Тема VI Технологічні засоби автоматичних систем вимірювання і контролю електричних параметрів ІМС

Вони повинні включати:

- інформаційну базу (документацію) для опису ІМС (електричні схеми, таблицю призначення виводів);

- засоби моделювання ІМС; модель ІМС повинна імітувати як функції схеми, так і режими її відмов; для моделювання складної схеми використовують бібліотеку елементів окремих стандартних елементів;

- метод формування тестових послідовностей;

- мову контролю і бібліотеку програм;

- устаткування автоматичного контролю;

- засоби метрологічного забезпечення основних характеристик устаткування вимірювання і контролю;

- спосіб управління масивами даних.

Для ефективного контролю ІМС необхідна сукупність перерахованих елементів системи контролю і спільні зусилля розробників ІМС і устаткування контролю.

6.1 Структура автоматичного устаткування вимірювання і контролю

Автоматичне контрольно-випробувальне обладнання (КВО) ІМС підрозділяється на

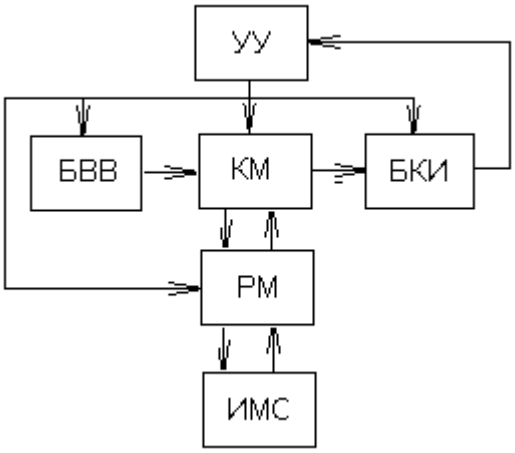
- ЕОМ і набір периферійного устаткування;

- установку контролю.

Призначенням ЕОМ і супутнього периферійного устаткування (ЗУ на магнітних стрічці або диску, що друкують пристрої, дисплеї і ін.) є проведення як деяких функцій управління, процесом контролю, так і функцій введення, накопичення, зберігання та обробки великої кількості даних про результати контролю, їх аналізу, реєстрації, а також підготовки і відладки програм контролю.

Установка контролю (УК) безпосередньо здійснює процес параметричного (по статичних і динамічних параметрах) і функціонального контролю ІМС. Незалежно від типів контрольованих параметрів і схем загальна структура установки контролю незмінна.

Розглянемо її складові частини (мал..6.1):



Малюнок 6.1-Структурна схема автоматичної установки параметричного

контролю ІМС

1) пристрій програмного управління УУ, що виконує функції прийому, зберігання переліку команд програми контролю і даних контролю, розподілу

інформації в регістри всіх блоків установки згідно цим командам, а також функції виконання команд і управління роботою установки контролю;

2) блок синхронізації БС, що визначає усі тимчасові співвідношення контролю; у разі контролю простих ІМС функції блоків УУ і БС об'єднані;

3) блок вхідних дій ББВ для контрольованої ІМС, включаючи джерела живлення;

4) блок контролю і вимірювання БКИ, що здійснює порівняння вихідного сигналу контрольованої ІМС з програмованою межею (нормою) у разі контролю та вимірювання вихідного сигналу з цифровим виходом вимірюваної величини;

5) комутуюча матриця КМ, що здійснює електричне під'єднування ББВ і БКИ до виведень контрольованої ІМС;

6) робоче місце РМ (вимірювальна головка, пост), що включає контактуючий пристрій КУ для контрольованої ІМС та спеціальні схеми, необхідні для створення умов контролю (буферні елементи, навантаження, схеми погодження або перетворення); як правило, вимірювальна головка є найбільш критичною частиною устаткування контролю і багато в чому визначає його технічні характеристики.

Установка контролю може працювати самостійно (автономно від ЕОМ) з власним спеціалізованим процесором як УУ з виводом або без виведення інформації на ЕОМ. У разі автономної роботи установки контролю зберігання і введення програми контролю здійснюються із зовнішніх накопичувачів (перфострічок, перфокарт, ППЗУ).

6.2 Засоби підвищення продуктивності автоматичного устаткування контролю

Продуктивність є однією з найважливіших характеристик автоматичного устаткування контролю і визначається як кількість ІМС, що перевіряються за одиницю часу (шт/год).

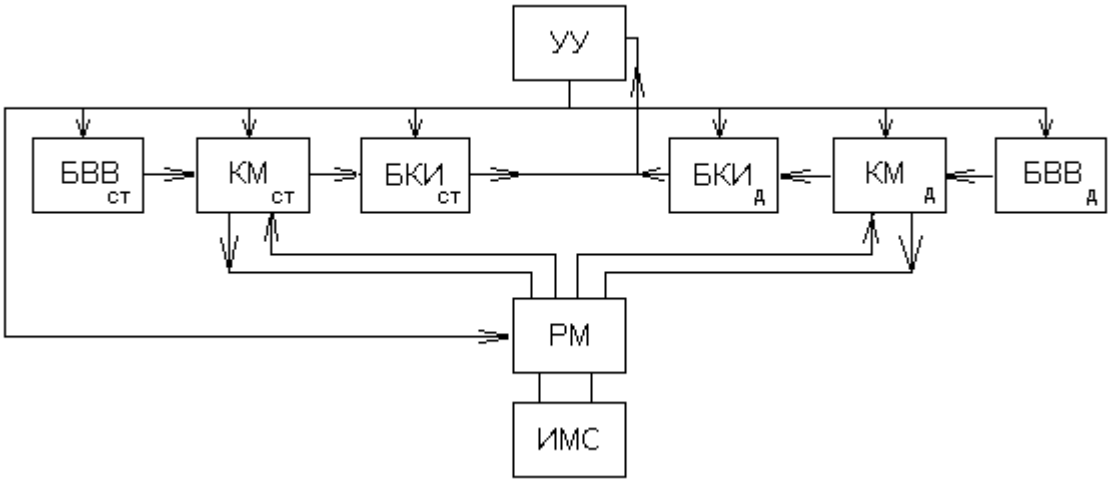
Для підрахунку продуктивності необхідно визначити час контролю однієї ІМС, який є сумою часів контакту ІМС і власне контролю (час на тест, помножений на число тестів). Час контакту залежить від способу контакту ІМС в корпусах або від швидкодії автоматичної зондової установки.

Час на тест залежить від методу контролю, швидкодії перемикаючих елементів, часу встановлення вхідних дій, швидкодії пристроїв контролю. Час на тест є основною характеристикою, що визначає швидкодію устаткування контролю, оскільки кількість тестів, а отже, продуктивність устаткування залежать, більшою мірою, від складності контрольованої ІМС. Таким чином, від реалізації основних блоків установки контролю залежить час виконання тесту, будь - то параметричний чи функціональний контроль.

Одним із способів підвищення продуктивності устаткування контролю є поєднання контролю різних електричних параметрів ІМС (статичних і динамічних) в одному КП. Це дозволяє виграти час одного контакту і виключити повторний контакт, що особливо важливо при контролі на пластині, де подвійний контакт (підключення зондів до контактних майданчиків кристала) неприпустимо із-за можливого псування кристала.

Структурна схема установки суміщеного контролю статичних і динамічних параметрів ІМС показана на мал.6.2 .

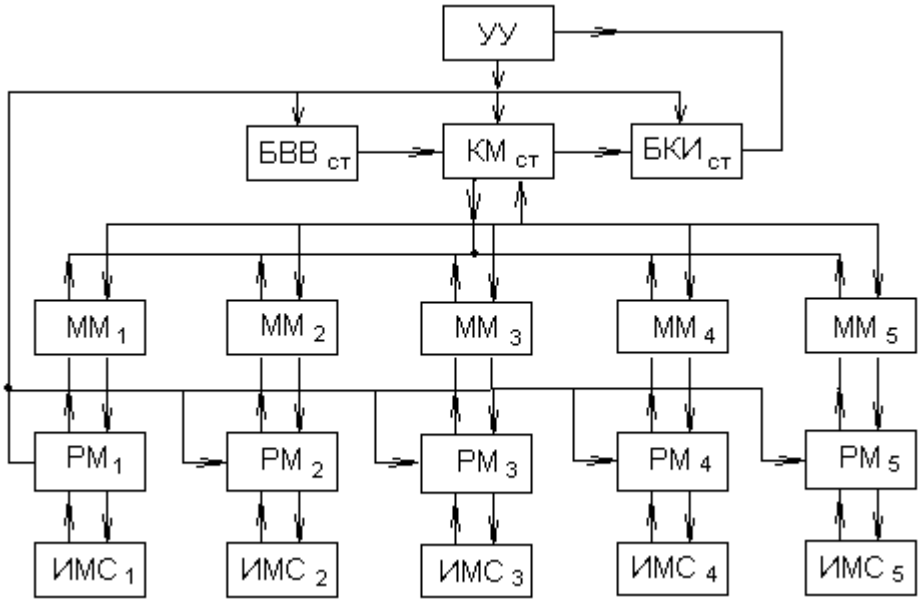
Способом подальшого підвищення продуктивності установки контролю є «розділення» устаткування контролю між декількома робочими місцями. На контроль однієї ІМС витрачається час, рівний часу контакту цієї схеми (часу $T_м$ здійснення механічного контакту виведень ІМС і клем КП) і часу, власне, контролю $T_к$. під час контакту схеми (особливо у разі ручного контакту, коли $T_м > T_к$) устаткування контролю простоює.



Малюнок 6.2- Структурна схема установки сумісного контролю статичних і динамічних параметрів ІМС

Для ефективного використання устаткування доцільно мати КП для контролю декількох ІМС. Число КП розраховують за формулою:

$$n=(ТМ+ТК)\ /ТК=(ТМ/ТК+1)$$



Малюнок 6.3 - Структурна схема установки контролю статичних параметрів ІМС, що працює в мультиплексному режимі на п'яти робочих місцях

На малюнку 6.3 наведена структурна схема установки контролю статичних параметрів ІМС, що працює в мультиплексному режимі на п'яти робочих місцях. До складу устаткування додається мультиплексна матриця ММ на магнітокерованих язичкових контактах. Природно, введення будь-якої додаткової комутуючої матриці і довгих кабелів приводить до погіршення технічних характеристик устаткування вцілому (згасанню амплітуди сигналу, тимчасовим затримкам), отже, цей принцип застосовний для контролю за постійним струмом та на низьких частотах.

Для підвищення продуктивності контролю може служити ще один спосіб – паралельний (одночасний) функціональний контроль декількох ІМС. При цьому контрольовані схеми повністю ізольовані одна від одної. В системі контролю для кожного виведення ІМС є пристрій вхідної дії (драйвер) та контролю (компаратор). Цей спосіб вигідний для проведення контролю, що вимагає великого часу виконання.

Приведемо приклад. Спеціалізована установка контролю ВІС ОЗП має дві мультиплексні вимірювальні головки, що працюють кожна на два КП. Контроль організований таким чином: спочатку проводиться спрощений функціональний контроль, який тільки визначає, чи працює схема, а потім – контроль статичних параметрів; при цьому перша годна ВІС ОЗП «чекає», поки контрольовані ВІС ОЗП в кожному КП не пройдуть той чи інший контроль.; після цього проводиться паралельний динамічний функціональний контроль ВІС ОЗП в двох КП. Виграш по продуктивності в результаті паралельного контролю залежить від наступних чинників:

1) виходу годних ВІС ОЗП після проведення спрощеного функціонального контролю та контролю статичних параметрів. Якщо вихід годних ВІС ОЗП наближається до нуля, то контроль вигідно проводити послідовно, якщо до 100%, то паралельний контроль збільшує продуктивність в стільки разів, скільки схем перевіряється одночасно;

2) відношення часу динамічного функціонального контролю до часу спрощеного функціонального контролю і контролю статичних параметрів;

3) розподілу ВІС ОЗП по класифікаційних групах. Це означає: якщо всі схеми потрапляють в одну групу, переваги паралельного контролю зменшуються.

6.3 Еволюція контрольно-вимірювального обладнання для ІМС.

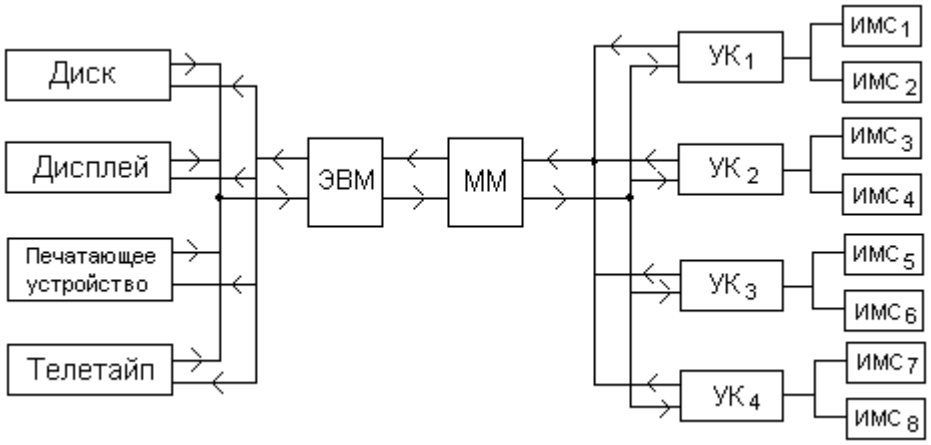
Контрольно-вимірювальне обладнання (КВО) першого покоління контролювало ІМС малому ступеню інтеграції, обмежені ДТЛ- і ТТЛ-ІМС та деякі ранні МОН-ІМС. Це устаткування контролювало статичні і динамічні параметри ІМС та проводило дуже обмежений функціональний контроль. Воно характеризувалося високою продуктивність унаслідок використання мультиплексних робочих місць, автоматичних пристроїв контакту і

сортування. Як пристрої програмного управління, застосовували апаратну логіку («жорстке» управління), що накладала обмеження на гнучкість зміни програм контролю. Результати контролю виводилися на друк і далі оброблялися та аналізувалися ручним способом.

КВО другого покоління було пов'язано з розробкою складніших схем, таких, як ВІС ЗП, ВІС довільної логіки (кристалів калькуляторів, годинника, мікропроцесорів), і необхідністю їх функціонального контролю на граничних робочих частотах. Формування тестових послідовностей для цих ВІС зажадало розробки складних пристроїв вхідної дії і синхронізації, вимірювальної головки, а, головне, використання МІНІ-ЕОМ як пристрій програмного управління, що має розвинені засоби програмного забезпечення, мову програмування високого рівня, яка спрощує формування програм контролю. Застосування такої ЕОМ зробило можливою автоматизацію функцій обробки даних – узагальнення результатів контролю, статичну обробку даних, побудову графіків. КВО другого покоління має, як правило, два мультиплексних робочих місця; оскільки воно має один блок виводів електроніки , в кожен момент часу контролюється тільки одна ІМС, а інша готується. КВО другого покоління перевершує устаткування першого покоління універсальністю, обумовленою програмним виконанням функцій і наявністю функцій обробки, проте воно дуже складне. Прикладом устаткування контролю другого покоління є комплекс «Елекон СФ».

КВО третього покоління відрізняється від своїх попередників застосуванням мультипроцесорної управляючої системи, яка поєднує швидкодію спеціалізованого керуючого процесора з універсальністю ЕОМ загального призначення. По суті ця структура розділяє управління в реальному масштабі часу устаткуванням контролю та функції обробки даних. До складу типової системи КВО третього покоління входить МІНІ-ЕОМ з необхідним набором периферійного устаткування. Ця ЕОМ зв'язана цифровою лінією зв'язку з деяким числом незалежних установок контролю, кожна з яких має

власний процесор спеціального призначення, утворюючи таким чином розподілену систему контролю (мал.6.4).



Малюнок 6.4- Структурна схема розподіленої системи контролю, що складається з чотирьох незалежних установок контролю, кожна з яких контролює ІМС на двох робочих місцях.

КВО третього покоління, по своїй суті, є устаткуванням контролю другого покоління з тією різницею, що не включає дорогих МІНІ-ЕОМ і набору периферійного устаткування для кожної установки контролю.

6.4 Універсальне і спеціалізоване устаткування контролю

Залежно від призначення устаткування контролю можна підрозділити на універсальне і спеціалізоване. Суміщений контроль аналогових і цифрових ІМС через специфічні вимоги їх контролю не проводиться. Тому класифікація устаткування на універсальне і спеціалізоване відноситиметься тільки до однієї категорії ІМС (аналогових або цифрових).

Універсальне автоматичне устаткування контролю призначене для повного контролю (параметричного і функціонального) однієї категорії ІМС (наприклад, цифрових), різних за функціональною складністю та технологію виготовлення (ТТЛ, ЕСЛ, МОН, КМОН) як в корпусі, так і на пластині. Отже,

воно повинне мати повністю програмовані в широкому діапазоні апаратні засоби (блоки вхідної дії, контролю, синхронізації і т.п.) і управлятися ЕОМ з великим набором периферійного устаткування та розвиненими засобами програмного забезпечення (дисковою операційною системою, мовою програмування високого рівня).

Такі системи мають великі аналітичні можливості: вони можуть вирішувати рівняння і проводити статистичні розрахунки під час контролю без переривання, перетворення оброблених даних в прості для читання графічні відображення (наприклад, карти напівпровідникової пластини, гістограми), що дозволяють інтерпретувати характеристики схем та процесів. Таким чином, універсальне устаткування призначене, в першу чергу, для детального контролю (паспортизації) заново розроблених ІМС, наладки технологічних процесів, управління їх якістю, вихідного контролю широкої номенклатури ІМС, що випускається невеликими серіями, або для будь-якої комбінації цих функцій.

Універсальні системи контролю складні і дорогі, причому витрати на програмне забезпечення в процесі їх експлуатації залишаються дуже великими. Слідством універсальності є менша надійність, в порівнянні зі спеціалізованим устаткуванням контролю, підвищені експлуатаційні витрати, велика площа.

Спеціалізоване устаткування контролю призначене для контролю певного типу мікросхем, отже, воно не повинне володіти універсальними програмними та апаратними засобами. Таке устаткування може управлятися від спеціалізованого процесора або ЕОМ чи сполучатися з ЕОМ для обробки даних.

Спеціалізоване устаткування контролю для різних типів схем однієї категорії будується за однією структурною схемою і має єдині засоби управління. Блок, що задає умови контролю конкретного типу ІМС, як

правило, є змінним. До спеціалізованого устаткування контролю пред'являють підвищені вимоги по продуктивності; воно характеризується простотою експлуатації, малими габаритами, меншими витратами на програмне забезпечення в процесі експлуатації. Основне застосування – забезпечення виробництва ІМС даного типу та вхідний контроль у споживача.

Прикладом універсального устаткування контролю є система «Елекон СФ», призначена для функціонального та параметричного контролю цифрових ВІС, МОН- і біполярної технології. Прикладом спеціалізованого устаткування контролю є установка функціонального контролю ВІС ЗП «Елекон Ф-ЗУМ».

6.5 Пристрій програмного управління

Пристрій програмного управління (УУ) є невід'ємною частиною контрольно – вимірювального устаткування. Основне призначення УУ в системі контролю – забезпечення автоматизації процесу контролю ІМС. Внаслідок високої швидкості формування управляючих сигналів УУ забезпечує максимальну продуктивність контролю ІМС в системі. Окрім свого основного завдання УУ дозволяє проводити в системі контролю збір та обробку результатів контролю ІМС, метрологічну атестацію устаткування. Застосування в системі контролю сучасних міні- і мікро-ЕОМ для її управління розширює можливості системи внаслідок програмної реалізації складних режимів контролю та дослідження ІМС.

Розглянемо завдання, що виконуються пристроєм програмного управління в системі контролю ІМС:

1) Організація процесу контролю ІМС. Пристрій управління визначає готовність одного або декількох робочих місць до виконання контролю ІМС. За наявності такої готовності визначаються номер програми контролю і

режими контролю, що задаються з перемикачів та кнопок управління робочого місця, після чого здійснюється пошук в ЗП пристрої управління необхідної програми і передача їй управління;

2) Виконання програми контролю ІМС. Рішення цієї програми здійснюється шляхом задання дій в пристрої і зчитування результатів контролю з пристроїв системи відповідно до програми контролю ІМС. В результаті виконання програми контролю формується результат контролю ІМС («година – не година»), а також група придатності або браку; ці дані видаються для індикації на пульт оператора робочого місця;

3) Накопичення результатів контролю ІМС та виміряних величин в ЗП;

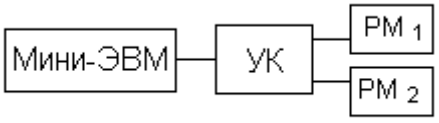
4) Статистична обробка накопичених результатів контролю ІМС та виміряних величин, побудова гістограм, діаграм, зон працездатності, зведених розрахунків;

5) Автоматизація розробки програм контролю ІМС на основі застосування мови програмування високого рівня;

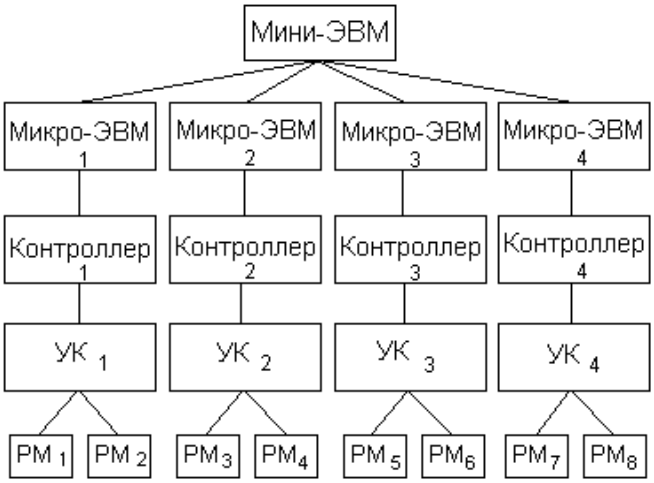
6) Автоматизація технічного обслуговування системи контролю ІМС в наслідок автоматизації процесів атестації, регулювання, контролю працездатності і діагностики несправностей.

УУ можуть бути виконані на основі міні- і мікро-ЕОМ, мікропроцесорів, спеціалізованих процесів, контролерів.

По структурі пристрою програмного управління можна підрозділити на два типи: одноріневі та багаторівневі.



Малюнок 6.5- Структурна схема одноріневого пристрою програмного управління системи контролю ІМС



Малюнок 6.6- Структурна схема багаторівневого пристрою програмного управління системи контролю ІМС.

У системі контролю з одноріневим пристроєм програмного управління (мал.6.5) міні -ЕОМ управляє установкою з двома робочими місцями, на яких проводиться контроль ІМС. При такій організації управління системою контролю управляюча міні -ЕОМ повинна забезпечувати як проведення процесу контролю ІМС, так і підготовку програм контролю. Під підготовкою програм контролю розуміють введення команд програми з алфавітно-цифрового дисплея, редагування, трансляцію і компоновку програм для отримання їх в машинних кодах. До недоліків системи контролю з одноріневим управлінням можна віднести те, що за наявності в цеху декількох однакових систем контролю ІМС кожна з них міститиме дорогу міні- ЕОМ, оснащену великою кількістю складних пристроїв введення-висновку: алфавітно-цифровим дисплеєм, накопичувачами на магнітних дисках та стрічках, пристроєм для друку та ін.

У системі контролю з багаторівневим контролем (мал.6.6) є одна міні -ЕОМ, що управляє чотирма мікро -ЕОМ, кожна з яких пов'язана з своїм

контролером, а контролер управляє установкою контролю. Кожна з чотирьох установок контролю містить по два робочі місця. При такій організації управління кожний з пристроїв програмного управління вирішує певні задачі. Міні -ЕОМ забезпечує зберігання, підготовку програм контролю ІМС та статистичну обробку накопичених результатів ІМС.

Мікро -ЕОМ служить для організації завантаження з міні -ЕОМ в контролер програм контролю ІМС, накопичення і пересилки в міні -ЕОМ результатів контролю ІМС з метою подальшої їх обробки, контролер – тільки для виконання завантаженої в його запам’ятовуючий пристрій програми контролю. Контролер не містить яких-небудь пристроїв вводу-виводу інформації, а мікро -ЕОМ має алфавітно-цифровий дисплей та фотосчитувач з перфострічки. У системі, що містить чотири установки контролю, є одна міні -ЕОМ, оснащена складними периферійними пристроями вводу-виводу інформації. Надійність пристроїв програмного управління при такій організації вище, а вартість нижча, ніж при використанні чотирьох окремих міні-ЕОМ за схемою однорівневого управління.

6.6 Спеціалізовані процесори, контролери, інтерфейс

Спеціалізовані процесори знаходять застосування як пристрої управління в різних системах контролю ІМС, наприклад, в установках «Електрон Ф-ЗУМ», 14КПЛ300-2. Система команд спеціалізованих процесорів орієнтована на реалізацію функцій контролю ІМС і внаслідок цього дозволяє істотно збільшити продуктивність контролю.

Контролери застосовуються в установках контролю ІМС найчастіше для виконання програм контролю. Контролером називають пристрій управління, який здійснює обмін інформацією з іншими пристроями або посилає повідомлення для управління в них певними діями. Зв'язок пристроїв

програмного управління з установками контролю здійснюється за допомогою інтерфейсних пристроїв.

Інтерфейс – погоджуючи частина (блок, плата), розташована між пристроями системи або частинами одного пристрою, через який проходить обмін інформацією. У системах контролю ІМС застосовуються як стандартні, так і спеціалізовані інтерфейси.

6.7 Апаратні засоби контролю працездатності і діагностики несправностей

системи контролю ІМС

Устаткування контролю ІМС включає безліч радіоелектронних елементів, загальна кількість яких в складних системах контролю ІМС може досягати декількох десятків тисяч. Через кінцеве значення надійності кожного елементу сумарна надійність системи контролю може бути дуже низькою. У зв'язку з цим великого значення набувають заходи щодо підтримки працездатного стану системи контролю ІМС.

Для цього в системах контролю ІМС застосовують спеціальні методи і засоби контролю працездатності, а також автоматичну діагностику несправностей. Наявність таких засобів дозволяє вирішити завдання оперативного виявлення несправного стану системи і швидко локалізувати місце несправності.

Засоби контролю працездатності та діагностики несправностей, вживані в системах контролю ВІС, можна підрозділити на апаратні і програмні (мал.6.7).

Апаратні засоби забезпечують оперативне знаходження несправної роботи обладнання, а також розширюють можливості програмних засобів контролю працездатності і діагностики несправностей. Розширення

можливостей програмного контролю досягається за рахунок введення додаткових контрольних точок та спеціальних пристроїв контролю. В результаті спрощується розробка тестів для контролю та діагностуючих, а також забезпечується більш детальна локалізація несправностей.

Апаратні засоби контролю працездатності можна поділити на пристрої оперативного контролю працездатності та пристрої збільшення ефективності програмних засобів. Пристрої оперативного контролю працездатності призначені для контролю правильності передачі та зберігання цифрової інформації, а також для контролю правильності перетворення аналогової інформації. Пристрої збільшення ефективності програмних засобів дозволяють вирішити задачу програмного контролю цифрових і аналогових пристроїв та синхронізацію системи контролю ІМС.

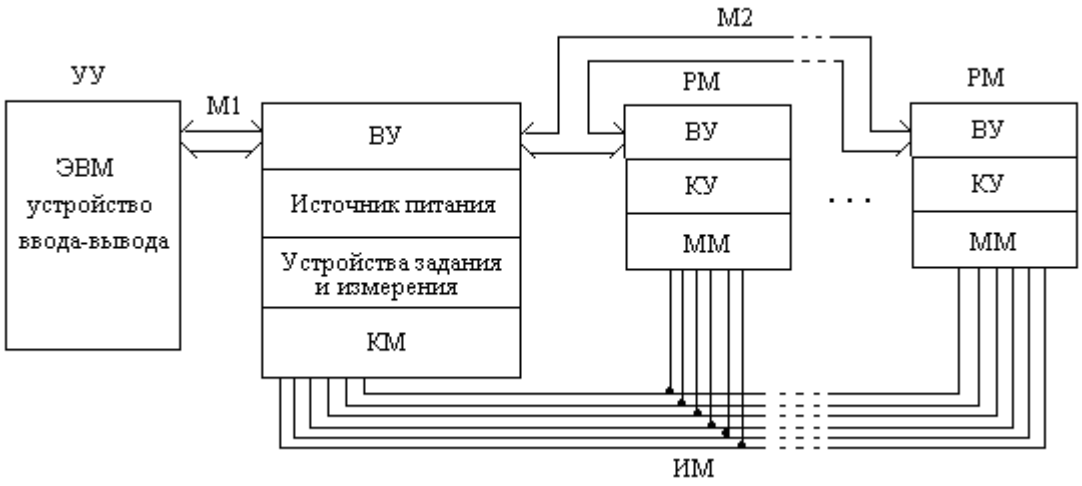
Малюнок 6.7-Засоби контролю працездатності системи контролю ВІС

Тема VII Методи контролю цифрових ІМС

У цифрових ІМС інформативним параметром сигналу звичайно є напруга. При цьому, зважаючи на складність одночасного контролю електричних параметрів ЦІМС, їх розділяють на статичні, вимірювальні або контрольовані в сталому режимі та динамічні, вимірювальні або контрольовані в ході перехідних процесів в ЦІМС.

7.1 Контроль статичних параметрів ЦІМС

ЦІМС мають виводи живлення (один з яких загальний), вхідні та вихідні виводи. У ВІС широко використовуються комбіновані виводи, які залежно від сигналів за іншими вхідними виводами, можуть міняти своє призначення з вхідного на вихідний або з вихідного на стан «вимкнено». Контроль статичних параметрів проводять, як правило, за всіма виводами і за всіма станами, в яких вони можуть знаходитися. В окремих випадках для прискорення процесу контролю застосовують груповий контроль вхідних струмів.



Малюнок 7.1- Структурна схема установки контролю статичних параметрів

Установка (мал.7.1) складається з УУ, пристроїв завдання вхідних дій і вимірювання статичних величин (напруги та струму), комутуючих матриць КМ, декількох робочих місць (2-5) РМ. Ряд допоміжних пристроїв ВУ служить для зв'язку з ЕОМ, управління РМ, зручності спілкування оператора з установкою, формування режимів її роботи, відображення інформації про хід контролю. Пристрої завдання та вимірювання статичних параметрів формують і вимірюють напругу і струм на виводах контрольованої ЦІМС, що знаходиться в контактуємому пристрої КУ одного з робочих місць. Підключення пристроїв до виводів ЦІМС здійснюється через КУ, вимірювальну магістраль ИМ та одну з мультиплексних матриць робочих місць ММ.

В установці увимірювальних ланцюгах прийнятий дводротовий зв'язок. Річ у тому, що провідники, що підводять, наприклад, напругу живлення Uж до виводів ЦІМС, а також реле КМ і пристрій контакту з виводами ЦІМС мають опір, що досягає в сумі 10-15 Ом. У результаті напруга, сформована в пристроях завдання вхідних дій з допустимою похибкою1мВ, при однодротовому зв'язку з опором ланцюга R і струмом споживання I поступить на виведення ЦІМС з похибкою $\delta_U = RI$. При цьому струм I і опір R не є

постійними величинами. Тому, окрім силового, паралельно проводять дріт зворотнього зв'язку (ОС), не навантажений струмом і як такий, що передає інформацію про сформовану на виводі напругу з метою її корекції. Для компенсації перешкод і термо -е.р.с. дроту (силового та зворотнього зв'язку) проводять ідентичними ланцюгами і в безпосередній близькості один від одного і замикають через виведення ЦІМС, що знаходиться в КУ. Крім того, їх укладають в екран, потенціал якого підтримується на рівні напруги, що задається. Цей захід прийнятий для зменшення струмів витоку по ізоляції і підвищення швидкодії, оскільки знижує ефективну місткість ланцюга.

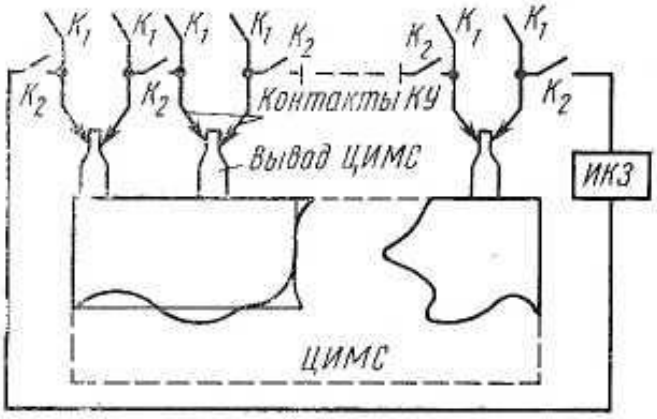
7.2 Основні операції до контролю статичних параметрів

1. Підключити ЦІМС до установки;
2. Перевірити якість контакту ЦІМС;
3. Підключити до ЦІМС джерела живлення, пристрою вхідних дій, додаткові елементи і навантаження;
4. Встановити ЦІМС в режим, необхідний для контролю чергового статичного параметра;
5. Провести операцію вимірювання або контролю чергового статичного параметра;
6. Оцінити результат вимірювання і контролю, ухвалити рішення про придатність ЦІМС.

Підключення ЦІМС до установки здійснюють за допомогою автоматичного зондового пристрою при контролі на пластині або контактуючого пристрою при контролі в корпусі.

Контроль контакту ЦІМС в корпусі проводять згідно схеми (мал.7.2).

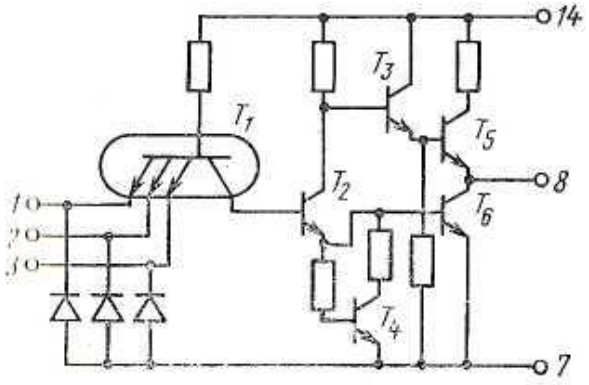
Малюнок 7.2-Схема контролю контактування ЦІМС



Всі контакти КУ при розімкнених ключах К1 за допомогою ключів К2 з'єднуються в послідовний ланцюг з індикатором короткого замикання ИКЗ. За наявності розриву в ланцюзі індикатор виробляє сигнал для оператора або ЕОМ про неготовність робочого місця для контролю ЦІМС. Цим виключається бракування годної ЦІМС унаслідок несправності контактів КУ.

Підключення до ЦІМС джерел живлення і пристроїв вхідних дій здійснюють за допомогою КМ. Реле КМ підключають за програмою пристрою задання та вимірювання до відповідних виходів, які вимірювальною магістраллю і мультиплексною матрицею РМ однозначно сполучені з виводами ЦІМС.

Розглянемо операції пп. 4,5,6 на прикладі контролю ТТЛ-ЦІМС (мал.7.3).



Малюнок 7.3-Електрична схема логічного елементу 3И-НЕ

Струм споживання, мА. Норма <4 мА

$U_{дж}$=5В. На виході логічний «0». Всі входи – логічна «1» .

Для контролю на вивід 7 потрібно подати нульову напругу з похибкою ±10 мВ, на виводи 1-3 – напруга $U_{вх}$ =2,4 В з похибкою ±10 мВ, вивід 8 залишити вільним, на вивід 14 підключити пристрій задання та вимірювання статичних параметрів, задаючи напругу рівну 5 В, вимірювати струм від 4 мА і менше. Якщо струм буде більше 4 мА, дану ЦІМС слід забракувати, якщо менше, то продовжити контроль за наступними параметрами.

Т.ч. для контролю струму споживання необхідні:

1) пристрій підтримки нульового потенціалу на загальному виводі ЦІМС, підключений до виводу 7;

2) програмне джерело напруги, підключене до виводів 1-3;

3) пристрій задання напруги та вимірювання струму, підключений до виводу 14.

Наступний параметр напруга логічної «1» сигналу вихідної інформації. Норма 2,4 В $U_{дж}$=5 В. Всі входи «0». Струм навантаження 0,5 мА.

Для контролю на вивід 7 потрібно подати нульову напругу, на виводи 1-3 – напругу $U_{вх}$ =2,4 В, на вивід 14 - напругу 5 В. До виводу 8 необхідно підключити пристрій задання струму та вимірювання напруги, задавши струм, рівний – 0,5 мА. Нормою придатності є перевищення вихідною напругою рівня 2,4 В.

Контроль напруги логічної «1» сигналу вихідної інформації починається з обнулення пристроїв і програмних джерел напруги. Далі проводять перекомутацію пристроїв і виводів ЦІМС. На виводі 7 залишається пристрій підтримки нульового потенціалу, до виводу 14 підключається програмне джерело напруги, до виводів 1-3 – друге програмне джерело напруги, до виводу 8 – пристрій задання струму та вимірювання напруги.

Подальші операції слідують в тому ж порядку, що і при вимірюванні першого параметра. Подальші параметри контролюють аналогічно.

Якщо ЦІМС, що підлягає контролю, містить елементи пам'яті, наприклад, тригер і необхідно перевірити виходи, пов'язані із станом даного тригеру, то в програмі передбачають установку тригера послідовними командами.

Після закінчення контролю всіх параметрів установка визначає групу придатності ЦІМС або бракує її. Результати контролю можуть бути використані для отримання статистичних даних.

7.3 Методи вимірювання динамічних параметрів

Існує велика кількість цих методів.

Охарактеризуємо принципи вимірювання тимчасових параметрів ЦІМС в наносекундному діапазоні.

Принцип тимчасових розгорток заснований на вимірюванні геометричної відстані між інтервальним і опорним імпульсами, пропорційного вимірюваному тимчасовому інтервалу при різних видах розгортки електронного променя на екрані ЕЛТ.

Неосцилографічний принцип полягає в прямому визначені коротких імпульсів заповнення вимірюваних тимчасових інтервалів.

Стробоскопічний принцип базується на перетворенні вимірюваного імпульсу наносекундної тривалості в імпульс мілісекундної тривалості за допомогою короткого стробуючого імпульсу, який зміщується з кожним періодом вимірюваного імпульсу.

Інтегральний принцип заснований на інтегральних властивостях заряду ємності конденсатора заздалегідь розширеним імпульсом.

Принцип тимчасової трансформації заснований на тимчасовій трансформації калібрувального сигналу для порівняння з вимірюваним імпульсом.

Розглянемо методи стробоскопічного перетворення і старт-стопового перетворення.

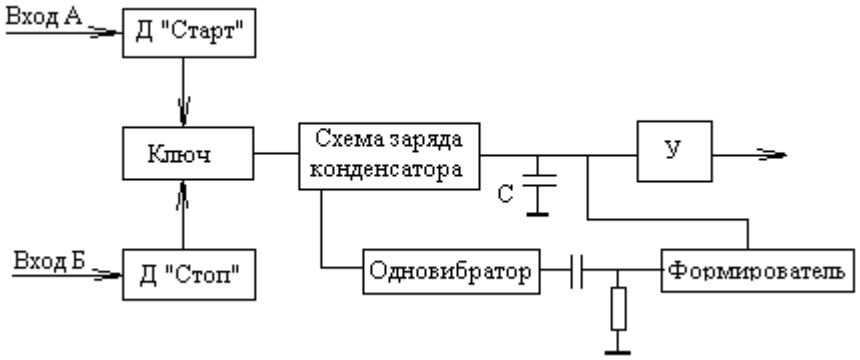
Метод стробоскопічного осцилографування полягає в зміні тимчасового масштабу вимірюваних широкосмугових сигналів, що повторюються, з метою відтворення на звичайному нешироксмуговому осцилографі. Вживане для цього стробоскопічне перетворення досліджуваного сигналу полягає в послідовному стробуванні його коротким (стробуючим) імпульсом, зміщеним в кожному тимчасовому циклі на певну величину, і запам'ятовуванні «вибірок» амплітудних значень сигналу для відновлення форми вхідного сигналу. Кількість «вибірок» (крапок) визначає якість відтворення сигналу (звичайно береться до 1000 крапок).

Недоліки методу:

- великий час контролю;

- режим контролю, далекий від реального застосування схеми.

Метод старт – стопового перетворення здійснює вимірювання тимчасових інтервалів при одноразовій вхідній дії шляхом перетворення вимірюваного тимчасового інтервалу в амплітуду імпульсу такої тривалості, при якій його обробка легко виконується (мал. 7.4)



Малюнок 7.4-Структурна схема перетворювача час-амплітуда

(метод старт-стропового перетворення)

У задані моменти часу спрацьовують амплітудні дискримінатори Д та виробляються імпульси «Старт» і «Стоп», які управляють зарядом конденсатора постійної ємності від джерела стабілізованого струму. Заряд конденсатора починається з приходом імпульсу «Старт» і закінчується з приходом імпульсу «Стоп». Напруга на конденсаторі, що є мірою вимірюваного часу, перетвориться в амплітуду вихідного імпульсу тривалістю близько 1 мс, який легко може бути оброблений, тобто переведений в цифрову форму за допомогою перетворювача аналог – цифра.

7.4 Функціональний контроль цифрових ВІС

Функціональний контроль призначений для перевірки істинності логічних функцій, реалізованих в цифровій ВІС. Він полягає в заданні на входи ВІС вхідніх послідовностей сигналів і порівнянні вихідних сигналів ВІС з еталонною.

Основні поняття функціонального контролю ВІС.

Тактовий інтервал – інтервал між попереднім і подальшим моментами дискретного часу, що визначає період тестових дій на контрольовану ВІС.

Вхідний набір сигналів – один або декілька логічних сигналів, що подаються на вхідні виводи ВІС в заданому тактовому інтервалі.

Вихідний набір сигналів – один або декілька логічних сигналів, що з'являються на вхідних виводах ВІС в заданому тактовому інтервалі.

Еталонний набір сигналів - один або декілька логічних сигналів, що з'являються на входах працездатної ВІС, аналогічної контрольованої, в заданому тактовому інтервалі.

Слово – сукупність вхідного і еталонного наборів сигналів в заданому тактовому інтервалі.

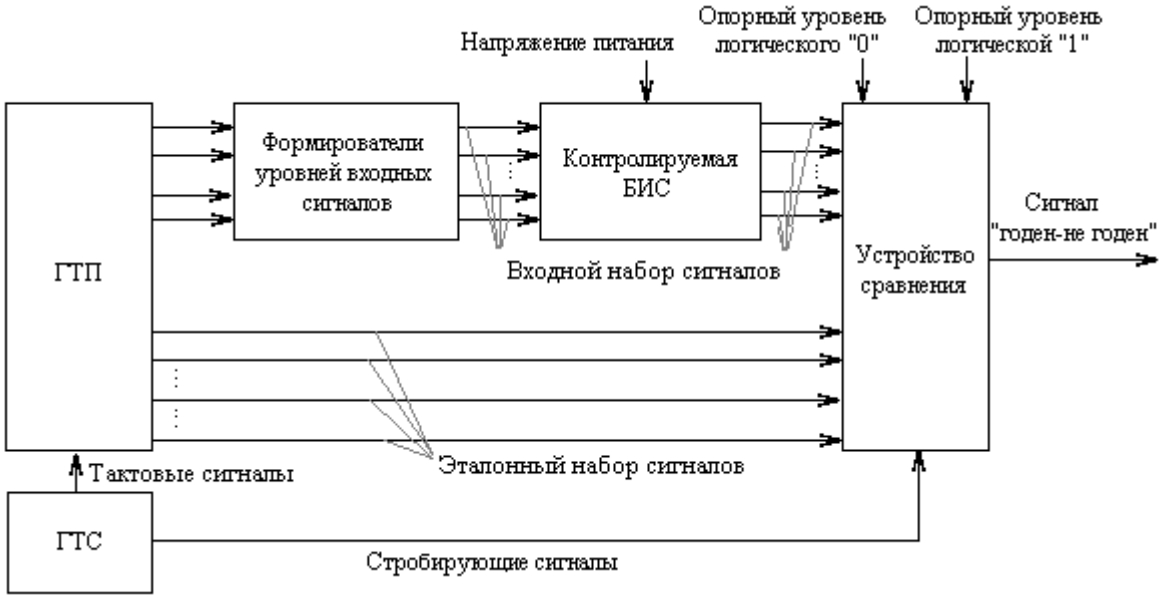
Тестова послідовність – послідовність наступних один за одним слів при функціональному контролі ВІС.

Функціональний тест – операція формування слова, подачі його на контрольовану ВІС, визначення вихідного набору і формування результату порівняння еталонного та вихідного наборів у вигляді сигналу «годний» або «не годний».

Режим функціонального контролю – сукупність параметрів електричних сигналів системи контролю, які не змінюються в процесі виконання функціональних тестів.

Функціональний контроль – операція формування тестової послідовності і виконання функціональних тестів в певному режимі.

Розглянемо схему проведення функціонального контролю (мал. 7.5)



Малюнок 7.5-Схема проведення функціонального контролю ВІС

Генератор тактових сигналів (ГТС) в процесі функціонального контролю формує тактові сигнали із заданим періодом і стробуючі сигнали із заданою затримкою щодо кожного тактового сигналу.

Генератор тестової послідовності (ГТП) в кожному тактовому інтервалі формує слово, частина якого поступає на входи формувачів рівнів вхідних сигналів, де ця частина слова перетворюється у вхідний набір, що містить М сигналів, у яких рівні логічних «0» і «1» відповідають логічним рівням сигналів контрольованої ВІС. З виходів контрольованої ВІС вихідний набір сигналів поступає на входи пристрою порівняння, де здійснюється порівняння вихідного та еталонного наборів, причому спочатку вихідний набір сигналів ВІС за допомогою опорних рівнів логічних «0» і «1» перетворюється у вихідний набір сигналів з рівнями логічних «0» і «1» систем контролю, після чого під час дії стробуючого сигналу відбувається порозрядне порівняння перетвореного вихідного набору з еталонним. В результаті на виході пристрою

порівняння в кожному тактовому інтервалі формується сигнал «годний» або «не годний».

При отриманні першого сигналу «не годний» контроль припиняється і результат контролю видається на пристрій індикації. Якщо ж функціональний контроль відбувається до кінця тестової послідовності, то видається результат «годний».

Існує два основних типу генераторів тестової послідовності:

- Які містять запам’ятовуючий пристрій для зберігання тестової послідовності:
- Які виконують алгоритмічні формування тестової послідовності.

В генераторах тестової послідовності першого типу довжина видаваємої тестової послідовності обмежується об’ємом ЗП, але при цьому в ЗП можуть заноситися тестові послідовності довільного виду. В алгоритмічних генераторах тестової послідовності довжина тестової послідовності може бути необмежена, але вона має регулярну структуру і не може мати вільний вигляд. Тому генератори першого типу використовують при функціональному контролі ВІС, мікропроцесорів і інших ВІС вільної логіки, а генератори другого типу - при функціональному контролі ВІС ОЗУ, для яких тестові послідовності мають більшу довжину, але постійну структуру.