

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь)

на тему: **Розробка макетного лабораторного стенду для дослідження роботи електроприводів**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи КАМ-61

спеціальності

151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гусак А.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

доц. Медвідь В.Р.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

доц. Левицький В.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

ст. викл. Козбур І.Р.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Гусак А.Р. Розробка макетного лабораторного стенду для дослідження роботи електроприводів.

Магістерська робота на здобуття освітнього рівня «Магістр» за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2019.

У магістерському дослідженні обґрунтовано визначальні параметри, які в найбільшій мірі впливають на процес запису які призводять до змін основних характеристик відеосигналу.

У роботі приведено принципи, приклади забезпечення, двигуна обертатися з постійною швидкістю, для кращого відтворення звуку.

Вирішено основні проблеми в режимах запису і відтворення, важливі моменти при розрахунку, розроблено стенд для дослідження асинхронного електроприводу.

Ключові слова: лабораторний стенд, асинхронний електродвигун , система автоматичного регулювання головок.

ANNOTATION

Husak A.R. Development of a model laboratory stand for the study of the operation of electric drives.

Master's Degree in Education "Master" in the specialty 151 - "Automation and Computer-Integrated Technologies" - Ternopil National Technical University. I. Pulia. - Ternopil, 2019.

The master's study substantiates the determining parameters that most affect the recording process that lead to changes in the main characteristics of the video signal.

The principles, examples of ensuring that the engine rotates at a constant speed for better sound reproduction.

The basic problems in the modes of recording and play are solved, the important points in the calculation, the stand for the study of asynchronous electric drive is developed.

Keywords: laboratory stand, asynchronous motor, automatic head adjustment system.

ЗМІСТ

Вступ

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.2 Структурна схема

1.3 Принципова схема

1.3.1 Двигун постійного струму

1.3.2 Частотний канал схеми управління двигуном

1.3.3 Фазовий канал схеми управління двигуном

1.3.5 Система електроживлення

1.4 Регулювання контроль параметрів

1.4.1 Контроль параметрів вхідних сигналів для частотного і фазового каналу

1.4.2 Регулювання та контроль параметрів систем управління фазою і частотою двигуна

1.5 Методика ремонту пристрою і алгоритм пошуку несправностей

1.5.1 Несправності системи управління частоти двигуна

1.5.2 Несправності системи управління фази двигуна

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Загальний вигляд стенда навчальної лабораторії

2.2.2 Генератор пилоподібної напруги

2.2.3 Генератор синус і косинус напруги

2.2.4 Блок множення-ділення

2.2.5 Суматор

2.2.6 компаратор

2.3 Конструювання стенду

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

3.1 Перетворювач частоти з автономним інвертором напруги та модуляцією імпульсної ширини

3.2 Увімкнення та вимкнення лабораторного стенду

3.3 Організація робочого місця

3.4 Вимірювальні прилади та інструменти

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5. ЕКОНОМІЧНА АСТИНА

5.1 Розрахунок кошторису витрат на виготовлення лабораторних стендів

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

5.2.1 Заробітна плата обслуговуючого персоналу

5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати

5.2.3 Розрахунок заробітної плати обслуговуючого персоналу

5.2.4 Розрахунок додаткових витрати на проектування

5.2.4 Сума експлуатаційних витрат

5.3 Соціальний ефект від впровадження лабораторного стенду в навчальний процес.

6. ВИМОГИ ПО ТЕХНІЦІ БЕЗПЕКИ

7. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

8. БІБЛІОГРАФІЯ

Вступ

Ціль даного дипломного проекту — дослідження принципів управління та регулювання частотою і фазою електродвигуна. Також розробка навчального стенда для практичних досліджень, тому що в сучасному навчальному процесі не можливо обійтись без даних об'єктів, особливо у сфері професійного навчання. В першу чергу в даній сфері діяльності важливо доступність та розуміння функціональних можливостей приладів, які є навчальним матеріалом.

Дипломному проекті наведений конкретний прилад на базі відеомагнітофону «Електроніка -501-Відео», а точніше кажучи на базі системи автоматичного регулювання блоку обертових голівок даного відеомагнітофону. В даному проекті вивчено та представлено принцип роботи системи автоматичного регулювання блоку обертових голівок, окремих схем і вузлів, а також наведені практичні методи настройки системи та пошуку несправностей.

Практично не можливо навести приклади всіх способів управління електродвигунами, тому що розвиток радіоелектронної техніки відбувається настільки стрімко на більше сучасній елементній базі які постійно удосконалюються технічними та експлуатаційними характеристиками, то в цьому випадку необхідно знати принципи, на яких вони розвиваються. Краще всього зрозуміти принципи та регулювання частотою і фазою обертання електродвигуна можна на пристрої зібраному на дискретних елементах.

В даному дипломному проекті наведений один із таких приладів, допрацьований під навчально-лабораторний стенд, ціль якого навчання учнів та студентів процесу настройки і регулювання режимів роботи електронних двигунів, які широко поширені по всіх сферах людської діяльності, наприклад CD та DVD приводи, відеомагнітофони, різні промислові станки. До останніх, даний дипломний проект має найбільше значення, тому що в сучасній промисловій системі автоматизованого управління має широке

розповсюдження, зокрема автоматичне управління електродвигунами в різноманітних станках та самохідних вантажоперевезеннях.

Для обслуговування і ремонту такого роду обладнання необхідно підготовка високоякісного фахівця. В процес навчання повинні входити не тільки теоретичні заняття, а й практичні. У цьому випадку, навчальний стенд сервоприводу ставати незамінним для практичних занять.

Також приводиться методика настройки та регулювання вище зазначеного приладу, наводяться електрична схема, структурна схема й опис до них, список рекомендованих інструментів для настройки й регулювання так само малюнки на осцилограмі службових і результатів сигналів в основних контрольних точках системи автоматичного управління двигуна

1 Технологічна частина

1.1 Технічні характеристики

Електропривод

Споживання електроприводу.

- Мережеве споживання -220 В (190 - 242) У, 50Гц;

- Споживана потужність 12В ;

- Напруга живлення двигуна - 7 В;

Номинальний струм не більше - 0,52 А;

- Пусковий струм при напрузі 7 В - 2,2 А;

- Струм холостого ходу при напрузі 7 В - 0,12 А;

- Амплітудне значення напруги колекторних пульсацій при напрузі живлення 7В, номінальному моменті і внутрішньому опорі джерела живлення 200ом не більше - 0,25 В;

Електрична потужність, споживана двигуном в номінальному режимі - 3,64 Вт;

Швидкість обертання електроприводу.

- Швидкість обертання в номінальному режимі - 1500 об / хв;

- Швидкість холостого ходу при напрузі 7 в -2100 об / хв;

- Частота обертання двигуна -25 об. / С;

Вхідні і вихідні сигнали для керування електроприводом.

- Вхід зовнішнього сигналу Video IN -1В / 75 Ом;

- Напруга тахогенератора на навантаженні 10 кОм при швидкості обертання 1500 об / хв не менше - 30×10^{-3} В;

15625 Гц

- Частота вихідної напруги тахогенератора при номінальній швидкості обертання - 15625 Гц;

Умови роботи електроприводу.

- Робоча температура - (10 - 35) 0С;

- Робоча вологість - (35 - 80)%;

- Атмосферний тиск - (86-106) кПа;

Підтримувані технічні параметри схеми управління двигуном.

- Частота обертання електроприводу при відсутності коригувального сигналу фазового каналу - 15330 Гц;

- Частота обертання електроприводу з коригувальним сигналом фазового каналу - 15625 Гц;

- Час захоплення фази обертання двигуна - 5 секунд;

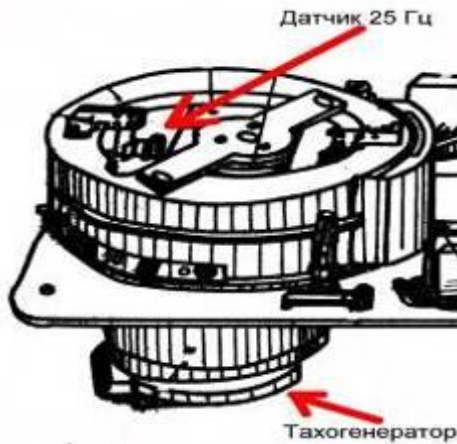
1.2 Структурна схема

Дипломний проект ґрунтується на базі ,системи автоматичного регулювання блоку головок, що обертаються відеомагнітофона «Електроніка - 501 ВІДЕО» виявимо питання які вирішує даний пристрій.

Процес запису призводить до змін основних характеристик відеосигналу, зокрема до нестабільності миттєвої частоти малих і кадрових КСІ. Ці зміни в основному обумовлені неможливістю забезпечення в режимі запису і відтворення ідентичності таких характеристик управління двигунами як, миттєва частота обертання електродвигуна блоку головок, що обертаються, середня частота і фаза. Для зменшення спотворень сигналу система управління двигунами блоку обертових головок повинна виконувати наступні функції: підтримувати середню швидкість обертання відео головок із заданою точністю, проводити корекцію відхилень середньої швидкості, забезпечувати мінімальну нестабільність миттєвої частоти обертання відео головок.

Вище зазначені питання, в режимах запису і відтворення вирішує система автоматичного регулювання блоку головок, що обертаються (САР БВГ), яке здійснює ослаблення впливу таких дестабілізацій, як мінливість джерела живлення, пульсація напруги, нерівномірність русі магнітної стрічки. Ослаблення відбувається внаслідок регулювання таких параметрів, як частота і фаза обертання двигуна за допомогою управління частотою харчування диска з

головками. Вона забезпечує зменшення тимчасових помилок, викликаних коливаннями частоти обертання диска, до значень не більше 0,15 мкс.



Зображення 1 – Двигун блоку обертових голівок

Остаточні тимчасові помилки потім компенсуються за допомогою лінії зміною затримки та досяганням тимчасова стабільність сигналу дозволяє здійснити режим зовнішньої синхронізації відеомагнітофона. Таке мале значення можна досягти внаслідок високоточного виготовлення всіх механічних частин блоку головок, що обертаються, тракту руху стрічки та застосування електроприводу з великими запасами стійкості. Крім того, система автоматичного регулювання блоку головок, що обертаються забезпечує постійне тимчасове співвідношення між сигналами опорними та сигналами від датчика оборотів двигуна, що визначають його кутове положення.

На зображенні 3 представлена структурна схема система автоматичного регулювання блоку головок, що обертаються, відмінність якого від режиму відтворення полягає в тому, що ширина імпульсу опорного мультівібратора управляється помилкою в часі між сигналом кадрової синхронізації і імпульсом датчика 25 Гц у фазовому каналі.

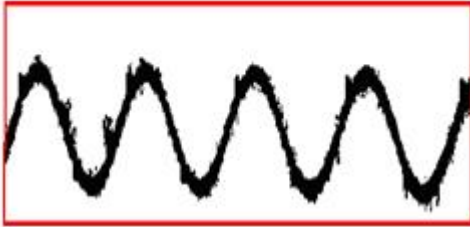
Під час запису зображення має бути встановлено жорстке фазове з'єднання між сигналом передавача та швидкістю обертання голови. Цей зв'язок організовується тимчасовим кадром, що міститься в сигналі передавача.

Таймери кадру виділяються із записаного сигналу ПЦТС селектором таймера. Кожен другий імпульс спрацьовує мультівібраторному режимі, який видає прямокутний сигнал 25 Гц. Ці імпульси при 25 Гц, що відповідають швидкості БВГ, також вводяться на спеціальній контрольній доріжці на стрічці за допомогою спеціального годинника. Час стрічки слід фіксувати максимально рівномірно, тобто на однаковій відстані один від одного. Якщо запис часу нерівномірний, подальше відтворення призведе до зміщення рядка або групи рядків, внаслідок чого зображення похитнеться. Отже, мета терморегуляції BWG полягає в тому, щоб забезпечити, що двигун обертається з постійною швидкістю, і, крім того, встановити положення обертання фази BWH так, щоб запис половини кадру завжди починався саме в одному місці. Для досягнення цієї мети регулювання двигуна повинно бути постійним, оскільки невеликі коливання швидкості внаслідок, наприклад, коливань напруги живлення проявляються як перешкоди перешкод у відтвореному зображенні.

У режимі запису швидкість двигуна (фактичне значення) порівнюється з частотою 25 Гц, синхронізованою з тактовою частотою кадру (опорне значення). Якщо між цими значеннями є розбіжність, тоді позитивна та негативна напруга управління, пропорційна різниці частот і фаз порівняних сигналів, виробляється у фазі порівняння фаз (фазовий дискримінатор), поки напруга невідповідності не дорівнює фактичне значення не відповідало базовому значенню.

Якщо коливання швидкості обертання перевищують ± 3 см / с, то схема управління швидкістю обертання починає працювати. Це регулювання здійснюється за допомогою іншої автоматичної системи управління. Вихідний сигнал для цієї схеми управління виробляється двигуном BWG за допомогою другого датчика швидкості (тахогенератора). При номінальній швидкості виробляється сигнал гармонічної постійної частоти (див. Малюнок 2). Сигнал цієї частоти посилюється і перетворюється в прямокутний сигнал, який подається на перетворювач за допомогою тригера

Якщо частота підвищується, то рівень напруги відповідно зменшується і, навпаки, рівень напруги зростає зі зменшенням частоти. Ця напруга, залежно від швидкості обертання двигуна, подається на сервопривід і мотор. У такий спосіб здійснюється контроль швидкості обертання двигуна БВГ



Зображення 2 – Осцилограма сигналу тахогенератора



Зображення 3 – Структурна схема системи автоматичного регулювання

1.3 Принципова схема

1.3.1 Двигун постійного струму

Двигун блоку головки (М 1) (див. Малюнок 1), колекторний двигун постійного струму, напруга живлення 7 В, номінальний струм 0,2 А, пусковий струм при напрузі 7 В становить 2,2 А, струм холостого ходу знаходиться при напрузі 7 В 0,12 А, значення амплітуди напруги колекторного пульсатора при напрузі живлення 7В, номінальному моменті та внутрішньому опорі джерела

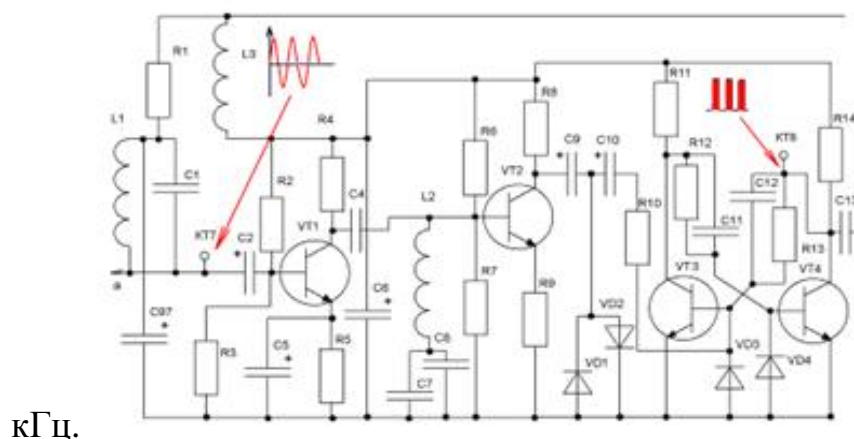
живлення 20 Ом не більше 0,25 В, електроенергії, спожитої двигун у номінальному режимі 3,64 Вт, швидкість обертання приводу в номінальному режимі 1500 об / хв, холостий режим роботи при напрузі 7 при 2100 об / хв.

Двигун має вбудований тахогенератор індукційного типу, від якого надходить 625 імпульсів на обмотку валу двигуна. Коли двигун обертається зі швидкістю 25 об / хв, тахометр видає сигнал при 15625 Гц.

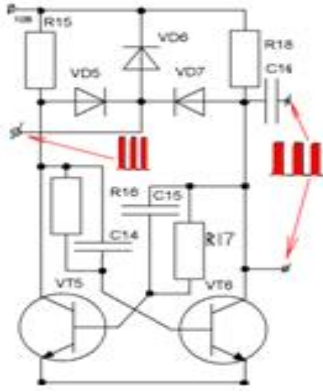
1.3.2 Частотний канал схеми управління двигуном

Через резистор R1 напруга намагніченості подається на обмотку тахометра. Транзистор VT1 використовується для посилення імпульсів від тахогенератора. Схема L1-C1 - це резонансна схема, налаштована на частоту, близьку до 15625 Гц, і в той же час від'єднується від попадання в ланцюг живлення лінійної частоти - схема налаштована на частоту тахогенератора 15625 Гц. Підсилювач та обмежувач VT1, VT2, VD1, VD 2. Сигнал від тахогенератора подається на двоступеневий підсилювач, виконаний на транзисторах VT1, VT2, після посилення обмежується діодами VD1, VD2 і подається на тригер.

Схема L1, C7, C8 фільтрує перешкоди з частотою гумки 80



Зображення 4 - Частина частотного каналу схеми управління двигуном (підсилювачі-обмежувачі і тригер), формує прямокутні імпульси з синусоїдального сигналу тахогенератора



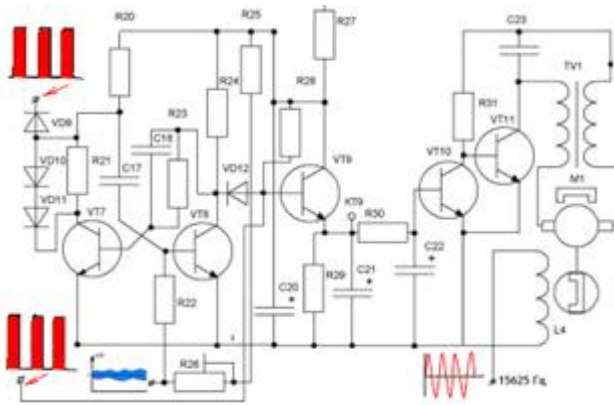
Зображення 5 - Частина каналу частоти ланцюга управління двигуном (тригерний дільник для 2-а)

VT3, VT4 Тригер, який перетворює обмежений синусоїдальний сигнал тахогенератора в прямокутний сигнал.

VT5, VT6 Тригерний дільник на 2-му. Запускається з від'ємними імпульсами з виходу тригера (VT3, VT4 - прямокутний генератор імпульсів) і ділить частоту 15625 Гц на 2-а (частота у півчасі 7812,5 Гц).

VT7, VT8 Опорний мультивібратор спрацьовує негативними імпульсами з виходу VT6. Тривалість позитивного імпульсу мультивібратора регулюється резистором R26 та сигналом від VT22. У випадках, коли частота тахогенератора змінюється, підтримуючий мультивібратор змінює тривалість позитивного імпульсу і регулює швидкість, тим самим впливаючи на ігрове управління.

Тривалість імпульсу є еталоном для частотного каналу САР. VT9 Схема узгодження порівнює два сигнали. База транзистора VT9 сигналізує від виходу тригера (дільник на 2-й) і виходу опорного мультивібратора. Тривалість імпульсу на виході ланцюга збігу залежить від швидкості обертання двигуна головного пристрою.



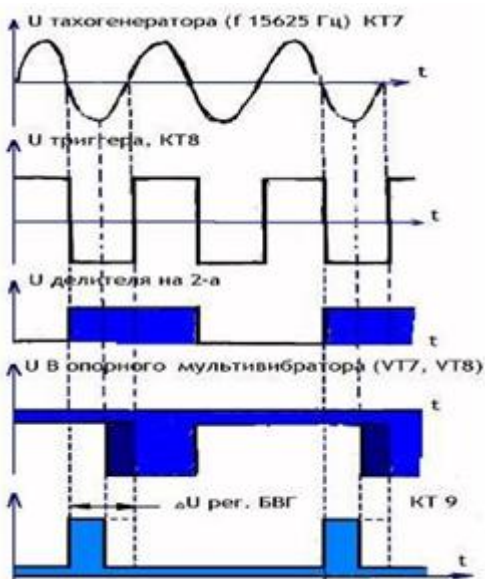
Зображення 6 - Частина каналу частоти схеми управління двигуном (опорний мультивібратор, схема збігу даних і вихідний етап УПТ)

Якщо швидкість висока, імпульс тригера буде коротшим за позитивний імпульс опорного мультивібратора, а на виході VT9 з'являться позитивні імпульси.

R30, C22 Інтегратор випускає постійну складову імпульсів на виході ланцюга збігу, пропорційну швидкості обертання двигуна M1.

VT10, VT11 Підсилювач постійного струму підсилює сигнал на виході інтегратора і керує швидкістю обертання мотора послідовно до колекторної ланцюга транзистора VT11.

TV1 - Зменшує перешкоди дросельної заслінки.



Зображення 7 - Осцилограми частотного каналу з тимчасовими
положеннями відносно один одного

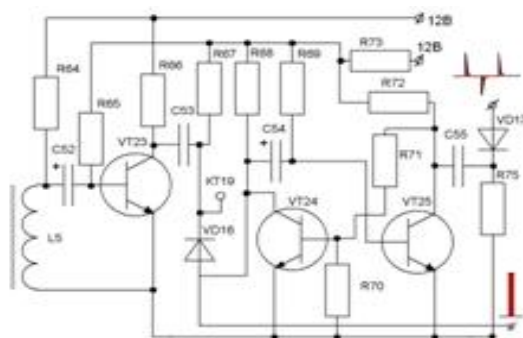
1.3.3 Фазовий канал схеми управління двигуном

Датчик L5 25 Гц. Датчик швидкості виводить сигнал, частота якого пропорційна швидкості двигуна (див. Малюнок 7). Датчик швидкості двигуна, встановлений на головках відео агрегату, видає сигнал на момент закриття. Напруга намагнічування подається на обмотку датчика через резистор R64.

Підсилювач VT23. Сигнал датчика 25 Гц посилюється транзистором VT23 і

подається на дискримінатор VT20 і далі синхронізує мультивібратор VT24, VT25.

Мультивібратор VT24, VT25. Мультивібратор визначає час



запуску

Зображення 8 - Частина фазового каналу ланцюга управління двигуном (25 Гц сенсорний підсилювач і мультивібратор)

чекаючи мультивібратора, зібраного на транзисторах VT17, VT18. Спрацьовує негативний задній край імпульсу, що йде від транзистора VT23.

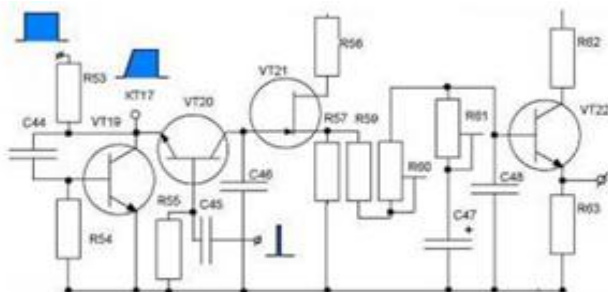
Режим мультивібратора VT17, VT18. Ділить на 2 частоту, що подається на нього обмежувальним сигналом - діодом VD15; орієнтація мультивібратора щодо сигналу датчика 25 Гц здійснюється сигналом від мультивібратора VT24, VT25. Регулювання тривалості імпульсу мультивібратора здійснюється резистором R 49.

VT19 Нормативний. Змінює передній край прямокутних імпульсів, що подаються очікуваним мультивібратором, роблячи його похилим. Нахил регулюється резистором R54, довжина нахилу спереду - 5 мс.

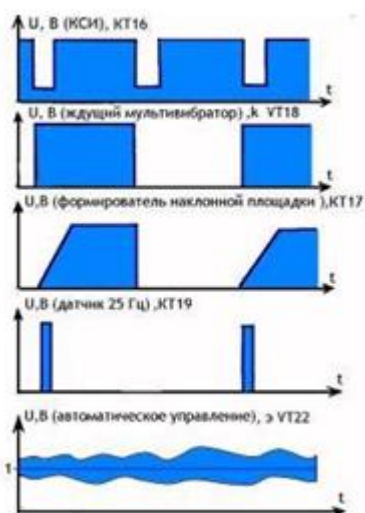
VT20 Схема узгодження. Сигнали від формувача VT19 та від підсилювача

VT23 (сигнали датчиків 25 Гц) подаються в ланцюг.

Вихід схеми узгодження видає сигнал помилки, пропорційний різниці частот двох сигналів



Зображення 9 Вихідний каскад фазового каналу



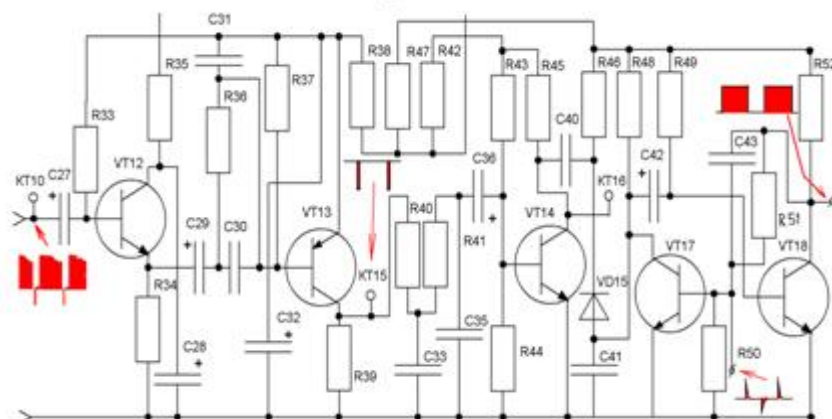
Зображення 10 - Осцилограми фазового каналу з тимчасовими положеннями відносно один одного

Підсилювач VT21, VT22. Сигнал помилки від узгоджувальної ланцюга підсилюється транзисторами VT21, VT22 і подається на опорний мультивібратор VT7, VT8, де сигнал помилки змінює тривалість опорного імпульсу.

Каскад підсилювачів VT12 із спільним колектором. Відеосигнал подається на ступінь підсилювача загальним колектором VT12, підсилюється

потужністю і подається до фільтра (R36, C29, C30), де частоти над лінією фільтруються.

Селектор R36, C29, C30, VT13. Ланцюг R36, C29, C30 відсікає імпульси,



Зображення 11 - Вхідна частина фазового каналу для обробки відеосигналу

тривалість яких менша за тривалість малих тактових імпульсів. Режим транзистора VT13 обраний таким чином, що він випромінює сигнал синхронізації кадру з суміші тактових імпульсів.

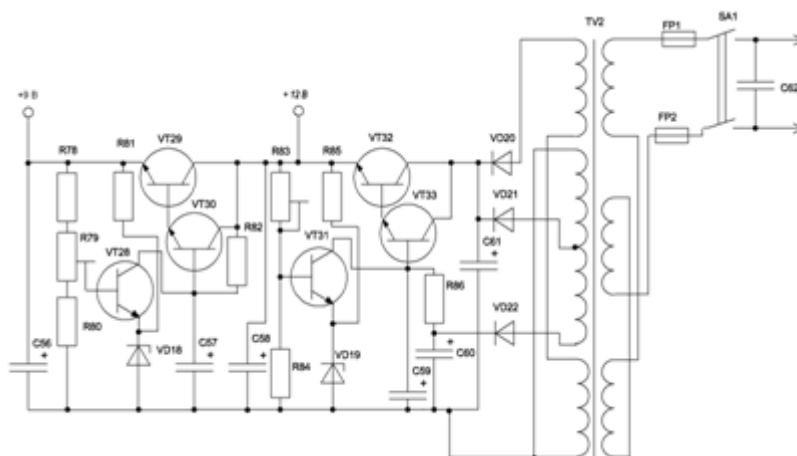
Після посилення VT13 сигнал надходить у фільтр (R40, C33, R41, C35 Інтегратор), де посилюються часткові частотні імпульси, які підсилюються підсилювачем VT14.

Підсилювач VT14. Підвищує синхронізацію кадру імпульсів напруги.

Мультивібратор VT17, VT18. Виділений сигнал частоти кадрів 50 Гц подається на вхід мультивібратора VT17, VT18, який ділить цю частоту на 2. Орієнтація мультивібратора виконується сигналом від мультивібратора VT24, VT25.

1.3.4 Система електроживлення

Блок живлення розташований на окремій платі. Усі електронні блоки схеми управління двигуном живляться від двоперіодного випрямляча, зібраного на трансформатор TV2 та діоди VD20, VD21.



Зображення 12 - Електрична схема блоку живлення для системи управління двигуном

Випрямлена напруга підтримується постійною при зміні напруги живлення та опору навантаження двома транзисторами VT32 та VT33 - компенсаційними стабілізаторами з постійним регулюванням.

Компоненти, що регулюють елементи VT32 і VT33 - серійного типу. З його виходу (випромінювач VT32) знімається стабілізована напруга 12В. Комплексна комутація транзисторів використовується для поліпшення параметрів стабілізатора та координації потужного вихідного транзистора з ланцюгом транзистора малої потужності.

Вихідна напруга стабілізатора 12В подається на вхід схеми порівняння (база VT31), де вона порівнюється з опорною напругою, отриманою на діоді стабілітроні VD19. Підвищення або зменшення вихідної напруги призводить до збільшення або зменшення струму колектора транзистора VT31, що змінює напругу колектор-випромінювач регулюючого транзистора; в результаті на виході стабілізатора вихідна напруга підтримується постійною. Для

поліпшення живлення на колекторному навантаженні транзистор VT31 здійснюється з окремого випрямляча на діоді VD22 через фільтр C60, R86, C59.

VT29, VT30 - елемент управління послідовного типу регулятора напруги 9 В.

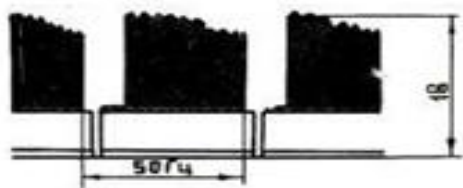
З виходу стабілізатора 9 В (випромінювач VT29) напруга подається на вхід ланцюга порівняння (база VT28), де його порівнюють з опорною напругою, отриманим на діоді Зенера VD18. Напруга колектора VT28 управляє роботою складного керуючого елемента VT29, VT30.

1.4 Регулювання контроль параметрів

1.4.1 Контроль параметрів вхідних сигналів для частотного і фазового каналу

Автоматична система управління вимагає зовнішнього сигналу, який порівнює з внутрішніми сигналами системи управління фазовим каналом.

Підключіть генератор 1В телевізійного сигналу до сервоприводу. Форму хвилі відеосигналу можна прийняти в точці керування КТ10 (база VT12), щоб переконатися, що в цій точці є відеосигнал з амплітудою 1 В (дивись Зображення 13).



Зображення 13 – Відеосигнал

1.4.2 Регулювання та контроль параметрів фазового і частотного каналу систем управління двигуна

Регулюючи систему управління двигуном, необхідно керувати рядом сигналів у певних точках управління. Для встановлення фази обертання двигуна осцилоскоп повинен бути підключений до СТ17. осцилограма повинна бути такою, як показано на Зображенні - 19. Якщо осцилограма не збігається,

нахил переднього краю повинен бути встановлений за допомогою резистора R54. тривалість імпульсу через резистор R49. Залишити осцилограму підключеною до СТ17, синхронізуйте його з СТ19 (див. зображення 19 сигналу датчика 25 Гц) і повернути резистор R60, щоб встановити імпульс 25 Гц посередині переднього краю.



Зображення 14 – Сигнал в КТ 17



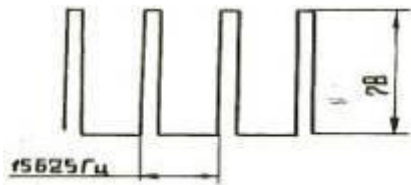
Зображення 15 – Сигнал в КТ 17 при синхронізації від КТ19

Отримання осцилограми (див. Зображення 15) вказує на нормальну роботу системи фазових каналів. Якщо імпульс не синхронізований з Т19 або взагалі не існує, необхідно перевірити швидкість обертання двигуна БВГ. Генератор телевізійних сигналів повинен бути відключений від САР БВГ.

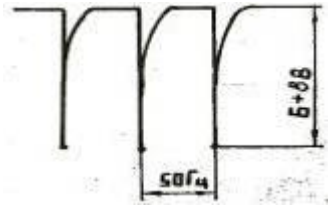
Підключити вимірювач частоти до СТ7. Частотомір повинен відображати частоту 15330 Гц. У разі відхилення вимірюваної частоти від вище вказаного необхідно встановити резистор R26. Сигнал у КТ8 має вигляд, показаний на зображенні 16. Якщо немає сигналу, слід перевірити функцію тригера (транзистори VTZ.VT4), підсилювача (VT1, VT2) та входу сигналу від тахометра до входу. Перевіряючи призначення тактових сигналів телевізійного сигналу, підключіть генератор телевізійних сигналів до САР БВГ. Перевірте осцилограму на вибір малих імпульсів СТ15 та кадру СТ16. Осцилограма повинна відповідати зображенню 17 для СТ15 та зображенню 18 для СТ16.



Зображення 16 - Сигнал в КТ8 при вільному обертанні двигуна БВГ



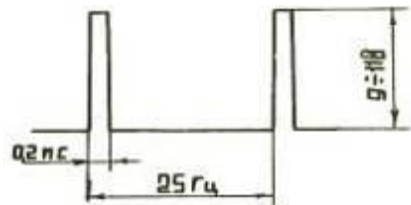
Зображення 17 - Малі синхроімпульсів в КТ15



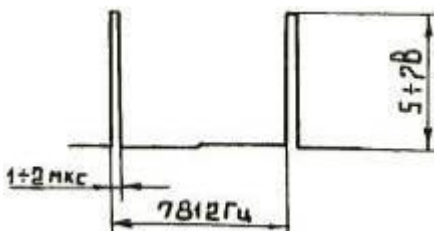
Зображення 18 - Кадрові синхроімпульсів в КТ16

Підключіть осцилограф до КТ19; імпульси датчика 25 Гц повинні бути такими, як показано на зображенні 19.

У разі невідповідності амплітуд імпульсу, амплітуд, наведених на зображенні - 40, необхідно відрегулювати розмір зазору відповідного датчика, перевірити наявність розриву в обмотці датчика.



Зображення 19 - Сигнал датчика 25Гц. КТ19



Зображення 20 Сигнал на вході схеми збігу в КТ9

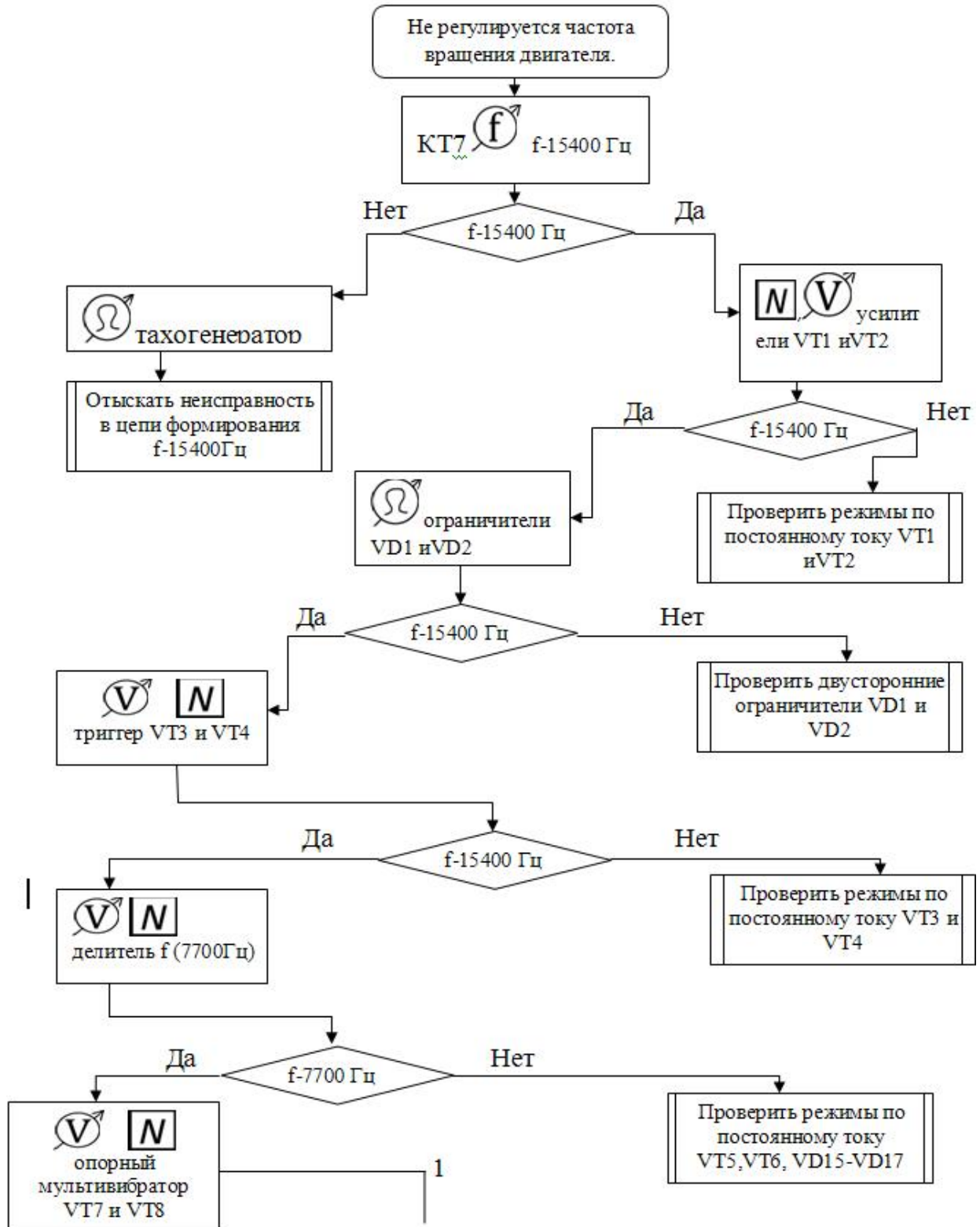
При включенні та включенні двигуна на осцилографі, підключеному до КТ17, при зовнішній синхронізації з КТ19, помічайте час, протягом якого імпульс датчика 25 Гц займе стабільне положення на похилому краї імпульсу часткової частоти .

Час встановлення імпульсу датчика 25 Гц повинен бути 6 с; Якщо час перевищує 6 с, управління R65 скорочує час установки.

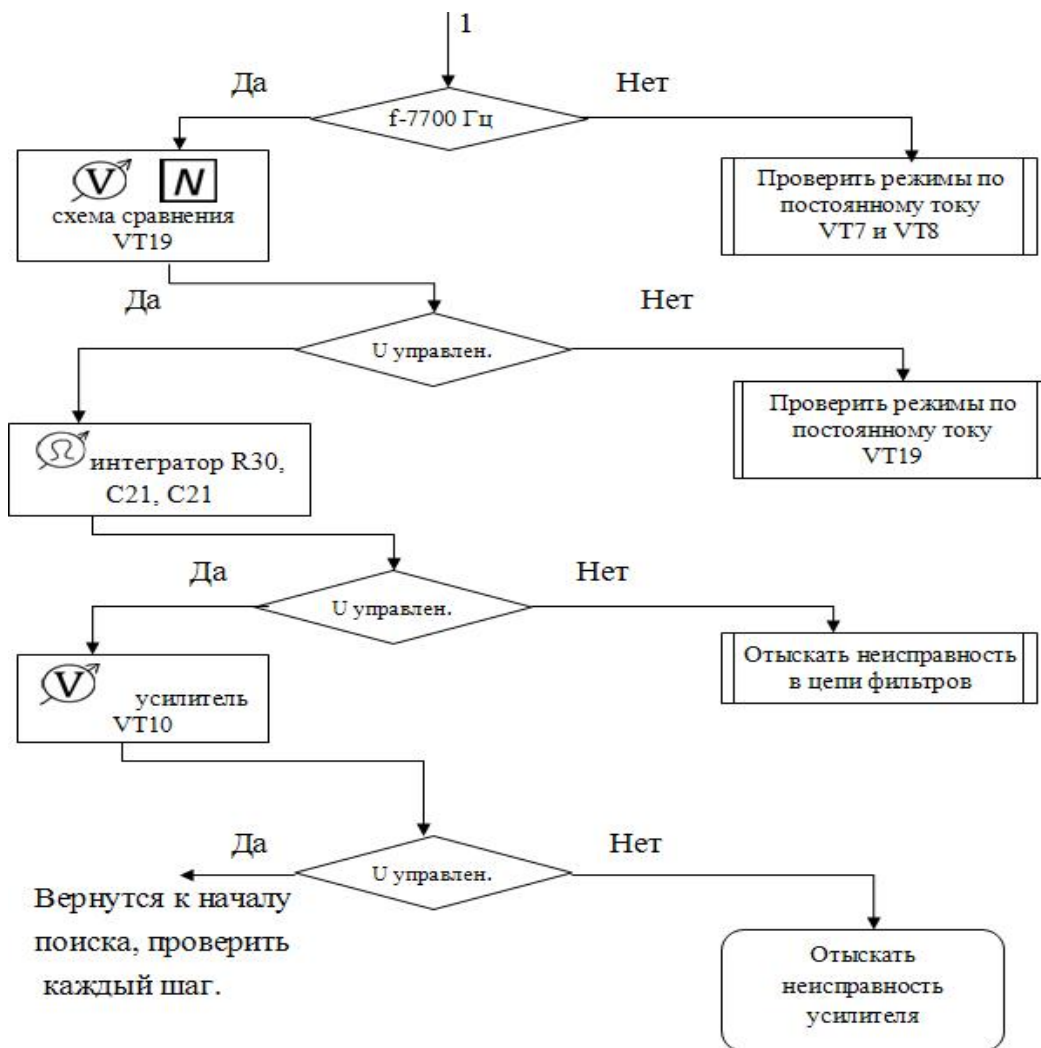
Регулювання R66 для усунення імпульсних коливань датчика 25 Гц на похилому фронті.

1.5 Методика ремонту пристрою і алгоритм пошуку несправностей

1.5.1 Несправності системи управління частоти двигуна

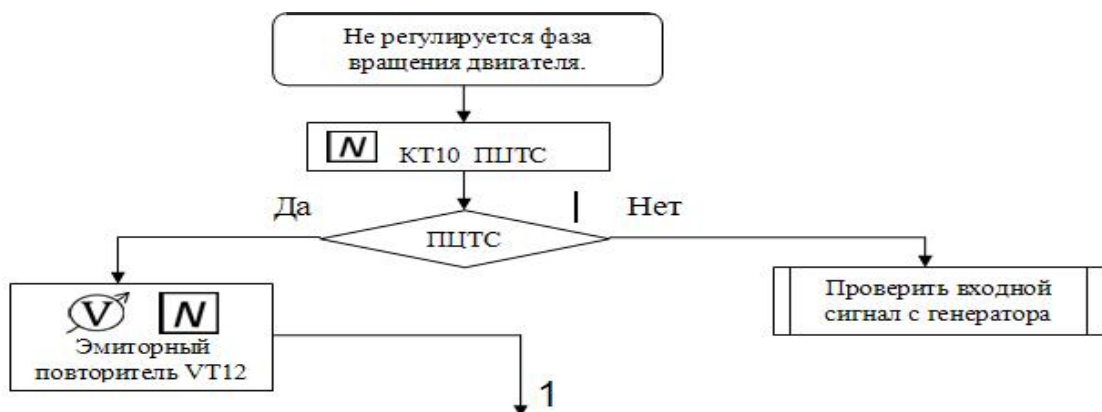


Зображення 21 - Перша частина алгоритму пошуку несправності частотного каналу

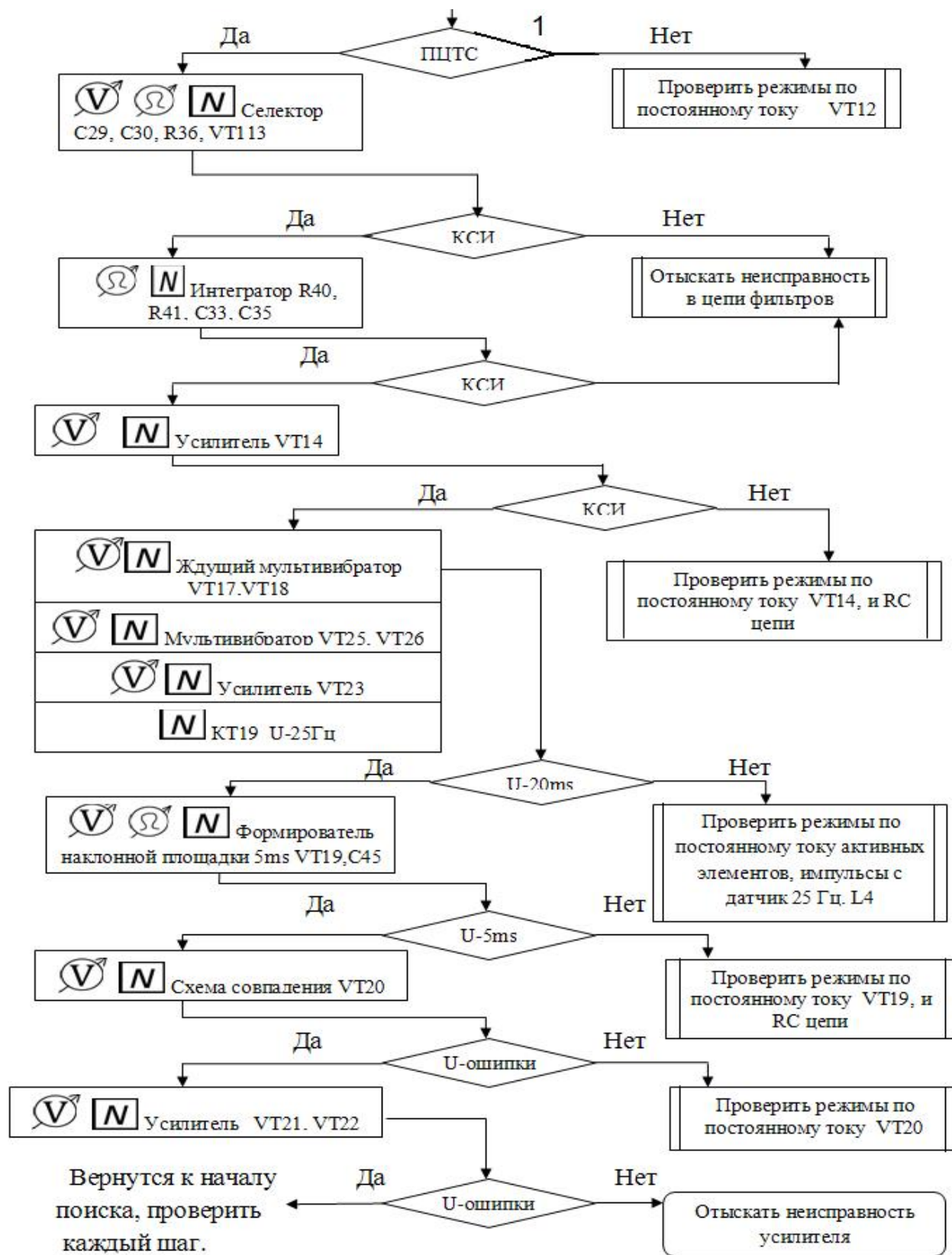


Зображення 22 - Друга частина алгоритму пошуку несправності частотного каналу

1.5.2 Несправності системи управління фази двигуна



Зображення 23 - Перша частина алгоритму пошуку несправності фазового каналу.

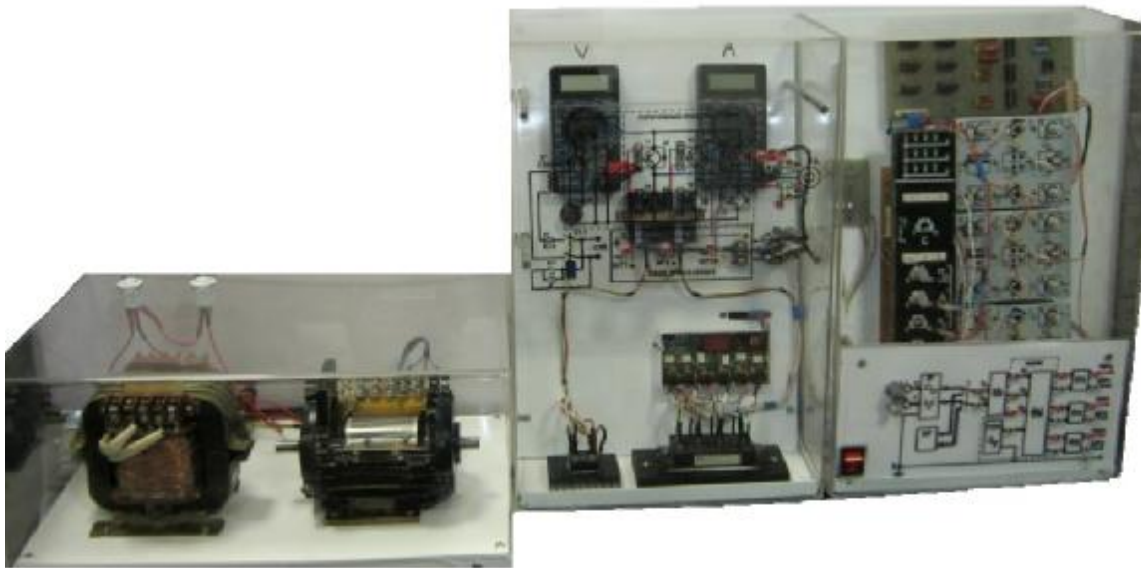


Зображення 24 - Друга частина алгоритму пошуку несправності фазового каналу

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Загальний вигляд стенда навчальної лабораторії

Навчально-лабораторний стенд - це комплекс, що складається з трьох основних блоків. Зовнішній вигляд підставки показаний на зображенні 1



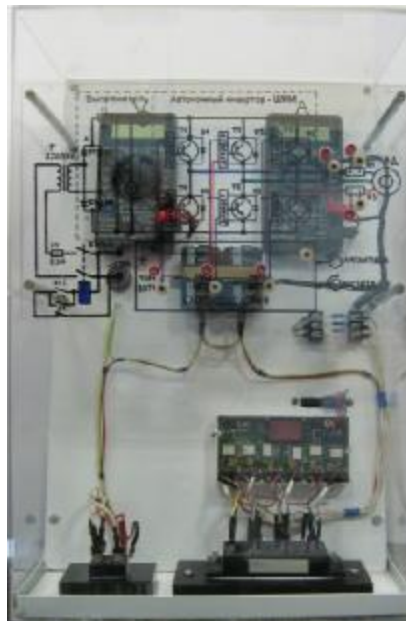
Зображення 23 Навчально-лабораторний стенд для дослідження асинхронного електроприводу з частотним регулюванням

У першому блоці знаходиться драйвер керуючих сигналів. Його можна розділити на п'ять субодиниць: блок живлення керуючого ланцюга, генератор синусоїдального та косинусоїдального сигналів, генератор напруги пиляного зуба, блок перетворення координат та формувач імпульсів (зоб. 2.2).



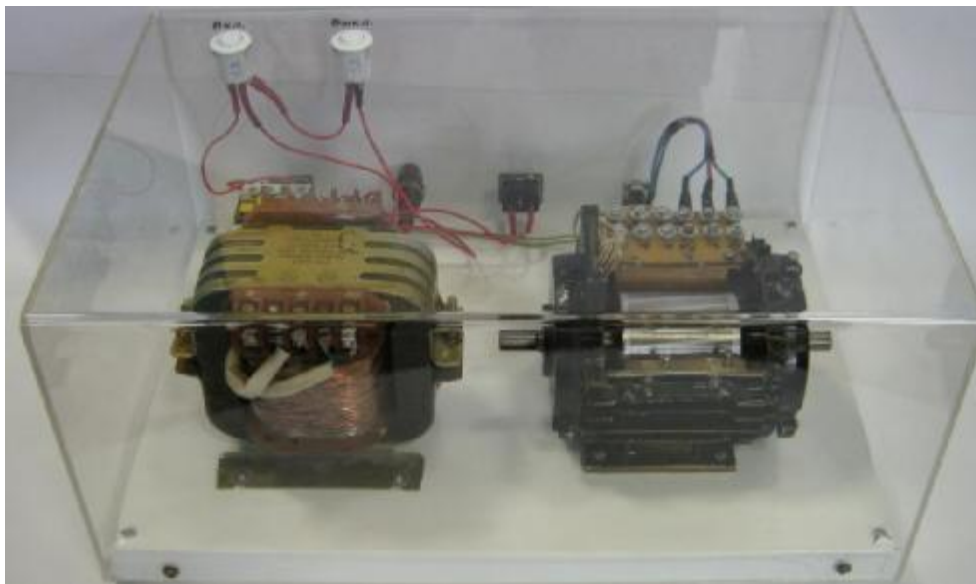
Зображення 24 Блок формування імпульсів

Другий блок містить IGBT-транзисторний модуль, драйверний модуль, діодний міст і С-фільтр.



Зображення. 25 Автономний блок інвертора ШІМ

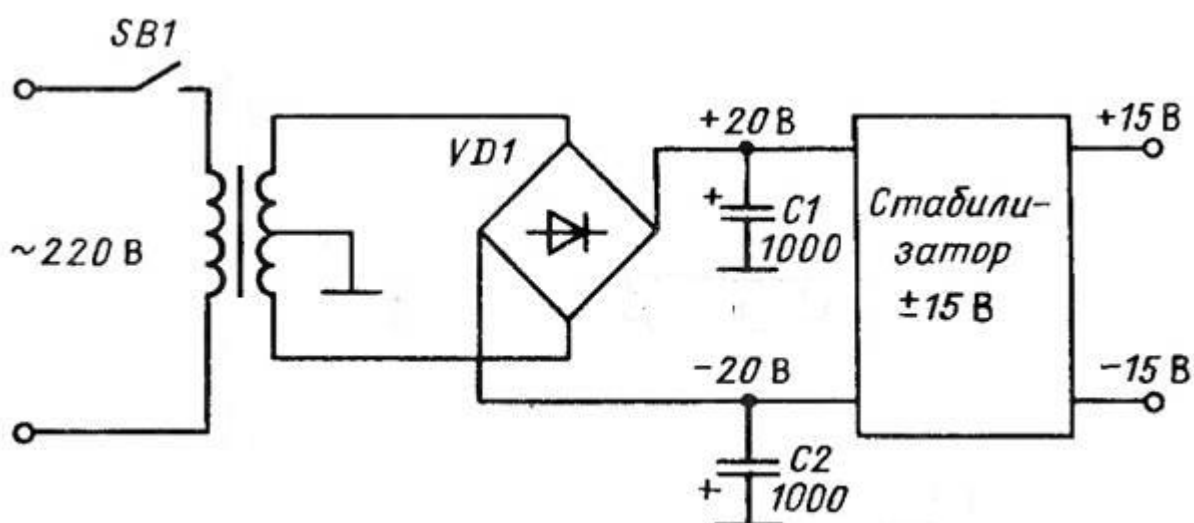
Третій блок складається з магнітного стартера, спадного трансформатора та обертового асинхронного двигуна.



Зображення 26 Блок живлення

2.2.1. Формування імпульсного блоку живлення

Блок живлення встановлено в першому навчально-лабораторній лавці, в нижній його частині. Модуль живлення монтується на світло лампи. Кнопка живлення відображається на блоці лицьовій панелі. Модуль харчування знижує і стабілізує напругу до значень $+15$, 0 , $-15 \pm 0,01$ В, максимальний струм навантаження 500 мА, амплітуда пульсацій 5 мВ.



Зображення 27 Схема формування та стабілізації напруги ± 15 В

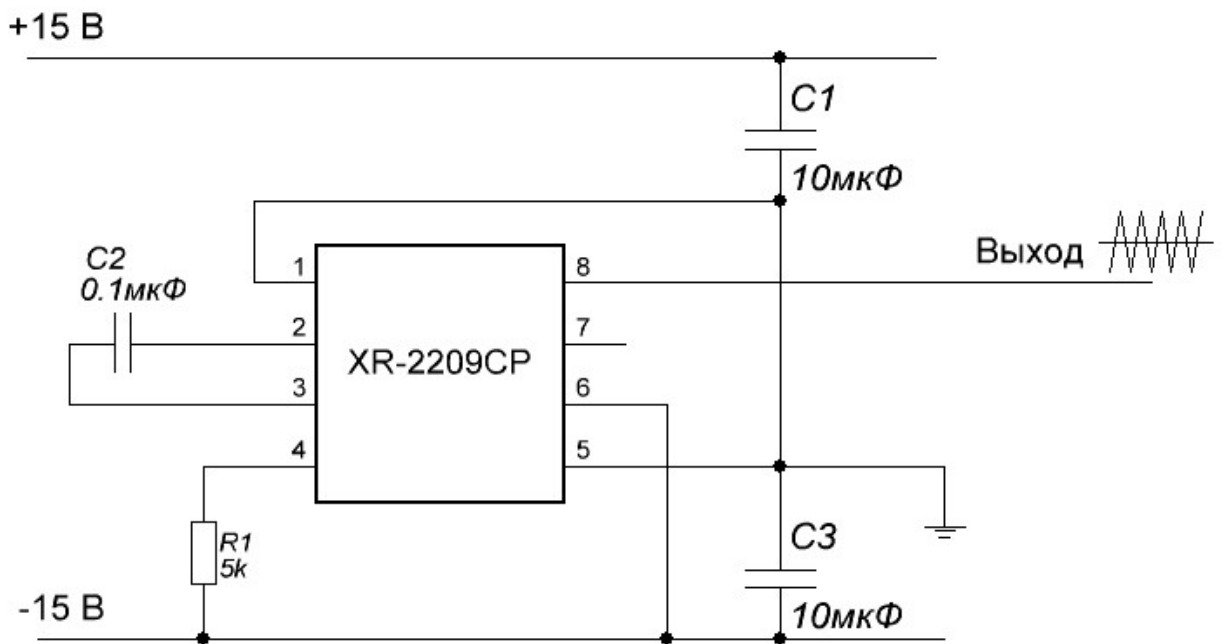
Принципова схема стабілізаторів + 15 В, показана на зображенні. У стабілізаторі -15 В опорним напругою є діод VD5. У стабілізаторі +15 В вихідна напруга стабілізатора -15 В (дільник R12 - RP2 - R15) використовується як орієнтир. Таким чином, стабілізатор -15 В є «головним», а стабілізатор +15 В - «веденим». Це забезпечує симетрію вихідних напруг відносно загальної точки, що покращує роботу блоків AVK-6, що подаються стабілізаторами + 15 В. Операційні підсилювачі DA1 і DA2 забезпечують стабілізацію високої якості. Підсилювач працює від двох параметричних стабілізаторів на R1, D1 і R2t VD2. Ценерові діоди VD3 і VD4 здійснюють постійний зсув рівнів напруги виходів змінного струму на входи регулюючих елементів стабілізаторів на транзисторах VT1, VT2 і VT3, VT4.

2.2.2 Генератор пилоподібної напруги

Генератор пилоподібної напруги реалізований на мікросхемі XR-2209CP. Частота вихідного сигналу визначається значенням ємності C2 і опору R1 за формулою:

$$F = 1 / (R1 * C2)$$

Обов'язковою умовою є рівність ємностей C1 і C3.. Електрична схема показана на малюнку 2.



Зображення. 28 Схема генератора пилоподібної напруги

Загальний вигляд пилоподібного генератора показаний на зображенні 2.8.

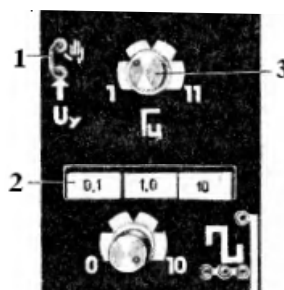


Зображення. 29 Загальний вигляд генератора пилоподібної напруги

2.2.3 Генератор синус і косинус напруги

На зображенні 2.9 представлена загальна помилкова панель генератора синхронної сигнальної системи (GSS).

Генератор GSS є джерелом синхронної сигнальної системи прямокутної, трикутної, синусоїдальної та косинусної форм. Ці сигнали використовуються для формування дій на об'єкт.

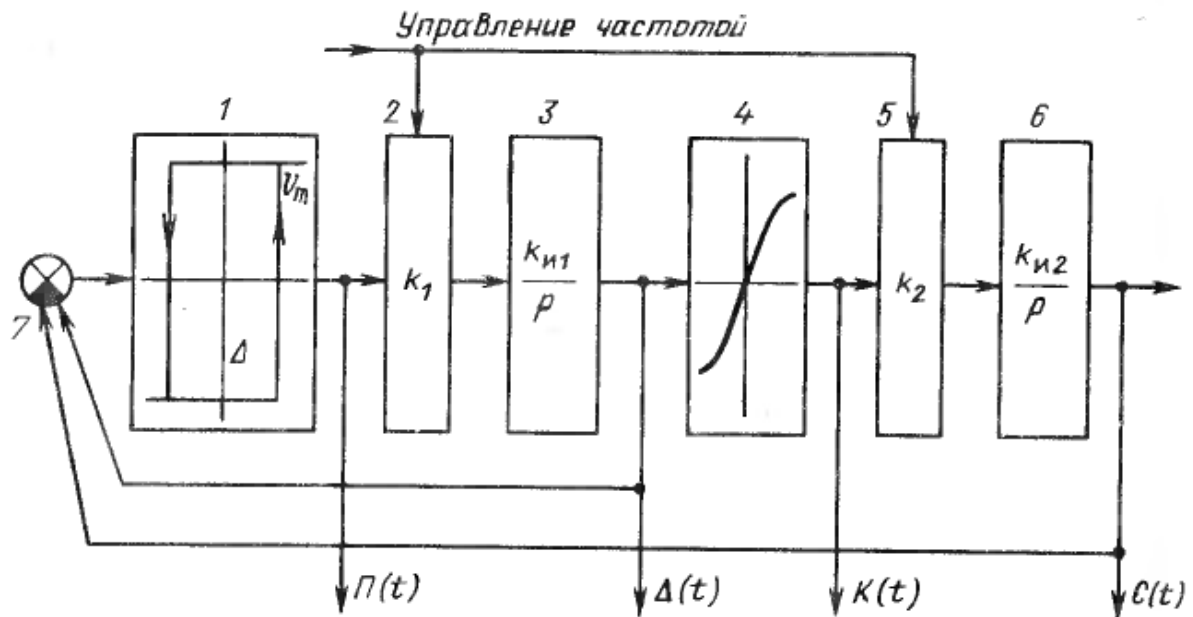


Зображення 30 Помилкова панель генератора синусоїдальних і косинусних напруг

1 - перемичка режимів регулювання частоти генератора; 2 - комутатор піддіапазонів частоти генератора; 3 - регулятор регулювання частоти генератора

Структурна схема генератора показана на зображенні. Генератор релаксації, утворений нелінійним перетворювачем 1, підсилювачем 2 та інтегратором 3, генерує прямокутні імпульси $P(t)$ і трикутні $\Delta(t)$ з частотою $f = kU_m / 4\delta$,

де U_m - амплітуда прямокутних імпульсів на виході нелінійності з характеристикою 1 гістерезису; b - половина ширини петлі гістерезису і $k = k_1k_2$, а k_1 - загальний коефіцієнт додаткового підсилювача 2 і першого інтегратора 3. Нелінійність 4 (генерує косинусову форму хвилі $K(t)$ з трикутного сигналу). На виході інтегратора 6 з форми косинусової хвилі генерується синусоїдальний сигнал $K(t)$. Для підтримки нульового середнього значення останнього введений другий зворотний зв'язок інтегратора 6 на



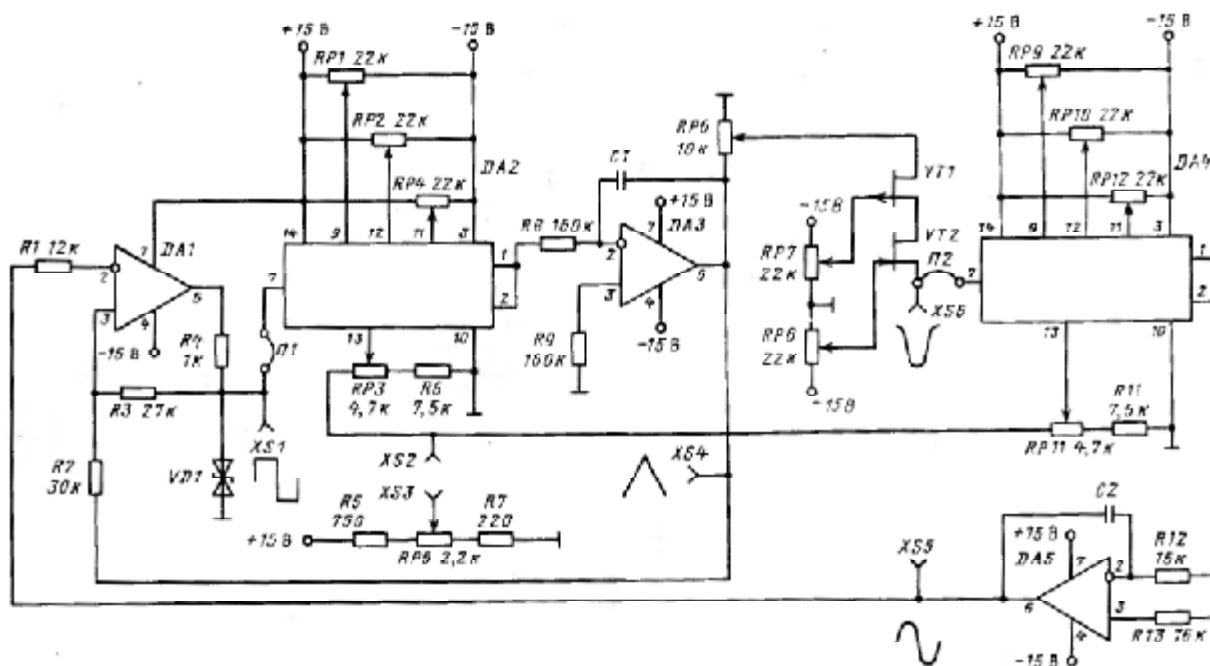
Зображення. 31 Схема генератора Структурно

1,4 нелінійні перетворювачі, підсилювачі 2,5, 3,6 інтегратори

Амплітуда трикутного сигналу A (Т) визначається напівшириною b петлі гістерезиса. Таким чином, при зміні коефіцієнта посилення K_1 змінює частоту і амплітуду трикутного сигналу залишається постійною. Для того, щоб, коли частота залишалася постійною амплітуда синусоїди і $K(t)$, k_2 коефіцієнт повинен бути змінений синхронно з коефіцієнтом k_1 . Синхронні коефіцієнти гладких управлінь k_1 і k_2 вручну простіше реалізувати за допомогою подвійного потенціометра. Використовуючи в якості k_1 і k_2 аналогових перемножителя, ручний генератор частоти управління легко доповнити автоматичним. Посилення інтеграторів і k_1 k_2 корисних для дискретних діапазонів перемикання.

Схема 2-схеми генератора GSS показана на зобр. 32.

Реле з характеристикою гістерезису реалізовано на підсилювачі DA1, інтеграторах на підсилювачі DA3 і DA5, змінних керованих напругою коефіцієнтів на аналогових множниках сигналу DA2 і DA4. Нелінійний функціональний перетворювач з синусоїдальною статичною характеристикою реалізований на транзисторах VT1 і UT2. Відгуки встановлюються через



Зобр. 32 Принципова схема генератора

Використання швидкодіючого підсилювача типу KR544UD2 як DA1, що має швидкість вихідного сигналу 20В / мкс, забезпечує круті краї прямокутного сигналу. Для врівноваження характеристик реле на виході DA1 встановлено двоанодний стабілітрон VD1 типу KS191A, який має невелике поширення позитивних і негативних стабілізаційних напруг.

Як аналогових множників DA2, DA4 використовували множники типу KR525PS2A. Керовані входи множників підключені; розетка XS2 служить для управління частотою генератора від зовнішнього джерела напруги. Для ручного регулювання частоти потрібно встановити перемичку між розетками XS2 і XS3, які відображаються на передній панелі генератора. Потім регулювання частоти виконується за допомогою потенціометра RP5. Інтегратори виготовляються на ОС DA3 та DA5 типу KR140UD6 стандартним способом.

Нелінійний функціональний перетворювач із синусоїдальною статичною характеристикою реалізований на польових транзисторах VT1 та VT2 типу KP103M та KP303G. Статичні характеристики транзисторів «струм зливу -

напряга стоку» близькі до $y = \sin x$ при напрузі джерела стоку до 3 В. Потенціометр RP6 служить для обмеження вхідного сигналу перетворювача, а потенціометрів RP7 і RP8 - збалансувати отриману нелінійну характеристику.

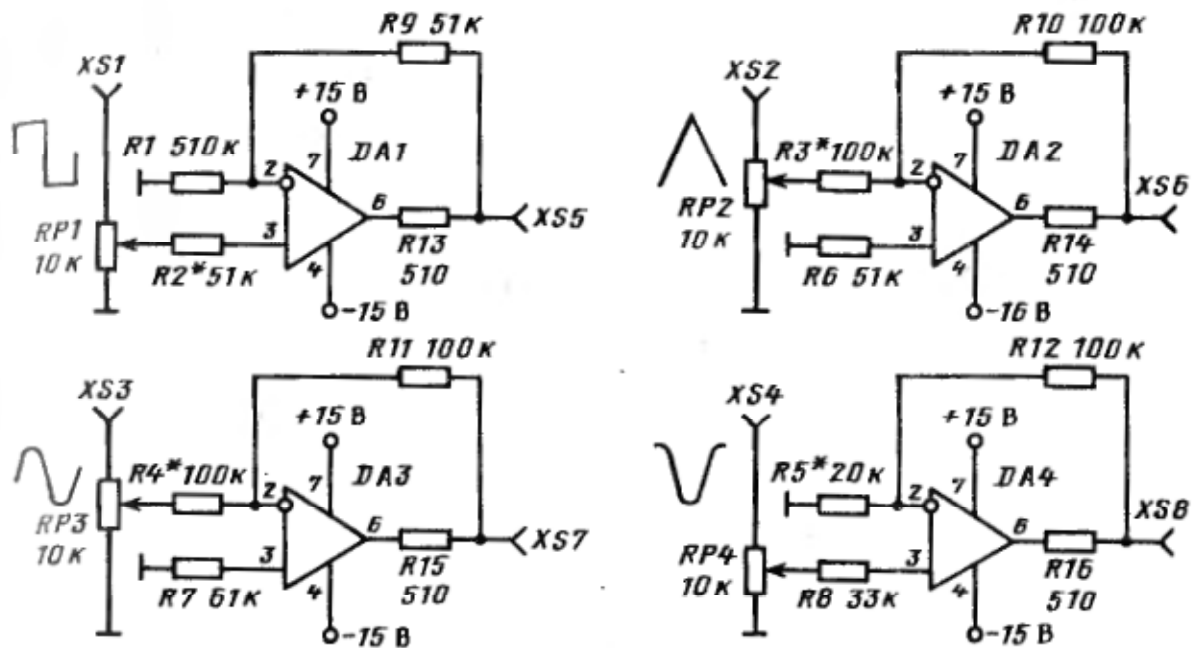
На зображенні 2.11 показана схема генератора для одного піддіпазону, коли плавну зміну частоти здійснюється за допомогою керуючого напруги, прикладеного до гнізда XS2.

Перехід від одного піддіпазону до іншого здійснюється в синхронній зворотного комутації DA3 DA5 і конденсатори C1 і C2, відповідні ємності За допомогою P2K типу комутатора.

Схема на зображенні 32 містить систему синхронних сигналів з постійною амплітудою. Чотири незалежні підсилювачі використовуються в генераторі для незалежного плавного регулювання амплітуди кожного з сигналів. Крім регулювання амплітуди вони дозволяють формувати систему сигналів з бажані взаємні фази. Тому для підсилювача прямокутних і косинусних сигналів використовується неінвертується включення оп-підсилювача, а для трикутного та синусоїдального сигналів використовується інвертуючий включення. Амплітудами сигналів керують потенціометри RP1 - RP4. Прямокутний імпульсний підсилювач реалізований на високошвидкісному підсилювачі типу KR544UD2, решта - на підсилювачі типу KR140UD6.

Установка генератора призначена для того, щоб параметри системи синхронної сигналізації відповідали значенням, зазначеним на передній панелі генератора, з похибкою не гіршою 1%

Спочатку налаштуємо схему генерації сигналу (зображення 2.9), потім підсилювачі (зображення 2.10).



Зображення 33 підсилювачів генератора Схеми

Потім потрібно зняти перемички P1 і T12 (зобр. 2.9) і налаштувати аналогові множники DA2 і DA4. Мета настройки - мінімізувати переміщення нулів і повзання по входах множників, а також забезпечити тотожність чутливості входів, що використовуються для управління частотою генератора. Налаштування здійснюється стандартним способом, використовуючи потенціометри RP1 - RP4 для множника DA2, а потенціометри RP9 - RP12 для множника DA4..

Далі настроїти генератор. Він складається з реле, підключеного в ланцюзі з гістерезисом на DA1, керованого коефіцієнта передачі на інтегратор і на DA2 DA3 (зобр. 2.11).

Перш ніж налаштувати його, необхідно відключити вихід резистора R1 від виходу мікросхеми DA5 і підключити його до загальної точки ("заземлення"); встановити перемичку III; встановити перемичку між розетками XS2 і XS5. Після виконання цих операцій виникають прямокутні коливання напруги на виході DA1, а трикутні на виході DA3..

Регулювання верхньої частоти смуги 1100 Гц виконується, коли регулятор резистора RP5 повернутий за годинниковою стрілкою. Частота

вимірюється цифровим вимірювачем відповідного класу точності (наприклад, WZ-57). Якщо він вище бажаного, опір резистора збільшується, якщо нижче, то зменшується. Регулювання нижнього діапазону частот 100 Гц здійснюється, коли рукоятку резистора RP5 повернути проти годинникової стрілки до упору. Якщо частота вище зазначеної, то зменшуємо опір резистора R7, якщо нижче - збільшуємо.

Потім переходимо до налаштування всієї сигнальної системи генератора на верхньому піддіапазоні. Перед встановленням з'єднайте перемичку P2 штифта 7 мікросхеми DA4 з джерелом транзистора VT2. За допомогою потенціометра RP6 встановлюють амплітуду напруги інвертора, яка становить 1,5-1,8 В і, регулюючи напруги на затворах транзисторів VT1 і VT2 за допомогою потенціометрів RP7 і RP8, досягають виходу перетворювача (витік VT2) симетричних форм сигналів косинуса форма хвилі. Якщо у вершинах відбувається розрив форм хвиль, то амплітуду вхідного сигналу слід зменшити на RP6, а симетрію слід перенастроїти. Амплітуда вхідного сигналу не повинна бути меншою за 1,3 В.

Після налаштування нелінійного перетворювача загальний зворотний зв'язок в генераторі закривається. Для цього резистор R1 відключається від загальної точки і підключається до виходу DA5 (контакт 6). Осцилоскоп спостерігається в осцилограмі прямокутних (стабітрон VDI), трикутних (вихід 6 мікросхема DA3). Косинус (вихід 7 мікросхема DA4) та синусоїдальних (вихід 6 мікросхема DA5) генераторів сигналів..

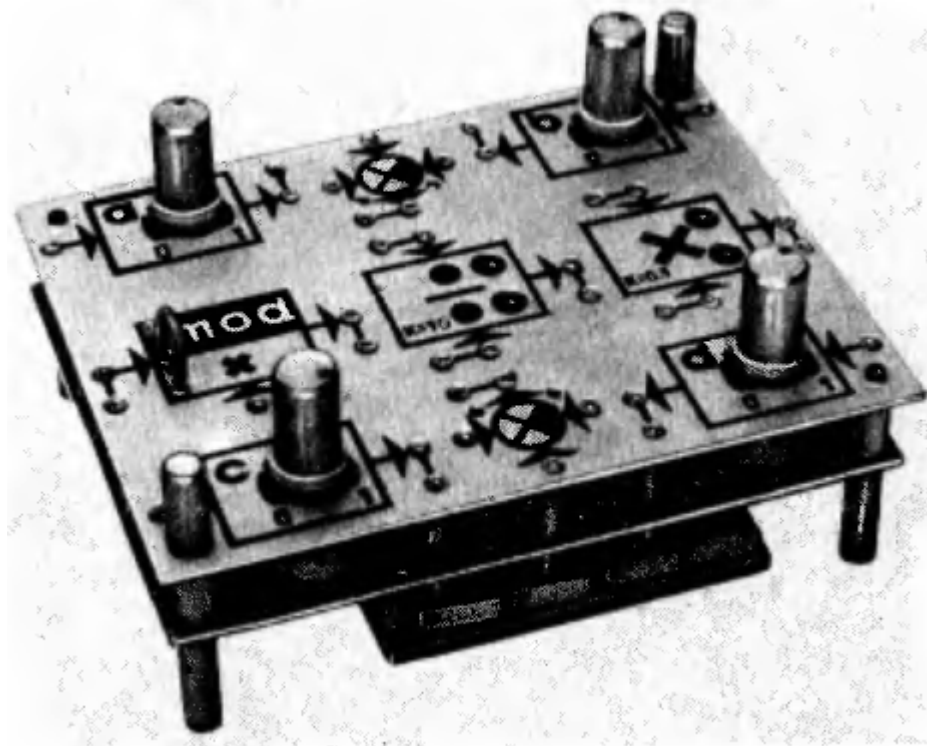
Якщо конденсатори C1 і C2 вибираються з десятикратним співвідношенням їх потужностей з точністю 1%, то встановлення генератора на інших частотних піддіапазонах не потрібно.

Максимальні амплітуди всіх чотирьох сигналів генератора встановлюються на 10 В, вибираючи резистори, зазначені на схемі (див. Рис. 2.12), зірочкою, повернутою за годинниковою стрілкою до упору потенціометра RP1-RP4.

2.2.4 Блок множення-ділення

Загальний вигляд блоку множення ділення наведено на зобр. 2.11. Доцільно використовувати блок при моделюванні систем зі змінними параметрами.

Функціональний склад блоку представлений на його передній панелі. Пристрій поєднує чотири подільника пасивного сигналу a , b , c , d модуля множення mod / x , що дозволяє виконувати або множення двох вхідних сигналів, або формування модуля одного вхідного сигналу; дві суматори, кожна з двома неінвертуючими входами та одним інвертуванням; ділення / перетворювач, що забезпечує розподіл одного аналогового сигналу до іншого у всіх чотирьох квадрантах, і перетворювач "множення" x , який забезпечує множення двох аналогових сигналів. Діапазон зміни коефіцієнтів дільників a , b , c і d становить від 0 до 1. Коефіцієнт масштабу перетворення "множення" перетворювача - 0,1, а "ділення" перетворювача - 10..

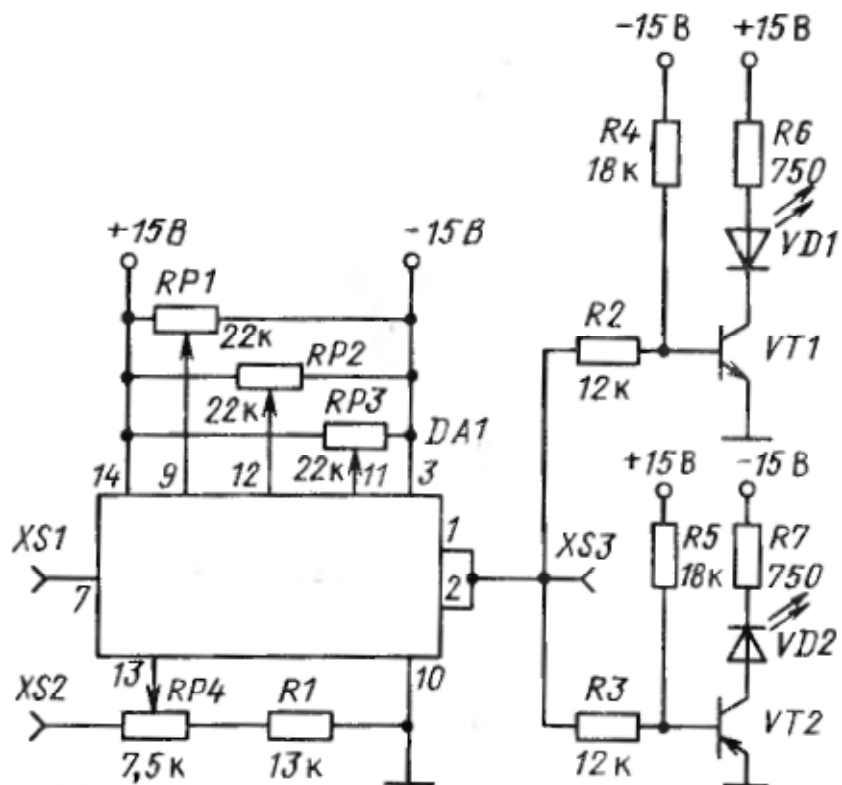


Зобр. 34 Загальний вигляд блоку множення-ділення

Організація блоку, відносно розташування функціональних перетворювачів, їх вхідних і вихідних розеток на забезпечує зручний набір на передній панелі нелінійних функціональних залежностей, які найбільш часто зустрічаються в структурних моделях нелінійних динамічних процесів та автоматичних систем управління.

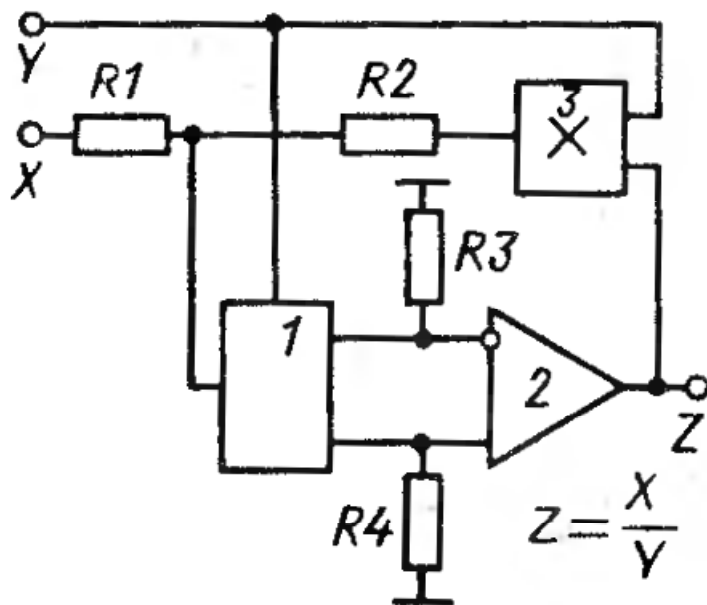
Перетворювач "множення" реалізований на мікросхемі DA1 типу 525PS2A, яка є інтегральним множником двох аналогових сигналів і включена стандартним способом в режимі множення. Рознімання XS1 і XS2 - це входи перетворювача, а гнізда XS3 - його вихід. Змінні резистори RP1-RP4 використовуються для мінімізації помилок перетворювача. Нормальна індикація виходу реалізована на транзисторах VT1, VT2 та світлодіодах VD1, VD2.

Для перетворювача "ділення" було запропоновано оригінальну схему схеми, що забезпечує роботу ділення у всіх чотирьох квадрантах (рис. 2.15). Загальна точка резисторів R1 і R2 з'єднана з входом перемикача 1, один вихід якого підключений до інвертування, а другий до неінвертуючих входів операційного підсилювача 2. Вихід останнього підключений до одного входів множника 3. Другим входом множника і керуючим входом комутатора є знаменник напруги..



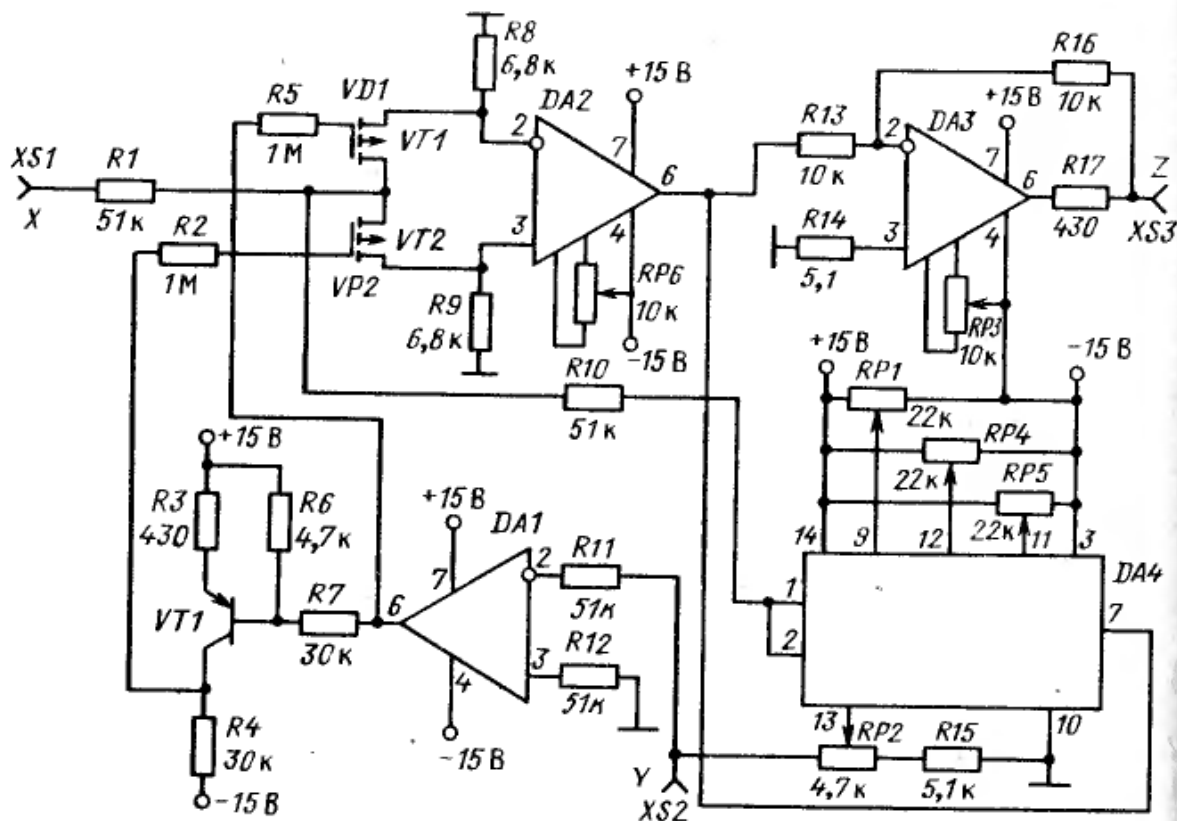
Зображення 35 Принципова схема перетворювача «множення»

Якщо знаменник напруги позитивний, то перемикач 1 підключає загальну точку резисторів R1 і R2 до інвертуючого входу підсилювача 2, якщо негативний - до неінвертуючого. Тому схема працює як "перевернутий множник" для будь-якого знаменника знаменника.



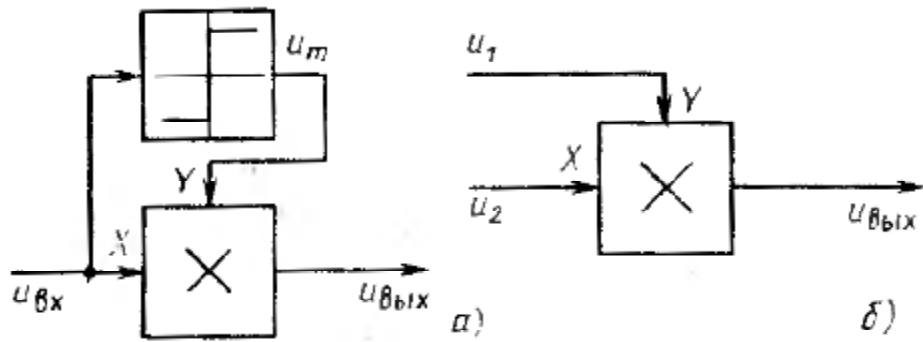
Зображення. 36 Спрощена схема перетворювача "ділення"..

Принципова схема перетворювача "ділення" наведена на зображенні. 35. Він реалізований на мікросхемах DA1-DA4. Входи перетворювача - це розетки XS1 і XS2, які подають напруги чисельника і знаменника. Виходом перетворювача є розетка XS3. Аналоговий множник DA4 включений у зворотний зв'язок DA2. Загальна точка вхідного резистора зворотного зв'язку R1.R10 через антифазні вимикачі на VT1 і VT2 підключені до інвертуючого або неінвертуючого входу ОП DA2. Станом клавіш керує компаратор DA1, а його інвертор вихідного сигналу - VT1. Відгук DA2 залишається негативним на будь-якому знаменнику знаменника, і операція ділення виконується за схемою у всіх чотирьох квадрантах.



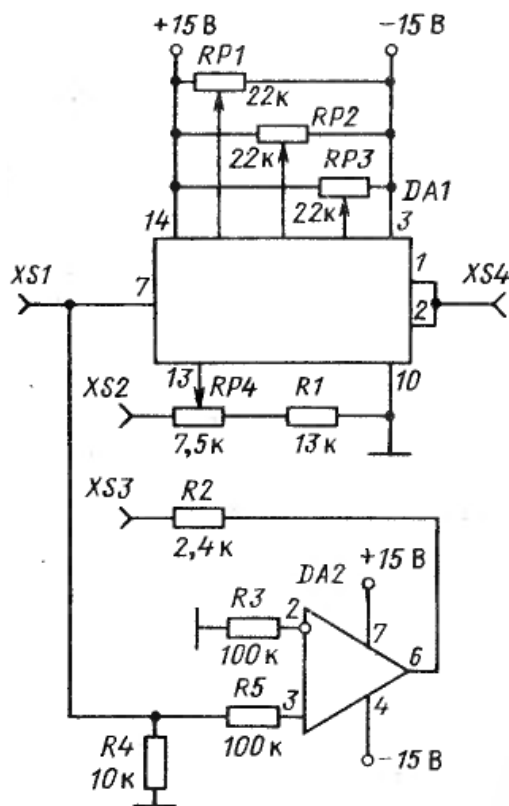
Зображення. 37 Принципова схема перетворювача "ділення".

Конструкція схеми, яка використовується для перетворювача модуля множення, пояснює зображення 38. Аналоговий множник сигналу та компаратор були використані для забезпечення однієї з двох функцій: $y = \text{mod}x$ або $y = x_1 \cdot x_2$. Якщо з'єднання між виходом компаратора і входом Y множника розірвано і подається на X- і Y-входи множника напруги u_1 і u_2 , як показано на рис. 2.17 б, то $u_{\text{вих}} = u_1 * u_2$.



Зображення 38 Функціональна організація перетворювача «модуль множення» а - здійснення операцій «модуль», б- реалізація операції «множення»

Перетворювач "модуль множення" реалізований на мікросхемі DA1 - аналоговому множнику сигналів типу 525PS2A і мікросхемі DA2 - операційному підсилювачі K140UD6 (зображення. 2.16). Чіп DA1 увімкнено в режимі множення аналогового сигналу. Операційний підсилювач DA2 увімкнено в режимі компаратора.



Зображення. 40 Принципова схема перетворювача «модуль множення»

Блок множення ділення складається з двох суматорів, кожна з яких має один інвертуючий та два неінвертовані входи. Суматори реалізовані в ОС К140UD6 типу за схемою, аналогічною схемі багатозахисних допоміжних блоків службових блоків. Пасивні подільники сигналу в апараті реалізовані на змінних резисторах в потенціометричному вимикачі.

Налаштування пристрою полягає у зведенні до мінімуму помилок операції множення мікросхем К525PS2 стандартним способом та встановлення точних або попередньо вибраних резисторів. Для схеми перетворювача "розділення" (див. Рис. 2.16) співвідношення $R_{13} = R_{16}$, $R_1 = R_{10}$ і $R_8 = R_9$ повинні виконуватися з точністю не менше 0,5%.

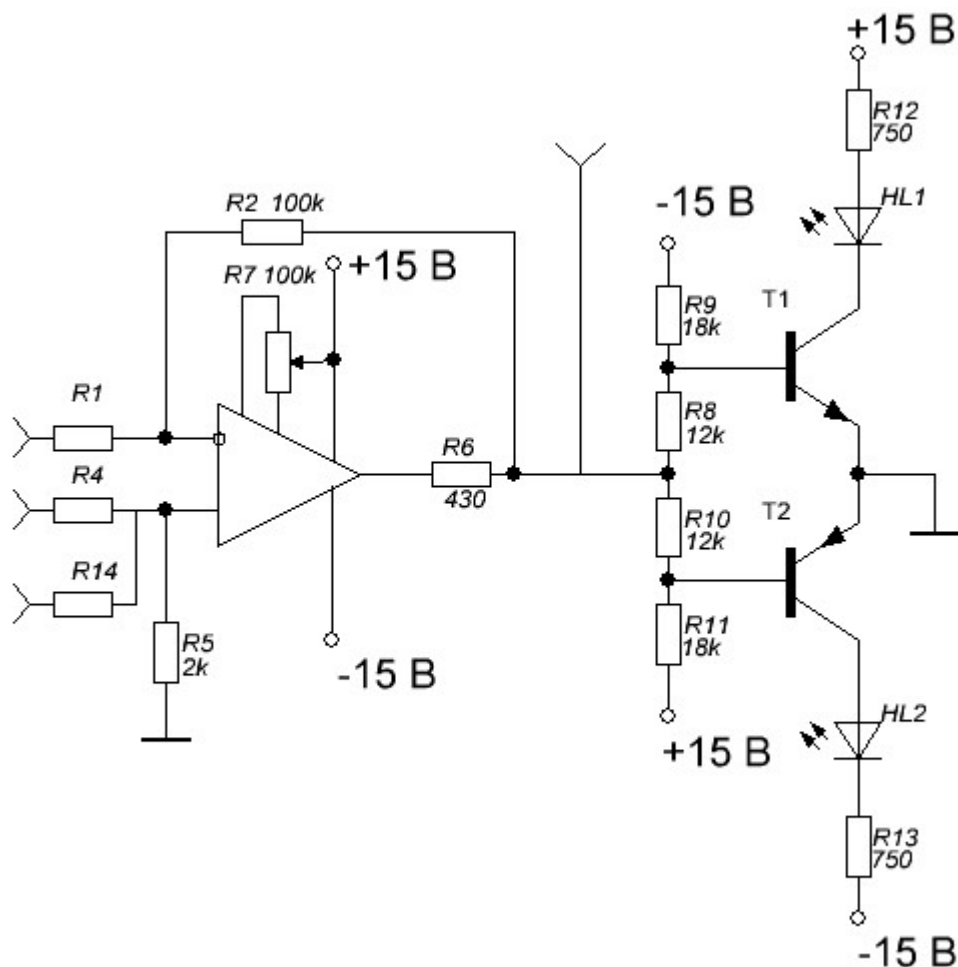
2.2.5 Суматор

Сумари призначені для підсумовування сигналів під час моделювання та для виконання допоміжних операцій під час вимірювань. Кожен суматор має один інвертуючий та два неінвертовані входи. Принципова схема одного суматора показана на зобр. 2.17. Суматор реалізований на операційному підсилювачі типу KR544UD2 стандартним способом.

Коефіцієнт посилення для всіх інвертуючих входів становить 1. Для неінвертуючого входу коефіцієнт посилення дорівнює 1, коли інвертуючі входи відключаються від джерел сигналу. Коли сигнали подаються на інвертуючі входи (або їх "заземлення"), посилення k_+ на неінвертується вході збільшується відповідно відношенню $k_+ = 1 + n \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

де n - кількість перетворених входів, підключених до джерел сигналу або до землі. Для значень опору резисторів ланцюга на зобр. 2

$$k_+ = 1 + 0,02n$$



Зображення 41 Принципова схема суматора

Суматор забезпечений індикацією виходу з лінійного режиму роботи на світлодіодах VD1 і VD2. Рівні індикації визначаються дільниками на резисторах R15 - R18, підібраними таким чином, що світлодіоди загоряються при перевищенні напруги ± 10 В..

Щоб коефіцієнти передачі суматора були одиничними, необхідно виконати співвідношення $R2 = R = \dots = R11 = R13$ і $R1 = R12$. При використанні точних резисторів, наприклад, типу S2-29V, похибка в реалізації одиничних коефіцієнтів не буде перевищувати 1%. При використанні резисторів з допустимими відхиленнями 1% і вище необхідний попередній підбір резисторів за вказаними співвідношеннями з точністю 0,5%

Нульове врівноваження підсилювача DA1 здійснюється стандартним способом зі змінним резистором RP1 з точністю до 1 мВ за відсутності вхідних сигналів..

2.2.6 компаратор

Компаратор – це порівняльний пристрій. Аналоговий компаратор призначений для порівняння сигналів, що постійно змінюються. Вхідні аналогові сигнали: Аналіз $U_{вх}$ - аналізований сигнал; $U_{оп}$ - опорний сигнал. $U_{вих}$ - це вихідний дискретний або логічний сигнал, що містить 1 біт інформації..

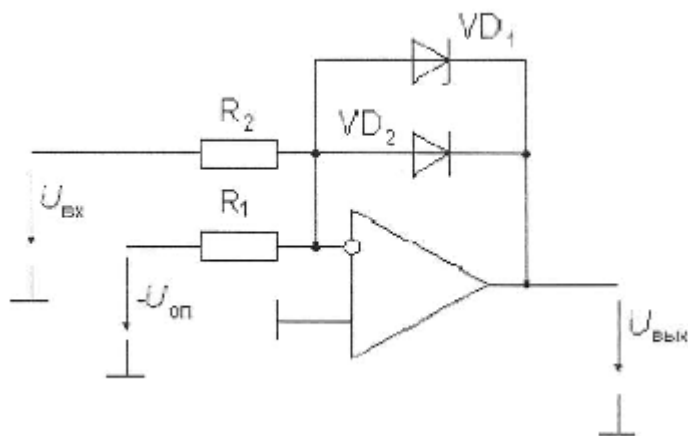
Вихідний сигнал компаратора майже завжди діє на входи логічних схем і тому узгоджується за рівнем і потужністю з їх входами. Таким чином, компаратор є елементом переходу від аналогового до цифрового сигналів, саме тому його іноді називають однобітним аналого-цифровим перетворювачем. Невизначеність вихідного компаратора стану при нульовій різниці вхідних сигналів не є необхідною, щоб вказати, як фактичне компаратор завжди має кінцевий коефіцієнт посилення, або петлю гістерезису

До виходу компаратора змінилося кінцеве кількість | зміна нескінченно малої у вхідному сигналі, компаратор повинен мати нескінченно високий коефіцієнт за відсутності шуму у вхідному сигналі. Ця функція може імітувати два шляхи - або просто використовувати підсилювач з дуже високим коефіцієнтом посилення, або введіть позитивний результат впливу.

Розглянемо перший спосіб. Незалежно від того, наскільки великий коефіцієнт посилення, $U_{вх}$ близький до нуля, характеристика виглядатиме на. Це призведе до двох неприємних наслідків. Перш за все, при дуже повільній зміні $U_{вх}$ вихідний сигнал також буде повільно змінюватися, що негативно вплине на роботу наступних логічних схем. Ще гірше, що при такій повільній зміні $U_{вх}$ біля нуля, вихід компаратора може неодноразово змінювати свій стан під впливом перешкод. Це призведе до помилкових позитивних результатів в логічних елементах і до величезних динамічних втрат у вимикачах живлення. Для усунення цього явища зазвичай вводять зворотній зв'язок, який забезпечує гістерезис на перехідну реакцію компаратора (зобр. 2.22). Наявність

гістерезису, хоча і викликає певну затримку перемикання, але суттєво зменшує або навіть виключає брязкальце $U_{\text{ВІХ}}$

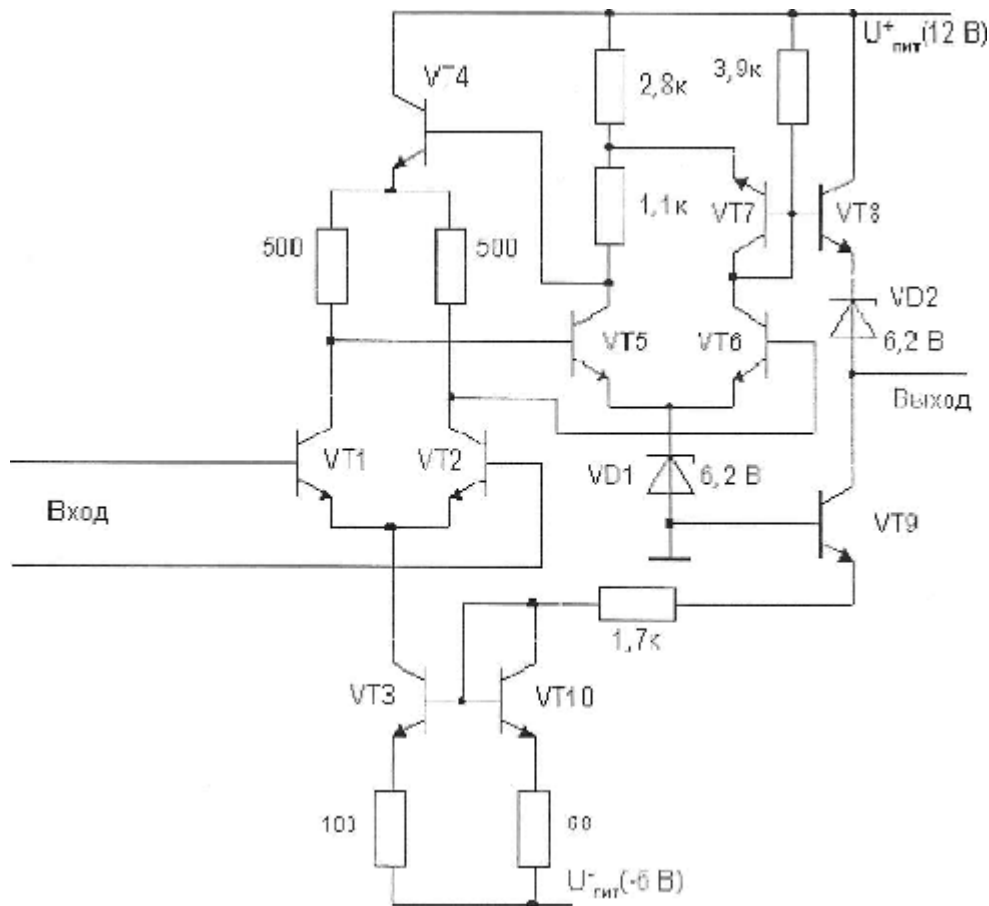
Операційний підсилювач (оп-підсилювач) може використовуватися як компаратор,. Підсилювач увімкнено відповідно до інвертуючої схеми суматора; однак, замість резистора, ценовий діод VD_1 .



Зображення. 42 схема компаратора на підсилювачі

Нехай $R_1 = R_2$. Якщо $U_{\text{ВХ}} - U_{\text{оп}} > 0$, то діод VD_2 відкритий, а вихідна напруга ланцюга невелика негативна, що дорівнює падінню напруги на відкритому діоді. Коли $U_{\text{ВХ}} - U_{\text{оп}} < 0$, напруга, що дорівнює стабілізаційній напрузі $U_{\text{СТ}}$, встановиться на стабілітроні. Ця напруга повинна відповідати єдиному логічному рівню цифрових інтегральних схем (ІС), входи яких підключені до виходу компаратора. Таким чином, вихід підсилювача приймає два стани, і в обох підсилювач працює в лінійному режимі. Багато типів підсилювачів не допускають значних вхідних диференціальних напруг. Включення за схемою забезпечує, що підсилювач працює в порівняльному режимі з практично нульовими диференціальними і вхідними напругами загального режиму. Недоліком цієї схеми є відносно низька швидкість через необхідність корекції частоти, оскільки підсилювач працює в лінійному режимі зі 100% зворотним зв'язком. Використовуючи звичайні підсилювачі для побудови компаратора, важко отримати час перемикання менше 1 мкс..

Отже, компаратор - це швидкісний диференціальний підсилювач постійного струму з високим коефіцієнтом посилення, малим дрейфом і нульовим зміщенням та логічним виходом. Його вхідний етап повинен мати великий коефіцієнт загасання загального режиму (КОСО) і здатність протистояти великим загальним режимам і диференціальним сигналам на входах, не насичуючись, тобто не потрапляючи в режими, з яких компаратор буде довго виходити. Для підвищення рівня шумозахищеності бажано обладнати компаратор логічним входом, який дозволяє компаратору перемикатися лише в моменти годинника. Схема інтегрованого.



Зображення. 43. Принципова електрична схема компаратора

Це диференціальний підсилювач на транзисторах VT1, VT2, завантажених на каскади ОЕ на VT5 і VT6. Каскад на VT5 через транзистор VT4 керує колекторним режимом вхідного каскаду і через транзистор при включенні діода VT7 він фіксує базовий потенціал транзистора VT8, роблячи його незалежним від змін позитивної напруги живлення. Етап на VT6 є другим етапом посилення напруги.

Емітерний термінали транзисторів VT6 і VT5 з'єднані з ценеровим діодом VD1 зі стабілізаційною напругою 6,2 В, тому потенціали основ цих транзисторів відповідають приблизно 6,9 В. Тому допустима напруга на входах компаратора відносна до загальної точки може досягати 7 В. Випромінювач виготовляється на ретрансляторі VT8, що передає сигнал від колектора VT6 до виходу. Постійна складова сигналу знижується до нуля діодом стабілітрона VD2.

Якщо різниця вхідної напруги перевищує $+5 \dots + 10$ мВ, тоді транзистор VT6 закритий, а VT5 - близький до насичення. Вихідний сигнал компаратора не може перевищувати +4 В, оскільки діод на VT7 відкривається для отримання більш позитивних сигналів, запобігаючи надмірному зростанню вихідної напруги і VT5 стає насиченим. При протилежному знаку вхідної напруги VT6 насичується, потенціал його колектора близький до стабілізаційної напруги стабілітронів VDi і VD2, а тому вихідний потенціал близький до нуля. Частина цього струму може бути перенесена на навантаження, що вимагає вихідного струму на вході (один вхід логіки TTL серії 155 або 133).

Надалі ця схема була розроблена та вдосконалена. Багато схем компараторів мають вхідний затвор для синхронізації, а деякі модифікації оснащені тригерними засувками на виході, тобто ланцюгами, після прибуття годинника для того щоб фіксувати стан виходу компаратора. Крім того, для підвищення функціональної гнучкості деякі компаратори ІС (наприклад,

MAX917-920) містять джерело опорної напруги, а для деяких (наприклад, MAX910) поріг відгуку встановлюється цифровим кодом від 0 до 2,56 В з а роздільною здатністю 10 мВ, для чого мікросхема має джерело опорного напруги та 8-бітний цифро-аналоговий перетворювач..

Компаратори зазвичай є більш гнучкими а саме вихідні каскади, ніж вихідні ступені операційних підсилювачів. У звичайному підсилювачі використовується вихідна ступінь виведення, яка забезпечує перепади напруги між напругами живлення (наприклад, +/- 13 В для підсилювачів напруги 140UD7 типу, що працюють від джерел +/- 15 В). На вихідній стадії компаратора випромінювач зазвичай заземлений, а вихідний сигнал видається з "відкритого колектора". Вихідні транзистори деяких типів компараторів, наприклад, 521 SAZ або LM311, відкриті, тобто не підключені, і колектор і випромінювач.

Компаратори дуже схожі операційними підсилювачима, вони практично не використовують зворотний зв'язок в негативному стані, так як в цьому випадку, цілком можливо самозбудження компараторов. Через те що схема не знаходиться в стані негативного зворотного зв'язку, напруга на входах компаратора рівні. Через відсутність негативного зворотного зв'язку компаратор вхідного опору є відносно низьким і може змінюватися в залежності від змін у вхідних сигналах. Вихідний імпеданс компараторов і суттєво відрізняється для різних вихідних полярності напруги.

2.3 Конструювання стенду

Навчально-лабораторний стенд складається з трьох блоків. Блоки, конструктивно виконані у вигляді монтажних майданчиків з текстолітових та оргскладних кожухів. Габаритні розміри всіх трьох блоків однакові, 450 * 200 * 300 мм. Блок формування імпульсу і автономний інвертор-ШІМ-блок

розташовані вертикально для зручності роботи з ними. У нижній частині блоку формування імпульсу розміщена помилкова панель з кнопкою живлення для блоку та розетками для управління формуванням сигналів. На помилковій панелі показана мнемонічна схема блоку. За фальшивою панеллю знаходиться блок живлення. На лівій стороні блоку розміщені пилоподібні, синусоїдальні, косинусні генератори напруги. У центральній частині розміщуються блоки множення-ділення, суматори. На задній стінці пристрою є розетка для живлення напругою 220 В для джерела живлення та розетка стандарту RJ-45 для передачі сигналу до блоку автономного інвертора-ШІМ.

У верхній частині блоку автономного інвертора-ШІМ розміщена помилкова панель з мнемонічною схемою блоку. Мнемонічне відображає розетки для управління вхідними сигналами для драйверів. Внизу - драйвери та модуль IGBT транзисторів. Драйвери повинні розташовуватися якомога ближче до транзисторного модуля IGBT для усунення паразитарної індуктивності, яка виникає при збільшенні довжини з'єднувальних провідників. У лівій нижній частині розташований діодний міст живлення модуля IGBT транзистора. У центральній частині розміщені: два електролітичні конденсатори для зменшення пульсацій напруги від діодного мосту, розетка запобіжника для захисту модуля транзистора IGBT, діодний міст і трансформатор, розташовані в силовому блоці. Мультиметри встановлені у верхній частині пристрою для управління напругою та струмом силового модуля IGBT транзисторів. На задній стінці пристрою є розетка для живлення напругою 50 В для силового модуля транзисторів IGBT та розетка стандарту RJ-45 для прийому сигналів від блоку генерації сигналу.

Блок живлення містить: комутаційні та захисні пристрої, трансформатор для перетворення напруги 220 В на рівень напруги 50 В, дуговий індукційний двигун з роторно-клітковим ротором. Пристрій комутації та захисту містить розетку запобіжника, магнітний пускач і кнопки для включення і вимкнення трансформатора. На первинну обмотку

трансформатора подається напруга 220 В. З вторинної обмотки знімається напруга 50 В. На тильній стороні блоку є розетка для живлення трансформатора, розетка для подачі живлення до блоку кондиціонування сигналу, розетка для подачі низької напруги до блоку автономного інвертора і отримання трифазної напруги від автономного інвертора для живлення двигуна генератора дуги. Оскільки блок містить важкі елементи, він виготовляється в горизонтальному виконанні.

Блоки з'єднані гнучкими кабелями. Напруга 220 В передається через трипровідні кабелі з перетином 1,5 мм². Блоки кондиціонування сигналу та автономний перетворювач з'єднані між собою восьмижильним кабелем із закрученими парами. Блок живлення підключений до блоку автономного інвертора за допомогою п'ятипровідного кабелю перетином 0,75 мм².

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

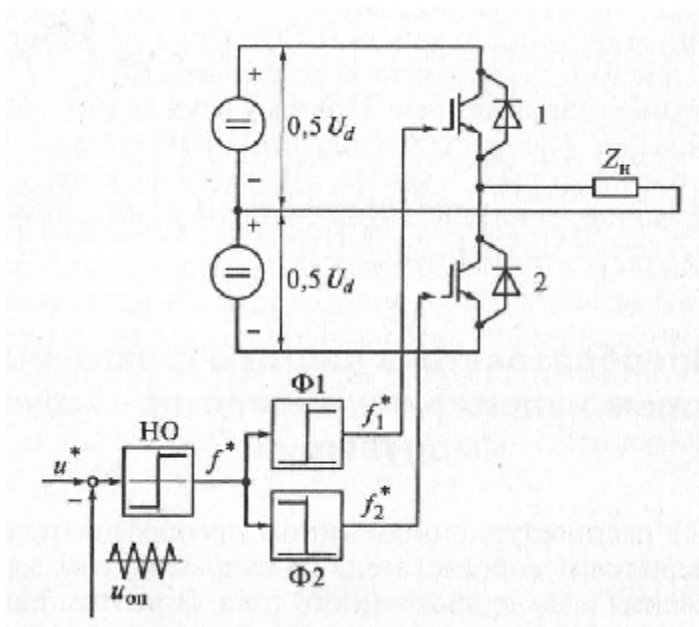
Цей стенд розроблений для лабораторних досліджень та досліджень на тему "Електроприводи змінного струму". Перш ніж розпочати роботу з лабораторним стендом, потрібно ознайомитися з теоретичними положеннями.

3.1 Перетворювач частоти з автономним інвертором напруги та модуляцією імпульсної ширини

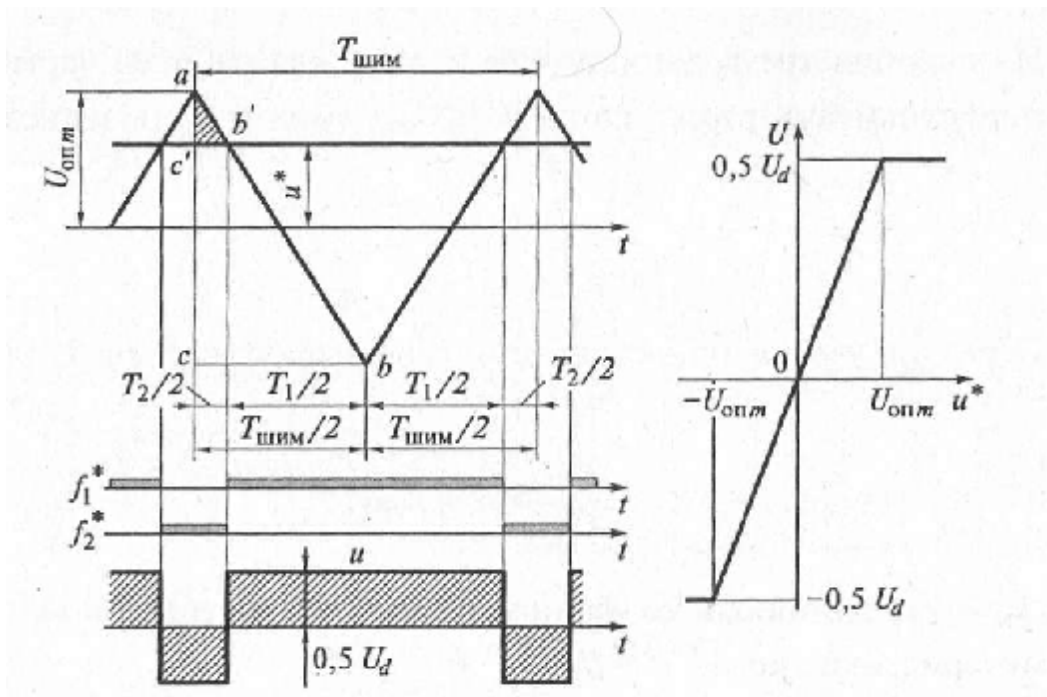
Найпоширеніший тип перетворювача частоти з ШІМ - це перетворювач з неконтрольованим випрямлячем напруги в ланцюзі постійного струму. У цьому випадку напруга на вході інвертора не змінюється, а вихідна напруга регулюється імпульсно-шириною модуляцією. Такі випрямлячі випускалися рядом електричних компаній з початку 90-х років ХХ століття, коли виробники потужних напівпровідникових приладів освоїли виробництво біполярних транзисторів IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). IGBT - це транзистор, керований через транзистор n-канального поля високої напруги. При необхідності застосовується паралельне підключення транзисторів або гібридних модулів. До переваг IGBT належать: висока допустима щільність струму; управління напругою, як МОП транзистори; майже прямокутна зона безпечної експлуатації, що виключає необхідність формування комутаційного шляху, низькі втрати в імпульсному режимі. Ці якості призвели до широкого використання IGBT в сучасних перетворювачах з ШІМ.

Принцип ШІМ найпростіше пояснити на прикладі однофазного інвертора, що живиться від джерела постійної напруги із середньою точкою, структура якого показана на зображенні. 3.1. Активно-індуктивне навантаження Z_H з'єднане між серединою джерела живлення та точкою підключення електронних ключів 1 і 2, кожен з яких включає транзистор, що

працює в режимі ключа, і діод зворотного струму. Система управління транзисторним вимикачем містить нульовий орган (ВУТ) і формувачі F1 і F2. На вході нульового органу порівнюється ведучий сигнал u^* (далі зірка вказує рушійні сигнали) та опорне напруга пилоподібного загалу. Якщо $u^* > u_{оп}$, тобто різниця $(u^* - u_{оп})$ позитивна, то сигнал на виході нульового органу позитивний, а на виході драйвера $\Phi 1$ є позитивний сигнал f_1^* , який закриває ключ 1, тобто відкриття відповідного транзистора. Напруга $0,5 U_d$ виявляється застосованим до навантаження, з “плюсом” зліва та “мінусом” праворуч, яке ми вважатимемо позитивним. При від'ємній різниці $(u^* - u_{оп})$ перемикач 2 закривається і напруга при навантаженні стає негативною і дорівнює $-0,5 U_d$.



Зображення 44 Структура однофазного модуляційного інвертора на ширину імпульсів



Зображення 45 Характеристика коефіцієнта передачі інвертора: а - опорна напруга та опорна напруга; б - характеристика керування інвертором

Якщо $u^* > u_{оп}$, тобто різниця $(u^* - u_{оп})$ позитивна, то сигнал на виході нульового органу позитивний, а на виході драйвера F1 є позитивний сигнал $f1^*$, який закриває ключ 1, тобто відкриття відповідного транзистора. Напруга $0,5 U_d$ виявляється застосованим до навантаження, з “плюсом” зліва та “мінусом” праворуч, яке ми вважатимемо позитивним. При від’ємній різниці $(u^* - \text{взагалі})$ перемикач 2 закривається і напруга при навантаженні стає негативною і дорівнює $-0,5 U_d$.

На зображенні 44 а, показано симетричне опорне напруга пилоподібного зуба з максимальним значенням $U_{опт}$ та опорним напругою u^* , яке вважається постійним протягом періоду ШЗМ опорної напруги. У нижній частині малюнка показано стан сигналів fj^* і $f2^*$ та форму напруги на виході інвертора u . Середня вихідна напруга визначається наступним чином:

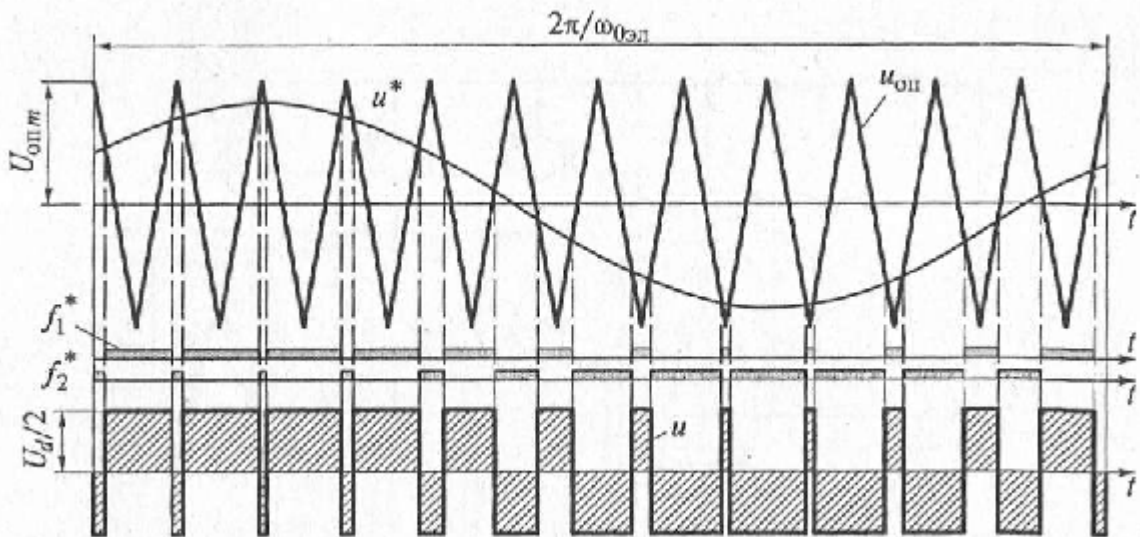
$$U = 0,5(U_d)(1 - 2T_2/T_{шпм}) \quad (3.1)$$

$$T_{шпм} = T_1 + T_2 = f_{шпм} \quad (3.2)$$

де T_1 T_2 - інтервали закритого стану ключів 1 і 2 відповідно; TSWIM - період модуляції ширини імпульсу, с; $f_{\text{шім}}$ - частота ШІМ, Гц.

З характеристики керування інвертором $U = f(u^*)$ видно, що слід забезпечити його обмеження на рівні $0,5 U_d$, оскільки для отримання неспотвореного напруги на виході опорний сигнал не повинна перевищувати максимальну опорну величину напруги U_{omn} . У системі управління перетворювачем повинна бути коротка затримка між відкриттям однієї клавіші та закриттям іншої для відновлення блокувальних властивостей транзистора, який вийшов з роботи.

Якщо керуючий сигнал є синусоїдою з частотою $\omega_{0эл}$, то напруга на виході інвертора, що розглядається за час $t \geq 2\pi / \omega_{0эл}$, буде гармонічною кривою, що містить поряд з першою гармонікою, яка має частоту керуючого сигналу, ряд компонентів гармонік вищого порядку. Таким чином, якщо амплітуда u не перевищує значення U_{omn} , то перша гармоніка напруги на виході інвертора повторює керуючий сигнал у певній шкалі. Зміна його частоти призводить до зміни частоти на виході інвертора. Зміна амплітуди керуючого сигналу на постійній частоті призведе до зміни співвідношення тривалостей позитивних та негативних імпульсів напруги на виході, тобто до зміни амплітуди його першої гармоніки. Щоб спростити та проілюструвати побудову, прийнято, що частота опорної напруги становить лише 12 разів більше частоти керуючого сигналу. Фактично в сучасних інверторах частота опорної напруги (частота ШІМ) становить від одиниць до десятків кілогерц при номінальній частоті напруги на виході інвертора $f_n = \omega_{0эл} / (2\pi) = 50$ Гц. При високій частоті ШІМ та активно-індуктивному навантаженні, що є обмоткою статора, струм навантаження виявляється майже синусоїдальним.



Зображення 44 Принцип модуляції ширини імпульсів на прикладі однофазного інвертора

Однак необхідно враховувати низку негативних ефектів, пов'язаних із збільшенням частоти ШІМ, а саме наявність електромагнітних перешкод, що впливають на інші електричні та радіопристрої, та виникнення перенапруг у ланцюзі навантаження, що небезпечно для ізоляції обмоток двигуна. Засоби боротьби з цими явищами включають використання двигунів із покращеною якістю ізоляції, використання екранованих кабелів та спеціальних фільтрів, обмеження довжини зв'язку, а також окреме прокладання силових кабелів та кабелів системи управління.

Схема трифазного інвертора (зобр. 45, а) включає три плечі з транзисторними вимикачами, кожен з яких виконаний аналогічно однофазному інверторному кронштейну (див. Рис. 3.1). Початок обмотки фазового статора двигуна з'єднано з середніми точками кожної руки, якщо обмотки статора з'єднані зіркою, як показано на рис. 3.4, а або кутотрикутника, якщо обмотки з'єднані трикутником. Схема включає опорну напругу пилоподібного зуба, загальне для всіх трьох фаз. Сигнали управління u_{IA}^* ; u_{IB}^* ; u_{IC}^* - це трифазна система синусоїдальних напруг, зміщених між собою на 120° . Зміна частоти напруги на виході інвертора досягається зміною частоти керуючих сигналів, а зміна амплітуди шляхом зміни їх амплітуди.

На зобр. 45, в показано, як утворюється трифазна напруга на фазах навантаження, з'єднаних зіркою. На малюнку заштриховані горизонтальні лінії позначають стани сигналів $f_1^* \text{ — } f_6^*$, а тому закриті стани клавіш 1-6. Їх залежність від ознак різниці $u_{IA}^* - u_{оп}$, $u_{IB}^* - u_{оп}$, $u_{IC}^* - u_{оп}$ визначається так само, як і при розгляді однофазного інвертора. Фазні вихідні напруги можуть приймати п'ять різних значень $+(2/3)U_d$; $+(1/3)U_d$; 0 ; $-(1/3)U_d$; $-(2/3)U_d$.

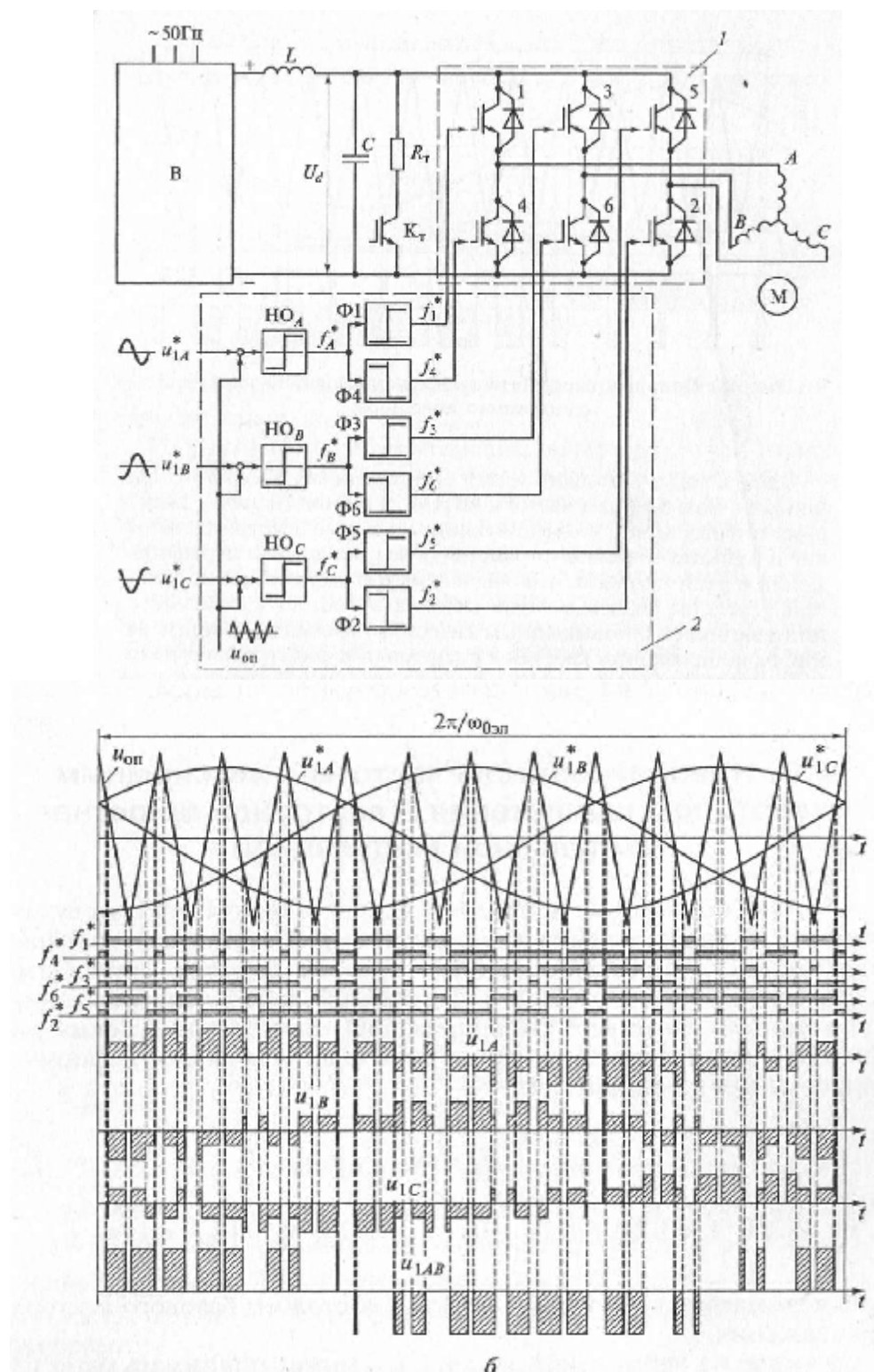
Для визначення миттєвих значень фазових напруг на кожному з часових інтервалів, обмежених вертикальними пунктирними лініями, проведеними від точок перетину кривих u_{IA}^* ; u_{IB}^* ; u_{IC}^* с з графіком опорної напруги взагалі, потрібно використовувати дані в табл. 3.1. Отже, на лівому часовому інтервалі (див. Зобр. 3.4, б) клавіші 2, 4 і 6 закриті, що відповідає нульовій вихідній напрузі: $u_{IA} = u_{IB} = u_{IC} = 0$. На наступний часовий інтервал клавіші 5 закриті, 6 і 1. Більше того, $u_{IB} = -(2/3)U_d$, $u_{IA} = u_{IC} = (1/3)U_d$ тощо. Лінійна напруга між фазами А і В визначається як $u_{IAB} = u_{IA} - u_{IB}$. Можна відзначити, що алгоритм роботи розглянутої схеми, а також алгоритм роботи однофазного інвертора виключає можливість одночасного закриття обох клавіш однієї руки моста. Крім того, у графіках напруги є розділи, в яких усі парні або всі непарні ключі одночасно закриваються, внаслідок чого значення напруги в цих секціях дорівнюють нулю.

Якщо амплітуда опорного сигналу дорівнює максимальному значенню опорного напруги $U_{оп}$, амплітуда першої гармоніки напруги на виході інвертора становить $0,5 U_d$.

Для наочності графік напруги побудований з таким же співвідношенням частоти ШІМ та частоти напруги на виході інвертора ω_{0el} , як і при розгляді однофазного інвертора (див. зображення 44). Вищезазначений ефект високочастотного ШІМ також справедливий для трифазного інвертора

Описана схема інвертора з чітко вираженою опорною напругою пиляного зуба може бути реалізована як в аналоговій, так і в цифровій формі

за допомогою мікропроцесорної технології. Поряд з цим розробляються та застосовуються алгоритми векторної імпульсної модуляції, спеціально орієнтовані на реалізацію мікропроцесорів.



Зображення 45 Перетворювач частоти з трифазним інвертором та імпульсно-шириною модуляцією: а - структура перетворювача: 1 -

автономний перетворювач напруги в режимі офлайн; 2-система управління АІН; б - генерація вихідної напруги.

3.2 Увімкнення та вимкнення лабораторного стенду

Перш ніж увімкнути стенд, потрібно переконатися, що всі з'єднувальні елементи справні, і що з'єднувачі правильно підключені.

Включення стенду має такий порядок:

1. Увімкнення блоку формування імпульсу. Зверніть увагу на наявність світлових індикаторів.

2. Перевірка керуючих сигналів за допомогою осцилографа на передній помилковій панелі блоку формування імпульсу. Встановлення необхідної амплітуди та частоти керуючого сигналу.

3. Вимкнути блок формування імпульсу. Обов'язковою умовою є відсутність індикації на джерелі живлення блоку формування імпульсу.

4. Увімкнути блок живлення. Перевірка напруги живлення на вольтметрі ($U_{\text{жив}}=50 \text{ В}$)

5. Включення блоку формування імпульсу. Перевірка амперметра. Взяття необхідних форм хвиль.

Вимкнення підставки починається з відключення блоку формування імпульсу.

3.3 Організація робочого місця

Радіотехнік на робочому місці повинен бути обладнаний правилами безпеки: гумовий килимок, заземлювальні клеми; На робочому місці необхідно подати напругу 36 В для підключення паяльника. Освітленість робочого місця повинно відповідати нормам точної роботи (не менше 400 лк), а також дотримання таким вимогам безпеки:

відстань між столами має бути не менше 80 см;

відстань міжряддя не менше 100 см;

1 батареї та труби в приміщенні мають бути накриті діелектриком

2, пристрої, які відключають електропостачання, повинні бути справними;

3 повинні бути вентиляція з регульованим припливом (крім загальної вентиляції), місцеві всмоктувальні установки.

Столи повинні дотримуватись вимогам санітарії при виробництві :

1 поверхні не повинні пилятися, гладкі, але не слизькі;

2 одне робоче місце повинно бути площею 4 м²;

3 поверхи повинні бути очищені вологим способом;

4 температура повітря взимку (18 - 20) 0С, влітку (18 - 20) 0С;

5 обмін повітря на людину повинен становити 20 м³ на годину;

6 вологість повітря 60 - 70%.

Під організацією робочого місця розуміється комплектація вимірювальної апаратури з її раціональним розміщенням. Раціональний вибір обладнання для робочого місця повинен враховувати характер виробництва.



Зображення 46 - Робочий стіл з пристроєм автоматичного регулювання та з робочими інструментами (КВП)

3.4 Вимірювальні прилади та інструменти

Таблиця __1__ Прилади й інструменти для настройки і регулювання

Процес	Прилади	Інструменти
Вимірювання	Частотомір ЧЗ-32, Осциллограф С1-49 СТ-67, Генератор ГЗ-33, мультиметр М890G	Паяльник 36 В, 50 Вт Пінцет 100 мм Скальпель Бокорізи Викрутка 7810-0313
Настройка та регулювання	Частотомір ЧЗ-32, Осциллограф С1-49 СТ-67, Генератор ГЗ-33, Мультиметр М890G Секундомір двох-стрілочний С-1-2а ГОСТ	Паяльник 36 В, 50 Вт Пінцет 100 мм Скальпель Бокорізи Кругогубці Викрутка 7810-0313

Осцилограф - застосовується для спостереження сигналів складної форми і визначення їх частоти, амплітуди, тривалості та інших параметрів



Зображення 47 - Осцилограф COS - 620FG

Генератор відеосигналу - застосовуються для подачі на вхід перевіряється або настраюється апаратури відеосигналів необхідної форми.



Зображення 48 - Генератор відеосигналу

Мультиметр - використовують для вимірювання струмів і напруг, а також для перевірки справності елементів конструкції, тобто радіодеталей



Зображення 49 - Мультиметр M890G

Частотомір - використовується для вимірювання швидкості обертання двигуна БВГ.



Зображення 50 Частотомір

Паяльник - використовується для пайки радіоелементів, тобто для усунення несправних та заміни їх на хороші.

Викрутки - застосовуються для розбирання та складання обладнання, а також для регулювання лінійних резисторів і конденсаторів, а також стрижнів індукторів.

Гострогубці - для обробки дротів та для видалення непотрібних шматочків ніжок радіодеталей.

Пінцет - використовується для опрацювання висновків



Зображення 51 - Монтажні інструменти

4 Конструкторська частина

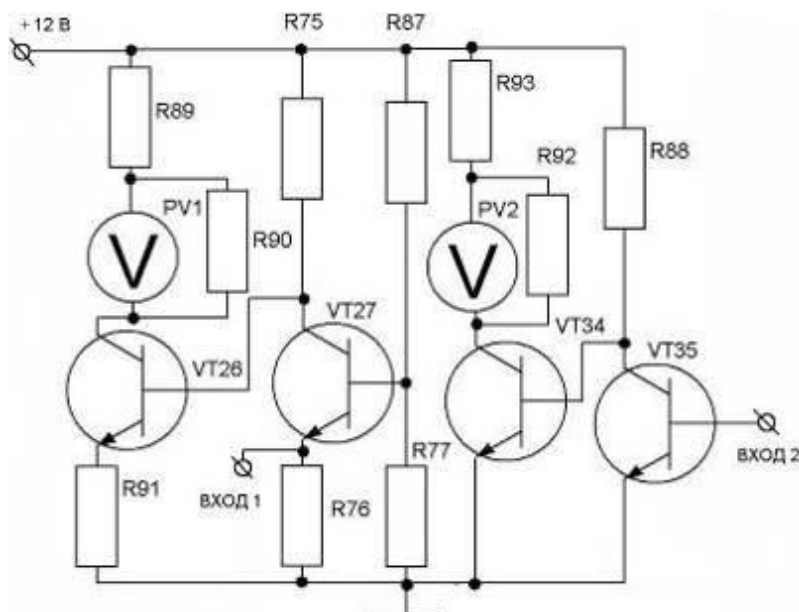
Обчислення електричної схеми підсилювачів постійного струму для гальванометрів PV1 та PV2, необхідних для візуального контролю, що коректує сигнал автоматичного частотного каналу та системи управління фазою.

Розшифрування символів використовується у формулах при обчисленні:

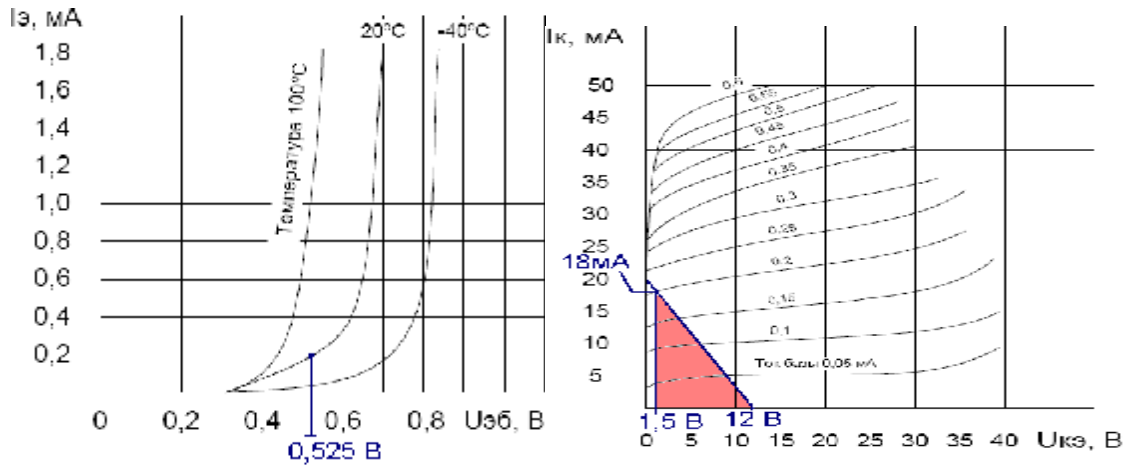
- U - напруга (В);
- R - опір (Ом);
- I - струм (А).

Вихідні дані:

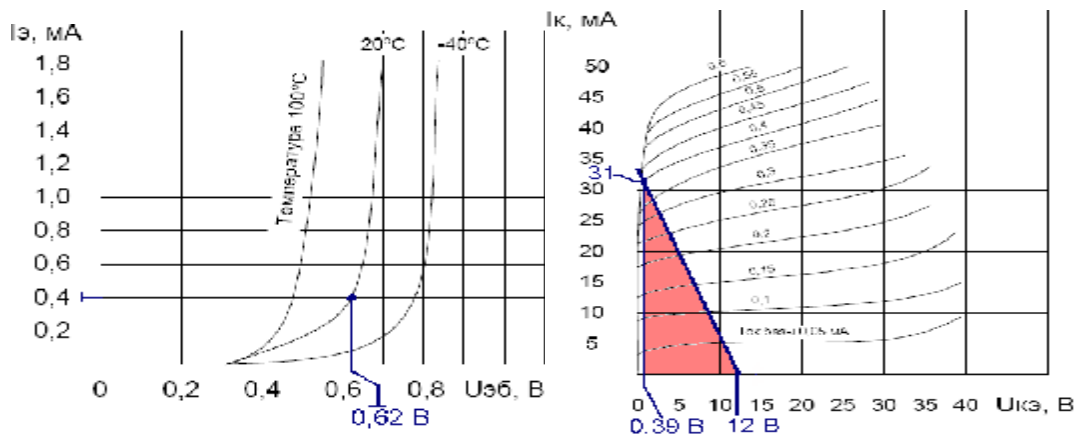
- U живлення = 12В.
- U вхідний 1 = 0,45 В.
- U вхідний 2 = 0,62 В.
- R PV1 і PV2 = 400.Ом.
- I PV1 і PV2 = 2,3 мА.



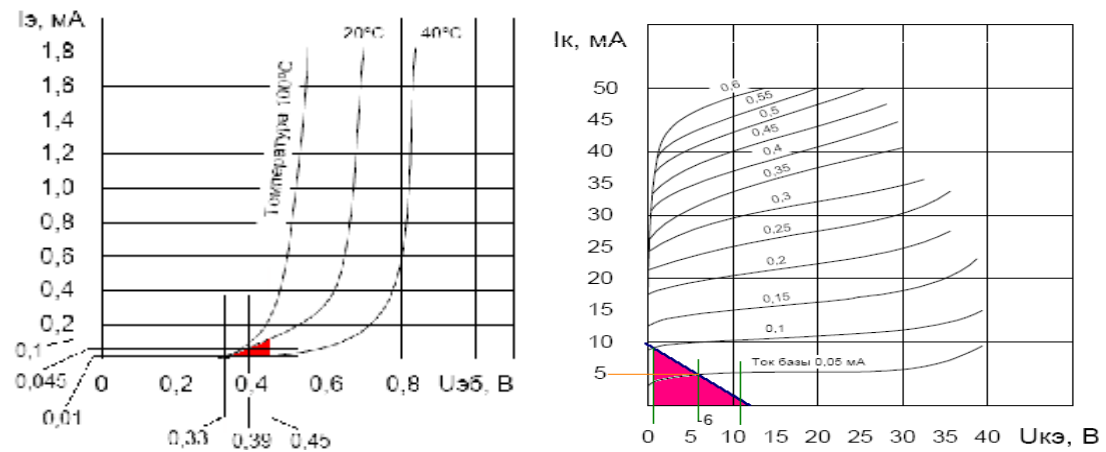
Зображення 52 - Електричні схеми підсилювачів постійного струму



Зображення 53 - Вхідна і вихідна характеристика транзистора VT27 (KT315Г)



Зображення 54 - Вхідна і вихідна характеристика транзистора VT35 (KT315Г)



Зображення 55 - Вхідна і вихідна характеристика транзистора VT26 і VT34 (KT315Г)

1) Знаходимо струм R87, який визначає режим транзистора VT27 DC за формулою

$$I_{R87} = I_{bVT27} \times 3 \quad (1)$$

$$I_{R87} = 0,2 \text{ мА} \times 3 = 0,6 \text{ мА};$$

Підлягає входу. $U_{1} = 0,45 \text{ В} = U_{R76}$

2) Визначаємо потенціал на основі VT27 за формулою

$$U_{bVT27} = U_{\text{вхід. 1}} + U_{ebVT27} \quad (2)$$

$$U_{bVT27} = 0,45 \text{ В} + 0,525 \text{ В} = 0,975 \text{ В}.$$

3) Визначаємо падіння напруги на резисторі R87 за формулою

$$U_{R87} = U_{\text{жив}} + U_{bVT27} \quad (3)$$

$$U_{R87} = 12\text{В} - 0,975\text{В} = 11,025\text{В}$$

4) Знаходимо резистор R87 за формулою

$$R_{87} = U_{R87} / I_{R87} \quad (4)$$

$$R_{87} = 11,025 \text{ В} / 0,6 \text{ мА} = 18375 \text{ Ом}$$

5) Знаходимо струм резистора R77 за формулою

$$I_{R77} = I_{R87} - I_{bVT27} \quad (5)$$

$$I_{R77} = 0,6 \text{ мА} - 0,2 \text{ мА} = 0,4 \text{ мА}$$

6) Знаходимо резистор R77 для зміщення основи VT27 за формулою

$$R_{77} = U / I_{R77} \quad (6)$$

$$R_{77} = 0,975 \text{ В} / 0,4 \text{ мА} = 2437,5 \text{ Ом}$$

7) Знаходимо резистор R76 за формулою

$$R76 = U_{R77} / I_b VT27 + I_{KVT27} \quad (7)$$

$$R76 = 0,45 \text{ В} / 0,2 \text{ мА} + 18 \text{ мА} = 24,75 \text{ Ом}$$

8) Визначаємо потенціал на основі VT26 за формулою

$$U_{KVT27} = U_{KEVT27} + U_{R76} \quad (8)$$

$$U_{KVT27} = 1,5 \text{ В} + 0,45 \text{ В} = 1,95 \text{ В}$$

9) Знаходимо резистор R75 за формулою

$$R75 = U_{\text{жив}} KVT27 / I_{KVT27} + I_b VT26 \quad (9)$$

$$R75 = 12 \text{ В} - 1,95 \text{ В} / 18 \text{ мА} + 0,05 \text{ мА} = 556,7 \text{ Ом}$$

10) Визначаємо падіння напруги на резисторі R91 за формулою

$$U_{R91} = U_{KVT27} - U_{ebVT26} \quad (10)$$

$$U_{R91} = 1,95 \text{ В} - 0,39 \text{ В} = 1,56 \text{ В}$$

11) Знаходимо струм резистора R91 за формулою

$$I_{R91} = I_{KVT26} + I_b VT26 \quad (11)$$

$$I_{R91} = 5 \text{ мА} + 0,05 \text{ мА} = 5,05 \text{ мА}$$

12) Знаходимо резистор R91 за формулою

$$R91 = U_{R91} / I_{R91} \quad (12)$$

$$R91 = 1,56 \text{ В} / 5,05 \text{ мА} = 308,9 \text{ Ом}$$

13) Визначаємо потенціал на колекторі VT26 за формулою

$$U_{KVT26} = U_{EKVT26} + U_{R91} \quad (13)$$

$$U_{KVT26} = 6V + 1,56V = 7,56V$$

14) Визначте потенціал середнього положення гальванометра PV1 за формулою

$$U_{PV1} = I_{PV1} / 2 \times R_{PV1} \quad (14)$$

$$U_{PV1} = 2,3 \text{ мА} / 2 \times 400 = 0,45 \text{ В}$$

15) Знайдіть шунтовий струм резистора R90 за формулою

$$I_{R90} = I_{KVT26} - I_{PV1} / 2 \quad (15)$$

$$I_{R90} = 5\text{мА} - 1,15\text{мА} = 3,85 \text{ мА}$$

16) Знайдіть резистор R90 за формулою

$$R_{90} = U_{PV1} / I_{R90} \quad (16)$$

$$R_{90} = 0,45 \text{ В} / 3,85 \text{ мА} = 119,4 \text{ Ом}$$

17) Визначте падіння напруги на резисторі R89 за формулою

$$U_{R89} = U_{жив} - U_{KVT26} - U_{PV1} \quad (17)$$

$$U_{R89} = 12\text{В} - 7,56 - 0,46 = 3,98 \text{ В}$$

18) Знайдіть резистор R89 за формулою

$$R_{89} = U_{R89} / I_{KVT26} \quad (18)$$

$$R_{89} = 3,98 \text{ В} / 5 \text{ мА} = 796 \text{ Ом}$$

19) Визначте падіння напруги на резисторі R88 за формулою

$$U_{R89} = U_{\text{жив}} - U \quad (19)$$

$$U_{R89} = 12\text{V} - 0,39\text{V} = 11,61\text{V}$$

20) Знайдіть струм резистора R88 за формулою

$$I_{R88} = I_{R_{VT35}} + I_{b_{VT34}} \quad (20)$$

$$I_{R88} = 31 \text{ mA} + 0,05 \text{ mA} = 31,05 \text{ mA}$$

21) Знайдіть резистор R88 за формулою

$$R_{88} = U_{R89} / I_{R88} \quad (21)$$

$$R_{89} = 11,61 \text{ V} / 31,05 \text{ mA} = 375 \text{ Ом}$$

22) Визначте потенціал середнього положення гальванометра PV2 за формулою

$$U_{PV2} = I_{PV2} / 2 \times R_{PV2} \quad (22)$$

$$U_{PV2} = 2,3 \text{ mA} / 2 \times 400 = 0,45 \text{ V}$$

23) Знайдіть шунтовий струм резистора R92 за формулою

$$I_{R92} = I_{K_{VT34}} - I_{PV2} / 2 \quad (23)$$

$$I_{R92} = 5\text{mA} - 1,15\text{mA} = 3,85 \text{ mA}$$

24) Знайдіть резистор R92 за формулою

$$R_{92} = U_{PV2} / I_{R92} \quad (24)$$

$$R_{92} = 0,45 \text{ V} / 3,85 \text{ mA} = 119,4 \text{ Ом}$$

25) Визначте падіння напруги на резисторі R93 за формулою

$$U_{R93} = U_{жив} - U_{KVT34} - U_{PV2} \quad (25)$$

$$U_{R93} = 12В - 6В - 0,46В = 5,54В$$

26) Знайдіть резистор R93 за формулою

$$R_{93} = U_{R93} / I_{KV34} \quad (26)$$

$$R_{93} = 5,54 В / 5 мА = 1108 Ом$$

5. Економічна частина

5.1 Розрахунок кошторису витрат на виготовлення лабораторних стендів

Кошторис витрат - це система, яка визначає суму витрат на всю продукцію чи обладнання, а також на ремонт, установку та експлуатацію електрообладнання. Вартість монтажу визначається кошторисом.

Затверджений кошторис витрат на монтажні роботи як ціна на монтажну продукцію. Орієнтовні ціни на монтажну продукцію встановлюються виходячи зі стандартів засобів виробництва та витрат на одиницю продукції:

- обов'язкові кошторисні норми витрат коштів та трудових витрат на монтаж,
- ціни на матеріали та обладнання,
- заробітна плата, визначена затвердженими тарифними мережами та тарифами,
- норми накладних витрат та планова економія.

Основою для планування виробництва та розрахунків робіт, виконаних у машинобудівному виробництві, є кошториси, складені за робочими кресленнями. Опубліковані показники вартості встановлення елементів електропостачання промислових підприємств, призначених для використання при складанні кошторису бюджету. Для приблизного визначення обсягу монтажних робіт можна використовувати середню вартість електромонтажних робіт. Орієнтовне визначення кошторисної вартості електромонтажних робіт має велике значення для організації робіт, оскільки лише на підставі розміру обсягу майбутніх робіт можна визначити всі вихідні дані - потреба в матеріально-технічних ресурсах, складність роботи, необхідна кількість робітників тощо.

Структура електромонтажних робіт є важливою при визначенні економічних показників монтажних організацій. Зміна структури безпосередньо впливає на обсяг виробництва на одного працівника. Знання відносного обсягу робіт за видами електроустановки необхідно для визначення

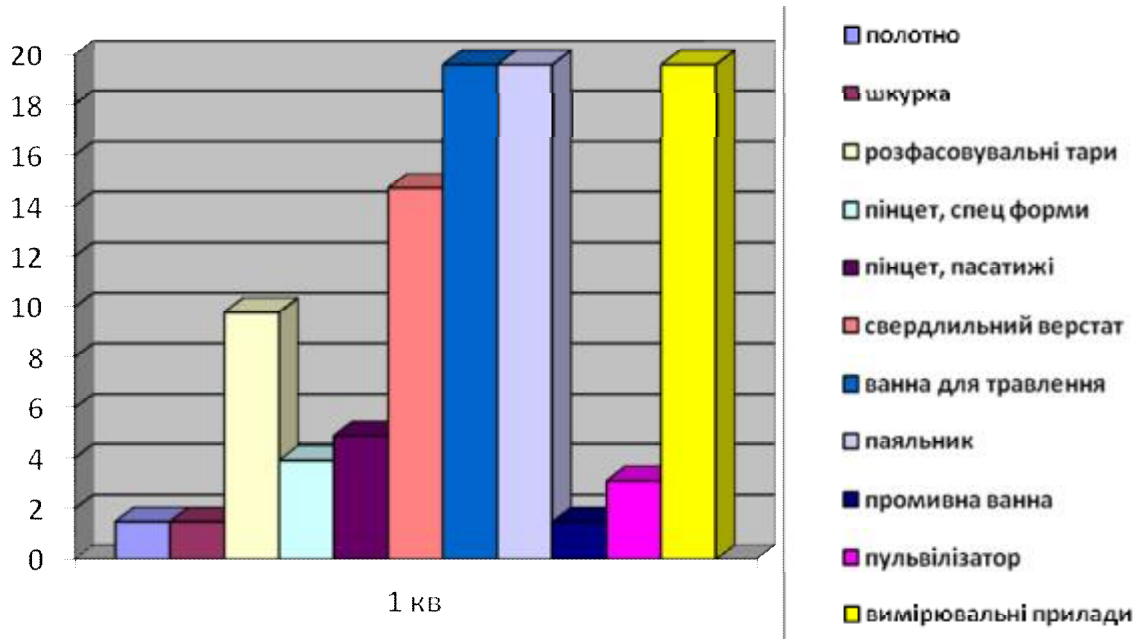
попереднього обсягу робіт, а також планових нормативних даних щодо загального виробництва, витрат матеріалів, інструментів.

В електромонтажному виробництві необхідно розрахувати не тільки обсяг електромонтажних робіт, згідно з яким проводяться розрахунки із замовником на виконання робіт, а й обсяг роботи майстерень складально-заготівельних секцій.

Розрахунок починається з кошторису витрат на придбання обладнання. Дані вносяться в таблиці.

Таблиця 1 Характеристика виробничого обладнання

№	Назва операції	Назва обладнання	Норма часу	Кількість обладнання	Коеф. завантаж. облад.	Розряд
1	Різка текстоліту	полотно	0,08	1	1,5	3
2	Шліфування текстоліту комплектація	шкурка	0,08	1	1,5	3
3	Формування радіоелементів	розфасовувальні тари пінцет, спец форми	0.5	6	9,8	4
4	Установка радіоелементів	пінцет, пасатижі	0.2	2	3,92	3
5	Свердління отворів		0.25	2	4,9	3
6	Травлення плати		0,75	1	14,7	4
7	Пайка	паяльник	1	1	19,6	4
8	Промивання	ванна для травлення	1	1	19,6	4
9	Лакування	пульвілізатор	0,08	1	1,5	3
10	Контроль	вимірювальні прилади	1	4	19,6	4



Зображення 56 - Графік завантаження обладнання

Таблиця 2 Характеристика виробничого обладнання

№	Назва устаткування	Кількість обладнання	Потужність обладнання; Вт.	Оптова ціна; грн.	Монтаж	Повна вартість, грн
1	Полотно	1	-	75	11,25	86,25
2	Свердлильний верстат	1	0,02	1300	45	345
3	Ванна для травлення	1	-	30	4,5	34,5
4	Пінцет	1	-	50	7,5	57,5
5	Викрутки	6	-	120	18	138
6	Круглогубці	1	-	50	7,5	57,5
7	Скальпель	1	-	30	4,5	34,5
8	Бокорізи	1	-	50	7,5	57,5
9	Шкурка	1	-	10	1,5	11,5
10	Промивна ванна	1	-	200	30	230
11	Паяльник	1	0,04	160	24	184
12	Осцилограф	1	0,055	2000	300	2300
13	Мультиметр	1	0,001	500	150	1150
14	Частотомір	1	0,02	500	500	1500
15	РАЗОМ:	19	0,135	5075	1111,25	6186,25

Таблиця 3 Витратні матеріали на виготовлення виробу

№	Назва операції	Одиниця вимірювання	Норма витрати	Ціна грн
1	склотекстоліт	м2	0,03	316
2	флюс	л	0,01	150
3	припій	кг	0,03	375
4	хлорне залізо	кг	0,15	22
5	спирт	л	0,05	86
6	лак	л	0,2	125
7	вода	л	1,2	5
8	РАЗОМ:			1079

- Визначення загальних матеріальних витрат.

Кількість витрат визначається виходячи з вартості витрат на монтаж електроустаткування і придбання необхідних матеріалів.

$$Z_{\text{заг}} = \text{Разом1} + \text{Разом2};$$

де, $Z_{\text{заг}}$ - загальні матеріальні витрати

$$Z_{\text{заг}} = 6186,25 + 1079 = 7265,25;$$

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційними витратами є такі витрати, які забезпечують функціонування будь-якої розробки в період її експлуатації. Приблизний склад експлуатаційних витрат та порядок їх розрахунку наведений нижче

5.2.1 Заробітна плата обслуговуючого персоналу

Для визначення заробітної плати обслуговуючого персоналу для початку потрібно розрахувати погодинну тарифну ставку T_1 оплати праці робітника 1-го розряду, грн./год, для її розрахунку використовуємо формулу:

$$T_1 = M_M / (T_p T_{зм})$$

де M_M - мінімальна місячна оплата праці, грн.

T_p - число робочих днів в місяці; приблизно $T_p = 21...23$ днів;

$T_{зм}$ - тривалість зміни, зазвичай, $T_{зм} = 8$ годин;

$$T_1 = 4173 / (21 * 8) = 24,8 \text{ грн/год}$$

Таким чином ми можемо дізнатися заробітну плату обслуговуючого персоналу, яка розраховується за формулою:

$$Z_{\text{обс}} = N * T_1 * K_{\text{сер}} * \Phi_e * K_c * b \text{ грн./рік}$$

де N - число робітників, що обслуговують один виріб;

$K_{\text{сер}}$ - середній тарифний коефіцієнт робітників, що обслуговують виріб

Φ_e - ефективний фонд часу роботи робітника за рік. Фонд часу Φ_e приблизно дорівнює 1700... 1800 годин;

K_c - коефіцієнт співвідношень, установлений Генеральною тарифною угодою між урядом і профспілками, $K_c = 1...5$;

b частка часу, який витрачає робітник на обслуговування виробу в загальному часі своєї роботи;

$$Z_{\text{обс}} = 1 * 24,8 * 1,08 * 1800 * 2 * 2 = 192\,844 \text{ грн./рік}$$

5.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати.

Додаткова заробітна плата Z_d визначається в розмірі 11,3% від суми основної заробітної плати

$$Z_d = (11,3\% / 100\%) * Z_{\text{обс}};$$

$$Z_d = (11,3\% / 100\%) * 192\,844 = 21\,791 \text{ грн/рік};$$

5.2.3 Розрахунок заробітної плати обслуговуючого персоналу

Розрахунок заробітної плати $H_{\text{зп}}$ обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 40% від суми загального заробітку основної та додаткової зарплати

$$H_{\text{зп}} = (11,3\% / 100\%) * (Z_{\text{обс}} + Z_d);$$

$$H_{зп} = (40\% / 100\%) * (192\ 844 + 21\ 791) = 98\ 928 \text{ грн/рік};$$

5.2.4 Розрахунок додаткових витрати на проектування

Так як втрати на виправлення браку не суттєво впливають на величину експлуатаційних витрат. Додаткові втрати коштів розраховуються за фактичними даними. Тому ми можемо прийняти інші витрати як 7 % від загальної суми усіх попередніх витрат.

$$V_{дод} = (7\% / 100\%) * (Z_{обс} + Z_{д} + H_{зп});$$

Де $V_{дод}$ - додаткові витрати коштів

$$V_{дод} = (7\% / 100\%) * (192\ 844 + 21\ 791 + 98\ 928) = 21\ 962 \text{ грн/рік}$$

5.2.4 Сума експлуатаційних витрат

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат для даної розробки

Таблиця 3 Загальна сума експлуатаційних витрат

№	Кошторис витрат	Ціна грн./ рік
1	Матеріальні витрати	7265,25
2	Основна заробітна плата	192 844
3	Додаткова заробітна плата	21 791
4	Обслуговуюча заробітна плата	98 928
5	Додаткові витрати	21 962
8	РАЗОМ:	342.790

5.3 Соціальний ефект від впровадження лабораторного стенду в навчальний процес.

Основне завдання галузі у динамічному, пропорційному розвитку суспільного виробництва та підвищенні його ефективності, прискоренні науково-технічного прогресу (НТП), підвищення продуктивності праці, підвищення якості продукції. Науково-технічна революція (НТР) розвивається,

стрімке зростання існуючих та поява нових галузей промисловості викликає, у свою чергу, необхідність подальшого розвитку системи вищої та середньої спеціальної освіти, підвищення якості підготовки молодих спеціалістів для всіх галузей. У той же час все більш очевидною стає потреба у навчанні не просто хороших спеціалістів з певним обсягом знань, а передусім людей, здатних творчо мислити, здатних швидко адаптуватися до постійно мінливих вимог НТП.

Таким чином, завдання підготовки висококваліфікованого персоналу, озброєного сучасними знаннями, практичними навичками, є одним із найважливіших завдань на цьому етапі. Тому зараз, як ніколи, є нагальна потреба докласти максимум зусиль для вдосконалення змісту тренувань. Одним із напрямків, на яке має йти це вдосконалення, є розвиток та зміцнення матеріально-технічної бази навчального закладу. До них належать, насамперед, широке впровадження засобів технічної підготовки, оснащення лабораторій та кабінетів найсучаснішим обладнанням та пристроями, модернізація лабораторних стендів та моделей з урахуванням останніх досягнень науки і техніки на сучасній комплектуючій базі. Виконання студентами лабораторних робіт є важливим засобом більш глибокого засвоєння та засвоєння навчального матеріалу, а також набуття практичних навичок експериментальних досліджень та обробки радіометрів. Плани роботи комісії з електронної електроніки передбачають розробку стендів для лабораторних робіт на тему "Основи схемотехніки та імпульсної інженерії". Метою даної дипломної роботи є розробка схеми для ряду лабораторних робіт.

6. ВИМОГИ ПО ТЕХНІЦІ БЕЗПЕКИ

Відеомагнітофон повинен бути відремонтований особами, які ретельно його вивчили та проінструктовані технікою безпеки.

Радіомеханік на робочому місці повинен мати індивідуальні засоби захисту: діелектричний килимок, рукоятки, діелектричні рукавички (на чергуванні), інструменти з ізольованими ручками.

Забороняється перевіряти наявність напруги в ланцюзі «на іскру».

Ремонт та перевірка відеомагнітофона дозволена лише тоді, коли неможливо виконати роботи на відключеному відеомагнітофоні (налаштування, вимірювання режиму тощо). Необхідно бути особливо обережним, щоб не потрапити під напругу.

Вимірювальні прилади повинні бути підключені до відеомагнітофона після відключення його від електромережі. Вся техніка, яка використовується в ремонті, повинна бути надійно заземлена.

Пайка живого відеомагнітофона заборонена. Використовувати слід лише паяльники.

Під час ремонту відеомагнітофона зі знятим корпусом необхідно використовувати його мережевий шнур

Забороняється ремонтувати відеомагнітофон, включений до мережі, у вологих приміщеннях із землею, цементом або іншими електропровідними підлогами..

Виконуючи ремонтні роботи на відеомагнітофоні, слід пам'ятати, що електродвигун М2, який приводить в рух привідний вал і магнітну муфту, а також обмотки мережі трансформатора Тр підключений до джерела живлення змінного струму 127/220 В.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- а) перевірити наявність напруги дотиком, викруткою;
- б) порушувати блокування, замиканням викруткою або дротом;
- в) робота з несправним блокуванням;
- г) залишити або покинути робоче місце, не вимикаючи напругу;
- д) робити перепайки при ввімкненій напрузі, можливі пробою паяльника і вихід паяльника з ладу;

є) очистити паяльник від зайвого припою струшуванням і під напругою
ж) перевірити паяльник на «дотик», «на обличчя» - паяльник можна відчувати лише на припайці; з) мати кількість флюсу, спирту, спирто-бензинової суміші, розчинників клейових і заливальних композицій більше змінної потреби:

з) прийом їжі на робочому місці, а також куріння;
і) використовувати розчинників для миття обладнання рук;
м) застосування браслетів на робочих місцях, де використовується напруга понад 380 В, і при наявності обладнання, корпуси якого не заземлені, а також переміщення з браслетом на руці поза зоною робочого місця монтажника.

Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

У разі ДТП необхідно:

Отримайте медичну допомогу в медичному центрі

Повідомте про аварію майстру, вчителю

Зберігайте обстановку, в якій сталася аварія, непорушною для розслідування комісії, якщо це не загрожує життю студентів. У важкому випадку надайте медичну допомогу потерпілому.

7. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Екологічна безпека - це соціально-природна та наукова реальність, вона є об'єктом вивчення різних наук (природних, соціальних, правових), оскільки охоплює складний комплекс взаємовідносин між людиною та довкіллям.

Екологічна безпека - категорія соціального, притаманна людському суспільству, формується в рамках соціальних відносин.

Він посилається на складне поняття неправового характеру, хоча відносини, що виникають у сфері екологічної безпеки, регулюються законом.

Таким чином, екологічна безпека має певні правові форми. Ця категорія характеризується, по-перше, як вічна цінність людського суспільства, яка базується на певній системі гарантій екологічної безпеки існування природи та людини. Йдеться про безпеку людини в процесі взаємодії з навколишнім середовищем, з небезпечними речовинами (радіоактивними, хімічними, токсичними), використання руйнівних чи небезпечних технологій та процесів, здійснення різних впливів на навколишнє середовище тощо.

Однак це також пов'язано з неконтрольованими процесами (природними силами природи).

По-друге, екологічні закони враховують закони природи, за якими розвиваються екологічні об'єкти. У цьому випадку всі природні об'єкти разом створюють єдину екологічну систему з внутрішньою диференціацією, що обумовлено природними особливостями навколишнього середовища самих об'єктів.

По-третє, екологічна безпека гарантується та контролюється державою, яка формує всю систему спеціальних органів. Це продиктовано потребою досягти гармонійної взаємодії природи та суспільства, підтримуючи екологічну рівновагу в країні та її окремих регіонах.

По-четверте, правовий супровід екологічної безпеки є одним із основних принципів цього права.

Визначення екологічної безпеки як правової категорії має різноманітне тлумачення в екологічному праві.

8. БІБЛІОГРАФІЯ

- 1) Гусацька А.Н., Давидова А.С., Самсонова Г.Г., напівпровідникові пристрої: Транзистори. - С. П.: Падіння, 1988.
- 2) Замятін В.Ю., Кондратьєв Б.В., Потужні напівпровідникові пристрої - транзистори. - С.П. : Лань, 1989.
- 3) Хітліц М. В., Запис магнітного сигналу. - М. : Радіо і зв'язок, 1990.
- 4) Колесніченко О.В., Шишигін І.В., обслуговування та ремонт зовнішніх вітчизняних відеомагнітофонів. - С. П.: Падіння, 1996.
- 5) А.П. Афанасьєв, В.П. Самохін, побутові відеомагнітофони. - М. : Радіо і зв'язок, 1989.
- 6) Кривілен В.Н., Ремонт відеомагнітофонів. - М. : Радіотон, 1998
- 7) А. Г. Лобко, Р. Генев, А. В. Макневін, управління ринком. - М. : Світ книг ІАРС, 1993.
- 8) В. В. Лисицин, Валовий продукт та його вимірювання. - М. : Світ книг ІАРС, 1998.
- 9) Каталог економічних газет і журналів - <http://press.lipetsk.ru/>
- 10) 10) А.С. Пеліка - Економіка підприємства та вирощеної промисловості., - 1999