

Тема V Контроль статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль

5.1 Вимірювання статичних параметрів

Вимірювання статичних параметрів - це вимірювання електричної величини (струму або напруги) в сталому режимі, яке проводять через певний час після завершення перехідних процесів в ІМС. Вимірюється усереднене значення параметра. Необхідно понизити вплив вимірювальних засобів на похибку вимірювань. Так, при вимірюванні напруги вхідний опір засобу вимірювання повинен у багато разів перевищувати вихідну напругу вимірюваного ланцюга. Аналогічно формуються вимоги до вимірювача струму, джерела струму, напруги і т.п. Якщо зменшити їх вплив не вдається, то враховують вплив метрологічних характеристик вимірювальних засобів на похибку вимірювання (похибка не більше 5%). Вимірювання статичних параметрів забезпечує перевірку струму споживання, вхідних струмів і навантажувальної здатності виходів ІМС, тобто параметрів, що є критеріями працездатності ІМС та її сполучення з іншими схемами.

Практично вимірювання статичних параметрів ІМС проводять при подачі на схему імпульсно – поступальних сигналів.

5.2 Вимірювання динамічних параметрів

При цьому виді вимірювань обробці підлягає час. Звичайно це час, протягом якого вихідний сигнал досягає певного заданого рівня щодо проходження вхідним або вихідним сигналом іншого певного рівня.

Динамічний параметр – це час перехідного процесу сигналу, обмеженого певними рівнями, тому підсумкова похибка вимірювання динамічних параметрів скла

дається з похибки завдання рівня та похибки вимірювання часу і, відповідно до НТД, не повинна перевищувати 10%.

На етапі перших вимірювань відносно повільних ЦІМС, з успіхом застосовувалося осцилографування вхідного і вихідного сигналів. Надалі зі збільшенням швидкодії і зростанням об'єму виробництва, були розроблені пристрої вимірювання, в яких використовувалися стробоскопічні перетворювачі, що дозволило знизити похибку вимірювання до долей наносекунд при похибці завданого рівня 10-20 мВ. Але вся ця техніка виявилася безсилою при контролі ВІС, оскільки при стробоскопічному методі сигнали повинні періодично повторюватися, що складно здійснити для ВІС з послідовною логікою, для повноти перевірки якої потрібен дуже великий час.

При контролі сучасних швидкодіючих АІМС стробоскопічні перетворювачі також знайшли своє застосування. Звичайно в цьому випадку було потрібно підвищення роздільної здатності по рівню до 100-200 мкВ, щоб можна було вимірювати і контролювати час встановлення вихідного сигналу.

5.3 Контроль ЦІМС малого ступеня інтеграції

Рівень функціональної складності для них відповідає наступним правилам:

- 1) поєднанню вихідних сигналів в сталому режимі відповідає однозначний стан вихідних сигналів не залежно від їх попереднього стану вихідних сигналів.

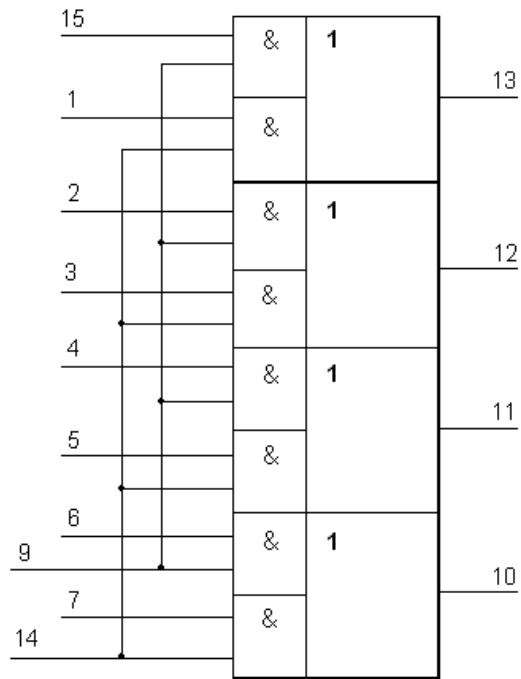
2) вказана відповідність вихідних сигналів вхідним формується через деякий час після вимірювання вхідних сигналів, який називається часом розповсюдження сигналу.

3) вказана відповідність вихідних сигналів вхідним за умови перебору всіх комбінацій останніх означає придатність ЦІМС у всіх можливих її станах.

Відповідно, щоб перевірити функції перетворення і обробки ЦІМС, необхідно перебрати всі комбінації вхідних сигналів. Комбінації вхідних сигналів і відповідні їм вхідні стани утворюють таблицю істинності. Її перевіряють, при подачі на входи сигналів у формі прямокутних імпульсів, вимірюванням часу затримки розповсюдження вихідних сигналів, яке не повинно перевищувати певного значення. Вимірювана ЦІМС повинна сприймати вхідні сигнали і формувати вихідні сигнали відповідно до вимог щодо вхідних та вихідних електричних характеристик і струму споживання. Перевірка повинна проводитися при гранично допустимих значеннях електричних величин, що впливають на працездатність схеми (напруга джерела живлення, граничного навантаження виводів і т.п.).

Наприклад мікросхема 564ЛС2

- I. Функціональне призначення: чотири логічні елементи І-АБО (И-ИЛИ)
- II.



Таблиця істинності

Входи										Виходи			
6	7	4	5	2	3	15	1	9	14	10	11	12	13
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1

1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

III. Електричні параметри

1. Струм споживання в статичному режимі, мкА:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 5 \text{ В} \quad \leq 5$$

$$U_{\text{дж}} = 10 \text{ В} \quad \leq 10$$

2. Струм логічного «0» сигналу вхідної інформації, мкА:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 10 \text{ В} \quad \leq 0,05$$

3. Струм логічної «1» сигналу вхідної інформації, мкА:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 10 \text{ В} \quad \leq 0,05$$

4. Напряга логічного «0» сигналу вихідної інформації, В:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 5,10 \text{ В} \quad \leq 0,01$$

5. Напряга логічної «1» сигналу вихідної інформації, В:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 5 \text{ В} \quad \geq 4,99$$

$$U_{\text{дж}} = 10 \text{ В} \quad \geq 9,99$$

6. Струм логічного «0» сигналу вихідної інформації, мА:

$$\text{при } U_{\text{дж}} = 5 \text{ В}, \quad U_{\text{вих}} = 0,5 \text{ В} \quad \geq 0,45 \geq 0,45$$

$$U_{дж} = 10 \text{ В}, \quad U_{вих} = 0,5 \text{ В} \quad \geq 0,75$$

7. Струм логічної «1» сигналу вихідної інформації, мА:

$$\text{при } U_{дж} = 5 \text{ В}, \quad U_{вих} = 0,5 \text{ В} \quad \geq 0,25 \geq 0,25$$

$$U_{дж} = 10 \text{ В}, \quad U_{вих} = 0,5 \text{ В} \quad \geq 0,7$$

8. Час затримки розповсюдження сигналу при включенні і виключенні, нс:

$$\text{при } U_{дж} = 5 \text{ В}, \quad C_n = 50 \text{ пФ} \quad \geq 320$$

$$U_{дж} = 10 \text{ В}, \quad C_n = 50 \text{ пФ} \quad \geq 130$$

9. Вихідна ємність при $U_{дж} = 10 \text{ В}$, пФ:

$$\text{на виводах } 9 \text{ і } 14 \quad \leq 12$$

$$\text{на виводах } 1-7, 15 \quad \leq 8$$

10. Напруга джерела живлення, В 3-15

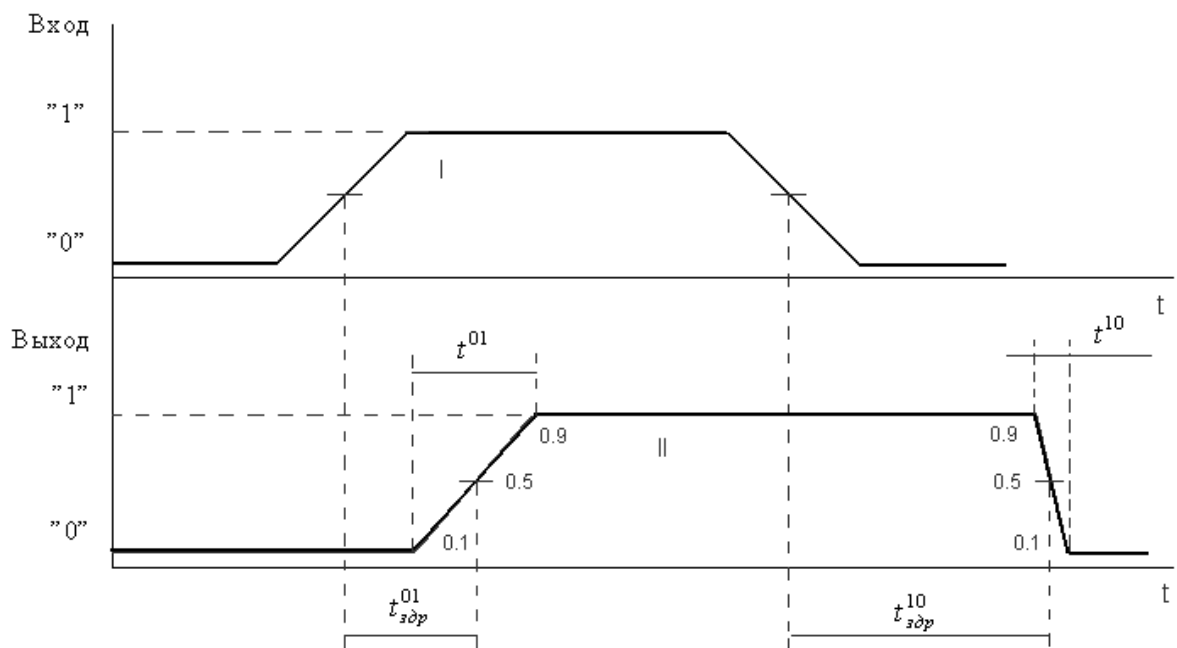
Перевірка таблиці істинності і вимірювання граничних електричних параметрів повинні дати інформацію про придатність до вимірювання ЦІМС 564ЛС2.

Практично контроль зводиться до формування всіх 16 поєднань вхідних сигналів і контролю вихідних сигналів. При кожному поєднанні вхідних сигналів слід перевіряти струм споживання. Далі контролюють статичні параметри (пп. 2-7). При цьому необхідно перевірити всі вхідні і вихідні виводи. В даному випадку всі статичні параметри, за винятком параметрів 4 і

5, контролюють шляхом подачі на виведення ЦІМС заданої напруги і вимірювання струму, що проходить через ланцюг джерела напруги – вивід.

Статичні параметри п. 4-5 визначають шляхом вимірювання різниці напруги між виводами і однією з шин живлення.

Параметр п. 8 є динамічним і його перевіряють шляхом формування переходів від однієї комбінації входних сигналів до іншої (наприклад, від позиції 5 таблиці істинності до позиції 6 і назад) і вимірюванні часу від моменту зміни сигналів на входах до моменту зміни сигналів на виходах, тобто між моментами перетину сигналами певних рівнів.

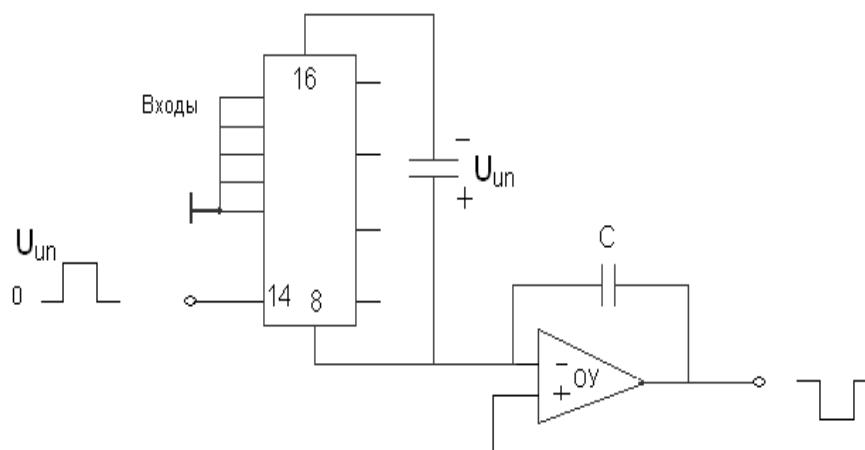


Малюнок 5.1-Епюри напруги на входному виводі 14 (I) і вихідних виводах 10-12 (II).

При переході від позиції 5 до позиції 6 таблиці істинності вимірюється час затримки розповсюдженні сигналу при включенні $t^{10}_{здр}$. При зворотньому переході від позиції 6 до позиції 5 таблиці істинності вимірюється час

затримки розповсюдження сигналу при включенні $t_{здp}^{01}$. У КМОП-ІС моментом переходу сигналу від логічного "0" до логічної "1", і навпаки, вважається проходження середнього значення, яке дорівнює половині напруги живлення (мал..5.1).

Параметр п. 9 перевіряють подачею на вхід періодичного прямокутного імпульсу, який не приводить до зміни сигналів на виході. Живлення схеми здійснюють від ізольованого джерела живлення, наприклад, від зарядженого конденсатора великої ємності (мал.5.2).



Малюнок 5.2-Схема контролю вхідної ємності

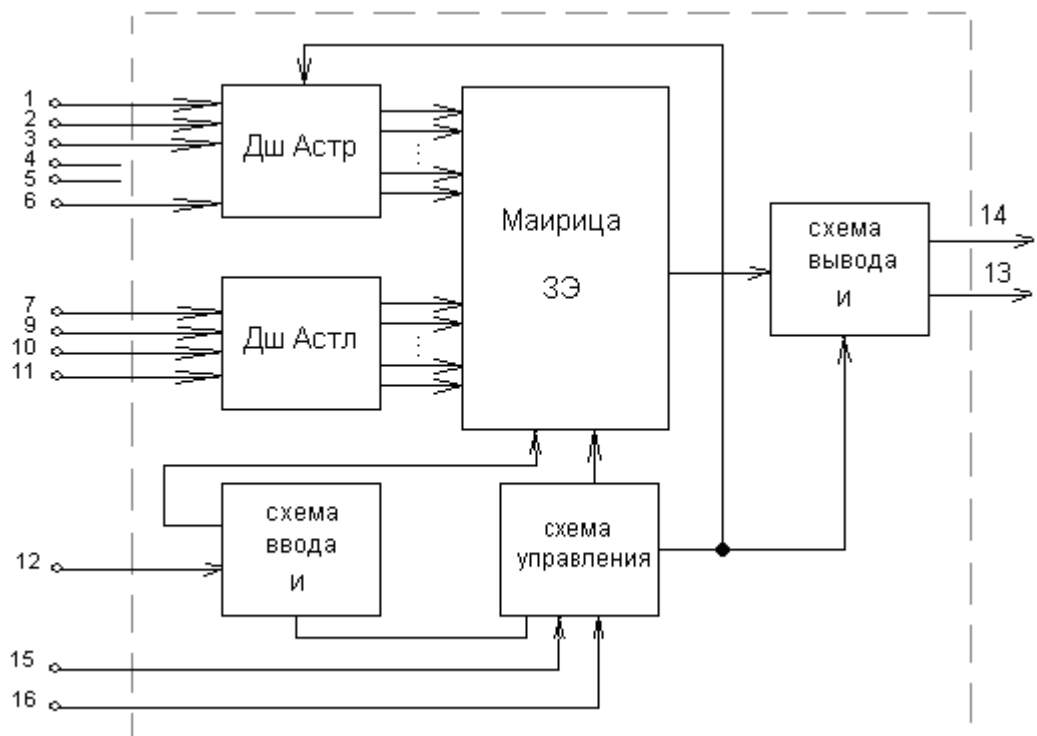
Через вхідну місткість $C_{вх}$ виводу 14 при кожному переході вхідного сигналу від нуля до $U_{дж}$ або від $U_{дж}$ до нуля на вхід ОП проходить заряд, рівний $C_{вх} U_{дж}$ або $-C_{вх} U_{дж}$, викликаючи на виході ОП відповідно зміну напруги на $-U$ або на U , при цьому $U = C_{вх} U_{дж} / C$, звідки $C_{вх} = CU / U_{дж}$. Знаючи C і $U_{дж}$, контролюючи значення U , здійснюють контроль місткості $C_{вх}$.

5.4 Функціональний контроль

Функціональний контроль звичайно суміщають з контролем статичних параметрів.

Його розглянемо на прикладі контролю ОЗП 564РУ2А.

Це статичний ОЗП на 256 однорозрядних слів, реалізований на КМОН-технології і містить близько 1500 елементів (мал.5.3).



Малюнок 5.3- Структурна схема ЦІМС ОЗП 564РУ2А

Звернення до конкретної чарунки забезпечується подачею відповідної комбінації сигналів, яка дешифрується дешифраторами адрес рядків Дш А_{стр} та адреси стовпців Дш А_{стл}. При проведенні операції запису на вивід 15 (запис – Зчитування Зп - Зч) подається рівень логічної "1", на вхід (вивід 12) –

інформація, що підлягає запису; через 0,1 мкс, після завершення останньої з перерахованих операцій на виводі 16 (вибір мікросхеми ВМ), формується напруга логічного "0". Після цього на ВМ формується напруга логічної "1" і схема готова до подальших операцій. При проведенні операції зчитування на виводі 15 підтримується напруга логічного "0", після формування адресних сигналів на вивід 16 подається напруга логічного "0"; через час вибірки дозволу на виводі 13 (неінвертований вхід) формується сигнал, відповідний інформації, що зберігається в зчитуваній чарунці, а на виводі 14 – інверсний йому. За відсутності рівня логічного "0" на виводах 15 і 16 (Зп – Зч і ВМ) виводи 13 і 14 (виходи) вимкнені і знаходяться в третьому стані, коли вони не заважають формуванню логічних сигналів інших ІМС.

Параметри ІМС:

- час запису (зчитування), нс

$$\text{при } U_{дж} = 5 \text{ В} \quad \leq 1500$$

$$U_{дж} = 10 \text{ В} \quad \leq 650$$

- час вибірки дозволу мікросхеми, нс

$$\text{при } U_{дж} = 5 \text{ В} \quad \leq 1200$$

$$U_{дж} = 10 \text{ В} \quad \leq 450$$

Проведений запис в певний елемент пам'яті може, із-за дефектів ІМС, привести до зміни інформації в інших елементах пам'яті. Саме пошук таких дефектів є основним затрудненням при контролі ЦІМС. Для вирішення необхідних завдань при контролі ЦІМС служить функціональний контроль. Для його проведення складають спеціальні алгоритми контролю. Наприклад, алгоритм "біжучого 0" або "біжучої 1". Всі чарунки ОЗП встановлюють в стан логічної "1", що перевіряють читанням всього масиву пам'яті. Далі в

першу чарунку записують логічний "0" і тут же з гранично допустимою швидкістю прочитують і контролюють вміст всього масиву пам'яті. Якщо в першій чарунці прочитується логічний "0", а в інших – логічна "1", то далі по алгоритму записують в першу чарунку логічну "1", а в другу – логічний "0", і знову прочитують і контролюють вміст всього масиву пам'яті. Ця процедура зберігається до пробігу логічним "0" останньої чарунки. Якщо зчитана інформація завжди відповідає очікуваній, то вважають, що ЦІМС витримала даний алгоритм, дефектних зв'язків в ній не виявлено, необхідні тимчасові параметри проконтрольовані. Контроль по алгоритму "біжучої 1" аналогічний.

Розроблено декілька десятків нових алгоритмів. Це досить складна і важлива робота. Тут необхідно сумістити якість контролю з продуктивністю (часом контролю).