

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ РАДІОФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Кафедра радіотехніки та радіоелектронних систем

До захисту допущено:

«На правах рукопису»

Завідувач кафедри _____ Ігор АНІСІМОВ

« __ » червня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

**«РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОМУТАЦІЇ ДЛЯ
ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕЗ»**

Виконав:

студент 4-го курсу

денної форми навчання

спеціальності 172 - Телекомунікації та радіотехніка

ОП «Інформаційна безпека телекомунікаційних систем і мереж»

Димар Данііл Ігорович _____

Науковий керівник:

к.т.н., с.н.с. Гахович Сергій Вікторович _____

Рецензент:

к.т.н., доц. Савченко Тетяна Віталіївна _____

Засвідчую, що у цій бакалаврській роботі

немає запозичень з праць інших авторів без

відповідних посилань

Студент _____

Робота допущена до захисту в ЕК рішенням кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем від «23» червня 2023 р., протокол № 22.

Завідувач кафедри радіотехніки та радіоелектронних систем,

доктор фіз.-мат. наук, професор

Анісімов Ігор Олексійович _____

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК.....	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМІНИ СУЧАСНОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОЗБРОСННЯ.....	6
1.1 Аналіз системи технічного діагностування та ремонту цифрових пристроїв радіоелектронних засобів озброєння в військових ремонтних органах.....	6
1.2 Аналіз існуючих методів і засобів діагностування цифрових пристроїв на інтегральних схемах і мікропроцесорних великих інтегральних схем.....	17
РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС «ДІАНА» ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗО.....	23
2.1 Призначення і основні ТТХ комплексу Д-4.6 АІК.....	23
2.2. Аналоговий комутатор.....	29
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КОМУТАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ.....	33
3.1 Розробка модуля комутації.....	33
3.2 Розробка модуля керування.....	36
3.3 Розробка інтерфейсного модуля.....	38
3.4 Розробка модуля індикації.....	39
3.5 Повна схема.....	40
ВИСНОВОК.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

АГ	–	аналоговий генератор
БД	–	база даних
ВІП	–	програмно керовані джерела живлення
ВІС	–	велика інтегральна схема
ВРО	–	військовий ремонтний орган
ДІ	–	діагностична інформація
ЕРК	–	електрорадіокомпонент
ЗІП	–	запасні інструменти та приладдя
ІС	–	інтегральна схема
КК	–	керуючий комп'ютер
МП ВІС	–	мікропроцесорна велика інтегральна схема
ОД	–	об'єкт діагностування
ОЗП	–	оперативний запам'ятовуючий пристрій
ОК	–	об'єкт контролю
ПЕОМ	–	персональна електронно-обчислювальна машина
ПЗП	–	постійний запам'ятовувальний пристрій
РБД	–	ремонтна база даних
РЕЗО	–	радіоелектронні засоби озброєння
СИЛАМ	–	системний генератор, сигнатурний та логічний аналізатор
СПО	–	спеціальне програмне забезпечення
ТЕЗ	–	типовий елемент заміни
ТК	–	технічний контроль
ТП	–	тест процесора
ТС	–	технічний стан
УРМ	–	уніфікований ремонтний модуль
ЦП	–	цифровий пристрій

ВСТУП

Актуальність теми. Розвиток сучасних технологій і цифрових систем призводить до зростання складності електронних пристроїв. Діагностика цифрових ТЕЗ (типових елементів заміни у радіоелектронних засобах військового призначення) є важливим етапом в розробці та експлуатації таких систем. Для ефективної діагностики технічного стану і виявлення несправних елементів розроблені і використовуються діагностувальні комплекси. З метою їх вдосконалення постає задача у розробці спеціальних пристроїв комутації, які забезпечують з'єднання і керування сигналами між діагностичним пристроєм і об'єктом діагностування.

Метою даної дипломної роботи є розробка електронного пристрою комутації, який буде використовуватись в складі автоматизованого діагностичного комплексу «Діана-4.6» для діагностики цифрових ТЕЗ. Основна мета роботи полягає у створенні ефективної та гнучкої системи комутації інформаційних і живлячих ліній, яка забезпечуватиме з'єднання між пристроєм діагностики і окремими цифровими тезами для проведення тестів та аналізу їхньої роботи.

Об'єкт дослідження. Методи діагностики цифрових типових елементів заміни сучасного радіоелектронного озброєння.

Предмет дослідження. Аналіз існуючих методів та засобів діагностування цифрових пристроїв на інтегральних схемах і мікропроцесорних великих інтегральних схем, а також розробка діагностичного комплексу "Діана" для діагностики резе та розробка пристрою комутації для діагностування цифрових тез.

Електронний пристрій комутації буде мати наступні основні функції:

1. Мультиплексування сигналів: Програмований мультиплексор буде використовуватись для вибору вхідних сигналів, які будуть підключені до виходів для діагностики. Це дозволить використовувати обмежену кількість вхідних сигналів для дослідження більшої кількості цифрових ТЕЗ.

2. Демультиплексування сигналів: Демультиплексор буде використовуватись для розмикання сигналів на виході для їхнього спрямування до окремих цифрових ТЕЗ для діагностики. Це дозволить виконувати тестування і аналіз кожної ТЕЗ окремо.

3. Керування комутацією: Програмований логічний пристрій або мікроконтролер буде використовуватись для керування процесом комутації. Він буде приймати команди з пристрою діагностики і керувати станом мультиплексора та демультиплексора для встановлення потрібного з'єднання між вхідними і вихідними контактами.

4. Інтерфейс з пристроєм діагностики: Електронний пристрій комутації буде мати відповідні інтерфейси для забезпечення зв'язку з пристроєм діагностики. Це може включати послідовний порт, USB або інші стандартні інтерфейси, які дозволять передавати команди керування та отримувати результати діагностики.

5. Модуль індикації: Цей модуль відповідає за відображення інформації на дисплеї цифрового діагностичного обладнання дисертаційної роботи. Розроблений модуль дисплея представляє необхідні дані в наочному вигляді та спрощує використання пристрою.

Розробка електронного пристрою комутації для діагностики цифрових ТЕЗ є важливим етапом у поліпшенні процесу тестування та аналізу складних електронних систем. Цей пристрій дозволить забезпечити ефективну та гнучку комутацію між пристроєм діагностики і цифровими ТЕЗ, спрощуючи процес дослідження їхньої роботи та виявлення можливих несправностей.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМІНИ СУЧАСНОГО РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОЗБРОЄННЯ

1.1 Аналіз системи технічного діагностування та ремонту цифрових пристроїв радіоелектронних засобів озброєння в військових ремонтних органах

Розвиток і удосконалення озброєння і військової техніки здійснюється в напрямку збільшення кількості задач, які одночасно можуть виконуватися, покращення якості їх використання, широкого впровадження цифрових пристроїв. Використання нової елементної бази, яка включає не тільки інтегральні схеми малого та середнього ступеня інтеграції, але і ВІС і МП ВІС, впровадження принципово нових принципів конструювання цифрових пристроїв (ЦП), відкривають широкі можливості для покращення тактико-технічних характеристик озброєння та його ремонтпридатності підвищення надійності. Слід відмітити, що широкі впровадження мікроелектроніки, застосування ЦП на елементній базі третього та четвертого поколінь призвело до різкого ускладнення РЕЗО. Більша кількість зразків РЕЗО мають в своєму складі тисячі мікроелектронних компонентів. Це призводить до ускладнень при пошуку дефектних елементів цифрових пристроїв сучасних РЕЗО. Традиційні інструменти дослідження та інтуїтивно зрозумілі методи, що характеризуються низькою економічністю, низькою надійністю та тривалим часом виконання тестів, вимагають залучення висококваліфікованих спеціалістів.

Існуючі видобуті РЕЗО містять процесори третього та четвертого поколінь, що становить близько 30% від їх загальної кількості. У 2015 році «вага» цих цифрових пристроїв досягла 50%, а в майбутньому становитиме 80%. При цьому основний тягар з діагностування та ремонту цих ЦПУ у військових

умовах лягає на військово-ремонтні організації (ВРО). Всім відомо, що до початку 1980-х років базову основу РЕЗО складали ІС з низьким і середнім рівнем інтеграції, потім популярними стали ІС з великим і надзвичайно високим рівнем інтеграції (ВІС і НВІС). Сучасна інтегральна база характеризується низкою особливостей, основними з яких є:

- високий ступінь інтеграції (до 100 000 елементів на кристал);
- різноманітність і складність виконуваних функцій;
- висока робоча частота (десятки-сотні МГц);
- труднощі у виявленні та локалізації виникаючих дефектів.

З переходом на більш сучасну елементну базу змінюються принципи побудови і архітектура сучасних РЕЗО. Найбільш перспективним принципом побудови радіоелектронних засобів є агрегування об'єктів РЕЗО з уніфікованих функціональних компонентів багаторазового застосування. З таких компонентів, на рівні яких ведеться резервування і реконфігурація, вибираються функціональні модулі загального призначення. Функціональний розподіл модулів проводиться таким чином, щоб вони були досить великими для створення простої процедури реконфігурації, а з іншого боку – досить дрібними і дешевими для багаторазового використання в системі з метою забезпечення необхідної надійності. Зазначені особливості сучасної елементної бази і архітектури побудови РЕЗО обумовлюють зниження їх надійності. Це призводить до серйозних труднощів в організації експлуатації і ремонту РЕЗО, збільшенню часу контролю працездатності і локалізації відмов, що виникають. У результаті цього не вдається реалізувати потенційні бойові можливості РЕЗО, вимоги до яких постійно зростають в реальних умовах експлуатації [1].

Аналіз і оцінка результатів експлуатації сучасних РЕЗО показали наступне:

1) наявність серйозних недоліків в питаннях їх експлуатації, організації технічного обслуговування, відновлення працездатності та постачання ЗІП;

2) збільшення термінів експлуатації існуючого парку радіоелектронних засобів озброєння, зниження якості експлуатації, а також значне зниження обсягів випуску нових зразків РЕЗО для Збройних Сил України в цілому. Крім того, нові економічні відносини з заводами-виробниками, які знаходяться за межами країни, диктують необхідність зниження вартості експлуатації і відновлення працездатності РЕЗО;

3) наявність стійкої тенденції зниження значень окремих показників експлуатаційної надійності;

4) своєчасне відновлення РЕЗО виконаних на цифровій елементній базі третього і четвертого поколінь, можливо лише при повній наявності на них ЗІП, оскільки вбудовані системи контролю цих об'єктів визначають групу підозрюваних в непрацездатності змінних субблоків, модулів, ТЕЗ.

Локалізація несправних ТЕЗ з групи підозрюваних можлива лише з залученням ВРО, які мають спеціальне діагностичне і ремонтне устаткування, а також кваліфікований обслуговуючий персонал.

Вимоги, висунуті до сучасних систем діагностування і ремонту РЕТ, зокрема передбачають: мінімальну вартість відновлення РЕТ за час, що не перевищує заданими експлуатаційно-технічними характеристиками, облік задач, які стоять перед Повітряними Силами України, облік особливостей відновлення РЕЗО в мирний і у воєнний час.

Існують два напрямки зменшення часу відновлення. Перший передбачає удосконалювання структурних зв'язків системи обслуговування і ремонту, яка зводиться до зменшення часу простоїв несправного устаткування, пов'язаного з ухваленням рішення або транспортуванням в ремонтний орган самого об'єкта або доставки на об'єкт ЗІП, який необхідний для його ремонту. Другий напрямок передбачає збільшення продуктивності ремонтних органів, а також зниження вартості і скорочення часу діагностування, як найбільш вагомої складової часу відновлення. Натомість час до встановлення діагнозу визначається якістю

діагностичних методів і засобів, а також кваліфікацією фахівців, які проводять діагностику.

Поточне технічне обслуговування та ремонт усіх диференціалів та їх вузлів здійснюється силами ВРО в стаціонарно обладнаних майстернях - пунктах обслуговування та ремонту, а в польових умовах - з використанням мобільних інженерних засобів (апаратно-технічного забезпечення) та пересувних польових майстерень. Технічні засоби, що застосовуються у ВРО, за номенклатурою поділяються на спеціалізовані та універсальні, яка визначається кількістю та типом експлуатованих РЕЗО.

Аналіз функціонування ВРО свідчить про необхідність уніфікації їх технічних засобів, удосконалення виробничих показників за рахунок впровадження ПЕОМ, нових методів та засобів вимірювань, що використовують цифрові перетворення сигналів. Використання зазначених засобів вимірювань, однотипних перехідних (сполучних) приладів для різноманітної апаратури, блоків, універсальних програм для ПЕОМ дозволяє значно розширити кількість типів приладів РЕЗО, що забезпечується одним ВРО. Модифікація існуючих і створення нових, уніфікованих технічних засобів, призначених для діагностування ТЕЗ третього та четвертого поколінь в ВРО, дозволяє значно скоротити їх типаж, та декількома типами таких засобів покрити практично всю номенклатуру пристроїв РЕЗО. Такі перспективи реалізуються при переході до цифрових методів обробки сигналів та локалізації дефектних елементів як в техніці нового покоління, так у тій, що знаходиться в експлуатації тривалий період.

Однією з вимог директиви та одним із головних завдань, які стоять перед технічним і технічним персоналом Збройних Сил України, є скорочення середнього часу відновлення радіоелектронної зброї та засобів.

Середній час відновлення представляє собою суму часів та визначається наступним виразом:

$$t_{\text{вро}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{діаг}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{налашт}} \quad (1.1)$$

де $t_{\text{пр}}$ – час прийому в ремонт;

$t_{\text{діаг}}$ – час діагностування ТЕЗ;

$t_{\text{рем}}$ – час ремонту;

$t_{\text{налашт}}$ – час налаштувань ТЕЗ

Час

$t_{\text{инд}}$ обумовлено поновленням прихованих відмов, які не виявляються візуально чи штатними методами і засобів контролю, але виявляються при проведенні технічного обслуговування чи спеціальними методами діагностування. Час $t_{\text{лок}}$ визначається можливістю вбудованої системи діагностики та кваліфікацією обслуговуючого персоналу. Час налаштувань об'єкта – це час виведення приладу в робочий режим. Показано, що сумарна “питома вага”, $t_{\text{инд}}$, $t_{\text{лок}}$ і $t_{\text{настр}}$ для нових РЕЗО становить 5% ... 7% і суттєво не впливає на $T_{\text{в}}$. Час усунення несправності $t_{\text{ус.н}}$ має найбільшу “вагу” – $(0,93 \dots 0,95) T_{\text{в}}$, представляє собою суму часів і визначається наступним визначенням:

$$t_{\text{ус.н}} = t_{\text{зип}} + t_{\text{зам}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{вро}} \quad (1.2)$$

де $t_{\text{зип}}$ – час пошуку необхідної складової частини (далі – ТЕЗ) в ЗІП;

$t_{\text{зам}}$ – час заміни ТЕЗ який відмовив;

$t_{\text{тр}}$ – час транспортування необхідного ТЕЗ зі складу чи ВРО;

$t_{\text{вро}}$ – час знаходження несправного ТЕЗ в ремонтному органі.

Дослідження показали, що сумарна “питома вага” часу $t_{\text{зип}}$ і $t_{\text{зам}}$ складає 5% – 10% $t_{\text{тр}}$, а $t_{\text{зам}}$ – до 85% від часу $t_{\text{вро}}$, в тому випадку якщо в ЗІП об'єкта відсутня завідома справний ТЕЗ і виникає необхідність його ремонту в ВРО чи поставки зі складу (задовольняючого органу, ремонтного підприємства і т. д.).

Ця умова спостерігається у всіх військових, оскільки інтегровані системи діагностики та контролю виявляють несправності з глибини групи ТЕЗ (хоча

зазвичай лише один ТЕЗ цієї групи виходить з ладу), що призводить до невиправданих витрат на захисні пристрої, що збільшує експлуатаційні витрати РЕЗО (високе відновлення витрати на роботу – до 75% від усього життєвого циклу виробу) і завантажує ВРО у великих кількостях «підозрюваних» ТЕЗ [2].

В відповідності з проведеними дослідженнями, в теперішній час існують два основних напрямлення зменшення часу відновлення $T_{\text{в}}$. Перше передбачає вдосконалення структурних зв'язків системи обслуговування та ремонту і зводиться до зменшення $t_{\text{тр}}$. Друге напрямлення передбачає зниження вартості і скорочення часу знаходження складових частин РЕЗО (наприклад, ТЕЗ) в ВРО, і являється в теперішній час більш перспективний. Час $t_{\text{вро}}$ представляє собою суму часів і визначається наступним визначенням:

$$(1.3) \quad t_{\text{вро}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{діаг}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{налашт}}$$

де $t_{\text{пр}}$ – час прийому в ремонт;

$t_{\text{діаг}}$ – час діагностування ТЕЗ;

$t_{\text{рем}}$ – час ремонту;

$t_{\text{налашт}}$ – час налаштувань ТЕЗ.

Виходячи із вищевикладеного, можна зробити висновок, що при відновленні працездатності сучасних РЕЗО найбільш вагомої складової (до 70%) серед інших, вхідних в середній час відновлення РЕЗО, є час $t_{\text{діагнос.}}$, визначається в основному методами і засобами діагностування у військових ремонтних органах (ВРО).

В теперішній час зниження середнього часу діагностування являється важливою практичною задачею, рішення якої направлено на підвищення боєздатності РЕЗО. Вирішення цієї задачі неможливе без створення нових систем технічного діагностування, орієнтованих на сучасну елементну базу, що використовують нові методи, засоби діагностування і ремонту та у кінцевому рахунку мають кращі показники, ніж існуюча система технічної діагностики

(СТД). Створення нової СТД, як правило, тягне за собою вдосконалення системи обслуговування та ремонту в цілому, а також зниження трудомісткості, складності і вартості відновлення цифрових пристроїв РЕЗО.

Існуюча СТД і ремонту радіоелектронної техніки лише частково задовольняє викладеним вище вимогам. Приблизна структура такої системи, яка являється типовою для системи експлуатації РЕЗО, представлена на рисунку 1.1. Відповідно представленою структурою на нижчому рівні (рівень експлуатації) в об'єкті РЕЗО використовуються вбудовані системи контролю і діагностування, що дозволяють при проведенні контролю функціонування чи одного із видів технічного обслуговування швидко локалізувати групу ТЕЗ, яка включає як непрацездатні, так і працездатні ТЕЗ. Подальше відновлення РЕЗО здійснюється шляхом заміни всієї групи ТЕЗ на завчасно працездатні із ЗІП, тобто агрегатним способом.

Інформація про стКоманди управління

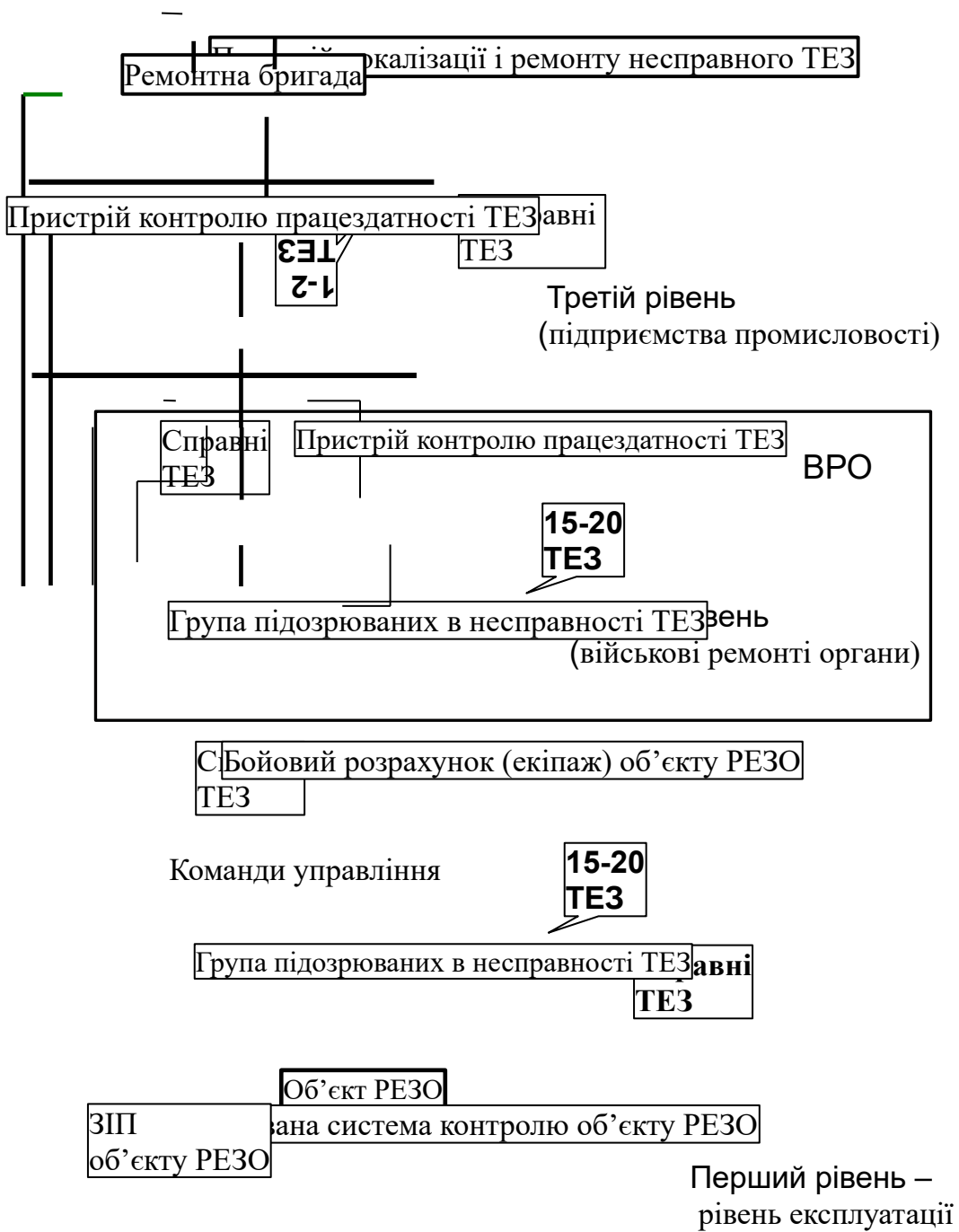


Рисунок 1.1 – Структура існуючої системи технічного обслуговування і ремонту РЕЗО

Далі група “підозрюваних” ТЕЗ потрапляє на другий рівень (рівень ВРО). На цьому рівні використовуються засоби діагностування, які дозволяють в групі

ТЕЗ виявити працездатні (непрацездатні) і здійснити ремонт частин непрацездатних ТЕЗ. Працездатні ТЕЗ повертаються на об'єкт РЕЗО для поповнення ЗІП, неохоплений ВРО ремонтний фонд ТЕЗ відправляється на завод-виробник або спеціалізовані ремонтні підприємства (третій рівень). Як видно, існуюча СТД і ремонту представляє собою ієрархічну структуру, якій притаманний ряд суттєвих недоліків. Так, другий і третій рівень частково дублюють одне одного. Крім того, багато часу витрачається на непродуктивні операції по перевірці працездатності ТЕЗ, підозрюваних як непрацездатні. На більш високих рівнях ускладнюються елементи СТД, зростає їх вартість, зростають вимоги до обслуговуючого персоналу.

На сучасному рівні розвитку коштів діагностування і ремонту цифрових пристроїв, виконаних на елементній базі третього та четвертого поколінь, доцільно відмовитись від третього рівня за рахунок модернізації другого з метою ослаблення залежності від заводів-виробників і підвищення автономності військових ремонтних органів (ВРО). Такий СТД може бути сформований, якщо ВРО оснащений спеціалізованим діагностичним обладнанням (багатоканальними логічними аналізаторами, виділеними та універсальними стійками для вхідного контролю компонентів ТЕЗ, спецзасобами для ремонту). друкованими платами тощо), розробленим на основі застосування нових методів діагностики та відповідного програмного забезпечення.

Новий СТД зменшить витрати на технічне обслуговування, послабить залежність військових від промисловості (з точки зору відновлення, ремонту та поповнення засобів індивідуального захисту), а також призведе до покращення ремонтпридатності, лікування РЕЗО та, зрештою, підвищить їх боєготовність. Структура запропонованої системи технічного діагностування та ремонту наведена на рисунку 1.2.

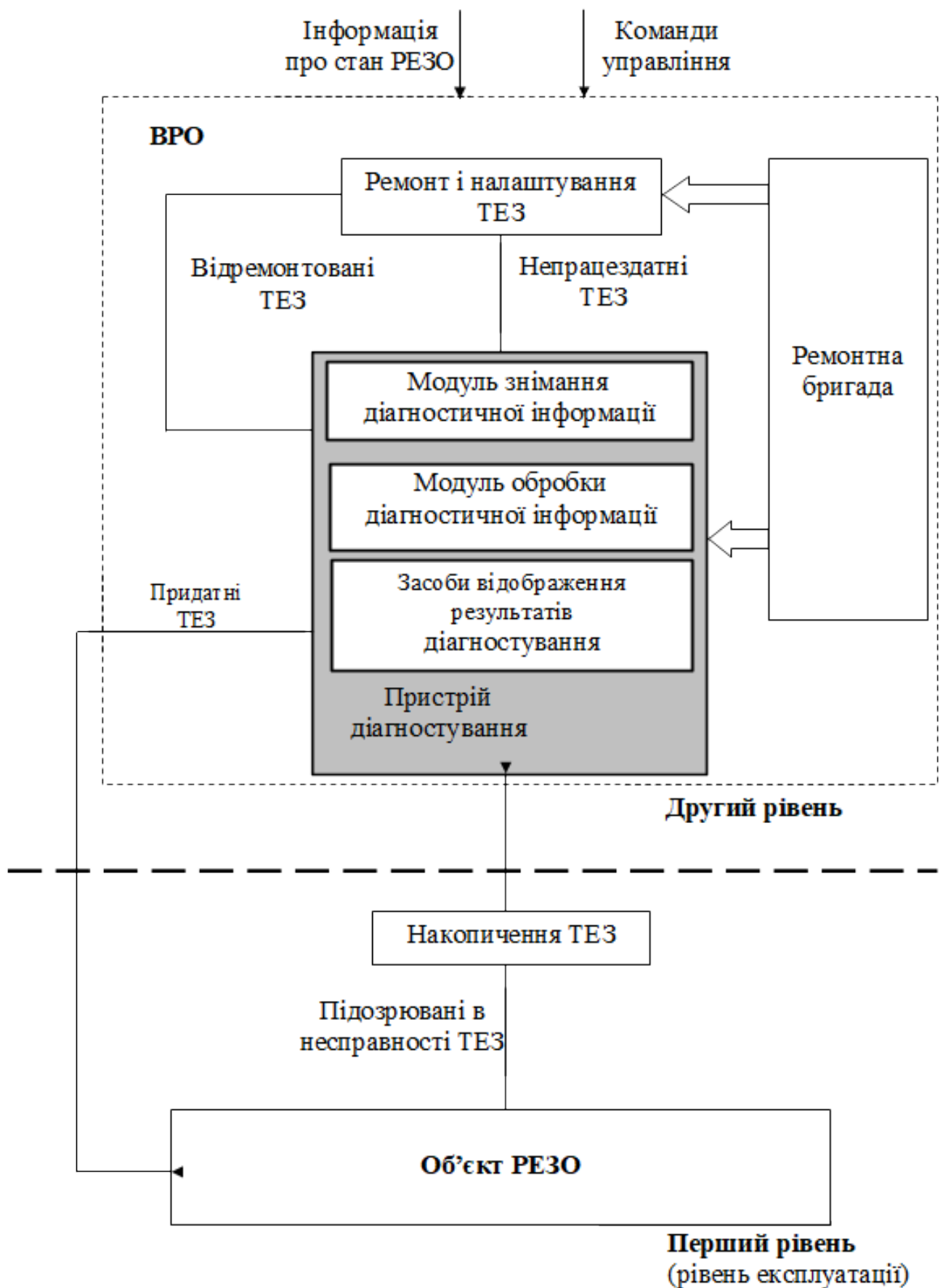


Рисунок 1.2 – Структура запропонованої системи діагностування і ремонту

На відміну від існуючих нова СТД і ремонту передбачає наявність в ВРО нових автоматизованих модульних пристроїв (модуль знімання і модуль обробки ДІ). Розробка модульної конструкції обумовлена необхідністю модифікації системи для робіт з різноманітними типами пристроїв РЕЗО з використанням відповідних приладів комутації. Основним вимірювальним компонентом в цих приладах повинна бути ПЕОМ, управляюча процесом діагностування, вимірами, обробкою та індикацією результатів, а також приладами комутації. До основних переваг модульних автоматизованих приладів слід віднести: можливість програмного управління процесом діагностування, використання статистичних даних про результати попередніх перевірок, можливість видачі рекомендацій оператору в залежності від результатів діагностування, простота модифікації, уніфікація (як наслідок модульності конструкції). При цьому зростає багатофункціональність, так як з'являється можливість управляти процесом діагностування різноманітних пристроїв в залежності від прилеглих пристроїв комутації і програмного забезпечення [4].

Система з такою структурою буде мати відносно низьку вартість, внаслідок невисокої вартості серійних виробів ПЕОМ і пристроїв сполучення. Крім того, з'являється можливість інтеграції такої системи в інформаційний простір вищих рівнів ієрархії за допомогою стандартних засобів.

Із викладеного виходить, що на сучасному етапі, що характеризується скороченням витрат на утримання Збройних Сил України з одночасними вимогами забезпечення високої бойової готовності військ, необхідно створити ефективну та науково обґрунтовану структуру СТД у військових ремонтних органах, оскільки існуюча не в повній мірі задовольняє сучасним вимогам і вимагає удосконалення.

Удосконалення СТД в військових ремонтних органах передбачає перехід до дворівневої структури, розробку діагностичного обладнання нового покоління, повсюдне використання ПЕОМ. Базисом такого вдосконалення повинні стати нові ефективні методи технічного діагностування приладів (зокрема цифрових) РЕЗО.

1.2 Аналіз існуючих методів і засобів діагностування цифрових пристроїв на інтегральних схемах і мікропроцесорних великих інтегральних схем

Цифрові пристрої по мірі їх розвитку та кола вирішуваних задач підрозділяють на три покоління. Кожному поколінню відповідає своя елементна база, свої методи і засоби діагностування.

Існуючі методи діагностування можна розділити на три основні групи: оптичний, електрофізичний, рентгенівський. Найбільше поширення на етапі експлуатації одержали електрофізичні методи контролю ТС. Серед цієї групи найбільше розповсюдження, для контролю технічного стану ТЕЗ, одержали методи тестового контролю.

Донедавна, одними з основних методів контролю ТС були детерміновані методи діагностування. Дані методи (метод активізації одномірного шляху, дедуктивний метод, *d*-алгоритм, метод еквівалентних нормальних форм і т.п.) орієнтовані на контроль не функціонального призначення ТЕЗ, а його структури та заданого класу несправностей. При використанні даних методів контролю і діагностування формується обмежений клас константних одиночних несправностей, що обумовлено складністю їх перерахування і опису для ТЕЗ з великою кількістю інтегральних мікросхем з високим ступенем інтеграції і функціональних зв'язків. Тому особливий інтерес для удосконалювання систем ТК представляє використання методів випадкового і псевдовипадкового тестувань, оскільки вони не мають властивих детермінованим методам недоліків, таких як необхідність проведення дуже складних розрахунків моделей несправних об'єктів діагностування, великих обсягів зберігання інформації та витрат часу на їх подачу, знімання і обробку. Однак дані методи вимагають деяких уточнень. Одним із найважливіших завдань при перевірці працездатності контрольного суб'єкта тестами псевдорандомізації є визначення адекватності

підбору вхідних комбінацій, оскільки невідомо, скільки псевдовипадкових чисел (ПВЧ) потрібно застосувати для діагностики. об'єкт перевіряє це з певною ймовірністю.

В деяких роботах розглядається статистичний підхід до вирішення поставленої задачі. За повноту перебору вхідних комбінацій за V тактів приймається відношення математичного очікування M кількості реально перебраних різних комбінацій до кількості всіх можливих комбінацій, тобто

$$\alpha(n, P_{(1)}, V) = \frac{M(n, P_{(1)}, V)}{2^n} \quad (1.4)$$

де, n – кількість входів об'єкта діагностування (контролю);

$P_{(1)}$ – імовірність появи одиниці на кожному з його входів.

Рішенням даної задачі є визначення залежності повноти перебору α від довжини тесту (числа тактів V) при заданих n і $P_{(1)}$. Однак при використанні показника α для оцінки достовірності контролю виникає ряд труднощів. Зокрема, при перевірці працездатності багатьох типів цифрових ТЕЗ необхідно мати на їх входах різні імовірності появи логічної одиниці. Крім того, зазначений підхід не може бути застосований до схем з пам'яттю, оскільки для таких ОК буває недостатньо тривіальної послідовності, що складає з 2^n різних комбінацій. Крім того, статистичний (імовірнісний) спосіб визначення повноти перебору не гарантує подачу перевіряльного тесту (ПТ) на кожен ЛЕ ОК (імовірність діагностування цифрового ТЕЗ складає $P_d = 0,75$), а також не дозволяє виявити ті ЛЕ, які даною послідовністю псевдовипадкових чисел (ПВЧ) не перевіряються.

У роботах [1, 4], був проведений порівняльний аналіз детермінованих і псевдовипадкових методів діагностування цифрових пристроїв. Розраховувалась кількість тактів перевірки, необхідних для контролю ТС ОД з заданими

показниками достовірності. Кількість тактів перевірки для детермінованих методів визначається згідно виразу:

$$V = \frac{P_{\delta}}{\frac{M}{N} - \frac{N}{k \times n(N-1)}} \times C \times n \quad (1.5)$$

де, P_{δ} – достовірність діагностування;

M – кількість несправних ІС на ТЕЗ;

N – кількість ІС на ТЕЗ;

k – кількість контрольних точок

C – кількість команд ТЕЗ;

n – розрядність елементів ТЕЗ.

Кількість тактів перевірки при використанні імовірнісних методів визначається згідно виразу:

$$V = \frac{\ln(1 - P_{\delta})}{\ln\left(1 - \frac{1}{2^n}\right)} \quad (1.6)$$

де, V – кількість тактів діагностування;

P_{δ} – достовірність діагностування;

n – кількість входів об'єкта діагностування (контролю).

З аналізу приведених виразів (1.5) і (1.6) випливає, що при контролі ТС з заданою достовірністю, детермінована тестова послідовність коротша в порівнянні з псевдовипадковою. Водночас, частота тактів діагностування детермінованими тестовими послідовностями може бути значно менша, аніж при діагностуванні псевдовипадковими. Це, насамперед, залежить від алгоритму діагностування (умовний або безумовний). З другого боку пристрої діагностування, які реалізують детермінований метод, містять в своєму складі персональну електронну обчислювальну машину (ПЕОМ). Однією з функцій ПЕОМ є зберігання детермінованих тестів та вихідних реакцій ОД, об'єм яких може бути значно великим. Пристрій діагностування, який базується на

псевдовипадковому методі, не потребує залучення до свого складу ПЕОМ, тому, що в даному випадку відсутня потреба в зберіганні великої кількості ДІ.

Таким чином, вартість уніфікованого робочого модуля (УРМ) може бути зменшена на вартість еквівалентну вартості ПЕОМ.

При використанні методу сигнатурного аналізу знімання послідовності даних з виходів об'єкта діагностування (контролю) здійснюється протягом часу між фронтами імпульсів “пуск” і “стоп”, які визначають тривалість перевірки об'єкта діагностування t_d . Довжина тестової послідовності може регулюватися. Як правило, для формування службових сигналів “пуск” і “стоп” використовуються сигнали, які знімаються з заданих точок схеми і визначають початок та кінець якогось процесу в об'єкті контролю, при якому спрацьовує максимальне число логічних елементів. Вибір точок в схемі з яких проводиться знімання даних сигналів здійснюється або розроблювачем пристрою, або інженером-діагностом (якщо об'єкт діагностування при проектуванні не був орієнтований на перевірку сигнатурним методом), виходячи з аналізу його принципової схеми і роботи. Однак це вносить суб'єктивність в оцінку довжини тестової послідовності. Перераховані особливості діагностування цифрових схем дозволяють зробити висновок, що при використанні методу сигнатурного аналізу не гарантується подача ПТ на входи всіх ЛЕ, а також відсутня можливість заздалегідь визначити, які логічні елементи при даній довжині тестової послідовності не перевіряються з заданою імовірністю.

Методи контролю, засновані на порівнянні з еталоном, мають практично такі самі недоліки, що і сигнатурний метод [5].

Найбільш точні відомості про повноту перевірки дає моделювання на ПЕОМ генератора псевдовипадкових чисел і об'єкт контролю (ОК), який перевіряється. Однак реалізація способу моделювання мереж несправних модифікацій ОК на ЕОМ вимагає великих матеріальних і часових витрат на підготовку і налагодження програмного забезпечення, а також машинного часу і

пам'яті ЕОМ. Тому побудову тестових послідовностей доцільно спростити. Одним з найбільш прийнятних способів є апаратне підключення комірок реєстрації частинних перевіряльних тестів.

Одним із сучасних методів контролю ТС цифрових ТЕЗ є периферійне сканування (Boundary Scan). Сутність методу периферійного сканування складається в устаткуванні кожної ІМС спеціалізованим тестовим портом. Порт включає чотири канали, які призначені для наступних операцій: подачі тестового діяння (ТД), визначенні режиму тестування, визначенні тактової частоти тестування, одержанні реакцій на тест. Спрощений алгоритм контролю ТС має вид наступної послідовності: на об'єкт діагностування (ОД) подається сигнал переключення в режим тестування; тестове слово послідовно передається в регістри зсуву по каналу передачі ТД; на канал визначення режиму тестування приходить управляючий вплив і виконується перевірка ОД, запис результатів тестування в регістри зсуву і виведення результатів по каналу одержання реакції на ТД через роз'єм друкованої плати. Периферійне сканування дозволяє контролювати ТС практично будь-якого ЕРК об'єкта діагностування. Недоліком методу є необхідність використання модернізованих ЕРК, що призводить до додаткових матеріальних витрат і збільшення вартості електронного устаткування на 30-40%.

Висновок

Контроль працездатності цифрових пристроїв РЕЗО, виконаних на інтегральних схемах першого та другого покоління проводилися, в основному, на структурному рівні. Прилади контролю мали достатньо високу ефективність, але були розроблені під конкретні сімейства ІС та ЦП на їх основі, вимагали високої кваліфікації і спеціальної підготовки спеціалістів і виявилися малоефективними для діагностування цифрових приладів РЕЗО, виконаних на новій елементній базі.

Досягнення якісного виконання задач діагностування цифрових приладів РЕЗО, виконаних на більш новій елементній базі, неможливо одним існуючим методом окремо. Кожен метод має свої переваги, використовує свої джерела діагностичної інформації і має недоліки, які частково усуваються новими методами.

Таким чином, організація контролю технічного стану і локалізації дефектних елементів цифрових ТЕЗ в теперішній час виділена в окрему наукову-технічну задачу, актуальність якої визначається розвитком озброєння і військової техніки.

РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТИЧНИЙ КОМПЛЕКС «ДІАНА» ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЗО

2.1 Призначення і основні ТТХ комплексу Д-4.6 АІК

Комплекси Д-4.6 АІК призначені для вимірювання, формування, контролю електричних величин, а також для локалізації несправностей, реєстрації та відображення результатів вимірювань та контролю та застосовуються в промисловості при розробці, виробництві, випробуваннях, ремонті та технічному обслуговуванні складних радіоелектронних технічних систем [2, 3]. Комплекси складаються з шести підсистем, виконаних за модульним принципом та працюючих під управлінням зовнішньої ПЕОМ:

- підсистема формування часових інтервалів;
- підсистема вимірювання часових інтервалів;
- підсистема формування рівнів стимулюючих сигналів;
- підсистема вимірювання рівнів стимулюючих впливів;
- підсистема формування різноманітних аналогових сигналів, реєстрації та вимірювання параметрів сигналів ОД;
- підсистема формування харчування та управління вторинними джерелами живлення об'єкта діагностування.

Комплекси Д-4.6 АІК призначені для роботи з ОД, що задовольняє наступним вимогам:

- кількість задіяних контактів роз'єму ОД (його цифрової частини), що розглядається, не повинна перевищувати загальної кількості каналів тест-процесора;
- рівні цифрових сигналів, що подаються або приймаються з ОД, на кожному з контактів роз'єму повинні знаходитися в діапазоні рівнів ТТЛ

(при необхідності в нижчих/високих рівнях необхідно використовувати відповідні адаптери у складі комутувального пристрою);

- частота зміни тест – векторів сигналів тестових впливів для діагностування ОД (його цифрової частини) має знаходитися в діапазоні 1 Гц 25 МГц;
- кількість аналогових входів в ОД, на які необхідно забезпечити одночасну подачу аналогових сигналів не повинна перевищувати восьми (4 канали імпульсних сигналів, 2 канали гармонійних сигналів, 1 каналу сигналу генератора шуму та 1 каналу вбудованого в спектроаналізатор слідкуючого генератора);
- кількість номіналів живильної напруги для ОД, що підключається, не повинна перевищувати 12, а потужність, що споживається ОД, повинна перебувати у зазначених у паспорті ААБЛ468224.007-ПС до комплексу межах по кожному програмно-керованому джерелу живлення.

Габаритні розміри комплексу (ШхВхГ) не більше 450х450х490 мм. Маса базового блоку трохи більше 25 кг.

Примітка. З приєднаною фікстурою (предметним столиком) розмірність глибина (Г) трохи більше 700 мм.

За стійкістю до зовнішніх впливів комплекс відноситься до групи 1.1 виконання УХЛ за ГОСТ В20.39.304-76 при розміщенні в приміщеннях, що опалюються.

Середнє напрацювання на відмову комплексу не менше 2000 год, середній час відновлення – не більше 4 год. Комплекс забезпечує безперервну роботу протягом не менше 16 год на добу.

Центральним ядром комплексу Д-4.6 АІК є блок базовий та спеціальне програмне забезпечення (СПО).

Керування базовим блоком здійснюється за допомогою керуючого комп'ютера (КК), що підключається до базового блоку через спеціальний адаптер.



Рисунок 2.1 – Склад комплексу Д-4.2 АІК

Вся необхідна для тестування та діагностування ОД інформація зберігається у ремонтних базах даних (РБД).

СПО комплексу Д-4.6 АІК та РБД ОД розміщуються на жорсткому диску керуючого комп'ютера.

Склад РБД та комутувального пристрою, що використовуються з комплексом Д-4.6 АІК, визначаються за погодженням із Замовником, залежно від виробів та номенклатури ОД, для контролю, вимірювань та діагностики яких передбачається застосування комплексу Д-4.6 АІК.

Блок базовий комплексу Д-4.6 АІК містить:

- 1 модуль тест – процесора (32 канали);
- 1 модуль системного генератора, логічного та сигнатурного аналізатора (СІЛАМ);
- 1 модуль програмно-керованих вторинних джерел живлення для ОД (ВП);
- 1 модуль плати генераторів (7 каналів).
- Зовнішні прилади представлені таким обладнанням:

- 1 цифровий осцилограф TEKTRONIX TDS2012;
- 1 спектроаналізатор із слідкуючим генератором R&S FSH6.26.

Структурна схема комплексу наведено рисунку 2.2

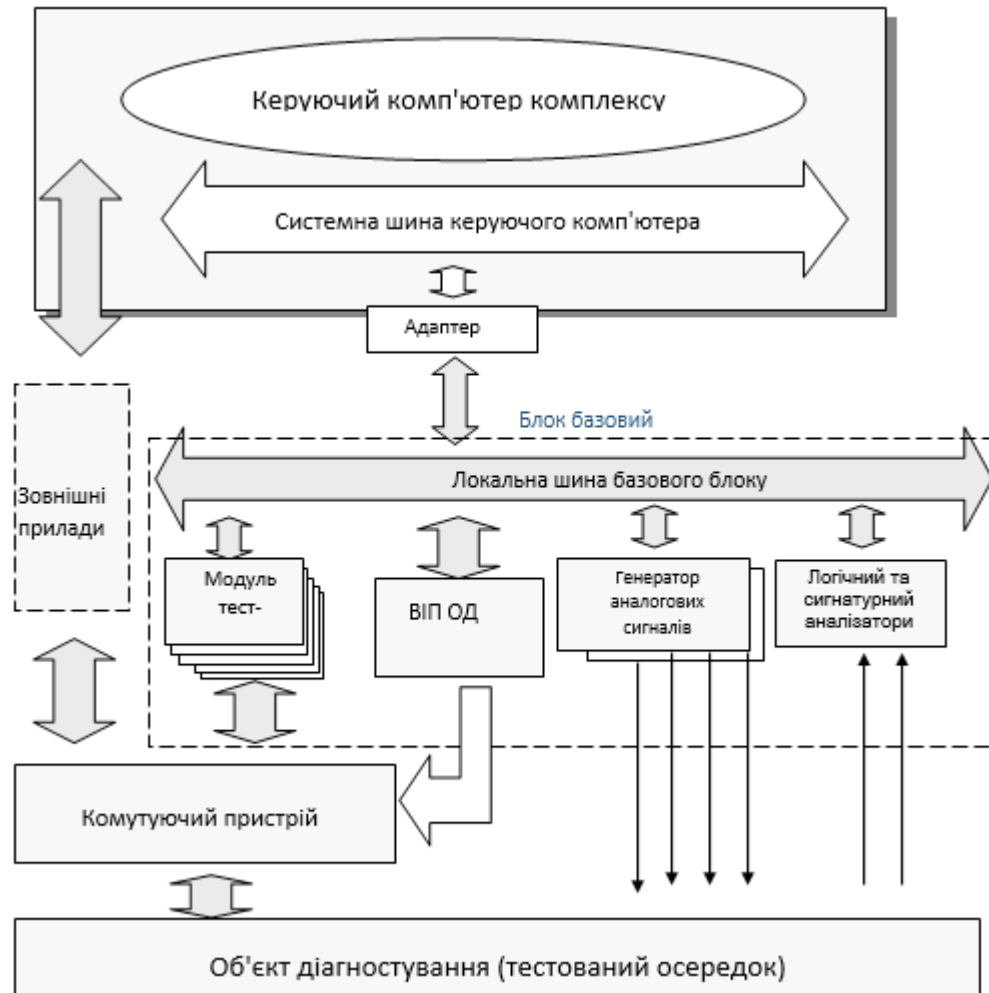


Рисунок 2.2 – Структурна схема комплексу Д-4.6 АІК

Комплекси Д-4.6 АІК призначені для контролю функціонування, вимірювання параметрів, діагностування та локалізації несправностей до змінного елемента в цифрових, цифроаналогових та аналогових ОД.

Комплекс Д-4.6 АІК дозволяє проводити тестування ОД з боку крайових роз'ємів та внутрішньосхемне тестування ОД, у тому числі параметричне тестування для установок.

Тестування ОД з боку його роз'ємів полягає в подачі послідовності тестових впливів на вхідні контакти крайових роз'ємів ОД з подальшою реєстрацією реакцій ОД, що тестується, з вихідних контактів крайового роз'єму і порівнянням їх з еталоном, записаним в пам'ять керуючого комп'ютера. Подача послідовності тестових впливів та реєстрація реакцій здійснюється за допомогою ТП.

Внутрішньосхемне тестування ОД полягає у реєстрації реакцій ОД на тест у його внутрішніх контрольних точках та порівнянні їх з відповідними еталонними базами даних (БД) з метою локалізації та усунення несправності. Реєстрація реакцій здійснюється за допомогою вбудованих приладів – тест-процесора, сигнатурного та логічного аналізаторів та зовнішніх приладів – спектроаналізатора та цифрового осцилографа.

Видачі аналогових сигналів як тестових впливів на ОД здійснюється за допомогою вбудованого приладу - плати генераторів і за допомогою зовнішнього приладу - генератора, що слідкує, спектроаналізатора.

Живлення ОД здійснюється від програмно керованих джерел комплексу Д-4.6 АІК. Програмно керовані джерела живлення (ВІП) забезпечує подачу на ОД всіх необхідних номіналів напруги живлення з можливістю підвищення або зниження основних напруг живлення в заданому діапазоні ($\pm 5\%$, $\pm 10\%$).

Управління всіма модулями блоку базового комплексу та зовнішніми приладами Д-4.6 АІК здійснюється за допомогою СПО. СПО встановлюється на керуючий комп'ютер, який підключається до локальної шини базового блоку через спеціальний адаптер, а до зовнішніх приладів по послідовних портах СОМ1 і СОМ2.

ОД підключається до модулів ТП, ВІП та зовнішніх приладів через комутуючий пристрій. Підключення ОД до логічного та сигнатурного аналізаторів, осцилографа, плати генераторів та спектроаналізатора здійснюється за допомогою спеціальних кабелів.

СПО установок Д-4.6 АИК складається з керуючої програми, програми для створення тестів ОД та програм для створення описів елементів та схем ОД.

СПО забезпечує:

- управління всіма пристроями базового блоку;
- керування всіма зовнішніми приладами;
- проведення контролю та діагностики ОД з локалізацією несправностей до змінного елемента;
- створення, редагування та використання РБД ОД.

РБД для одного найменування ОД можуть включати наступну інформацію:

- опис крайових роз'ємів ОД;
- схему розташування елементів на платах ОД;
- опис функціональних зв'язків усередині елементів ОД;
- опис фізичних зв'язків між елементами схеми ОД;
- тести для контролю та діагностики, логічно об'єднані в дерево тестів ОД;
- еталонні реакції для кожного тесту ОД;
- значення еталонних сигнатур у контрольних точках для кожного тесту ОД;
- коментарі;
- початкові «Установки», необхідних роботи з ОД;
- результати проведення діагностики для кожного окремого екземпляра ОД;
- часові діаграми сигналів у контрольних точках для кожного тесту ОД;
- параметри всіх аналогових сигналів, що генеруються для контролю та діагностики ОД;

Сукупність РБД всім ОД, підлягають ремонту і діагностиці, є інформаційним ресурсом установок Д-4.6 АИК.

Можливості по удосконаленню діагностичного комплексу «Діана»

Дослідження показали, що для підвищення ефективності контролю технічного стану типових елементів заміни РЕЗО є можливість вдосконалення автоматизованого робочого місця діагностичного комплексу «Діана». Це стосується автоматизації і спрощення процесу підключення тестових послідовностей та інших керуючих сигналів і живлячих напруг до об'єкта діагностування.

Наступним кроком є пошук і розробка технічних рішень щодо реалізації програмованого електронного пристрою спряження і комутації входів ОД з автоматизованим робочим місцем. Цей пристрій має зробити процес вибору і подачі тестових входних діянь повністю автоматизованим і простим для користувача, усунувши при цьому масу ручних операцій. В цілому це буде сприяти зменшенню помилок оператора ремонтного комплексу, створить більш гнучкі можливості по використанню діагностичного комплексу і скоротить загальний час проведення аналізу технічного стану об'єктів РЕЗО.

2.2. Аналоговий комутатор

Комута́тор (англ. switch) або світч (від англ. switch — «перемикач») — пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів в межах одного сегмента.

Аналоговий комутатор служить для перемикання електричних сигналів, що безперервно змінюються. Якщо комутатор перебуває в стані "увімкнено", його вихідна напруга має по можливості точно дорівнювати вхідній; якщо ж комутатор перебуває в стані "вимкнено", вихідна напруга має бути якомога ближчою до нуля або, в усякому разі, повинна якомога менше залежати від вхідної [8].

Існують різні схемні рішення комутаторів. Їхній принцип дії показано на рис. 2.3 на прикладі механічних (контактних) перемикачів.

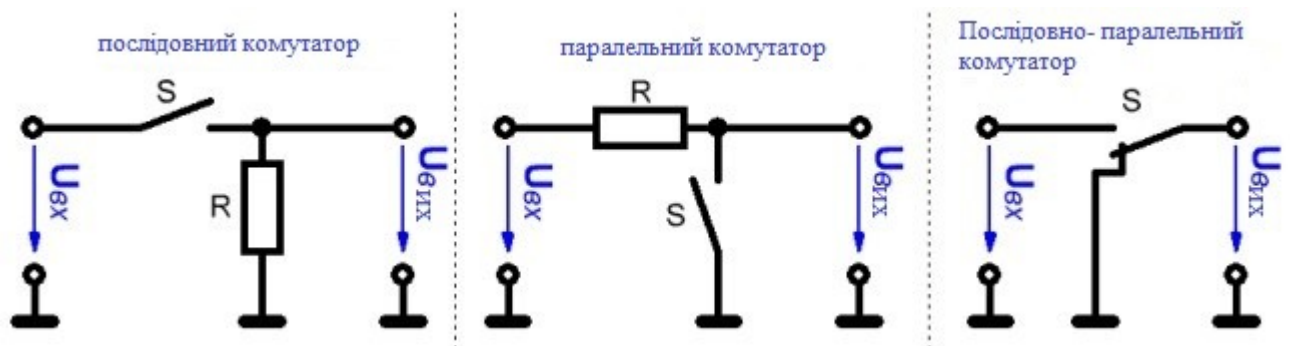


Рисунок 2.3 – Схема механічних комутаторів: а - послідовний, б - паралельний, в - послідовно-паралельний

На рис. 2.3а представлений послідовний комутатор. Поки контакт замкнутий, $U_{вих} = U_{вх}$. Коли контакт розмикається, вихідна напруга стає рівною нулю. Усе це справедливо, якщо джерело сигналу має нульовий вихідний опір, і ємність навантаження дорівнює нулю. У разі значного вихідного опорі джерела сигналу напруга $U_{вих}$ ділиться між цим опором і резистором R . Тому цю схему не слід застосовувати в разі, якщо джерелом сигналу є джерело струму, наприклад, фотодіод. За істотної ємності навантаження, під час розряду цієї ємності при розмиканні ключа S вихідна напруга комутатора знижується до нуля досить довго.

У схемі паралельного комутатора рис.2.3б $U_{вих} = U_{вх}$ при розімкнутому ключі, якщо вхідний опір навантаження комутатора нескінченно великий. Якщо ж він порівняний з опором резистора R , то на резисторі буде падати частина вихідної напруги джерела сигналу. За наявності ємнісного навантаження буде відносно повільно встановлюватися вихідна напруга після розмикання ключа.

На рис. 2.3в представлений послідовно-паралельний комутатор об'єднує переваги двох попередніх схем. У положенні 1 він має вихідний опір, що дорівнює вихідному опорю джерела сигналу, і за його малої величини комутатор має коефіцієнт передачі, близький до 1, та малий час встановлення вихідної напруги за помітної ємності навантаження. У положенні 2 його вихідна напруга

і вихідний опір дорівнюють нулю, що забезпечує практично миттєвий розряд ємності навантаження.

Аналоговий комутатор, також відомий як телефонний комутатор або просто комутатор, є пристроєм, що використовується в телефонних мережах для маршрутизації голосових дзвінків між різними абонентами. Розглянемо опис роботи аналогового комутатора на прикладі класичної автоматичної телефонної станції (АТС).

1. Вхідні лінії: Аналогові комутатори мають вхідні лінії, які підключаються до зовнішніх телефонних ліній або трамвайних ліній. Ці лінії отримують вхідні дзвінки від зовнішніх абонентів.

2. Абонентські лінії: Комутатор також має абонентські лінії, які підключаються до телефонних апаратів абонентів. Кожна лінія відповідає окремому абоненту і може бути використана для здійснення вихідних дзвінків.

3. Комутація: Коли вхідний дзвінок надходить на вхідні лінії, комутатор аналізує номер, який набирається, і вирішує, до якого абонента направити дзвінок. Він може використовувати різні методи комутації, включаючи крос-барну комутацію, електронну комутацію або програмну комутацію.

4. Управління дзвінками: Комутатор керує процесом дзвінків, управляючи їх ініціюванням, з'єднанням і завершенням. Він встановлює з'єднання між вхідними і вихідними лініями, забезпечуючи, що дзвінок додається до правильної абонентської лінії.

5. Додаткові функції: Деякі аналогові комутатори можуть надавати додаткові функції, такі як перенаправлення дзвінків, тримання дзвінків, конференц-зв'язок тощо.

Важливо зазначити, що з плином часу традиційні аналогові комутатори поступово замінюються цифровими комутаторами, які використовують цифрову технологію передачі даних і надають більше функцій та можливостей.

Висновок

Комплекс Д-4.6 АІК може бути конкретним випадком Автоматизованого Інформаційного Комплексу, розробленого для конкретних завдань або галузі. Цей комплекс включає автоматизоване управління та інформаційну підтримку для ефективного функціонування системи або процесу. Комплекс Д-4.6 АІК може мати свої особливості, функціональні можливості та інтерфейси, розроблені спеціально для конкретних вимог та використання.

Комутатор є важливим пристроєм, який забезпечує комутацію сигналів між різними вхідними та вихідними пристроями або компонентами. Він дозволяє встановлювати необхідні з'єднання для передачі сигналів і може мати різні конфігурації та можливості управління. Комутатори широко використовуються в різних галузях, включаючи телекомунікації, комп'ютерні мережі, випробування та діагностику систем.

В цілому, як комутатор, так і комплекс Д-4.6 АІК є важливими компонентами в сучасних технологіях та системах. Вони дозволяють забезпечити ефективну комутацію сигналів і інформації, що сприяє покращенню процесів передачі, управління та діагностики відповідних систем або пристроїв.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ КОМУТАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

3.1 Розробка модуля комутації

Будь-яка діяльність людини так чи інакше пов'язана з обробленням інформації. Вона надходить до нас в різній формі, проте на тлі розвитку техніки і технологій дедалі більші обсяги інформації представлені в електромагнітній формі. Для роботи з даними сигналами необхідні технічні засоби, такі як вимірювальні системи, що виконують сприйняття, оброблення та подання інформації.

У цій роботі пропонується структура та принцип функціонування комутатора аналогових сигналів, що є частиною автоматизованого комплексу калібрування та повірки ТЕЗ. Його завданням є комутація еталонних сигналів, що подаються від одного або декількох джерел на входи об'єкта діагностування (рис. 3.1). Схема працює від біполярного джерела напруги 3 В або 5 В, або від однополярного джерела напруги +5 В. Вихідна потужність цифрового логічного каскаду має діапазон напруги живлення від +2,7 В до +5,5 В. Незалежні виходи перемикаються між джерелом вхідного сигналу та інформацією за допомогою спеціального мультиплексора з часом перемикання 40 нс перед вихідним буфером. Буферні каскади на входах і виходах гарантують, що вихідні каскади працюють зі стандартним зворотним фіксуєчим навантаженням.

1	IN0	MX	OUT0	26
2	IN1		OUT1	27
3	IN2		OUT2	28
4	IN3		OUT3	29
5	IN4		OUT4	30
6	IN5		OUT5	31
7	IN6		OUT6	32
8	IN7		OUT7	33
9	IN8		OUT8	34
10	IN9		OUT9	35
11	IN10		OUT10	36
12	IN11		OUT11	37
13	IN12		OUT12	38
14	IN13		OUT13	39
15	IN14		OUT14	40
16	IN15		OUT15	41
17	RESET			
18	DIN		Vdd	45
19	SCLK		Vee	43
20	UPDATE		AGND	44
21	CE		Vcc	42
22	A0		DGND	46
23	A1		DOUT	47
24	A2		AOUT	48
25	A3		MODE	49

Рисунок 3.1 – Структурна схема комутуюча матриця MAX 4356

Склад цієї матриці показано у вигляді, в якій підписано кожен вивід і, яку функцію він виконує:

IN0-IN15 – буферизований аналоговий вхід.

RESET – асинхронне скидання входів і виходів. Всі параметри матриці встановлені за замовчуванням і всі аналогові виходи відключені; додаткову активну потужність затримки можна встановити, підключивши невеликий конденсатор від RESET до DGND.

DIN – послідовне введення даних; дані зберігаються в нижній частині SCLK.

SCLK – послідовний вхід.

UPDATE – вхід оновлення. Вмикає UPDATE у низькому режимі та передає дані з регістра режиму до матричного перемикача.

CE – вхід з роздільною здатністю за часом; низький рівень вмикає послідовний інтерфейс даних.

A0-A3 – введення програмування адреси; підключіться до DGND або VDD, виберіть адресу, режим вихідної адреси.

OUT0 - OUT15 – буферизований аналоговий вихід. Посилення можна індивідуально запрограмувати на $AV = +1$ В або $AV = +2$ В через послідовний інтерфейс. Виходи можуть бути індивідуально відключені (високий опір). Всі виходи відключаються при вмиканні живлення або натисканні кнопки RESET.

Vdd – цифрова логіка.

Vee – негативне аналогове джерело.

AGND – аналогове заземлення.

Vcc – позитивне аналогове джерело. Замкніть кожен вивід на AGND конденсатором 0,1 мкФ; підключіть один конденсатор від VCC до AGND.

DGND – цифрове заземлення.

DOUT – послідовний вивід даних. У режимі повної матриці дані збираються через 96-бітну керуючу матрицю. Регістр зсуву. У режимі індивідуальної вихідної адреси дані DIN передаються безпосередньо в режим DOUT.

AOUT – вихід розпізнавання адреси. Якщо адресу розпізнано правильно, AOUT залишається низьким.

MODE – режим послідовного інтерфейсу. Вибір входу. Низький рівень для режиму високої матриці (режим 1) або для режиму індивідуальної вихідної адреси (режим 0).

3.2 Розробка модуля керування

У схемі також є мікроконтролер MCS-51, який керує процесом. Підключення до адрес ПЗП і ОЗП.

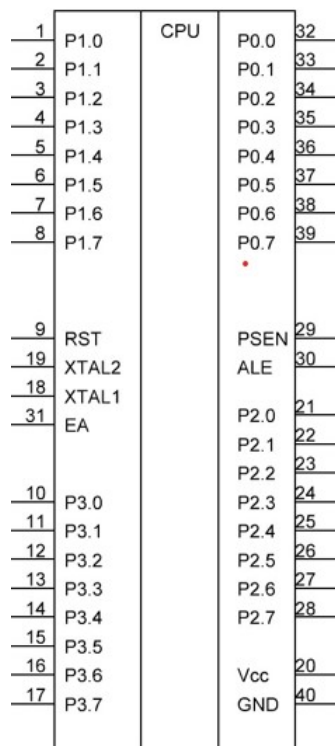


Рисунок 3.2 – Мікроконтролер MCS – 51

Конфігурація цього контролера показана у вигляді, де заплановано кожен вхід і вихід.

P1.0 - P1.7 – 8-бітний квазі-двонаправлений порт вводу/виводу: кожен біт порту може бути запрограмований на введення або виведення інформації, незалежно від стану інших бітів.

RST – загальний вхід скидання мікроконтролера

XTAL2 – вхід для підключення кристала

XTAL1 – вхід для підключення кристала

EA – вимкнути внутрішню пам'ять програм: рівень 0 на цьому вході змушує мікроконтролер програмувати тільки зовнішнє ПЗП і ігнорувати внутрішнє ПЗП, якщо воно існує.

P3.0(RxD) – вхід послідовного порту

P3.1(TxD) – вихід послідовного порту

P3.2(INT0) – зовнішні переривання 0 (клавіатура)

P3.3(INT1) – зовнішні переривання 1 (клавіатура)

P3.4(T0) – вхід лічильника таймера 0 (клавіатура)

P3.5(T1) – вхід лічильника таймера 1 (клавіатура)

P3.6(WR) – порт для запису на зовнішню пам'ять даних (запис в РКІ)

P3.7(RD) – порт для читання з зовнішньої пам'яті даних (читання в РКІ)

P0.0-P0.7 – 8-розрядний двонаправлений порт вводу/виводу: при підключенні до зовнішньої оперативної пам'яті або ПЗП лінія порту надає адресу зовнішньої пам'яті в тимчасовому мультиплексованому режимі, після чого відбувається передача та прийом даних.

PSEN – видається лише тоді, коли запитується дозвіл на використання зовнішньої пам'яті додатків або зовнішнього ПЗП.

ALE – адреса порту зовнішньої пам'яті

P2.0-P2.7 – 8-розрядний квазідвонаправлений порт, подібний до P1. Вихід цього порту також є адресною інформацією для доступу до зовнішньої пам'яті програм або даних (якщо використовується 16-розрядна адресація). Вихід цього порту використовується для введення старших бітів адреси в мікроконтролер при програмуванні 8751.

Vcc – живлення від мережі +5 В.

GND – потенціал загального проводу (земля)

3.3 Розробка інтерфейсного модуля

Зовнішній адаптер RS-485 (рис. 3.4) використовується для обміну даними в напівдуплексному режимі між декількома пристроями по одній двопровідній лінії зв'язку (витій парі). Передавання відбувається одночасно тільки в одному напрямку. Прийом неможливий. Для прийому даних приймач повинен бути переведений в режим прийому.

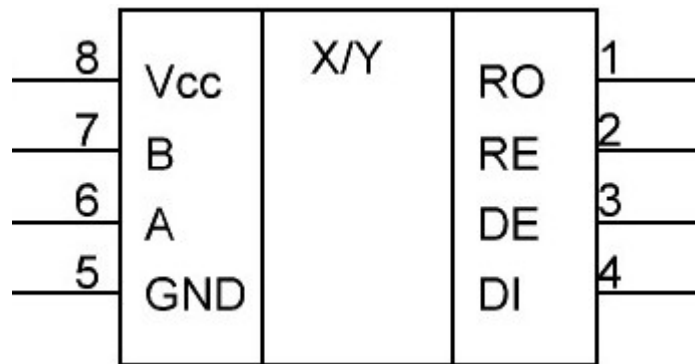


Рисунок 3.3 – Перетворювач RS – 485

Конфігурація цього перетворювача показана у вигляді, де заплановано кожен вхід і вихід.

Vcc – живлення 4,75-5,25 В.

B – інвертований вхід приймача (RI)/інвертований вихід передавача (DO).

A – прямий вхідний (RI)/прямий вихідний (DO).

GND – заземлення

RO – вихід приймача

RE – дозвіл на роботу приймача. Якщо на вході логічний 0, вихід RO увімкнено. Якщо на вході логічна 1, вихід RO вимкнено.

DE – дозвіл на роботу передавача. Якщо на цьому вході логічний нуль, прямий та інверсний виходи DO перебувають у високоімпедансному стані.

DI – вхід приймача

3.4 Розробка модуля індикації

Для представлення інформації з мікроконтролера використовується символний індикатор на базі HD 44780 (рис. 3.5).

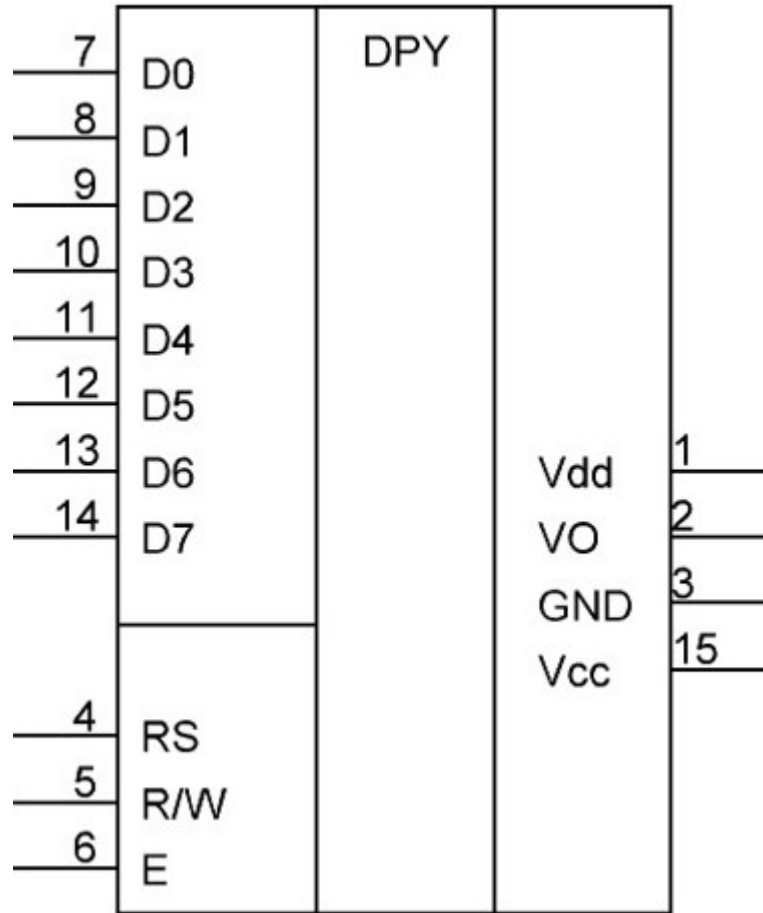


Рисунок 3.4 – Символьний індикатор HD 44780

Конфігурація цього символного індикатора показана у вигляді, де заплановано кожен вхід і вихід.

D0-D7 – порти для передачі даних.

RS – вибір регістру. За допомогою цього виведення ми повідомляємо дисплею, який тип даних буде записано/прочитано. RS = 0, працюємо з регістром команд RS = 1, працюємо з регістром даних.

R/W – пам'ять читає і записує. За допомогою цього виведення, ми перемикаємо дисплей у режим запису або читання. $RW = 0$, записуємо дані/команди в дисплей. $RW = 1$, читаємо дані/змінні з дисплея.

E – порт передає сигнали для запису і зчитування даних: коли сигнал на лінії E змінюється з 1 на 0, дані записуються у вхідний буфер мікроконтролера індикації.

Vdd – вивід подачі напруги живлення (+5V). Підключаємо цей пін до плюса джерела живлення.

V0 – вивід управління контрастністю. На цей вивід подається напруга від Vss до Vdd (за смаком), через (10 ... 20)КОм змінний резистор.

GND – заземлення.

Vcc – живлення 5В.

3.5 Повна схема

Для підключення модуля TE3 до системи керування використовується паралельна синхронна шина з вісьмома або чотирма (вибирається програмно) лініями даних D0 ... D7, лінією вибору операції R/W, лінією вибору регістра RS і стробоскопічною/синхронною лінією E. Крім ліній шини керування, є дві лінії живлення 5 В GND і VCC та лінія живлення драйвера дисплея V0.

На початкових етапах необхідно подати живлення на модуль TE3 і дочекатися індикації, що він працює. Схема живлення модуля розрахована на стандартний діапазон температур. Резистор R8 дозволяє плавно змінювати напругу живлення драйвера дисплея, що призводить до зміни кута повороту дисплея. Цей резистор можна використовувати для регулювання фактичної контрастності під певними бажаними кутами огляду (знизу вгору або зверху вниз). Якщо в цю схему включені модулі TE3, розраховані на ширший температурний діапазон, особливості матеріалів, з яких виготовлені ці дисплеї,

означають, що вони потребують вищої напруги живлення, і при живленні 5 В зображення не матиме або матиме слабку контрастність.

Щоб вирішити цю ситуацію, в крайньому випадку на вивід V0 необхідно подати від'ємну напругу 5 В (напруга, що подається на дисплей, визначається різницею між VCC і V0).

Для запуску модуля ТЕЗ необхідно подати напругу живлення і відрегулювати резистор R8. Після завершення циклу внутрішньої ініціалізації модуль переходить в режим сканування одного рядка вгору; при зміні напруги на виводі V0 сегмент на цьому рядку повинен змінити стан з прозорого на непрозорий, що свідчить про правильність підключення живлення модуля і про те, що контролер і драйвер дисплея справні, що свідчить про працездатність контролера та драйвера дисплея.

Встановіть движок у правильне положення так, щоб зображення верхнього сегмента лінії було ледь помітним на фоні основного дисплея. Тепер модуль ТЕЗ готовий до прийому та відображення інформації. Після того, як на індикаторах буде видно будь-який текст, зображення можна більш точно відрегулювати до необхідної контрастності під потрібним кутом огляду.

Для підключення модуля до системи керування можна вибрати один з двох варіантів: 8-розрядна або 4-розрядна шина. У першому випадку потрібно 11 сигнальних ліній, у другому - лише сім. Сам процес обміну також може бути організований двома способами: модуль ТЕЗ можна підключити до системної шини (якщо вона є) і здійснювати обмін в синхронному режимі на максимальній швидкості, але цей спосіб має кілька недоліків. По-перше, багато сучасних пристроїв побудовано з використанням однокристальних мікроконтролерів без додаткової зовнішньої пам'яті і, як наслідок, системна шина в таких пристроях відсутня. По-друге, в сучасних системах підвищеної складності та продуктивності з додатковою пам'яттю швидкість обчислень на шині перевищує можливості контролера HD44780 (2 МГц при 5 В і 1 МГц при 3 В). Тому може

знадобитися введення додаткових схем для уповільнення швидкості шини при виконанні операцій заміни модулів ТЕЗ. По-третє, в більшості випадків підключення до системної шини вимагає введення схем дешифрації та формування сигналів вводу/виводу, що також призводить до додаткових витрат. Схема електрична принципова пристрою, що комутує наведена нижче.

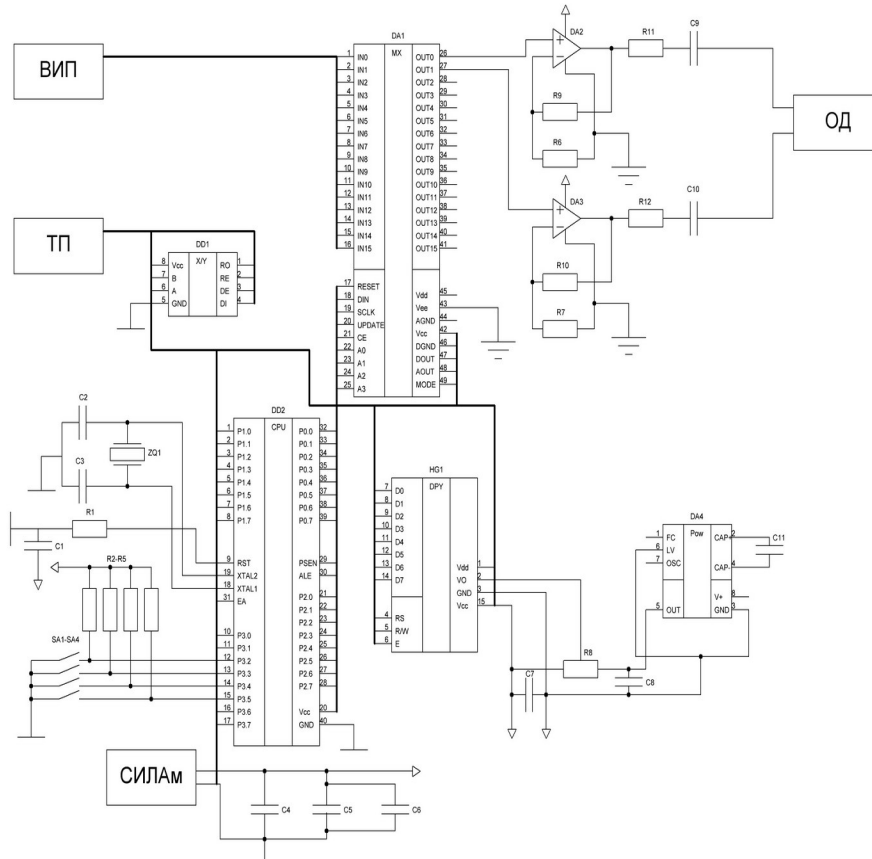


Рисунок 3.5 - Схема електрична принципова

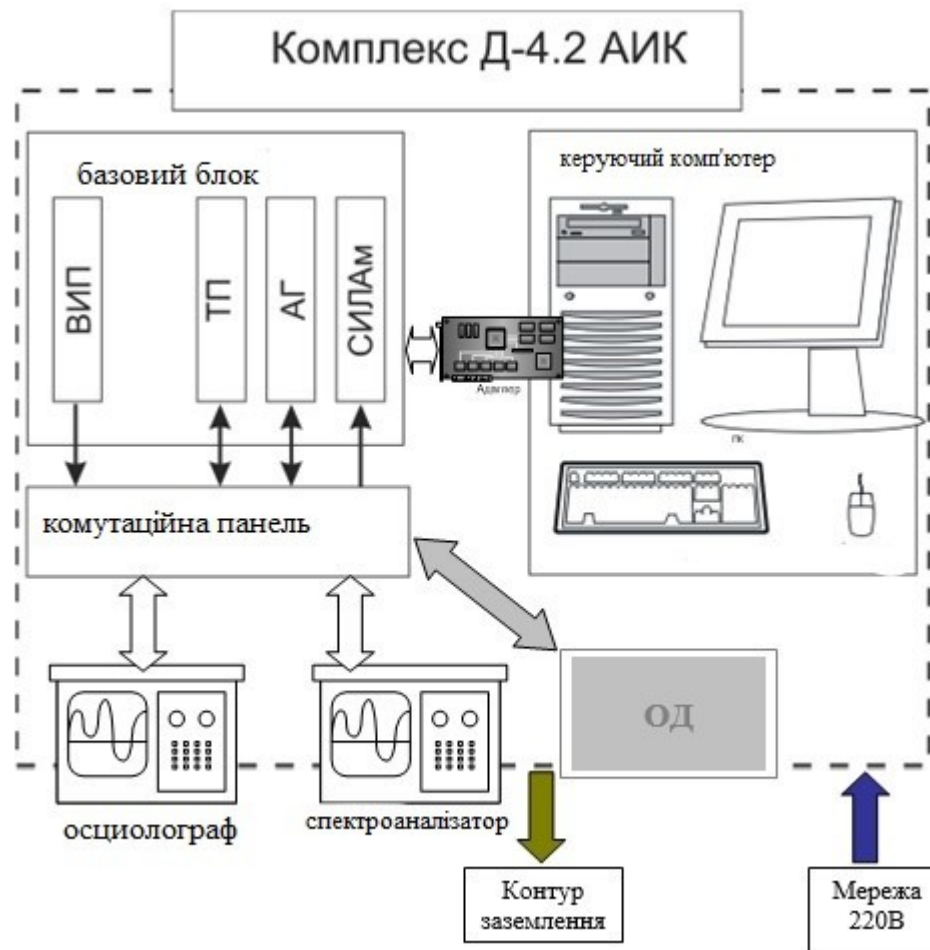


Рисунок 3.6 - Підключення компонентів комплексу Д-4.6 АИК

Порядок підключення:

- підключити блок базовий до контуру заземлення;
- встановити адаптер зв'язку в системний блок комп'ютера, що управляє;
- під'єднати адаптер зв'язку до блоку базового;
- під'єднати мишу, клавіатуру та монітор до системного блоку комп'ютера, що керує;
- під'єднати інтерфейсні кабелі осцилографа ТЕКТРОНИХ TDS2012 і спектроаналізатора R&S FSH6 до COM-портів системного блоку керуючого комп'ютера;

- підключити кабелі живлення осцилографа TEKTRONIX TDS2012 і спектроаналізатора R&S FSH6 до джерел промислової мережі 220В 50Гц;
- під'єднати кабелі живлення системного блока і монітора до джерел промислової мережі 220В 50Гц;
- підключити кабелі живлення базового блока до джерел промислової мережі 220В 50Гц.

Висновок

Розділ 3 присвячено розробці комутаційних пристроїв для цифрового діагностичного обладнання. Розділ складається з п'яти підрозділів.

У підрозділі 3.1 проведено розробку модуля комутації. Цей модуль відповідає за комутацію сигналів між різними компонентами діагностичного обладнання. Розроблена схема комутації забезпечує ефективну передачу сигналів і забезпечує необхідні функції пристрою.

У підрозділі 3.2 було розроблено модуль управління. Цей модуль відповідає за керування роботою цифрового пристрою для діагностики дипломної роботи. Розроблений модуль управління дозволяє здійснювати різні режими роботи пристрою та контролювати його параметри.

У підрозділі 3.3 розроблено інтерфейсний модуль. Цей модуль забезпечує зв'язок між пристроєм цифрової тезової діагностики та іншим обладнанням і системами. Розроблений інтерфейсний модуль дозволяє здійснювати передачу даних між пристроями та забезпечує зручний доступ до функцій діагностичного обладнання.

У підрозділі 3.4 розроблено модуль відображення. Цей модуль відповідає за відображення інформації на дисплеї цифрового діагностичного обладнання дисертаційної роботи. Розроблений модуль дисплея представляє необхідні дані в наочному вигляді та спрощує використання пристрою.

У підрозділі 3.5 було представлено повну схему комутаційного пристрою цифрового реферативного діагностичного пристрою. Ця схема об'єднує всі розроблені модулі та забезпечує їх взаємодію. Ця схема є важливим елементом пристрою і визначає його функцію.

Як висновок до розділу 3 можна сказати, що розробка комутаційного пристрою цифрового абстрактного діагностичного обладнання була успішною. Розроблені модулі та схеми відповідають вимогам проекту та гарантують ефективну роботу діагностичного пристрою.

ВИСНОВОК

У рамках дипломної роботи розробки електронного пристрою комутації для пристрою діагностики цифрових ТЕЗ була створена ефективна та гнучка система комутації, яка забезпечує з'єднання і керування сигналами між пристроєм діагностики і цифровими ТЕЗами.

Основні функції пристрою включають мультиплексування та демультиплексування сигналів, керування комутацією та інтерфейс з пристроєм діагностики. Завдяки програмованому мультиплексору та демультиплексору, пристрій забезпечує зручну можливість підключення та аналізу більшої кількості цифрових ТЕЗ. Керування комутацією здійснюється за допомогою логічного пристрою або мікроконтролера, що дозволяє встановлювати необхідні з'єднання згідно команд з пристрою діагностики.

Розроблений пристрій має відповідні інтерфейси для зв'язку з пристроєм діагностики, що дозволяє передавати команди керування та отримувати результати діагностики.

В цілому, розроблений електронний пристрій комутації для діагностики цифрових ТЕЗ є важливим кроком у поліпшенні процесу тестування та аналізу складних електронних систем. Він дозволяє забезпечити ефективну та гнучку комутацію між пристроєм діагностики і цифровими ТЕЗами, спрощуючи процес дослідження їхньої роботи та виявлення можливих несправностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Діагностування аналогових і цифрових пристроїв радіоелектронної техніки. Монографія / В.В. Вишнівський, М.К. Жердєв, С.В. Ленков, В.А. Проценко; під ред. М.К. Жердєва, С.В. Ленкова. – К.: ТОВ «Компанія ЛІК», 2009. – 224 с.
2. Автоматизований діагностичний комплекс «Діана-4.6» та його модифікації. Посібник з експлуатації (Керівництво користувача). Частина 1.
3. Автоматизований діагностичний комплекс «Діана-4.6» та його модифікації. Посібник з експлуатації (Керівництво користувача). Частина 2.
4. Ленков С.В., Гахович С.В., Горшков О.В. Розрахунок кількості тестових послідовностей для контролю працездатності цифрових ТЕЗ // Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ «КПІ». – К.: ВІТІ НТУУ «КПІ», 2005. – №2. – С. 62-66.
5. Вишнівський В.В., Гахович С.В., Катін П.Ю., Круценко В.В. Пристрій для діагностування цифрових ТЕЗ з використанням параметрів енергодинамічного процесу // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: Київський університет, 2003. – Сер. Військово-спеціальні науки., Вип. №6. – С. 71-75.
6. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» (українська). Тернопіль-2017: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. С. 131.
7. Operational Amplifiers and Linear Integrated Circuits; 6th Ed; Robert Coughlin, Frederick Driscoll; Prentice Hall; 529 pages; 2001; ISBN 978-0-13-014991-6
8. Specifications and Architectures of Sample-and-Hold Amplifiers // Application Note 775 National Semiconductor. July 1992. — 6 pp.