерела енергії.

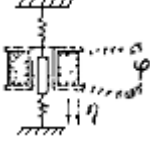
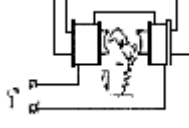
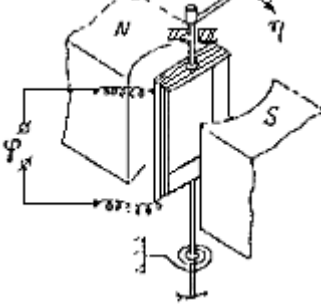
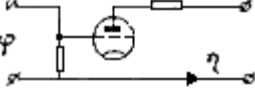

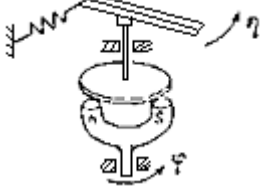
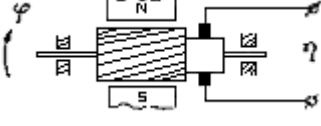
У таблиці 2.5 наведені деякі типи підсилювальних елементів з нерухомим виходом, а в таблиці 2.6 – підсилювальних елементів з рухомим виходом (сервомоторів).

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Вивчити принципові схеми елементів систем регулювання.
- 2 Ознайомитись з конструкцією та принципом дії елементів

різних типів систем регулювання.

- 3 Описати принцип дії одного з елементів кожного типу (відповідно до заданого варіанта), які наведені у таблицях 2.1-2.6.

| Рід величини, що вимірюється | Схематичний вигляд та найменування приладу | Вхідна величина | Вихідна величина |
|------------------------------|---|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Електрична |  <p>Електромагніт утяжного типу</p> | Напруга, струм | Переміщення осердя |
| |  <p>Електромагніт поворотного типу</p> | Напруга, струм | Кут повороту якоря |
| |  <p>Магнітоелектричний</p> | Напруга, струм | Кут повороту рамки |
| |  <p>Електронний</p> | Напруга, струм (сіткові) | Анодний струм |
| Швидкість обертання |  <p>Відцентровий маятник</p> | Кутова швидкість обертання шпинделя | Переміщення муфти |
| |  <p>Індукційний тахометр</p> | Кутова швидкість обертання осі магніту | Кут повороту диска |
| |  <p>Тахогенератор</p> | Кутова швидкість обертання вала | Напруга на щітках |

Таблиця 2.1 – Схематичні зображення чутливих елементів безупинної дії

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|---|-----------------------------------|--|
| Швидкість обертання | <p>Прецесійний гіроскоп</p> | Обертання установки навколо осі Z | Кут обертання внутрішнього кільця навколо осі Y |
| Температура | <p>Контактний термометр</p> | Температура | Опір зовнішнього ланцюга |
| | <p>Біметал</p> | Температура | Прогин біметалевої пластинки |
| | <p>Термопара</p> | Температура спаю | Електрорушійна сила на холодних кінцях термопари |
| | <p>Термометр опору</p> | Температура в колбі | Напруга на діагоналі моста |
| Тиск | <p>Мембрана</p> | Тиск на мембрану | Прогин мембрани |
| | <p>Пружинна трубка</p> | Тиск у трубці | Кут обертання вільного перетину трубки |
| | <p>Дифманометр для виміру швидкості рідини або газу</p> | Швидкість руху рідини або газу | Прогин мембрани |

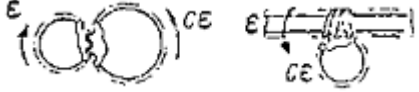
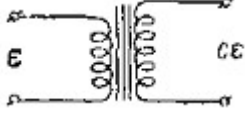
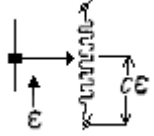
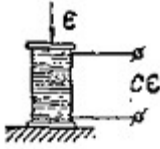
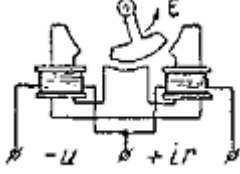
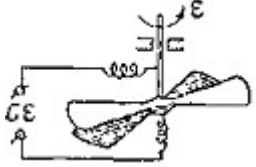
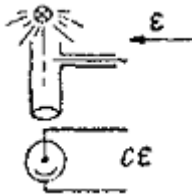
Таблиця 2.2 – Схематичні зображення чутливих елементів переривчастої дії

| Схематичний вигляд та найменування приладу | Вхідна величина | Вихідна величина |
|--|-----------------------------|---|
|  <p>Контактний гальванометр із падаючою дужкою для переривчастого регулювання</p> | Напруга, струм рамки | Тривалість періодичного замикання ртутних контактів |
|  <p>Поляризоване реле</p> | Напруга, струм обмотки реле | Замикання контакту реле |
|  <p>Контактний термометр</p> | Температура | Замикання контакту із ртуттю |
|  <p>Вібраційний двопозиційний орган (реле)</p> | Зміна напруги живлення | Замикання контактів |

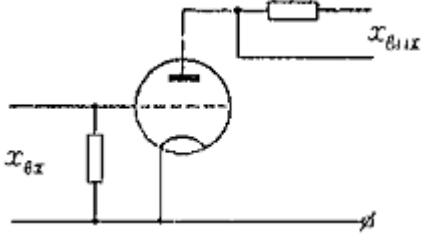
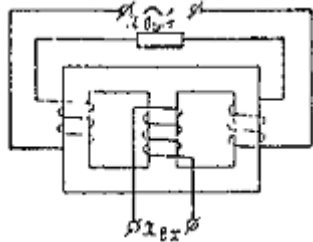
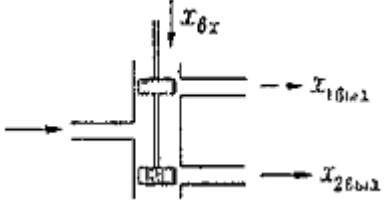
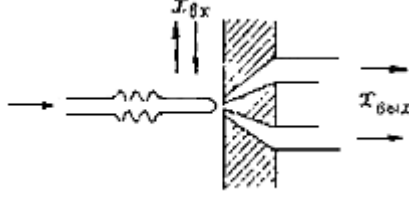
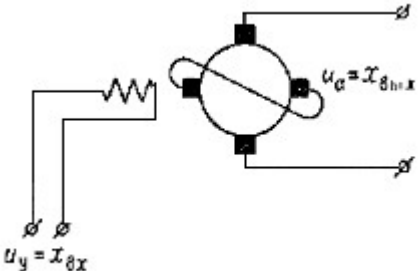
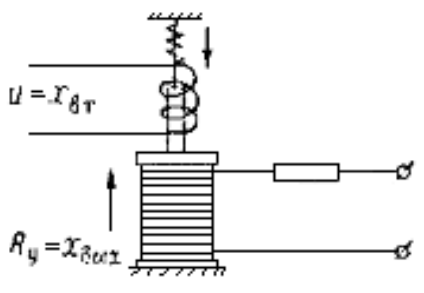
Таблиця 2.3 – Схематичні зображення елементів для вимірювання похибки

| Схематичний вигляд та найменування приладу | Вхідна величина | Вихідна величина |
|---|---|--|
|  <p>Механічний диференціал</p> | Кути обертання валів y та x | Кут обертання осі водила ϵ |
|  <p>Сельсини в трансформаторному режимі</p> | Кути обертання роторів сельсинів А та В | Напруга на однофазній обмотці сельсина В |
|  <p>Різницевий міст</p> | Переміщення повзунків А та В | Напруга між повзунками А та В |
|  <p>Переривчастий елемент - контактні кільця</p> | Кути обертання кілець та щітки | Замикання щітки з одним із кілець |

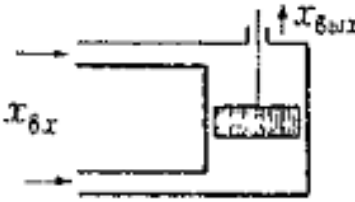
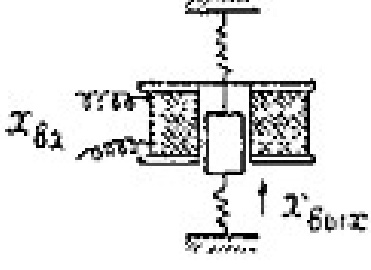
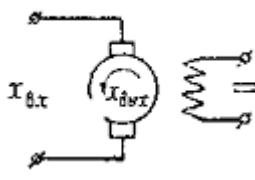
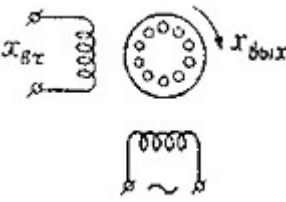
Таблиця 2.4 – Схематичні зображення перетворювальних елементів

| Схематичний вигляд та найменування приладу | Вхідна величина | Вихідна величина |
|---|--|-------------------------------|
|  <p>Зубчаста та черв'ячна передачі</p> | Кут | Кут |
|  <p>Трансформатор</p> | Змінна напруга однієї величини | Змінна напруга іншої величини |
|  <p>Реостатний перетворювач</p> | Переміщення | Опір |
|  <p>Вугільний стовп</p> | Переміщення | Опір |
|  <p>Індуктивний перетворювач</p> | Кут обертання осердя | Індуктивний опір |
|  <p>Ємнісний перетворювач</p> | Кут обертання пластини | Ємність між пластинами |
|  <p>Фотоелектронний перетворювач</p> | Переміщення екрана (або зміна світлового потоку) | Опір фотоелемента |

Таблиця 2.5 – Підсилювальні елементи з нерухомим виходом

| | |
|--|--|
|  <p>Електронний підсилювач</p> |  <p>Магнітний підсилювач</p> |
|  <p>Золотник</p> |  <p>Трубка течії</p> |
|  <p>Електромашинний підсилювач</p> |  <p>Підсилювач із вугільним стовпом</p> |

Таблиця 2.6 – Підсилювальні елементи з рухомих виходом

| | |
|--|--|
|  <p>Поршневий двигун (гідравлічний та пневматичний)</p> |  <p>Електромагніт</p> |
|  <p>Двигун постійного струму</p> |  <p>Двофазний двигун змінного струму</p> |

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Яке призначення чутливих елементів систем автоматичного регулювання?

2 Як працює відцентровий регулятор швидкості?

3 Чи може один і той самий елемент служити як для сприйняття вхідної величини (величини, що підлягає регулюванню), так і для формування керуючого впливу?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНОГО ДАТЧИКА

Мета роботи: ознайомлення із принципом дії та конструкцією потенціометричних перетворювачів і експериментальне дослідження статичної характеристики датчика.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Потенціометричний перетворювач (рисунок 3.1) являє собою пристрій змінного електричний опору, величина якого залежить від положення струмознімального контакту (повзунка).

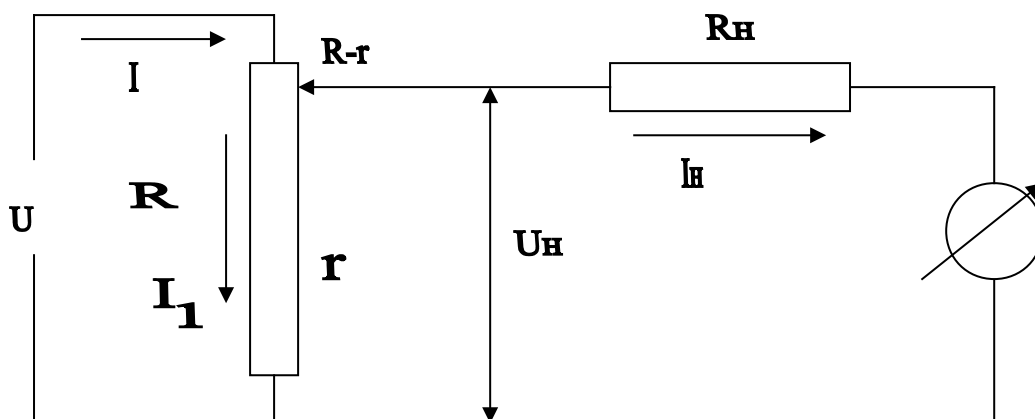


Рисунок 3.1 – Потенціометричний перетворювач (датчик)

Навантаженням потенціометричного датчика є повний електричний опір підсилювача, реле, електромагнітного перетворювача та ін.

Потенціометричний датчик здійснює перетворення лінійного або кутового механічного переміщення чутливого елемента первинного датчика інформації у вихідний електричний сигнал відповідно до лінійного або нелінійного закону.

Вихідний струм I_H та вихідна напруга U_H однозначно пов'язані з положенням повзунка (рисунок 3.1). Це походить зі співвідношень:

$$I = I_1 + I_H; \quad U = I(R-r) + I_1 r; \quad I_1 r = I_H + I_H R_H.$$

Виключаючи I і I_1 , отримуємо:

$$U = I_H R_H \left[\frac{R}{r} + \frac{(R-r)}{R_H} \right]$$

або

$$I_H = \frac{U}{R_H} \frac{r}{R} \frac{1}{1 + \frac{r}{R} \left(1 - \frac{r}{R}\right) \frac{R}{R_H}}.$$

Оскільки опір r пропорційний переміщенню повзунка, то і струм навантаження I_H залежить від координат повзунка нелінійно.

Вихідна напруга елемента

$$U_H = I_H R_H$$

також нелінійно залежить від координат повзунка, тобто в загальному випадку потенціометричний датчик має нелінійну характеристику.

При відносно великому опорі навантаження (тобто при R_H значно більшому R) ця нелінійність стає мало відчутною та можна завжди із заданою точністю забезпечити лінійну залежність

$$U_H = \frac{U \cdot r}{R} = \frac{U \cdot x}{l}.$$

Тому, звичайно, в потенціометричних датчиках використовується перетворення переміщення в напругу, а не в струм.

Чутливість такого датчика дорівнює $\frac{U}{l}$ В/м.

Основними перевагами потенціометричних датчиків є простота конструкції та зручність в експлуатації. До недоліків можна віднести наявність механічного контакту, що вимагає порівняно більших зусиль для перестановки повзунка і необхідність значних лінійних переміщень повзунка, оскільки при малих переміщеннях має місце відчутна похибка.

ПРИЛАДИ ТА УСТАТКУВАННЯ

ЕОМ із програмним комплексом Electronics Workbench або принципова схема лабораторної установки для дослідження потенціометричного датчика, що наведена на рисунку 3.2.

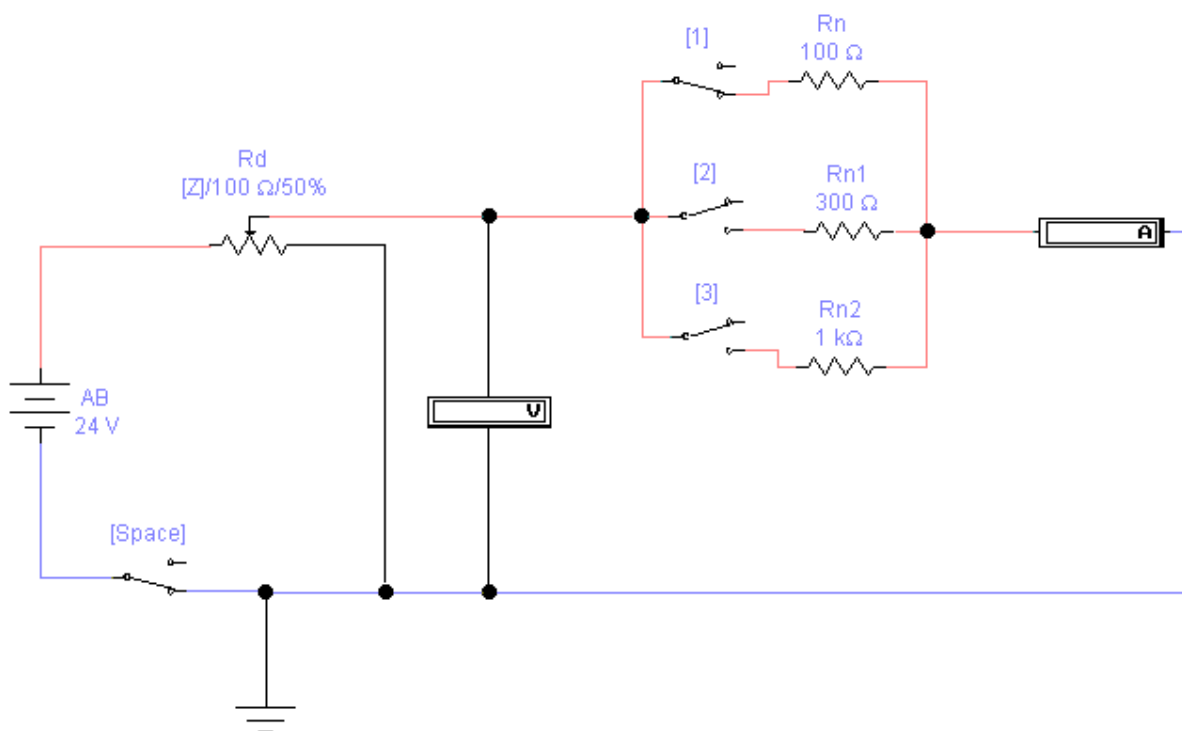
ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Ознайомитись із призначенням, схемою підключення та принципом дії потенціометричного датчика.

2 Зібрати схему у програмному комплексі Electronics Workbench, яка показана на рисунку 3.2.

3 Увімкнути схему за допомогою перемикача «I/O» меню програми.

4 Збільшуючи опір резистора, що регулюється, від 0 до 100% та підключаючи послідовно резистори постійного опору R_n , R_{n1} та R_{n2} , заповнити експериментальну таблицю 3.1.



- “SPACE” – вимикач джерела постійного струму напругою 24В;
 R_d – потенціометр (резистор, що регулюється), $R_d=100$ Ом;
 АВ – джерело постійного струму напругою 24В;
 [1], [2], [3] – перемикачі для підключення та відключення опорів навантажень відповідно: $R_n=100$ Ом, $R_{n1}=300$ Ом та $R_{n2}=1$ кОм;
 V – вольтметр для виміру напруги навантаження та визначення номінальної напруги 24 В;
 А – амперметр для виміру сили струму на навантаженні

Рисунок 3.2 – Принципова схема лабораторної установки для дослідження потенціометричного датчика

Таблиця 3.1 – Дослідження статичних характеристик потенціометра

| Відсотки | Uвих, В | | | Iвих, А | | |
|----------|---------|-----|-----|---------|-----|-----|
| | Rn | Rn1 | Rn2 | Rn | Rn1 | Rn2 |
| 0 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 90 | | | | | | |
| 100 | | | | | | |

5 Побудувати статичні характеристики у вигляді залежностей:

- напруги на навантаженнях R_n , R_{n1} та R_{n2} від опору потенціометра R_d ;
- струму I від напруги U на навантаженнях R_n , R_{n1} та R_{n2} ;
- струму I на навантаженнях R_n , R_{n1} та R_{n2} від опору потенціометра R_d .

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 У чому полягає принцип дії потенціометричного датчика?
- 2 З якою метою застосовуються потенціометричні датчики?
- 3 Які існують переваги та недоліки потенціометричних датчиків?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

ТИПОВІ ВПЛИВИ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: Ознайомлення з типовими впливами автоматичних систем та моделювання їх на ЕОМ.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Стан будь-якої системи автоматичного регулювання істотно залежить від величини та характеру зовнішніх впливів на систему. Впливи, які діють на систему регулювання, являють собою функцію часу, яка безупинно змінюється, але точний закон цієї зміни неможливо вгадати. Однак при розгляді конкретних умов роботи системи виявляється можливим вибрати такий вплив, який для даної системи є найбільш типовим або найбільш несприятливим. Вибравши такий вплив та вивчивши викликаний ним перехідний процес, можна судити про динамічні властивості системи.

Як типовий вплив часто обирають одиничний стрибок

$$l(t) = 0, \text{ якщо } t < 0;$$

$$l(t) = 1, \text{ якщо } t > 0$$

або ступінчатий вплив (рисунок 4.1, а).

$$g(t) = g_0 1(t).$$

Впливу такого виду фізично відповідає, наприклад, зменшення або збільшення навантаження в системі регулювання, миттєве підключення або відключення групи споживачів та ін.

У деяких випадках у якості типового впливу обирається вплив

$$g(t) = g_0 \delta(t),$$

де $\delta(t)$ - одинична дельта-функція:

$$\delta(t) = 0, \text{ якщо } t \neq 0;$$

$$\delta(t) = \infty, \text{ якщо } t = 0.$$

Дельта-функція є математичною ідеалізацією імпульсу нескінченно малої тривалості, який має кінцеву площу, що дорівнює одиниці. Графічно такий вплив прийнято зображувати стрілкою, довжина якої характеризує величину g_0 (рисунок 4.1, б). Впливи такого виду використовуються при дослідженні систем, що працюють в умовах імпульсних збурень.

У ряді випадків у якості вхідних впливів використовуються ступеневі функції часу – лінійні, квадратичні та ін.

$$g(t) = kt \quad (\text{лінійна});$$

$$g(t) = kt^2 \quad (\text{квадратична}).$$

Вид цих впливів показаний відповідно на рисунку 4.1. в, г.

Часто застосовуються гармонічні типові впливи (рисунок 4.1, д):

$$g(t) = g_{\max} \sin(\omega t + \varphi),$$

де g_{\max} - амплітуда гармонічного сигналу;

ω - кругова частота;

φ - початковий фазовий зсув.

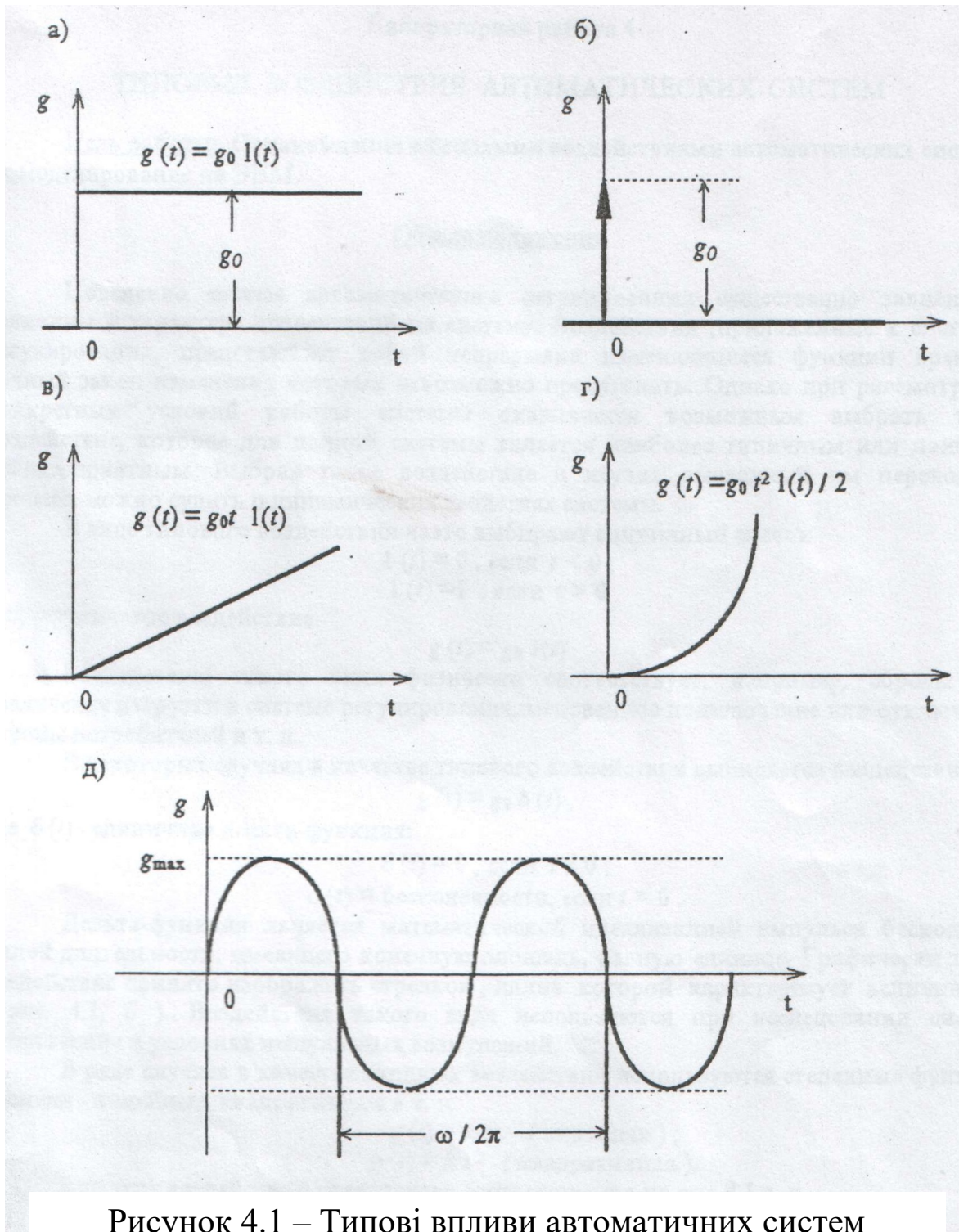


Рисунок 4.1 – Типові впливи автоматичних систем

Реакція системи на одиничний ступінчатий вплив називається перехідною характеристикою та позначається $h(t) = x(t)$.

Крива розгону визначає закон зміни вихідної величини $x_2(t)$ при ступінчатому вхідному впливі $x_1(t) = x_0 \cdot 1(t)$ та нульовому початковому значенні $x_2(0) = 0$.

Реакція системи або ланки на імпульсну функцію називається функцією ваги та позначається $k(t) = x(t)$.

Гармонічний вплив використовується при аналізі динамічних властивостей систем частотними методами.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1 Ознайомитись з призначенням та застосуванням типових збурювальних впливів.

2 Побудувати криву розгону автоматичної системи, перехідна функція якої має вигляд:

$$h(t) = 5x(t) \exp(-t/30) .$$

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Яке призначення типових збурювальних впливів? Коли вони виникають?

2 Охарактеризуйте кожний з розглянутих типових збурювальних впливів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Мета роботи: практично освоїти використання ЕОМ для цілей розрахунку та аналізу стійкості систем автоматичного керування.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Стійкість – це здатність системи повертатися у вихідний або близький до нього сталий режим після виходу з нього в результаті якого-небудь зовнішнього впливу.

Для оцінки та аналізу стійкості систем САУ застосовуються алгебраїчні та частотні критерії. До алгебраїчних критеріїв належать критерії Рауса та Гурвіца, а до частотних – Михайлова та Найквіста. У даній роботі для оцінки стійкості використовується критерій Рауса.

Так, нехай маємо характеристичне рівняння системи

$$a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n = 0.$$

Це рівняння необхідно привести до вигляду $a_0 > 0$. На основі цього рівняння складається спеціальна таблиця. Правила заповнення цієї таблиці такі:

- перший рядок заповнюється коефіцієнтами з парними індексами, починаючи з a_0 ;
- другий заповнюється коефіцієнтами з непарними індексами;
- коефіцієнти наступних рядків визначаються за допомогою коефіцієнтів двох попередніх рядків і параметра r ;
- замість відсутніх коефіцієнтів ставиться 0.

Приклад заповнення таблиці для рівняння третього порядку наведено у таблиці 5.1.

Процес заповнення таблиці триває доти, поки при заданому порядку n характеристичного рівняння не вийде рядок, що містить у першому стовпці вільний коефіцієнт рівняння.

За Раусом для стійкості системи необхідно та досить, щоб всі коефіцієнти першого стовпця таблиці були **більше нуля**.

Таблиця 5.1 – Оцінка стійкості системи за критерієм Рауса

| Параметр r | Номер рядка | Номер стовпця | | |
|-----------------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| - | 1 | a_0 | a_2 | $a_4 = 0$ |
| - | 2 | a_1 | a_3 | $a_5 = 0$ |
| $r_0 = a_0/a_1$ | 3 | $c_{13} = a_2 - a_3 \cdot r_0$ | $c_{23} = a_4 - a_5 \cdot r_0$ | $c_{33} = a_6 - a_7 \cdot r_0$ |

| | | | | |
|--------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $r_1 = a_0/c_{13}$ | 4 | $c_{14} = a_3 - c_{23} \cdot r_1$ | $c_{24} = a_5 - c_{33} \cdot r_1$ | $c_{34} = a_7 - c_{43} \cdot r_1$ |
|--------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|

Для реалізації даного методу доцільно використовувати табличний процесор «Microsoft Excel». У ході виконання роботи користувачу необхідно заповнити перші два рядки відповідної таблиці та проаналізувати отримані результати.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1 Ознайомитися із теоретичними відомостями.
 - 2 Одержати варіант завдання та підготувати вихідні дані для введення у ЕОМ.
 - 3 Ввести вихідні дані та отримати результати розрахунку.
 - 4 Зробити висновки.
- Варіанти завдань наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Варіанти завдань

| Варіант | Вихідне характеристичне рівняння |
|---------|--|
| 1 | $0,135P^3 + 0,165P^2 + 0,65P + 2 = 0$ |
| 2 | $0,01P^6 + 0,65P^5 + 2,58P^4 + 55,12P^3 + 107,76P^2 + 205,2P + 38,3 = 0$ |
| 3 | $0,02P^5 + 0,01P^4 + 2,8P^3 + 1,2P^2 + 20P + 11,2 = 0$ |
| 4 | $2P^4 + 0,05P^3 + 0,2P^2 + 0,3P + 1,2 = 0$ |
| 5 | $0,01P^3 + 0,16P^2 + 0,2P + 2 = 0$ |
| 6 | $0,02P^7 + 0,2P^6 + 0,03P^5 + 0,1P^4 + 0,002P^3 + 0,1P^2 + 2P + 30 = 0$ |
| 7 | $0,5P^4 + 2P^3 + 0,03P^2 + 0,5P + 1,8 = 0$ |
| 8 | $0,5P^3 + 2P^2 + 4P + 3 = 0$ |
| 9 | $0,005P^3 + 0,018P^2 + 0,8P + 1,5 = 0$ |
| 10 | $P^3 + P^2 + P + 3 = 0$ |
| 11 | $P^3 + 4P^2 + 4P + 16 = 0$ |
| 12 | $0,5P^3 + 4P^2 + P + 32 = 0$ |
| 13 | $4P^3 + 4P^2 + 98P + 15 = 0$ |
| 14 | $P^3 + 3P^2 + 2P + 3 = 0$ |
| 15 | $0,5P^8 + 0,2P^7 + 0,01P^6 + 0,02P^5 + 0,003P^4 + 0,5P^3 + 4P^2 + 4P + 16 = 0$ |

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ

Мета роботи

- 1 Дослідження логічних схем.
- 2 Реалізація логічних функцій за допомогою логічних елементів.
- 3 Синтез та аналіз складних логічних схем.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Фізичний пристрій, що реалізує одну з операцій алгебри логіки або найпростішу логічну функцію, називається *логічним елементом*.

Схема, яка складена за певними правилами з кінцевого числа логічних елементів, називається *логічною схемою*.

У даній роботі моделювання та аналіз логічних схем здійснюється за допомогою програмного пакету схемотехнічного моделювання Electronics Workbench v 6.20 (у перекл. з англ. - «Електронне робоче місце»).

При моделюванні логічних схем припускається, що змінні можуть приймати лише два значення: «1» (логічна одиниця) та «0» (логічний нуль).

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Експеримент №1 - Дослідження логічної функції «АБО»

Схеми, що реалізують логічну функцію «АБО», подані на рисунку 6.1.

Порядок проведення експерименту:

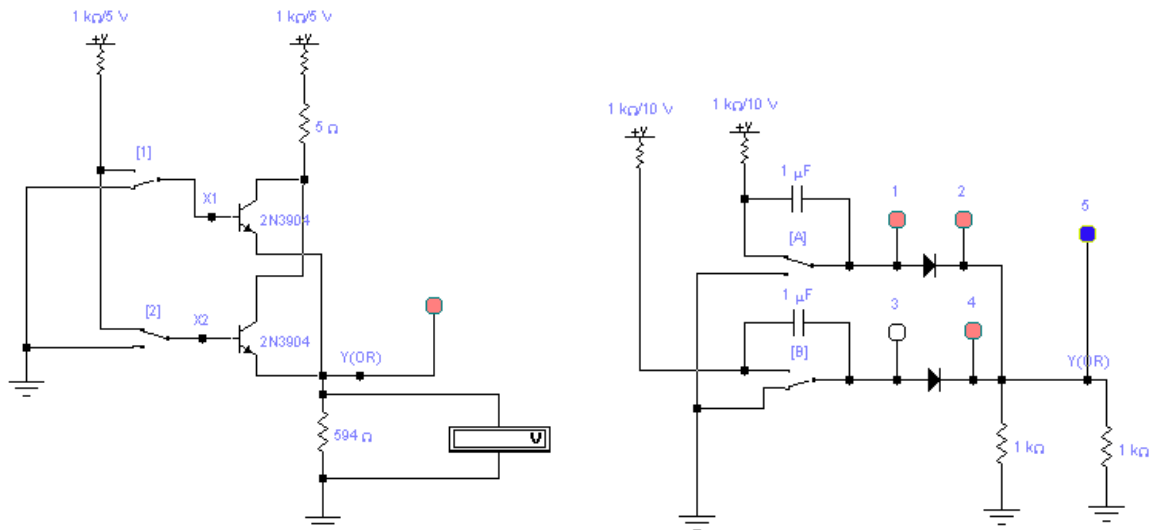
1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» та «0» за допомогою перемикачів. Записати у таблицю 6.1 рівні напруг, які відповідають логічному «0» та «1».

Таблиця 6.1

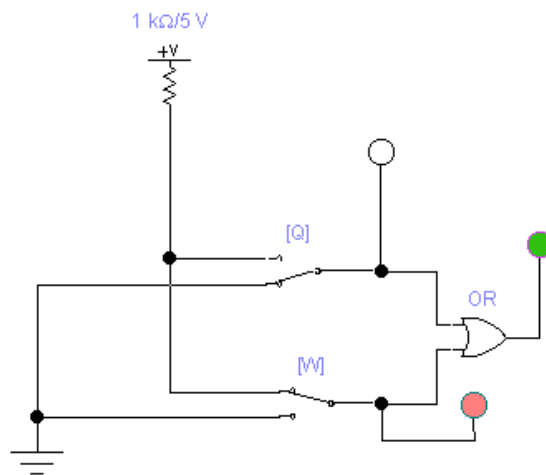
| Логічний сигнал | Рівень напруги, В |
|-----------------|-------------------|
| «1» | |
| «0» | |

а)

б)



В)



а - схема виконана на транзисторах;

б - схема виконана на діодах;

в - схема виконана на логічному елементі

Рисунок 6.1 – Схеми, які реалізують логічну функцію «АБО»

2 Побудувати таблицю істинності схеми «АБО» (таблиця 6.2)

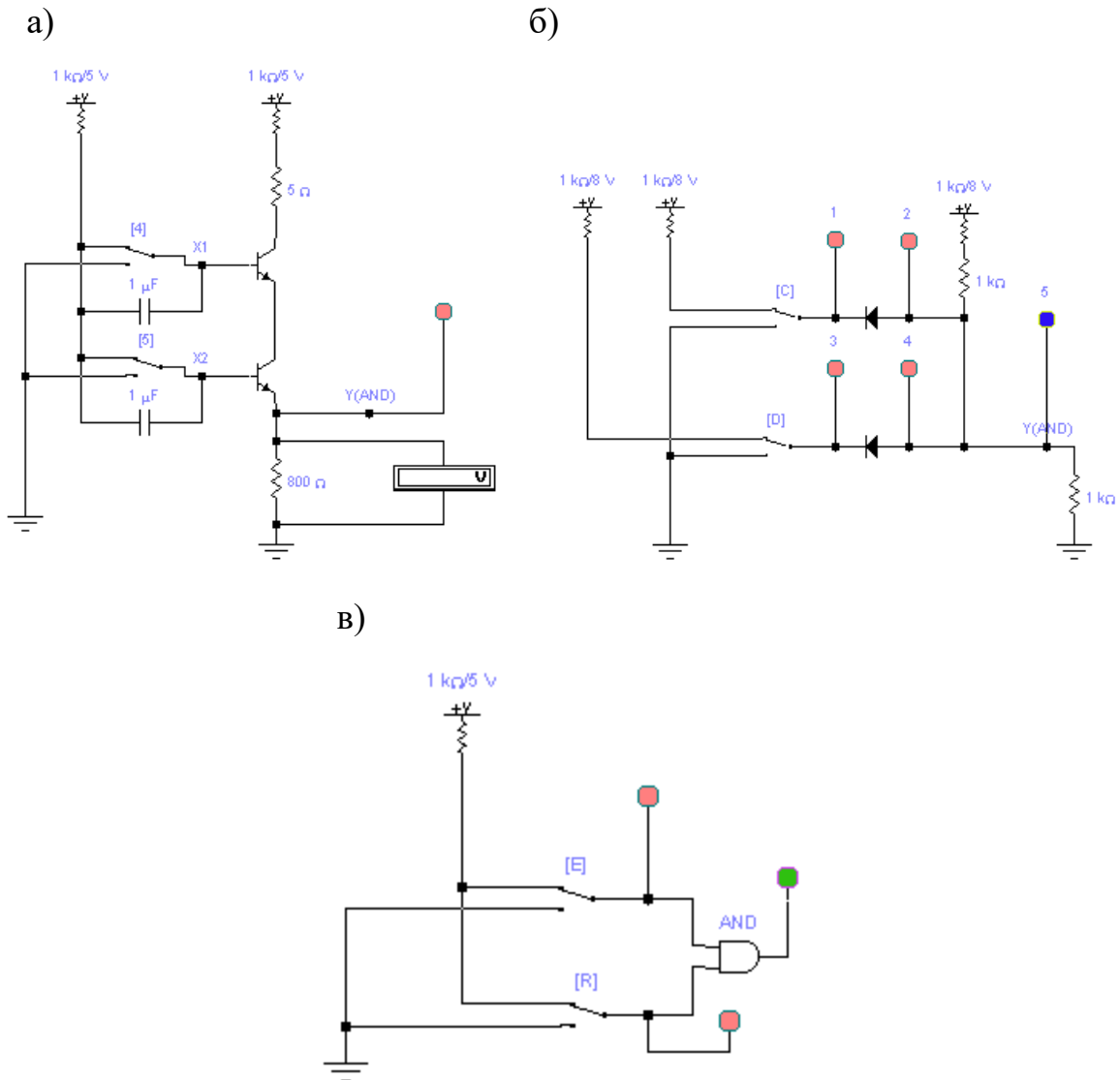
Таблиця 6.2

| Входи | | Вихід |
|-------|---|-------|
| A | B | Y |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

3 Записати аналітичний вираз для функції «АБО».

Експеримент №2 - Дослідження логічної функції «І»

Схеми, які реалізують логічну функцію «І», зображені на рисунку 6.2.



- а - схема виконана на транзисторах;
- б - схема виконана на діодах;
- в - схема виконана на логічному елементі

Рисунок 6.2 – Схеми, що реалізують логічну функцію «І»

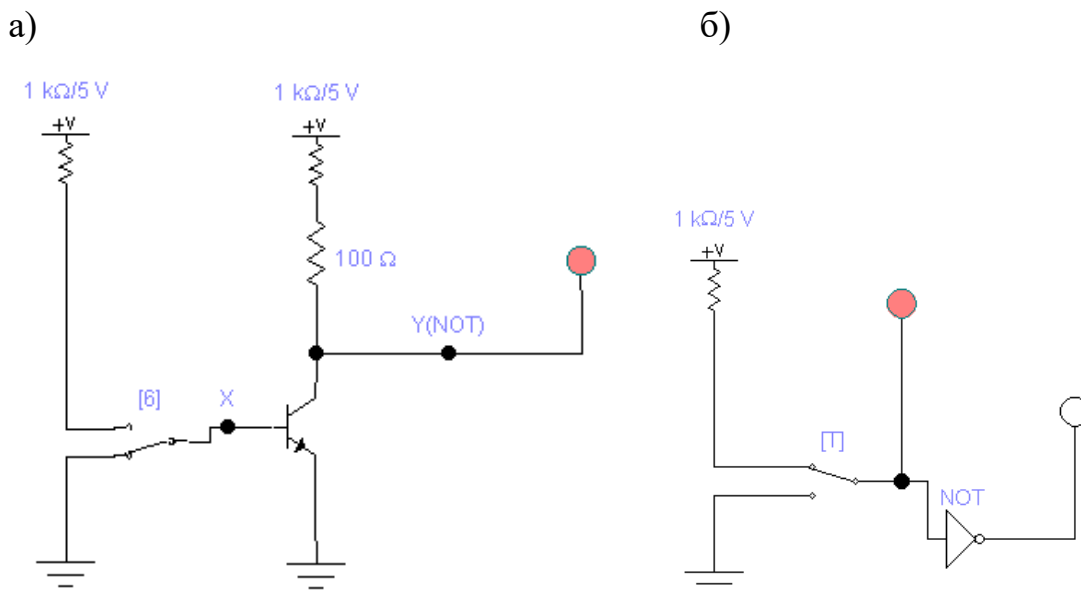
Порядок проведення експерименту:

- 1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» і «0» за допомогою перемикачів.
- 2 Побудувати таблицю істинності схеми «I».
- 3 Записати аналітичний вираз для функції «I».

/ _____ /

Експеримент №3 - Дослідження логічної функції «НІ»

Схеми, що реалізують логічну функцію «НІ», зображені на рисунку 6.3.



- а - схема виконана на транзисторах;
- б - схема виконана на логічному елементі

Рисунок 6.3 – Схеми, що реалізують логічну функцію «НІ»

Порядок проведення експерименту:

- 1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» і «0» за допомогою перемикачів.
- 2 Побудувати таблицю істинності схеми «НІ».
- 3 Записати аналітичний вираз для функції «НІ».

Експеримент №4 - Дослідження складної логічної схеми за допомогою «генератора слів» та «логічного перетворювача»

Схема, що реалізує різні логічні функції «І», «АБО», «НІ», «генератор слів» та «логічний перетворювач», зображена на рисунку 6.4.

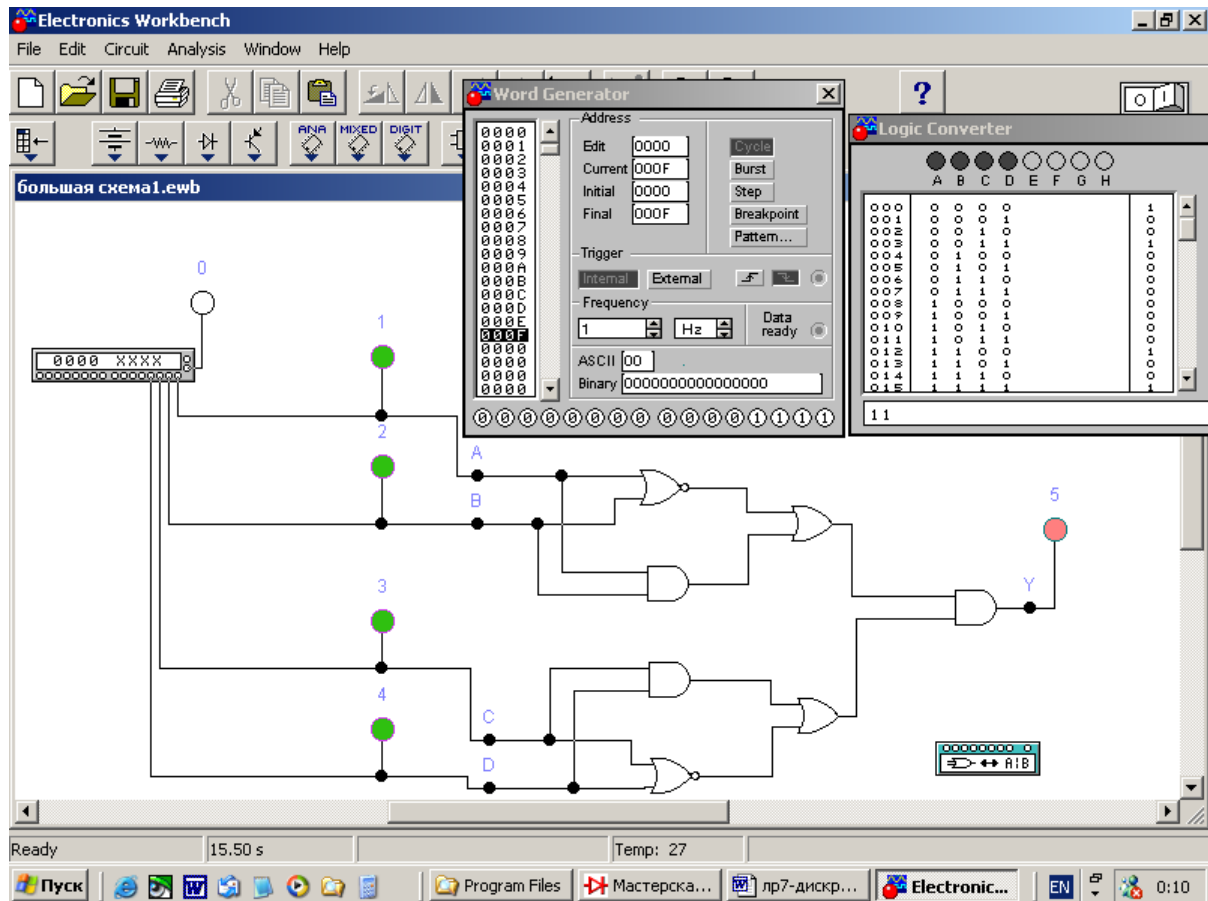


Рисунок 6.4 – Логічна схема на елементах «І», «АБО», «НІ» та її дослідження за допомогою «генератора слів» та «логічного перетворювача»

Порядок проведення експерименту:

- 1 Запрограмувати *генератор слів* та подати за його допомогою на вхід схеми різні комбінації логічних сигналів «1» та «0». Скільки таких комбінацій може бути?
- 2 Побудувати за допомогою *логічного перетворювача* таблицю істинності схеми.
- 3 Записати аналітичний вираз для всієї логічної схеми.
- 4 Оформити та здати звіт лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЦИФРОВИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМ

Мета роботи:

- 1 Ознайомитись із принципом роботи цифрових інтегральних мікросхем різних типів.
- 2 Реалізувати логічні функції на основі базових елементів цифрових інтегральних мікросхем.
- 3 Дослідити роботу шифраторів і дешифраторів.

ВІДОМОСТІ З ТЕОРІЇ

Інтегральні мікросхеми є самостійними складовими одиницями та являють собою закінчені комплексні електронні пристрої. Одна інтегральна мікросхема містить у собі велику кількість мікромініатюрних транзисторів та ін. електронних компонентів, кількість яких може перевищувати тисячі одиниць.

Цифрові інтегральні мікросхеми виконують логічні та арифметичні функції і містять у собі логічні елементи, тригери, лічильники, мультиплектори, демультиплектори, шифратори, дешифратори, мікропроцесорні комплекти та ін. Деякі з цифрових мікросхем зображені на рисунках 7.1 – 7.3.

ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Експеримент №1 - Дослідження логічної функції «АБО» на основі інтегральної мікросхеми серії 7432 (вітчизняний аналог К155ЛЛ1 або К555ЛЛ1)

Порядок проведення експерименту:

1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» та «0» за допомогою перемикачів. Виміряти за допомогою вольтметра та амперметра напругу і струм, що відповідають логічній «1».

2 Побудувати таблицю істинності мікросхеми серії 7432 (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1

| Входи | | | | Виходи | |
|-------|----|----|----|--------|----|
| 1A | 1B | 2A | 2B | 1Y | 2Y |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

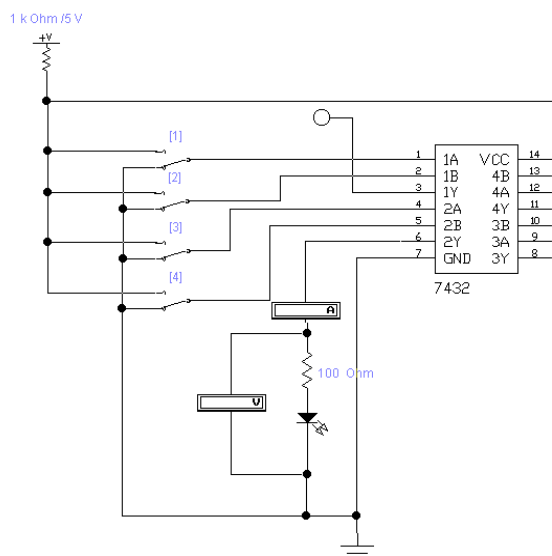


Рисунок 7.1 – Цифрова інтегральна мікросхема серії 7432

Експеримент №2 - Дослідження логічної функції «І» на основі інтегральної мікросхеми серії 7408 (вітчизняний аналог К155ЧИ1 або К555ЧИ1)

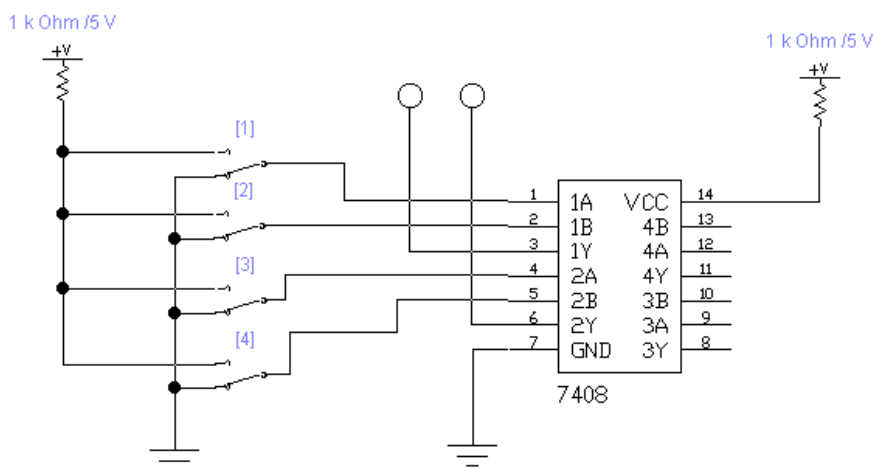


Рисунок 7.2 – Цифрова інтегральна мікросхема серії 7408

Порядок проведення експерименту:

1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» та «0» за допомогою перемикачів.

2 Побудувати таблицю істинності мікросхеми серії 7408 (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2

| Входи | | | | Виходи | |
|-------|----|----|----|--------|----|
| 1A | 1B | 2A | 2B | 1Y | 2Y |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Експеримент №3 - Дослідження логічної функції «І-НІ» (NAND) на основі інтегральної мікросхеми серії 7400 (вітчизняний аналог К155ЛА3 або К555ЛА3)

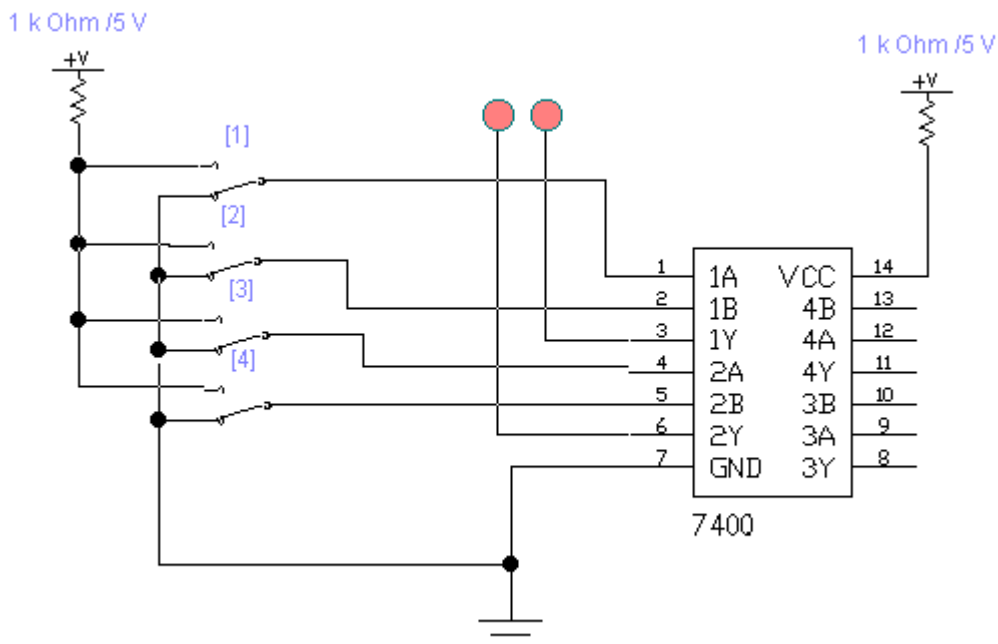


Рисунок 7.3 – Цифрова інтегральна мікросхема серії 7400

Порядок проведення експерименту:

1 Задати різні комбінації рівнів логічних сигналів «1» і «0» за допомогою перемикачів.

2 Побудувати таблицю істинності мікросхеми серії 7400 (таблиця 7.3)

Таблиця 7.3

| Входи | | | | Виходи | |
|-------|----|----|----|--------|----|
| 1A | 1B | 2A | 2B | 1Y | 2Y |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Експеримент №4 - Дослідження роботи дешифратора (декодера) серії 74138

Порядок проведення експерименту:

1 Запрограмувати *генератор слів* та подати за його допомогою на вхід інтегральної мікросхеми дешифратора (рисунок 7.4) різні комбінації логічних сигналів «1» та «0». Скільки таких комбінацій може бути?

2 Повторити вищевказані маніпуляції, змінюючи сигнали на *входах дозволу*.

3 Побудувати таблицю істинності для інтегральної мікросхеми 74138 (таблиця 7.4).

Таблиця 7.4

| Входи дозволу | | | Входи інформаційні | | | Виходи | | | | | | | |
|---------------|----|----|--------------------|---|---|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| GL | D1 | G2 | C | B | A | Y0 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 |
| | | | | | | | | | | | | | |

- 3 Воронов А.А. Элементы теории автоматического регулирования. – М.: Изд-во Министерства Обороны СССР, 1954. - 471 с.
- 4 Емельянов А.И., Емельянов В.А., Калинина С.А. Практические расчеты в автоматике. – М.: Машиностроение, 1967. - 316 с.
- 5 Майзель М.М. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. – М.: Высшая школа, 1964. - 579 с.