

ВСТУП

В даних методичних вказівках містяться лабораторні роботи з дисципліни “Проектування комп’ютеризованих систем електропостачання та енергозбереження” (ПрКСЕЕ) для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітня програма «Комп’ютеризоване управління енергетичними системами».

Мета лабораторних робіт допомогти студентам закріпити теоретичний матеріал з дисципліни ПрКСЕЕ, розвинути у студентів навички самостійно досліджувати засоби і методи автоматизації, а також самостійно розробляти засоби автоматизації виробничих процесів.

До виконання лабораторних робіт допускаються добре підготовлені студенти, які правильно вміють відповідати на контрольні питання, ознайомлені з правилами проведення лабораторних робіт та з послідовністю складання та підключення до мережі досліджуємих об’єктів, установок та приладів.

Виконавши експериментальну роботу, студенти показують викладачу таблиці експериментальних даних, розрахункові графіки, рисунки та інші експериментальні і розрахункові матеріали.

До наступного заняття студент повинен підготувати звіт про виконану роботу. Звіт повинен містити:

- 1) мету і постановку задачі дослідження;
- 2) склад і структурну схему лабораторної установки;
- 3) короткі теоретичні відомості;
- 4) експериментальні результати;
- 5) обробку результатів експериментів (таблиці, графіки, розрахунки);
- 6) структурну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом із використанням досліджуємого пристрою, або способи автоматизації (технологічний процес студент обирає самостійно) та її короткий опис;
- 7) розробку блок-схеми алгоритму функціонування розробленої системи керування та її короткий опис;
- 8) висновки по виконаній роботі.

При виконанні лабораторних робіт необхідно:

- 1) увімкнути в мережу зібрану схему тільки після перевірки її викладачем або лаборантом;
- 2) при будь-яких несправностях в ході роботи необхідно зняти напругу живлення (відключити установку від мережі) і поставити до відома викладача або лаборанта;
- 3) складання та розбирання схеми проводити при відключеному від мережі стані установки.

Тривалість лабораторних робіт – 4 години; тривалість домашньої роботи – 2 години.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Дослідження принципів організації технічного зору

1.1. Мета роботи: ознайомитися і дослідити принципи організації технічного зору в засобах автоматизації.

1.2. Склад обладнання:

- передаюче телевізійне обладнання;
- телевізійний приймач;
- об'єкти керування.

1.3. Короткі теоретичні відомості

1.3.1. Загальні принципи телебачення

В основі сучасного телебачення закладено принцип розкладання зображення на елементи, перетворення цих елементів в електричні сигнали, передача і прийом цих сигналів в суворо визначеній послідовності і, на кінець, перетворення їх в імпульси світла, утворюючи зображення на екрані телевізора.

Чіткість та якість зображення телевізійної системи визначається числом рядів у телевізійному кадрі, а якість передачі "рухів" визначається числом кадрів, які передаються в одиницю часу. Прийнята в державі чіткість 625 рядків відповідають розбивці одного повного зображення (кадру) на 500 000 елементів, тобто в кожному рядку знаходиться 800 елементів, розміри яких по довжині рядка відповідають відстані між рядками. Порядок передачі елементів зображення по рядку — зліва направо і від рядка до рядка — зверху вниз. Для усунення мерехтіння кожен кадр зображення передається двічі: спочатку парні, а потім пропущені непарні рядки. В секунду передається 50 таких напівкадрів. Відношення рядків зображення 4:3.

Для передачі зображень на відстань по електроканалам зв'язку застосовують різноманітні телевізійні системи.

Передаюче оптичне зображення об'єктів характеризується розподіленням яскравості та кольорового насичення окремих його елементарних ділянок. Для того щоб телевізійне зображення, відображене на екрані приймальної установки найбільш повно відповідало зображенню передаючого об'єкту, необхідно, щоб в кожний момент часу передавалась і відображалась інформація про взаємне переміщення, розподілення яскравостей і кольорових відтінків багатьох чисельних елементів передаваного зображення.

В технічному відношенні ця задача стає складною, тому при практичній реалізації телевізійних систем ідуть на ряд спрощень. Відмовляються, наприклад, від передачі об'ємності і кольоровості зображень. Передаються чорно-білі напівтонові зображення, характеризуючи розподілення тільки рівнем яскравості (від чорного до білого) окремих елементарних ділянок. В цьому випадку за допомогою порівняно простих приймачів телевізійних сигналів можна відображати чорно-білі зображення гарної якості, створюючи достатньо повне уявлення про передаваний об'єкт.

Процес передачі оптичних зображень по електричним каналам зв'язку зводиться до наступних основних операцій. Зображення, що передається перетворюється спочатку в електричні сигнали, які називаються телевізійними сигналами. Ці сигнали підсилюються і передаються з допомогою радіопередавача, або по кабелю до приймального пристрою, де здійснюється зворотне перетворення відеосигналу в оптичне зображення.

Схема телевізійної системи приведена на рис. 1.1. Об'єкт передачі (оточуючі предмети або зображення) освітлюється джерелом світла. Відображені під об'єкта світлові промені

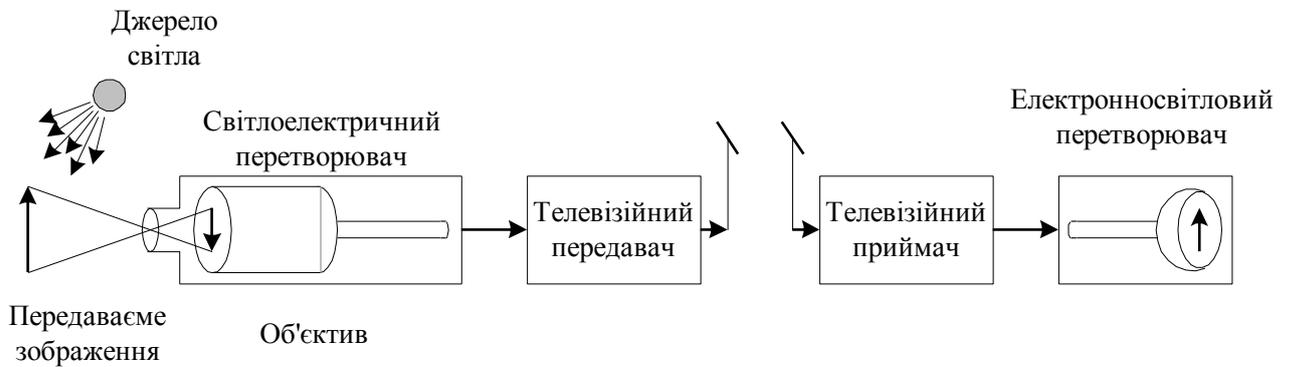


Рис. 1.1. Загальна схема телевізійної передачі

фокусується об'єктивом і утворюють на світлочутливому елементі передаючої телевізійної трубки оптичне зображення, яке потім перетворюється в електричний телевізійний і відео сигнал. Після підсилення відеосигнали подаються до радіопередавача і використовуються для модуляції генеруємих високочастотних коливань. Високочастотні коливання, випромінені антеною радіопередавача в просторі, приймаються антеною приймальної установки. Приймач відокремлює: необхідні сигнали, підсилює і детектує їх, внаслідок чого виділяються відеосигнали аналогічні сигналам, які знімаються з виходу передаючої телевізійної трубки. Отримані таким чином сигнали зображення подаються на моделюючий електрод приймальної телевізійної трубки (кінескоп), в якому здійснюється зворотні перетворення сигналів в видиме на екрані цієї трубки зображення.

Таким чином, телевізійна система при передачі чорно-білого зображення повинна перетворювати розподілення яскравості багаточисельних ділянок зображень в електричні сигнали, передати ці сигнали на приймальну сторону і здійснити зворотне перетворення прийнятих сигналів в відповідне розподілення яскравості ділянок зображення на екрані кінескопа приймальної установки.

В сучасних телевізійних системах використовується принцип почергової передачі елементів зображення, при якому виділення ділянок передаваного зображення і відповідно перетворення яскравості цих ділянок в електричні сигнали проводиться послідовно. Процес почергового перетворення яскравостей елементарних ділянок передаваного зображення в електричні сигнали називають розверсткою зображення.

В більшості випадків зображення на приймальній стороні спостерігають одночасно з його передачею. Однак візуальне спостереження зображення може бути замінено документальною реєстрацією, наприклад шляхом фотографування з екрану телевізора.

1.3.2. Розверстка зображення

Розверстка зображення зводиться до того, що аналізуючий елемент по черзі обходить всі ділянки площини передаваного зображення в певному порядку і з певною швидкістю.

Порядок обходу ділянок зображення, названий законом розверстки зв'язує координати X та Y елемента площинного зображення з координатою часу:

$$X = f_1(t)$$

$$Y = f_2(t)$$

Шляхом послідовного обходу зображення здійснюється перехід від двомірної координатної системи до одновірної часової залежності, при якій розподілення яскравості елементів зображення, перетворені в зміну напруги (струму) в часі, можуть передаватися по одноканальній лінії зв'язку.

Процес послідовного розкладу передаваного зображення має бути багатократним та привертливим. Тільки в цьому випадку є можливість передачі зображень, що змінюються по змісту, в тому числі рухомих зображень та сприймання їх на приймальній стороні при візуальному спостереженні, причому час одного циклу розверстки та передачі не повинен бути більше деякої величини, яка визначається фізіологічними якостями людського зору.

Існує декілька типів рядкової розверстки (спіральною, радіальною, синусоїдальною,

прогресивна, черезрядкова та ін.).

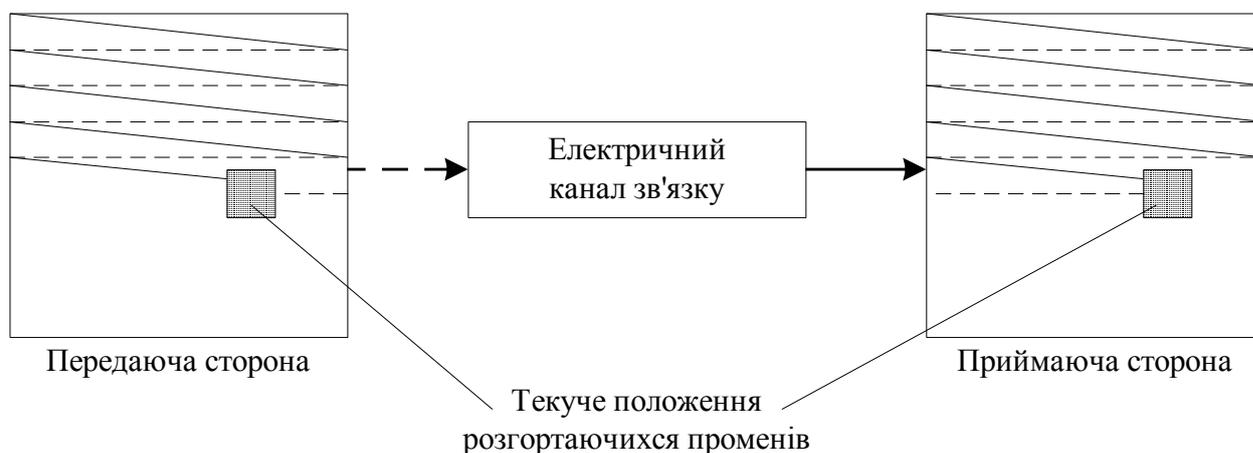


Рис. 1.2. Спосіб рядкової розвертки

Найбільш проста прогресивна розвертка характеризується тим, що зчитуючий промінь пробігає горизонтальні рядки одну за другою зверху вниз (рис.1.2). Рух зчитуючого променя по рядку при цьому проходить з постійною швидкістю. Перехід до початку наступного рядка проходить зі значно більшою швидкістю. Сукупність всіх рядків, на які розкладено зображення, створює один кадр зображення – растр.

Зміна кадрів здійснюється кадровою розверткою. В процесі розвертки зображення середня яскравість кожної його елементарної ділянки перетворюється в пропорційний цій яскравості електричний сигнал, в ревізійній трубці створюється електрична напруга, яка змінюється в часі в залежності від розподілення яскравості елементарних частинок зображення, які розташовані в порядку розвертки. Отриманий таким чином відеосигнал після необхідних перетворень подається по каналам зв'язку на приймальну сторону (в телевізійний приймач).

Синтез світлової картинки проходить на екрані електронно-променевої трубки (ЕПТ) приймача. Світлова крапка, утворена електронним пучком, переміщається по екрану приймальної ЕПТ за таким же законом, за яким зчитується промінь в передаючій трубці. Сигнал який надходить по каналу зв'язку на приймальну сторону (відеосигнал) змінює інтенсивність електронного пучка та яскравість світлової точки, яка біжить по екрану, тим самим здійснюючи на ньому розподіл яскравості елементарних ділянок, утворюючи зображення.

Відображене на екрані приймальної трубки зображення буде відповідати передаваному тільки в тому випадку, якщо рух світлової точки на приймальній стороні проходить одночасно з рухом зчитуючого променя на передаючій стороні. Для цього разом з сигналами зображення передаються спеціальні синхронізуючі сигнали, які підтримують синхронність і синфазність розгортки по кадрам й строкам на приймальній і передаючій установках телевізійної системи. Синхронізуючі сигнали називають відповідно кадровими і рядковими синхронізуючими імпульсами.

Синхронізуючі імпульси передаються під час зворотнього ходу розгортки, коли аналізуючий елемент на передаваній стороні і синтезуючий промінь в приймальній установці проходять від кінця попередньої строки (кадру).

В загальному випадку розгортка зображення повинна проводитись з такою швидкістю, щоб за час аналізу одного кадру в передаваному зображенні не трапилось значних змін. В іншому випадку ці зміни не будуть зображені на екрані телевізора, а при деяких обставинах можуть призвести до перекручування ("змазування") зображення. Тому період кадрової розгортки повинен бути настільки малий, щоб можна було практично знехтувати переміщенням передаваного зображення і його окремих елементів за час кадру. В цьому випадку зображення рухомого об'єкта передається по телевізійній системі у вигляді серії нерухомих послідовних положень цього об'єкта. На приймальному екрані така серія нерухомих зображень внаслідок інертності людського зору сприймається як рухоме зображення.

1.3.3. Форма частотного спектру сигналу зображення

У відповідності з принципом почергового розкладу на елементарні ділянки і почергової передачі під час середньої яскравості цих ділянок величина сигналу зображення є функцією часу, її миттєве значення є пропорційним яскравості передаваної в даний момент елементарної ділянки зображення.

Якщо вважати, що розміри аналізованого елемента досить малі в порівнянні з елементами зображення (рис.1.3,а), то форма відеосигналу на виході перетворюючого пристрою при лінійній розгортці променя (рис.1.3,б) буде повторювати форму кривої розподілу яскравості кожної точки зображення. На (рис.1.3,в) приведена форма відеосигналу при розгортці строки n -ого передаваного зображення. Цей сигнал має імпульсний характер, уніполярний і утримує середню складову.

Величина середньої складової за строку пропорційна середній яскравості зображення. Середнє значення сигналу за час передачі одного кадру зображення знаходиться середньою яскравістю передаваного зображення. На рис.1.3, в. показана приблизна форма сигналу (негативного) при рядковій структурі растра.

При передачі нерухомого зображення форма відеосигналу повторюється від кадру до кадру. В загальному випадку сигнал аперіодичний. За час зворотною ходу розвертки (по рядкам та кадрам) відеосигнал обривається. В ці відрізки часу на приймальну сторону передаються спеціальні сигнали: кадрові і рядкові затухаючі імпульси. Затухаючі імпульси вводяться для закриття передаючої та приймальної трубки на час зворотного ходу розвертки для гашення їх променів.

Відеосигнал може знаходитись відносно синхронізуючих імпульсів так, щоб рівень сигналу, отриманого від перетворення чорних елементів зображення, буде вище рівня сигналу від перетворення білих елементів зображення. Такий телевізійний сигнал називають негативним. В інших телевізійних системах при передачі світлих місць зображення амплітуда відеосигналу більша, ніж при передачі темних місць (позитивний сигнал).

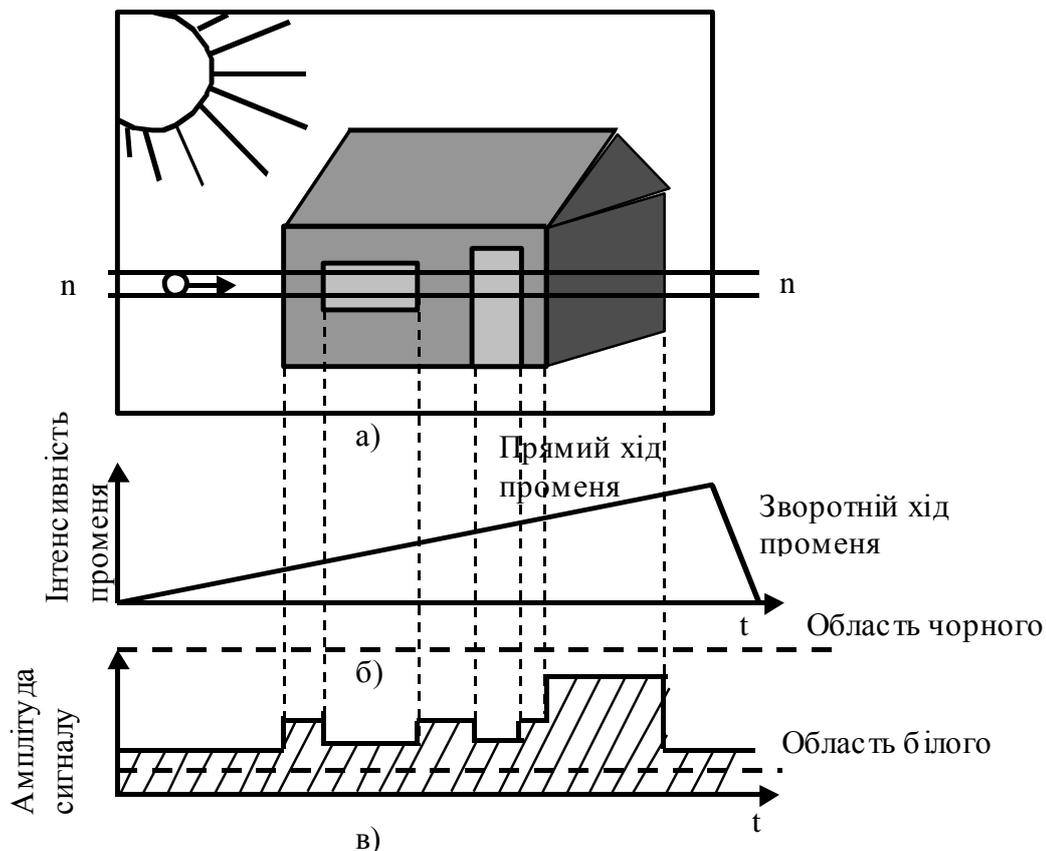


Рис.1.3

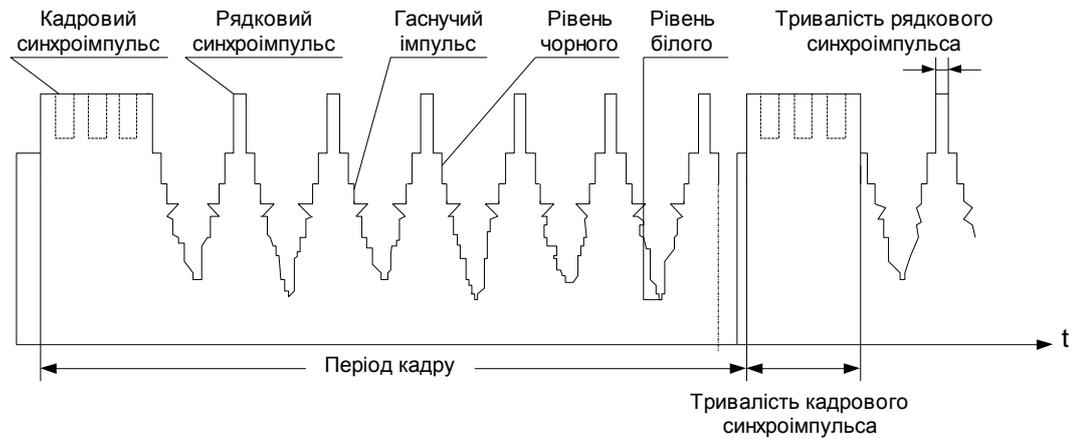


Рис. 1.4. Спрощена форма повного телевізійного сигналу

На приймальній стороні відеосигнал фазується: його полярність вибирається так, щоб при надходженні сигналу, відповідного чорним місцям зображення, на екрані трубки з'явилася темна пляма (промінь трубки закривався), при надходженні сигналу від світлих місць зображення приймальна трубка відкривалась (з'явилася світла пляма на екрані).

Відеосигнал має значно ширший спектр частот порівняно з сигналом звукового супроводження. Висока частота спектру визначається наступним співвідношенням:

$$f_{вис} = \frac{KZ^2n}{2}$$

де: K - формат кадру (відношення ширини кадру до його висоти);

Z - число рядків на один кадр;

n - число кадрів в секунду.

Ширина спектру телевізійного сигналу визначається в загальному детальністю передаваного зображення і числом кадрів в секунду.

Аналіз спектра телевізійного сигналу показує, що він являється дискретним (преривистим). Енергія спектру (рис.1.5) зосереджена біля складових, кратних рядковій і кадровій частотам. Крім того, в спектрі маємо середню складову "нульова частота" і приєднані до неї інфранизькі частоти, відповідні повільним змінам яскравості передаваного зображення.

При багатокадровій передачі нерухомих зображень загальний вираз для складових спектру відеосигналу має наступний вигляд:

$$nf_{стр} = mf_k$$

де: $f_{стр}$ - частота рядкової розверстки;

f_k - частота кадрової розверстки;

$n = 1, 2, 3$ - гармоніки рядкової частоти;

$m = 1, 2, 3$ - гармоніки кадрової частоти;

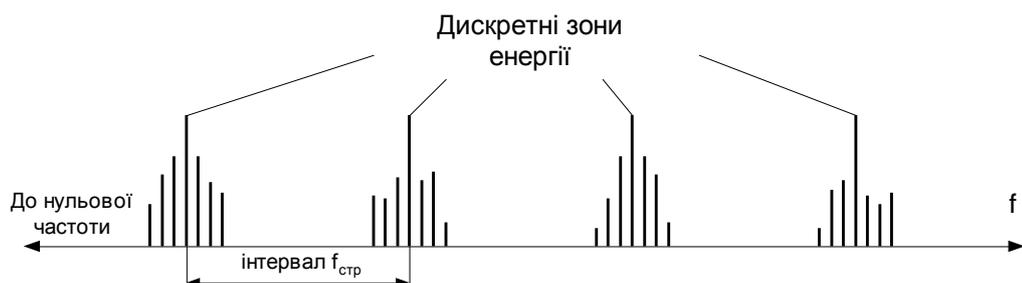


Рис. 1.5. Формування спектру телевізійного сигналу

При передачі багатокадрових рухомих зображень спектр відеосигналу має більш

складну структуру. Біля складових з частотами $nf \pm mf$ з'являються складні ділянки спектру. Між цими ділянками зберігаються провали.

1.4. Порядок виконання роботи

1. Використовуючи різні об'єкти керування, визначити залежність якості зображення від параметрів об'єкту (розмір об'єкту, форма об'єкту, відстань до об'єкту, і т.д.)
2. Дослідити якість зображення в залежності від параметрів зовнішнього середовища, таких як освітлення, фон за об'єктом.
3. Вибравши об'єкт керування і його контрольовані параметри:
 - а) побудувати три послідовні рядкові ТВ сигнали: i -го, $(i+1)$ -го, $(i+2)$ -го і вставити їх в структуру повного ТВ-сигналу (рис. 1.4).
 - б) скласти блок-схему алгоритму розбраковки виробів на "придатний" та "непридатний" по контрольованим параметрам. Вибраний об'єкт та контрольовані параметри узгодити з викладачем.
4. Скласти функціональну схему автоматизованої системи управління з реалізацією розробленого в пункті 3 алгоритму.
5. Результати по виконанню пунктів 1-4 роботи включити в звіт виконаної роботи.

1.5. Контрольні запитання

1. Назвіть можливі області застосування інформаційних систем на базі аналогового телебачення.
2. Запропонувати структурну схему інформаційної системи на базі СТЗ, призначеної для визначення наявності об'єкту в полі зору камери.
3. Запропонувати структурну схему інформаційної системи на базі СТЗ, призначеної для пошуку розміщеного на площині об'єкту.
4. Запропонуйте алгоритм функціонування інформаційної системи по попередньому питанню.
5. Які перетворювачі "світло – електричний сигнал" знайшли найбільше застосування в СТЗ?
6. Опишіть фізику процесів у приладах із зарядним зв'язком (ПЗЗ)?
7. Опишіть шляхи удосконалення систем технічного зору.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження акустичного метода вимірювання відстаней

2.1. Мета роботи: кількісне та якісне вивчення процесів, які відбуваються в локаційному датчику при ультразвуковому зондуванні різних об'єктів.

2.2. Обладнання:

- лабораторний макет акустичного датчика;
- набір відбиваючих екранів;
- вимірювальна лінійка.

2.3. Короткі теоретичні відомості

Акустичний метод оснований на здатності пружних хвиль високої частоти (більше 20 КГц) розповсюджуватися в рідких, газоподібних і твердих середовищах, а також відбиватись від неоднорідних середовищ.

З відомих акустичних методів для використання в засобах автоматизації найбільш перспективними є метод, оснований на використанні ефекту Доплера та ехометод.

Ехометод оснований на випромінюванні в середовище коротких акустичних імпульсів і прийомі ехосигналів від неоднорідних середовищ або предметів, які в ньому знаходяться. Такий метод отримав застосування для визначення предметів, вимірювання відстаней і переміщень. Його також використовують для СТЗ.

Акустичний метод локації забезпечує отримання простими засобами технічних характеристик датчиків і параметрів вимірювання в наступних межах:

- відстань, лінійне переміщення – діапазон в повітрі 2-2000 мм, в воді 0,5-10000 мм, похибка 2%;
- швидкість переміщення: в повітрі від 2 мм/с, в воді - від 10 мм/с, похибка 2%;
- вібрації: в повітрі від 2 мм/с, в воді від 10 мм/с.

Робота акустичних локаційних датчиків в загальному вигляді полягає в наступному: зондуючі імпульси формуються генератором і через комутуючий пристрій поступають на випромінюючий перетворювач. Випромінені перетворювачем ультразвукові імпульси розповсюджуються до об'єкту, і відбившись від нього, поступають на приймальний перетворювач (можливе застосування одного перетворювача, працюючого в суміщеному режимі). Прийнятий сигнал підлягає попередній аналоговій обробці, а потім перетворюється в цифровий код. Пройшовши блок цифрової обробки, отримана інформація заноситься в буферну пам'ять через інтерфейсний блок в керуючу ЕОМ або безпосередньо у виконавчий пристрій.

2.4. Опис лабораторного макету

Робота приладу основана на періодичному випромінюванні ультразвукових імпульсів в напрямку предмету і прийомі відображених від нього ехосигналів. На час від випромінювання імпульсу до приходу ехосигналу включається лічильник, який підраховує число імпульсів зразкового генератора, а на цифровому табло відображається відстань в см. Для отримання точності підрахунку, рівній 0,01м, частота руху зворотних імпульсів зразкового генератора вибрана з умови:

- швидкість звуку в повітрі (330 м/с);
- необхідна точність (0,01 м).

Структурна схема, пояснююча пристрій і його роботу, показана на рис. 2.1. Тактовий генератор 1 керує взаємодією вузлів приладу і забезпечує його роботу в автоматичному режимі. Короткі (0,1с) прямокутні імпульси додатної полярності, які ним генеруються, повторюються кожні 10 с.

Своїм фронтом ці імпульси встановлюють цифровий лічильник РС1 в нульовий стан і зачиняють приймач А2 роблячи його нечутливим до сигналів на час роботи передавача. Спадом тактовий імпульс запускає передавач А1, і випромінювач - датчик ВО1 випромінює по напрямку дна короткий (40мс) ультразвуковий зондуючий імпульс.

Одночасно відкривається електронний ключ 1.1, а коливання зразкової частоти 16500 Гц від генератора 2 поступають на цифровий лічильник РС1.

По закінченню роботи передавача приймач А2 відкривається і приймає нормальну чутливість. Ехосигнал, відбитий від предмета, приймається датчиком БО1 і після підсилення в приймачі зачиняє ключ 1. Вимірювання закінчено, і індикатор лічильника РС1 висвічує виміряну глибину. Наступний тактовий імпульс знову переводить лічильник РС1 в нульовий стан, і процес повторюється.

Передавач являє собою двотактний генератор зібраний на транзисторах УТ8 УТ9, а також налаштований на робочу частоту трансформатором Т1 (рис. 2.2). Необхідний для самозбудження генератора додатній зворотній зв'язок утворюють ланцюги 19С9 і 20С11. Генератор формує імпульси довжиною 40мкс із радіочастотним заповненням. Роботою передавача керує модулятор, який складається з одновібратора на транзисторах УТ11, УТ12, формуючого моделюючий імпульс довжиною 40мкс і підсилювача на транзисторі УТ10. Модулятор працює в очікуючому режимі, запускаючи тактові імпульси, які поступають через конденсатор 014.

Приймач ехолота зібраний по схемі прямого підсилення. Транзистори УТ1, УТ2 підсилюють прийнятий випромінювачем – датчиком ВО2 ехосигнал, транзистор УТ3 використаний в амплітудному детекторі, транзистор УТ4 підсилює сигнал. На транзисторах УТ5, УТ6 зібраний одновібратор, який забезпечує постійність параметрів вихідних імпульсів і порогу чутливості приймача. Від імпульсу передавача приймач захищають діодний обмежувач УД1, УД2 і резистор 1.

В приймачі застосовано примусове виключення одновібратора приймача за допомогою транзистора УТ7. На його базу через діод УД3 поступає додатній тактовий імпульс і заряджає конденсатор С8. Відкриваючись, транзистор УТ7 з'єднує базу транзистора УТ5 одновібратора приймача з додатнім проводом живлення, запобігаючи тим самим можливість його спрацьовування від отриманих імпульсів. По закінченню тактового імпульсу конденсатор С8 розряджається через резистор 18, транзистор УТ7 плавно закривається, а одновібратор приймача отримує нормальну чутливість.

Генератор імпульсів із зразковою частотою повторення 16500 Гц зібраний на елементі Д1.2. З резистора R33 та котушки Л1 зібрана схема з від'ємним зворотнім зв'язком, який виводить елемент на лінійну ділянку характеристики. Це дає можливість самозбудитись на частоті, яка визначається параметрами контуру 1С18. На задану частоту генератор настроюють налагоджувальною котушкою.

Сигнал зразкової частоти через ключ надходить на лічильник, що виконаний на двох лічильниках ДД2.1 та ДД2.2. З виходу лічильника сигнал надходить на виходи інверторів ДД4, ДД5. Виходи інверторів підключені до індикаторів НЛ1, НЛ8.

Для спостереження на екрані осцилографа числа в двійковій формі використовується мультиплексор ДД6, роботою якого керує лічильник ДД3.1.

Тактовий генератор, який керує ехолотом, зібраний на транзисторах різної структури УТ13, УТ14. Частота слідування імпульсів обумовлена сталою часу кола 28С15.

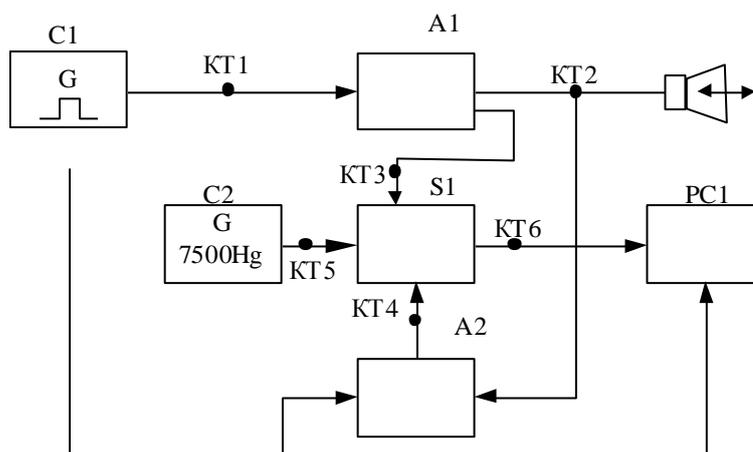


Рис.2.1. Структурна схема лабораторного макету

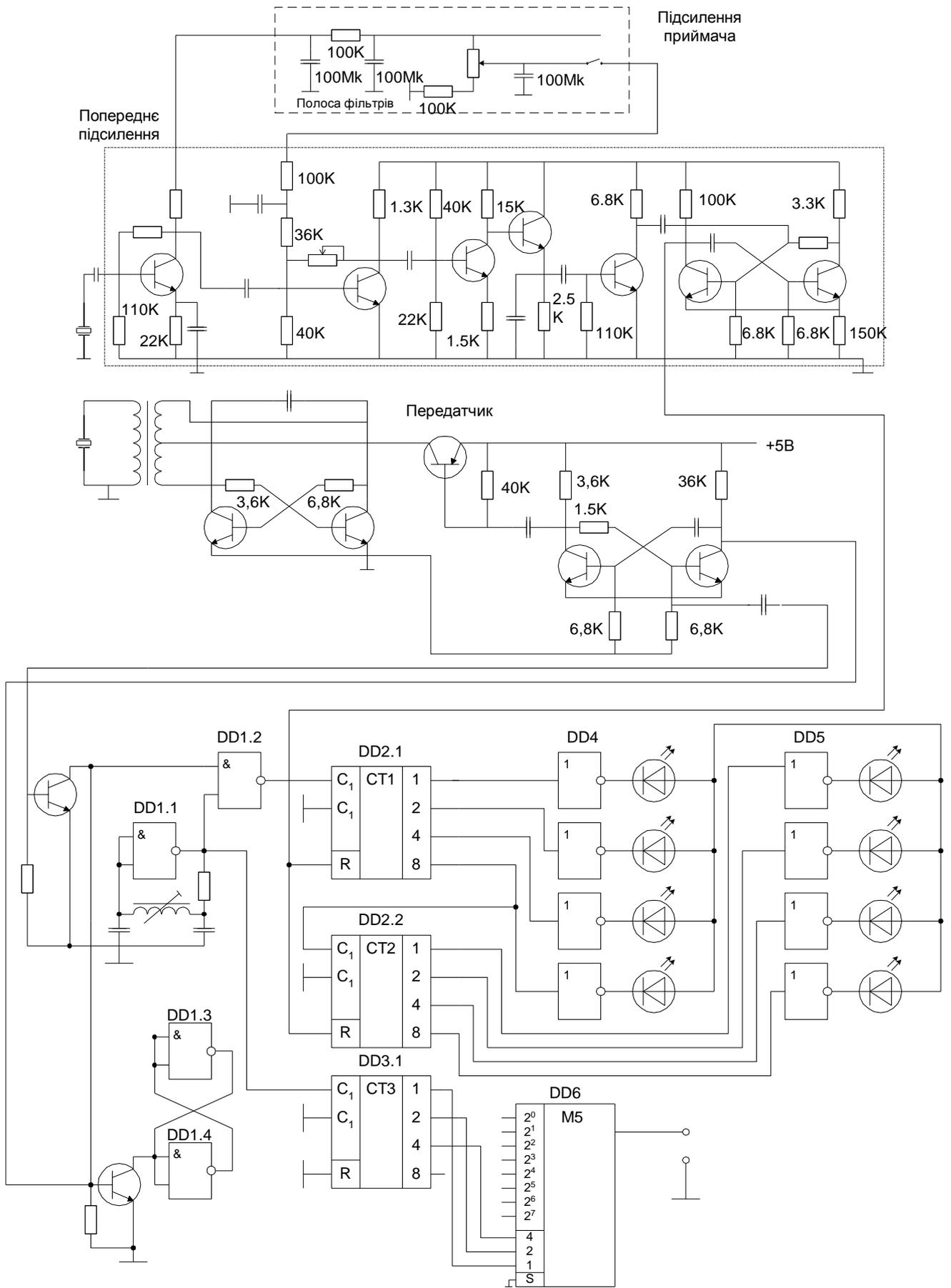


Рис.2.2.Принципова схема лабораторного макета.

2.5. Порядок виконання роботи

1. Отримавши за допомогою осцилографа С1-81 епюри напруг в контрольних точках КТ1-КТ6, побудувати часову діаграму роботи досліджуемого датчика, використовуючи вихідні сигнали з основних функціональних блоків.

2. Використовуючи набір відбиваючих екранів, дослідити залежності точності визначення відстаней до об'єктів і чутливості датчика від розмірів відбиваючих екранів, матеріалу з якого вони виготовлені та кута відбиття від поверхні екранів.

3. Створивши за допомогою набору відбитих штучну робочу зону, побудувати у вихідних параметрах датчика панораму робочої зони.

4. Розробити структурну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом, застосувавши акустичний метод виміру відстаней (технологічний процес вибрати самостійно).

5. Розробити блок-схему алгоритму роботи автоматизованої системи управління вибраним технологічним процесом.

6. Скласти звіт про виконану роботу.

2.6. Контрольні питання

1. В чому полягає принцип роботи локаційних датчиків?
2. Від яких обставин залежить дальність дії ультразвукових датчиків відстаней?
3. Чи можливо виміряти швидкість руху об'єктів за допомогою акустичних датчиків?
4. З яких елементів конструктивно складається акустичний датчик й охарактеризуйте шляхи удосконалення акустичних датчиків?
5. В чому полягають особливості ультразвукових сигналів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Дослідження датчика положення (магнітокеруємий контакт)

3.1. Мета роботи: ознайомитися з конструкцією і принципом дії датчика положення, виконаного в вигляді магнітокеруємого контакту (МК), визначити похибку датчика.

3.2. Обладнання: лабораторний макет.

3.3. Короткі теоретичні відомості

МК може використовуватися в промислових роботах в якості датчика положення дискретного типу. Робота датчика полягає в замиканні герметичних контактів під дією зовнішнього магнітного поля, направлено в напрямку пластинок МК (рис.3.1). Розмикання контактів проходить при зменшенні магнітного зусилля, діючого на пластини, яке утворюється зовнішнім полем до величини, що визначається пружністю пластин МК.

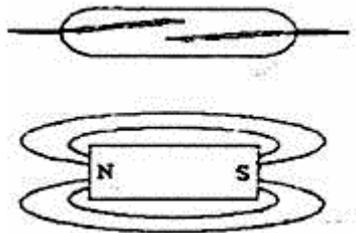


Рис. 3.1. Конструкція МК.

При конструюванні інформаційних пристроїв промислових роботів необхідно враховувати різнобій характеристик датчиків, які виникають, наприклад, при їх виготовленні. Різнобій параметрів постійних магнітів 1 приводить до нестабільності положення точки спрацювання магнітного контакту 2 (рис. 3.2).

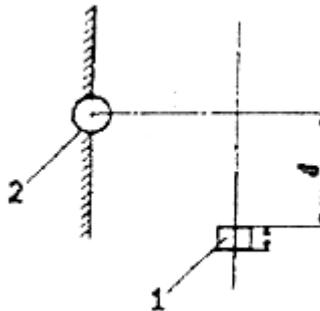


Рис 3.2. Структурна схема лабораторного макету

Маючи на увазі, що систематична похибка зміни координати порівняно мала, а випадкова розподілена нормально, можна визначити статистичні параметри точки спрацювання МК.

1) Точкова оцінка координати точки спрацювання:

$$l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i \quad (3.1)$$

де $l_i (i=1, n)$ - координата точки спрацювання при використанні i -го магніту,
 n - число вимірювань (кількість магнітів);

2) Точкова оцінка дисперсії:

$$\sigma_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (l_i - l)^2; \quad (3.2)$$

3) Довірчий інтервал для L при довірчій ймовірності P :

$$l - \frac{t_a \sigma}{\sqrt{n}} \leq l \leq l + \frac{t_a \sigma}{\sqrt{n}} \quad (3.3)$$

де t_a - відсоткова точка розподілення Ст'юдента для ймовірності $\alpha = \frac{1-p}{2}$ та числа

степеня свободи $k=n-1$;

4) Довірчий інтервал для дисперсії σ^2 :

$$\frac{(n-1)\sigma^2}{X_{\alpha_1}^2} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)\sigma^2}{X_{\alpha_2}^2} \quad (3.4)$$

де $X_{\alpha_1}^2, X_{\alpha_2}^2$ - відсоткові точки,

X^2 - розподілення для ймовірностей $\alpha_1=\alpha$ та $\alpha_2=1-\alpha$, а та числа ступені свободи K .

3.4. Опис лабораторного макету

Лабораторний макет складається з нерухомої основи, на якій закріплений МК, та набору постійних магнітів, які можуть встановлюватись на рухомому стержні, який зв'язаний з мікрометричним гвинтом. До зажимів МК під'єднується омметр, призначений для встановлення факту спрацювання МК. В вихідному положенні магніт віднесений від МК на відстань, достатню для виключення.

3.5. Порядок виконання роботи

1. Встановити на стержень мікрометричного гвинта перший постійний магніт та поступово обертаючи рукоятку мікрометричного гвинта, приближувати магніт до спрацювання МК. Зняти отримані показники.

2. Пункт 1 повторити для 5 магнітів

1. Використовуючи формули 3.1 - 3.4 визначити статичні параметри точки спрацювання МК для довірчої ймовірності $P=0,95$. (Врахувати, що при $P=0,95$ та $n=5$: $\alpha=\alpha_1=0,025$, $\alpha_2=0,975$, $k=4$; $t_a=2,776$, $X_{\alpha_1}^2=11,143$, $X_{\alpha_2}^2=0,484$).

2. Розробити функціональну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом (технологічний процес вибрати самостійно) з використанням магнітокеруемого датчика положення.

3. Розробити блок-схему алгоритму роботи розробленої автоматизованої системи управління вибраним технологічним процесом.

4. Скласти звіт про виконану роботу.

3.6. Контрольні питання

1. Яким чином можна понизити похибку МК?

2. Які фактори в процесі функціонування маніпулятора можуть впливати на похибку МК і як знешкодити їх вплив?

3. Запропонуйте конструкцію інформаційної системи яка розширить функціональні можливості МК.

4. Як зменшити вплив гістерезису на роботу МК?

5. Як впливає швидкість ланки маніпулятора на точність МК?

6. Чому вібрація впливає на стабільність характеристик МК? Як зменшити цю дію?

7. Як за допомогою МК заміряти швидкість, прискорення, силу (момент)?

8. Чи можливо побудувати на базі МК датчика положення аналогового типу?

9. Як впливає взаємна орієнтація МК та постійного магніту на параметри точки спрацювання?

10. Запропонуйте структурну схему системи управління двопозиційним маніпулятором з електроприводом та МК в якості датчика положення ланки в крайніх положеннях здійснюється:

а) демпфером;

б) електроприводом.

11. Як впливає на характеристики МК застосування в датчику електромагнітів змінного струму?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Дослідження локального датчика оптичного типу

4.1. Мета роботи: вивчити будову локального датчика оптичного типу. Дослідити функцію перетворення датчика і побудувати її регресивну модель.

4.2. Обладнання:

- лабораторний макет.
- вольтметр постійного струму.

4.3. Короткі теоретичні відомості

Локальні датчики оптичного типу, як датчики вищої інформації, використовуються в робототехніці для визначення наявності об'єкта в зоні дії промислового робота, вимірювання відстаней від об'єкта до датчика і т.п.

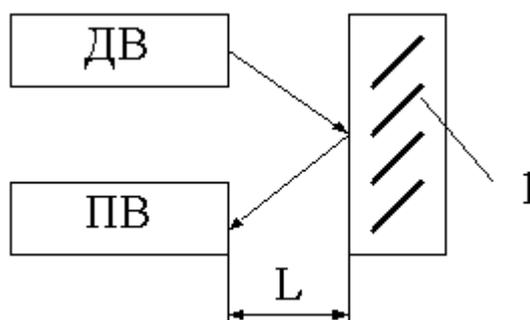


Рис.4.1. Структурна схема локального датчика

Схема локального датчика оптичного типу, зображена на рис.4.1 включає в себе джерело випромінювання (ДВ) і приймач випромінювання (ПВ). Частина потоку інфрачервоного випромінювання світлодіода VD_2 відбивається від поверхні об'єкта 1 і сприймається фото діодом VD_2 . Відстань L між датчиком і об'єктом визначається відношенням потоку, сприйнятим світлодіодом VD_1 , і відповідно опір фотодіода. В результаті коефіцієнт передачі дільника напруги, опору фотодіода VD_2 і резистора R визначає відстань L . Напруга, утворена на виході дільника, підсилюється операційним підсилювачем DA_1 , причому коефіцієнт підсилення рівний відношенню R_3/R_5 , і вимірюється за допомогою вольтметра. Функція перетворення представляє собою залежність $U(L)$ і необхідна для розрахунку системи керування промислового робота, повинна бути виражена в графічному або аналітичному вигляді. На основі n пар вимірів вхідного параметра L і відповідних значень U_d вихідного параметра, може бути побудована регресивна модель функції перетворення. Найбільш часто в якості моделі використовують степені повного вигляду:

$$U_d = a_1 + a_{2L} + \dots + a_{mL}, \quad (4.1)$$

де: a_1, a_2, a_m – параметри моделі.

Така модель при правильному виборі порядку полінома дозволяє з будь-якою необхідною точністю апроксимувати вірну залежність. На визначеному інтервалі значень L можлива лінійна апроксимація, найбільш зручна для подальших розрахунків:

$$U_d = a_1 + a_{2L} \quad (4.2)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n U_{di} \sum_{i=1}^n L_i^2 - \sum_{i=1}^n L_i \sum_{i=1}^n (L_i U_{di})}{n \sum_{i=1}^n L_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n L_i \right)^2} \quad (4.3)$$

$$a_2 = \frac{n \sum_{i=1}^n (L_i U_{Дi}) - \sum_{i=1}^n L_i \sum_{i=1}^n U_{Дi}}{n \sum_{i=1}^n L_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n L_i \right)^2} \quad (4.4)$$

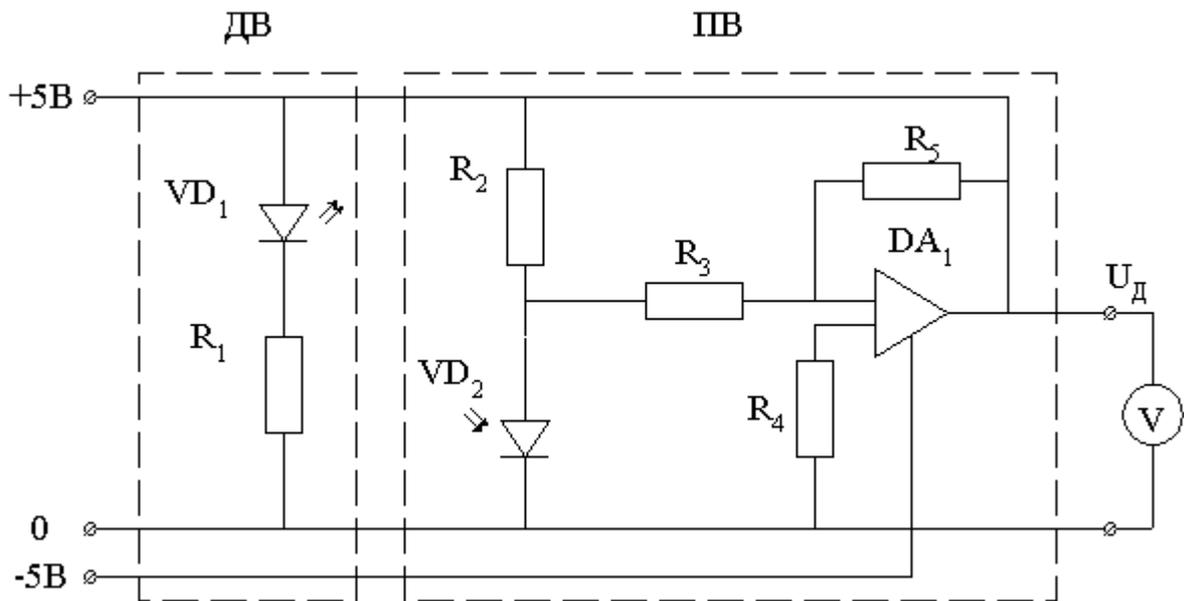


Рис.4.2. Принципова схема електронного локального датчика оптичного типу

4.4. Порядок виконання роботи

1. Вимірювання 1- в межах від 6 до 10 см, зняти залежність $U_{Д}(L)$.
2. Результат виміру зобразити графічно в вигляді точок..
3. В відповідності з формулами 4.2 та 4.4 побудувати лінійну модель $U_{Д}(L)$.
4. Отриману аналітичну залежність зобразити графічно в вигляді відрізка прямої на графіку, який відображає результати вимірів.
5. Розробити функціональну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом (технологічний процес вибрати самостійно) з використанням магнітокеруємого датчика положення.
6. Розробити блок-схему алгоритму роботи розробленої автоматизованої системи управління вибраним технологічним процесом.
7. Скласти звіт про виконану роботу.

4.5. Контрольні питання

1. Вкажіть недоліки досліджуваного датчика.
2. Назвіть місця застосування локального датчика оптичного типу.
3. Як знешкодити дію зовнішніх випромінювань на похибку дослідження датчика?
4. Що визначає чутливість локального датчика оптичного типу?
5. Перерахуйте зовнішні фактори, які впливають на точність локального датчика оптичного типу.
6. Як розширити діапазон вимірювань датчиком відстані?
7. Чи впливає швидкість об'єкта на точність датчика?
8. Як впливає на характеристику датчика вимірювання:
 - напруги живлення;
 - опору резистора R_1 (рис. 4.2);
 - опору резистора R_2 ;
 - опору резистора R_3 ;
 - опору резистора R_4 .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Дослідження моделі терморегулятора, призначеного для підтримки температури в заданому діапазоні

5.1. Мета роботи: вивчити пристрій та принцип роботи змодельованого терморегулятора, дослідити перехідну (розгінну) характеристику терморегулятора.

5.2. Склад обладнання:

- лабораторний макет з вимірювальними приладами.
- секундомір

5.3. Короткий опис лабораторного макету

Модель терморегулятора температури призначена для підтримки постійної температури у заданому режимі (діапазоні) від T_{\min} до T_{\max} .

Терморегулятор складається з термічно ущільненої шафи, в якій нагрівальним елементом служить лампа розжарювання потужністю 60 Вт, а в якості охолоджуючого пристрою (навантаження) – виступає вентилятор.

На панелі управління розташовано два перемикача для завдання режиму роботи, змінний резистор роботи терморегулятора у заданому діапазоні та світлодіод для відображення включення нагрівача (лампи розжарювання).

В якості датчика температури виступає терморезистор, сигнал з якого поступає на схему управління, що розташована поза камерою нагріву у заданому відсіку регулятора таким чином, щоб дія камери нагрівання на схему управління була або відсутня взагалі, або не вносила похибки в результати вимірювань.

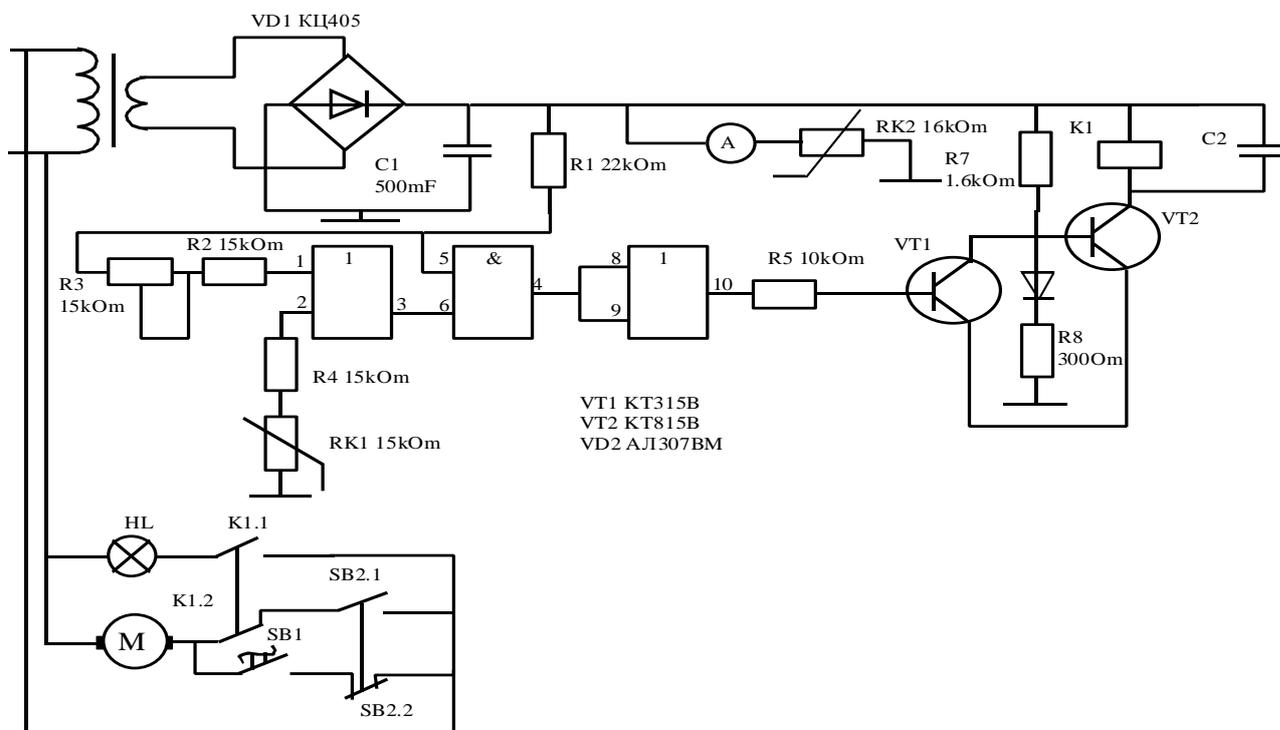


Рис.5.1. Схема електрична принципова

За допомогою тумблерів, що розташовані на боковій правій стінці терморегулятора систему можна перевести в ручний або автоматичний режими роботи. Для роботи у ручному режимі необхідно перевести перемикач 1 у відповідне положення з надписом "ручний". При роботі в даному режимі вмикається нагрівальний елемент, який можна вимкнути лише ручною настройкою, перевівши терморегулятор в інший режим. При даному режимі охолодження (вентилятор) можна увімкнути лише перевівши перемикач 2 у відповідне положення з

надписом "вкл.", при цьому повинен включитись вентилятор і працювати до тих пір, доки оператором не буде переведений перемикач 2 в положення "викл".

Автоматичний режим передбачає автоматичне (без втручань оператора) включення нагрівача та вимкнення вентилятору при досягненні температури мінімального значення T_{\min} , що задається ручкою завдання.

При досягненні температурою максимального значення T_{\max} в автоматичному режимі вмикається нагрівальний елемент та вмикається охолодження (вентилятор). Вентилятор працюватиме доти, доки температура в камері не досягне мінімального свого значення T_{\min} , після чого цикл повторюється.

5.4. Технічна характеристика терморегулятора:

1. Живлення в мережу терморегулятора подається від споживацької мережі частотою 50 Гц, напругою живлення 220 В.
2. Максимальна температура регулювання $T_{\max}=100^{\circ}\text{C}$.
3. Прилад відображення температури – стрілочний індикатор.

5.5. Методичні вказівки до виконання роботи

1. Вивчити будову та принцип дії терморегулятора.
2. Зняти дані для побудови перехідної (розгінної) характеристики для двох різних положень потенціометра.
3. По даним п.2 побудувати перехідну (розгінну) характеристику та проаналізувати отриманні результати.
4. Розробити функціональну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом (технологічний процес вибрати самостійно) з використанням магнітокеруємого датчика положення.
5. Розробити блок-схему алгоритму роботи розробленої автоматизованої системи управління вибраним технологічним процесом.
6. Скласти звіт про виконану роботу.

5.6. Контрольні питання

1. Які елементи можуть бути використані в якості первинних перетворювачів температури в електричний сигнал?
2. В чому полягає принцип роботи вимірювальних мостових схем і які основні переваги цих схем?
3. Чим визвані похибки вимірювання температури в автоматизованих системах управління технологічними процесами?
4. Який вигляд має структурна схема автоматизованої системи управління температурою технологічного процесу?
5. Назвіть технологічні процеси, де використовуються автоматизоване управління температурою.
6. Опишіть шляхи вдосконалення регуляторів температури.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Дослідження слідкуючої системи

6.1. Мета роботи: - ознайомитись з устроєм, принципом дії, методами та способами реалізації слідкуючих систем, вплив параметрів окремих вузлів на якість слідкування, на базі сельсин датчика, сельсин приймача.

6.2.Склад обладнання:

1. Лабораторний макет

6.3.Короткі теоретичні відомості

Будова та принцип дії сельсину. Сельсини зазвичай виконуються по типу асинхронних чи синхронних машин з однофазною первинною обмоткою та трифазною вторинною. Спрощений вид розібраного сельсину та його електрична схема приведені на рис 6.1.

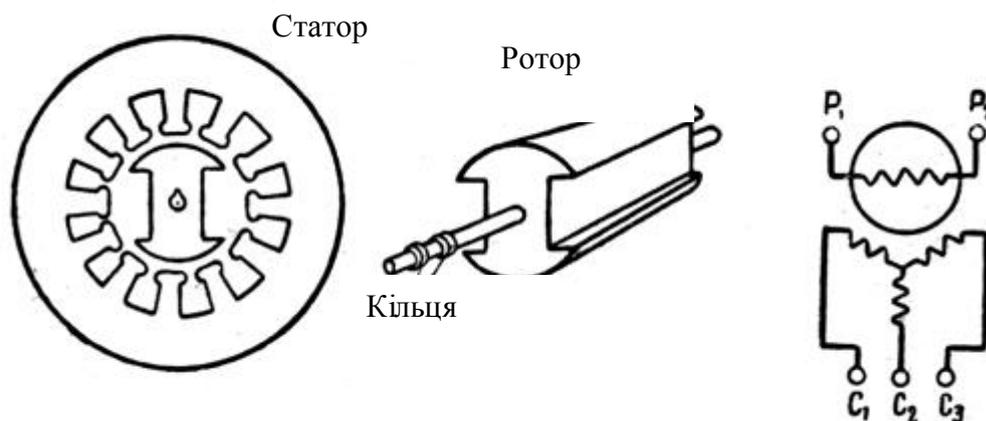


Рис.6.1. Спрощений вид розібраного сельсину та його електрична схема

Статор та ротор сельсину зроблено у вигляді пакетів, що зібрані з тонких штампованих пластин високолегованої сталі. Така конструкція дозволяє значно зменшити втрати на вихрові струми. В роторний пакет запресований валик, на який насаджені контактні кільця, захисні шайби, підшипники та в залежності від цільового призначення сельсина - інші деталі (наприклад шестерні, шкали та т.д.).

Ротор має два явно виражені полюси та одну (первинну) обмотку збудження, яка живиться від мережі тимчасового струму через щітки, які сковзаються по контактним кільцям.

Статорний пакет має форму циліндру з пазами та може служити частиною корпусу. В середині пазів статорного пакету вкрито три фазні (вторинні) обмотки, що з'єднані "зірочкою". Магнітні вісі фазних обмоток зсунуті на 120° . Для зменшення змін магнітної провідності при обертанні якоря, що обумовлені наявністю пазів, останні зазвичай скошені на одне зубцеве ділення, як це схематично показано на рис.6.2.

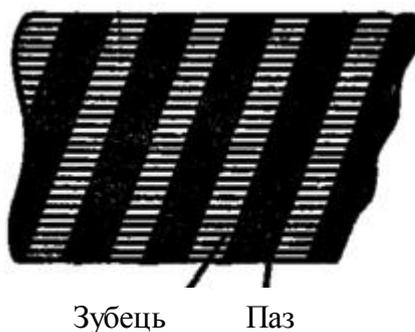


Рис.6.2. Скошування пазів статору сельсину

Корпус статора виготовлений шляхом заливки (в спеціальній формі) статорного пакету силуміном, який має циліндричну форму, що дозволяє найбільш легко та точно встановити сельсин в робоче положення, та з'єднаний з двома підшипниковими кришками. Кришки відлиті із алюмінієвого сплаву та мають досить складну конфігурацію, яка забезпечує високу точність посадки підшипників та з'єднання з корпусом.

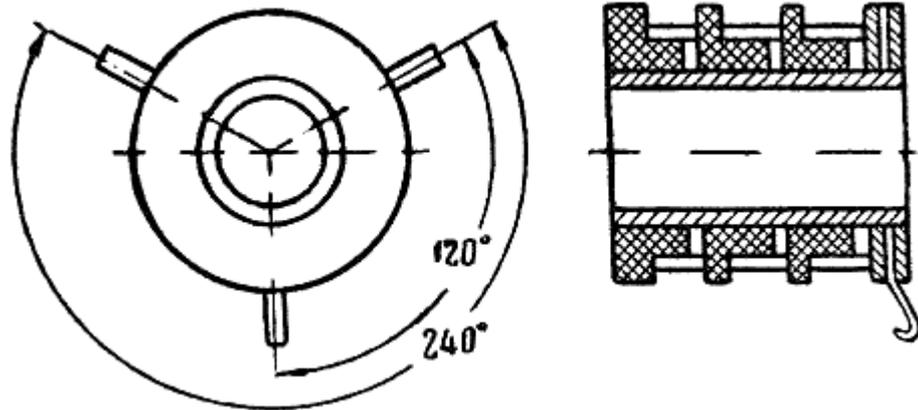


Рис.6.3. Контактні кільця, які зібрані на втулці

Контактні кільця, наявність яких дозволяє віднести конструкцію до типу контактних сельсинів, виготовлені з листового срібла чи нікелю та закріплені на ізоляційних шайбах, які насаджені на загальну ізоляційну втулку (рис.6.3.).

Пристрій вимірювання та перетворення розбіжності сигналів, чи вимірювач розбіжності (ВР), призначено для порівняння значень керуючої дії та регульованої координати та перетворення отриманої різниці в електричний сигнал. Як ВР змінного струму широке використання отримали пристрої трансформаторної синхронної передачі на електричних індукційних мікромашинах типу сельсинів. ВР на сельсинах складається з двох сельсинів: сельсина-датчика та сельсина-приймача.

Сельсин приймач збуджується змінним магнітним потоком, що створюється фазним напрямком сельсина датчика, який передається сельсином приймачем по трипровідному ланцюгу синхронізації. Однофазна обмотка сельсина приймача служить для виробки сигналу розбіжності.

В момент розузгодження, який характеризується взаємним перпендикулярним розташуванням осей однофазних обмоток сельсинів, сумарний магнітний потік приймача перпендикулярний до вісі вихідної обмотки сельсина приймача. При наявності розузгодження механічний поворот ротора сельсина датчика перетворює поворот магнітного потоку сельсина приймача, цей потік пронизує однофазну управляючу обмотку. З цієї обмотки знімається напруга, яка характеризується відхиленням сельсинів від положення узгодження.

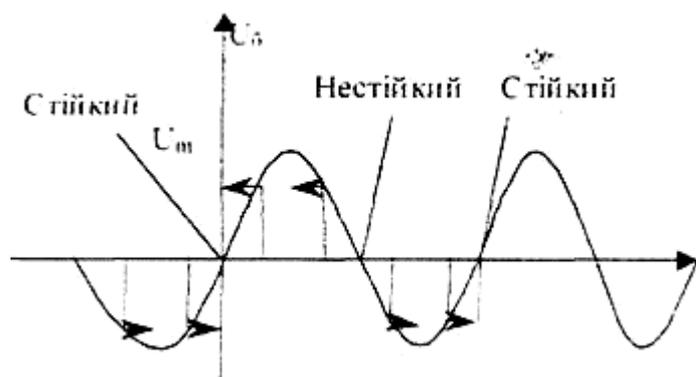


Рис.6.4. Графік зміни фази та напрямку обробки ВД

Вихідна напруга ВР на сельсинах є неперервною функцією кута розузгодження та містить інформацію, що необхідна для керування СС. Статична характеристика індукційного ВР носить нелінійний характер. Це суперечить загальним вимогам до нелінійності

характеристик вимірювальних пристроїв та призводить до появи таких недоліків, як непостійність крутизни характеристики та зміна фази вихідної напруги не тільки при зміні нумерації, але й в залежності від значення помилки розузгодження.

Як видно на рис.6.4 зміна фази та разом з нею напрямок обробки ВД відбувається в точках 0° , 180° , 360° , що характеризуються нульовими значеннями вихідної напруги. При розузгодженнях, менших $\pm 180^\circ$ напрямок обробки ВД сприяє усуненню розузгодження, та система автоматично приходить в положення стійкої рівноваги. При $\sigma = 180^\circ$ напрямок обробки залежить від коливань напруги в системі, при незначному збільшенні напруги ВД виробляє сигнал розузгодження до нуля, в разі зменшення напруги - до 360° . Це визначає положення нестійкої рівноваги системи. При розузгодженні що перевищує 180° напрямок обробки ВД такий, що система буде прагнути до стійкого "нуля", яким є кут 360° . В принципі це буде теж саме $\sigma = 0^\circ$, але досягається воно розворотом системи на 360° , що не допустимо з точки зору початкової установки пристроїв, закрутки джгутів і т.д.

Для полегшення підбору пар сельсинів їх поділяють на класи точності в залежності від середньої інструментальної похибки, що визначається як напівсума максимальних похибок при обертанні датчика за годинниковою стрілкою та проти неї.

$$\delta_i = \pm \frac{|\delta_m^+| + |\delta_m^-|}{2}; \quad (6.1)$$

В даній системі приймаються сельсини серії БД - 404ВТВ.

Таблиця 6. 1. Технічні дані сельсинів

Тип СС	Призначення	Частота, Гц	Напруга $U_{пит}$, В	$U_{синхр}$, В	Струм живл., А	Асимет "0"точок
БД-404878	Приймач/датчик	50	110	34	0,400	$\pm 21^\circ$

Із усіх похибок, що властиві сельсинам, найбільш вагомою є статична похибка, що визначається класом точності перетворювача. Рівень залишкової напруги ДІЛ що відповідає похибці при найбільших кутах розузгодження може перевищувати корисний сигнал, і тоді початкового розузгодження СС відчувати не буде. Для зменшення впливу похибки слід збільшити крутизну статичної характеристики вимірювальної системи. Значно збільшити напругу, що знімається, при тих же значеннях похибки вдається за рахунок введення редуктора в двоканальній системі вимірювача. Редуктор дозволяє зменшити вплив неточності виготовлення сельсинів. Вимірювальна система складається з двох пар сельсинів.

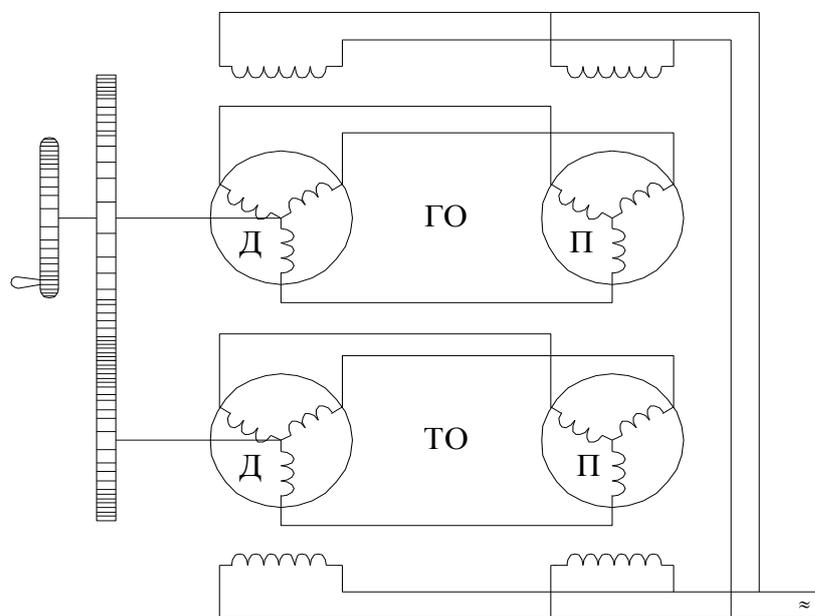


Рис. 6.5. Схема синхронної передачі з сельсинними парами точного та грубого відліків
Одна пара сельсинів ВС1 та ВС1 зв'язана із задаючим та виконавчим валом СС

безпосередньо, а інша ВС2 та ВС2 – через редуктор. Передаточне відношення i_p редуктора обираємо таким, щоб сельсини другої пари обертались швидше, утворюючи канал точного відліку (ТВ), на відміну від каналу грубого відліку (ГВ) з передачею кута в масштабі 1:1. При повороті задаючого валу на кут β датчик каналу ГВ повертається на той же кут, а датчик каналу ТВ - на кут $i_p\beta$. Розузгодження між сельсинами по каналу ТВ за рахунок цього збільшується в i_p разів що сприяє підвищенню чутливості схеми та крутизни характеристики.

При налагодженні системи спочатку виставляється в положення “0” сельсин грубого відліку по відношенню до сельсину точного відліку. Після цього етапу шестерні редуктора, що з'єднують два сельсина, закріплюють жорстко на своїх осях. Таким же чином налагоджуються сельсини приймачі. Після подачі питомої напруги на установку при повороті ведучого променя в заданому напрямку в схемі сельсинів відбувається розузгодження. В подальшому розузгодження поступає в блок обробки інформації, після чого видає відповідне керування на ВД.

6.4.Короткий опис макету

Даний макет конструктивно складається з двох блоків: блока обробки інформації та блока електропривода. Між собою блоки з'єднуються гнучким кабелем, довжиною біля 2м. Корпуси обох блоків виконані з прозорого оргстекла. Слідкуюча система розміщується на столі. В двох метрах від столу розміщується шкала з діленням, з якої знімаються результати обробки. Блок обробки інформації є автономним блоком і може бути використаним для рішення деяких задач, наприклад, для дистанційного керування поворотом антени.

На входи блока керування неперервно поступає інформація від датчика положення у вигляді аналогового сигналу. З виходу блоку керування знімається симетричний аналоговий сигнал з максимальною амплітудою 20 В при струмі до 3 А. Слідкуюча система працює в автоматичному режимі, максимальна кутова швидкість, що розвивається приводом – 3 рад/с. Похибка відстежування не більше 5с. Максимальна питома потужність від мережі - 100 Вт.

6.5.Методичні вказівки до виконання роботи

1. Вивчити конструкцію та принцип дії сельсинів.
2. Вивчити устрій та принцип дії лабораторного макету.
3. Змінюючи положення сельсин датчика прослідкувати переміщення сельсин приймача та положення ведучих та ведених променів на панорамній шкалі.
4. Змінюючи коефіцієнт підсилення K та постійну часу T прослідкувати за швидкістю та характером перехідного процесу.
5. Для різних коефіцієнтів підсилення K та постійної часу T зняти похибки слідкування веденого променя за ведучим.
6. Провести аналіз отриманих результатів.
7. Розробити функціональну схему автоматизованої системи управління технологічним процесом (технологічний процес вибрати самостійно) з використанням магнітокеруемого датчика положення.
8. Розробити блок-схему алгоритму роботи розробленої автоматизованої системи управління вибраним технологічним процесом.
9. Скласти звіт про виконану роботу.

6.6.Контрольні питання

1. В чому полягає принцип роботи сельсинів?
2. Назвіть основні типи сельсинів?
3. В чому полягає зміст використання сельсинів точного та грубого відліків?
4. В чому проявляються переваги і недоліки сельсинів при їх використанні в слідкуючих системах в порівнянні зі схемами інших елементів в принципів організації?
5. Опишіть шляхи вдосконалення слідкуючих систем.
6. Назвіть приклади використання сельсинних слідкуючих систем в автоматизованих системах управління технологічними процесами.

