

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З КУРСУ
«КОМП'ЮТЕРНА СХЕМОТЕХНІКА»

Для студентів напряму підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»

Розглянуто на засіданні кафедри
«Комп'ютерна інженерія»
Протокол №1 від 30.08.2010р.

Затверджено на засіданні
навчально-видавничої ради ДонНТУ
Протокол № 2 від 21.03.2011р.

УДК 681.3

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Комп'ютерна схемотехніка» (для студентів напряму підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія») / Уклад. Лапко В.В., Гусєв Б.С. – Донецьк: ДонНТУ, 2010 – 50с.

В методичних вказівках розглядається порядок виконання лабораторних робіт з дослідження принципів функціонування і режимів роботи типових цифрових вузлів комп'ютерів: тригерів, дешифраторів, шифраторів, багатофункціональних регістрів, лічильників.

Укладачі: В.В. Лапко, професор
Б.С. Гусєв, доцент

Рецензент Ю.В.Ладыженский, доцент

Відп. за випуск: В.А. Святний, зав. кафедрою КІ, професор

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

СИНТЕЗ КОМБІНАЦІЙНИХ ЛОГІЧНИХ СХЕМ

Мета роботи: придбання практичних навичок комутації і проведення статичних експериментальних досліджень комбінаційних логічних схем, вивчення призначення, устрою і принципів роботи елементів керування лабораторним стендом УМ11.

Лабораторна робота виконується за допомогою лабораторного стенда УМ11. Загальний опис стенда УМ11 наведено у додатку А.

Під час підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити склад і призначення органів керування стенда, виконати мінімізацію логічної функції у заданому базисі логічних елементів (табл.1.1).

Функція задається за допомогою прізвища, імені та по батькові студента. Приголосні літери інтерпретуються як «1», голосні – «0», символи Й, Ъ, апостроф, пробіл – «*». На вхідних наборах, номер яких перевищує кількість символів у прізвищі, імені та по батькові студента, функція є невизначеною. Логічну схему реалізувати в базисі елементів стенда, використовуючи два критерії оптимальності:

- а) мінімальна кількість логічних елементів (ЛЕ);
- б) мінімальна кількість інтегральних схем (ІС), що входять до складу стенда.

Під час виконання лабораторної роботи необхідно за допомогою елементів індикації стенда зареєструвати реакцію логічної схеми на різні комбінації вхідних сигналів, що були задані за допомогою тумблерного регістру стенда.

Лабораторна робота розрахована на дві академічні години.

Таблиця 1.1 Варіанти індивідуальних завдань для реалізації логічної функції

Номер бригади	Базис для реалізації логічної функції
1	К155ЛА3, К155ЛА4, К155ЛР1
2	К155ЛА3, К155ЛА1, К155ЛР3
3	К155ЛА3, К155ЛА4, К155ЛР3
4	К155ЛА3, К155ЛА1, К155ЛР1
5	К155ЛА3, К155ЛА4, К155ЛА2, К155ЛР1
6	К155ЛА3, К155ЛА1, К155ЛА4, К155ЛР1

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Згідно з заданим варіантом виконати комутацію схеми з мінімальною кількістю ЛЕ. Зареєструвати реакцію логічної схеми на різні комбінації вхідних сигналів, що задані за допомогою тумблерного регістру стенда.

2. Згідно з заданим варіантом виконати комутацію схеми з мінімальною кількістю ІС, які використовуються в стенді УМ11. Зареєструвати реакцію логічної схеми на різні комбінації вхідних сигналів, що задані за допомогою тумблерного регістру стенда.

3. Виконати комутацію схеми в заданому базисі (табл.1.1). Зареєструвати реакцію логічної схеми на різні комбінації вхідних сигналів, що задаються за допомогою схеми, яку наведено на рис.1.1.

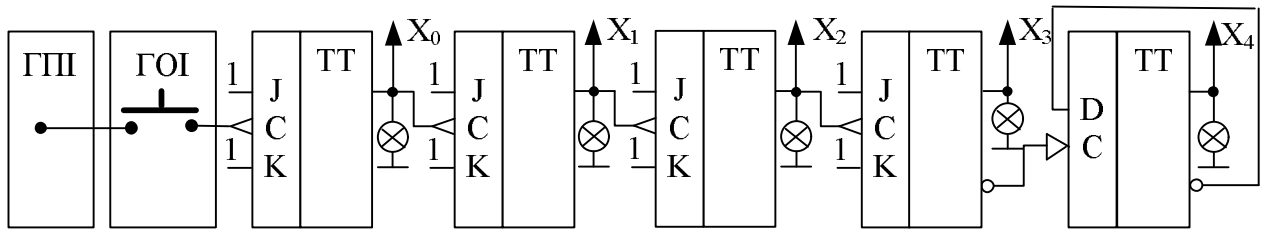


Рисунок 1.1 - Формувач вхідних сигналів

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мінімізація заданої логічної функції за допомогою карт Карно.
2. Реалізація логічної функції з мінімальною кількістю логічних елементів.
3. Реалізація логічної функції з мінімальною кількістю ІС.
4. Реалізація логічної функції в заданому базисі.
5. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів.
6. Результати експериментів.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть органи керування стенда.
2. Мінімізувати логічну функцію чотирьох змінних.
3. У чому особливості мінімізації недовизначених функцій?
4. Перетворити логічну функцію в базис І-НІ.
5. Перетворити логічну функцію в базис АБО-НІ.
6. Мінімізувати логічну функцію п'яти змінних.
7. Перетворити логічну функцію в базис І-АБО-НІ.
8. Мінімізувати логічну функцію шести змінних.
9. У чому особливості мінімізації системи логічних функцій.
10. Перетворити логічну функцію в базис 2І-НІ.
11. Перетворити логічну функцію в базис 2АБО-НІ.
12. Перетворити логічну функцію в базис 2І-2І-АБО-НІ.
13. Перетворити логічну функцію в базис 2І-2І-2І-3І-АБО-НІ.
14. Перетворити логічну функцію в базис К155ЛА3.
15. Перетворити логічну функцію в базис К155ЛР1.
16. Перетворити логічну функцію в базис К155ЛА4.
17. Навіщо використовується схема, що наведена на рис.1.1?
18. Яку часову діаграму виробляє формував вхідних сигналів?
19. Перетворити логічну функцію в базис 3АБО-НІ.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ВИВЧЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи: вивчення устрою і придбання практичних навичок роботи з електронно-променевим осцилографом С1-73.

Дослідження режимів роботи осцилографа виконується за допомогою лабораторного стенда УМ11. Опис устрою і режимів роботи осцилографа С1-73 наведено в додатку Б.

Під час підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити устрій стенда УМ11, принцип функціонування і порядок роботи з осцилографом С1-73.

Під час виконання лабораторної роботи необхідно зареєструвати часові діаграми імпульсів, дотримуючи при цьому строгої відповідності часових інтервалів. Зафіксувати в звітах положення органів керування осцилографом для кожного експерименту.

Лабораторна робота розрахована на чотири академічні години.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Включити осцилограф і добитися появи розгортки на екрані.
2. Підключити осцилограф до генератора імпульсів (ГПІ), що розташований в лівій верхній частині лабораторного стенда УМ11.
3. Вимірити тривалість імпульсу, тривалість паузи між імпульсами, амплітуду сигналу, тривалість переднього і заднього фронтів імпульсів. Розрахувати частоту імпульсів ГПІ.
4. Вимірити характеристики сигналів $С1_1$, $С1_2$ і розрахувати частоту сигналів $С1_1$ і $С1_2$.
5. Виконати дослідження одного імпульсу ГПІ в трьох режимах роботи осцилографа: автоколивальний режим, чекальний режим із запуском розгортки від досліджуваного сигналу, чекальний режим із запуском розгортки від зовнішнього сигналу $С1_1$ чи $С1_2$.
6. У чекальному режимі із зовнішнім запуском сигналом $С1_1$ виконати осцилографування сигналів $С1_1$ і $С1_2$. Визначити часовий зсув між сигналами $С1_1$ і $С1_2$.
7. Визначити час затримки сигналу лінією затримки (ЛЗ) стенда УМ11 (рис.2.1). Змінюючи величину затримки ЛЗ за допомогою перемикача, спостерігати за змінами часових діаграм на екрані осцилографа.

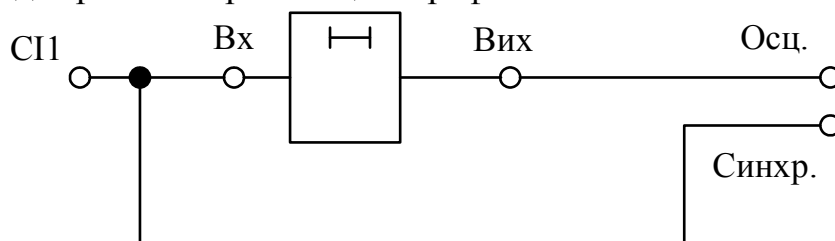


Рисунок 2.1 - Схема виміру часу затримки ЛЗ стенда УМ11

8. Повторити п.7, установивши чекальний режим із запуском розгортки досліджуваним сигналом.

9. У чекальному режимі із зовнішньою синхронізацією визначити час затримки t_{Σ} схеми, що створена за допомогою ланцюжка логічних елементів (рис.2.2). Розрахувати середній час затримки одного елемента:

$$t_{\Delta} = t_{\Sigma} / n ,$$

де t_{Σ} - сумарний час перемикання n елементів;
 n - кількість логічних елементів схеми.

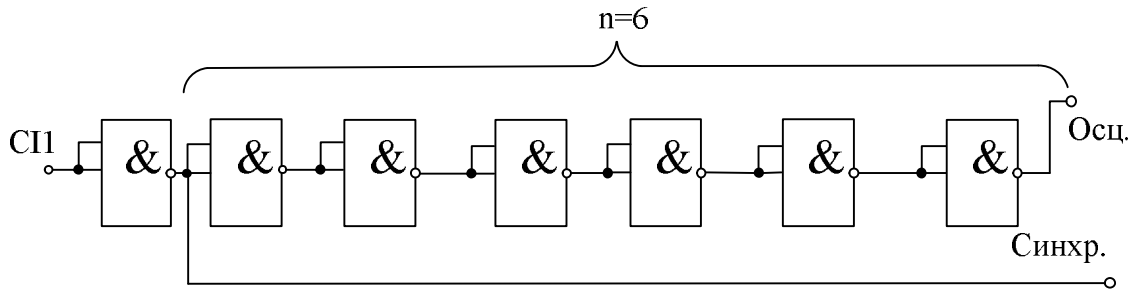


Рисунок 2.2 - Схема виміру середнього часу затримки ЛЕ

10. Визначити характеристики сигналів і параметри імпульсів «кільцевої» схеми (рис.2.3). Використовуючи автоколивальний режим роботи осцилографа, розрахувати частоту сигналу і середній час затримки логічного елемента:

$$t_{\Delta} = T / 2n ,$$

де T – період сигналу;
 n - кількість логічних елементів схеми.

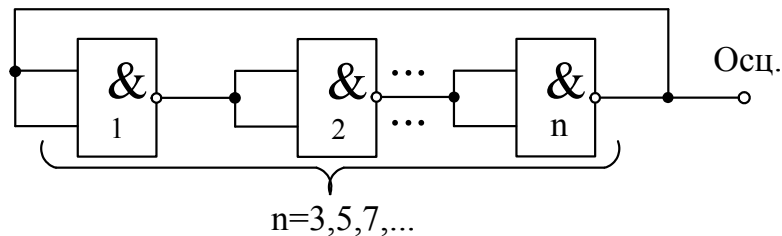


Рисунок 2.3 - Схема виміру затримки ЛЕ в режимі кільцевого генератора імпульсів

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Розрахункові часові діаграми сигналів.
2. Комутаційні схеми експериментів.
3. Результати експериментів і осцилографування сигналів з указівкою положення органів керування осцилографом.
4. Розрахунок параметрів логічних елементів.
5. Аналіз експериментальних осцилограм з поясненням різниці у теоретичних і експериментальних даних.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Перелічити основні вузли осцилографа і пояснити їх призначення.
2. Перелічити органи керування осцилографа і пояснити їх призначення.
3. Назвіть режими роботи осцилографа.
4. Опишіть методику вимірювання амплітуди напруги.
5. Опишіть методику вимірювання тривалості часових інтервалів.
6. Приведіть осцилограму імпульсної послідовності при співвідношенні її періоду і періоду розгортки 2:5.
7. Поясніть, чому не можна вимірювати зсув в часі між сигналами в чекальному режимі із запуском розгортки досліджуваним сигналом (внутрішня синхронізація).
8. Поясніть розходження між результатами експериментів 7 і 8.
9. У якому положенні повинні бути органи керування осцилографа для виміру постійної напруги?
10. Як вимірити час перемикання логічного елемента з 0 в 1 (з 1 в 0)?
11. Як правильно вибрати сигнал зовнішньої синхронізації осцилографа?
12. Пояснити, як вибирається період сигналів зовнішньої синхронізації осцилографа.
13. Пояснити, як потрібно вибрати тривалість розгортки осцилографа при внутрішній синхронізації.
14. Пояснити, як потрібно вибрати тривалість розгортки осцилографа у автоколивальному режимі.
15. Як експериментальним шляхом переконатися, що осцилограф настроєно на чекальний режим із зовнішньою синхронізацією?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННИХ ОДНОТАКТНИХ ТРИГЕРНИХ СХЕМ

Мета роботи: вивчення принципів побудови асинхронних тригерних схем, дослідження функціонування тригерів в статичному і динамічному режимах, визначення динамічних параметрів тригерних схем.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити принципи побудови і функціонування асинхронних тригерних схем (ТС), скласти функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда УМ-11 і монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів, виконати розрахунок швидкодії тригерних схем.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати дослідження статичного режиму асинхронного $\overline{R}\overline{S}$ - тригера з інверсним керуванням. Схема тригера приведена на рис.3.1,а, а його умовне графічне позначення (УГП) – на рис.3.1,б. Побудувати таблицю переходів тригера, задаючи вхідні сигнали з тумблерного реєстру стенда.

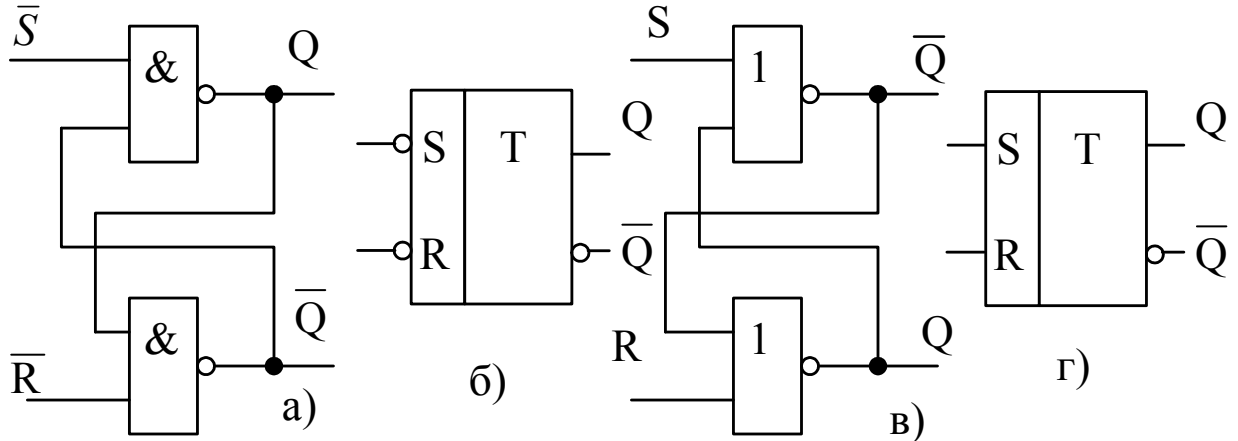


Рисунок 3.1 - Функціональні схеми та УГП RS-тригерів з інверсним (а,б) і прямим керуванням (в,г) з захопленням завад

2. Виконати дослідження динамічного режиму роботи тригера. Використовуючи схему, що наведена на рис.3.2, зареєструвати часові діаграми сигналів $\overline{R}, \overline{S}, Q, \overline{Q}$.

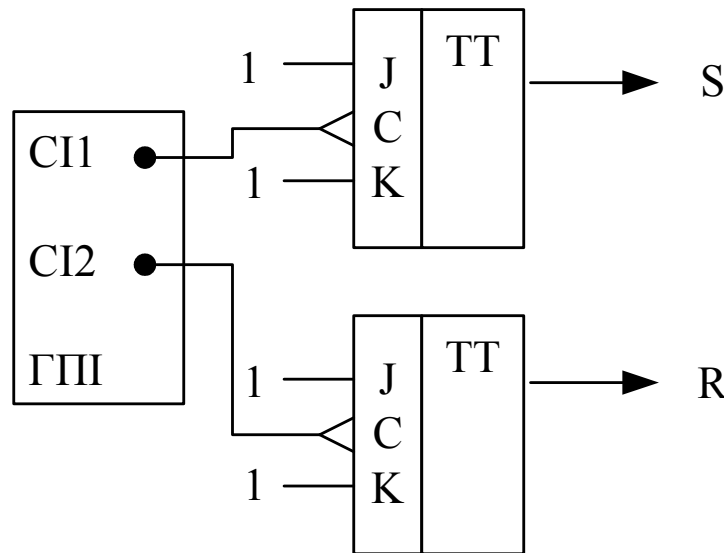


Рисунок 3.2 - Схема формувача вхідних сигналів RS-тригерів в динамічному режимі

3. Вимірити час перемикання тригера. При цьому перемикач тривалості розгортки осцилографа встановити в положення "0.1мкс (0.05мкс)", а в якості зовнішньої синхронізації використовувати сигнал, що викликає перемикання ТС. Необхідно вимірити час перемикання тригера, використовуючи виходи Q і \overline{Q} , і в якості часу затримки тригера вибрати максимальне з отриманих значень.

4. Виконати дослідження функціонування тригера при переході вхідних сигналів тригера з забороненого стану в типовий режим збереження інформації. Для цього об'єднати входи тригера (\bar{R}, \bar{S}) і підключити на об'єднаний вхід сигнал з ГПІ. Зареєструвати осцилограми сигналів $\bar{R}(\bar{S}), Q, \bar{Q}$.

5. Виконати дослідження статичного режиму роботи асинхронного RS-тригера (рис.3.1,в) з прямим керуванням (RS-тригер). У зв'язку з відсутністю на стенді УМ11 елементів АБО-НІ необхідно виконати реалізацію RS-тригера на елементах І-АБО-НІ. Дослідження таблиці переходів RS-тригера виконувати аналогічно п.1.

6. Дослідити динамічний режим RS-тригера з прямим керуванням (аналогічно п.п.2,3).

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.
3. Таблиці переходів досліджуваних тригерів.
4. Осцилограми і результати вимірювання часу перемикання тригерів.
5. Аналіз часових діаграм і розрахунків часу перемикання тригерів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Чим відрізняються схеми RS-тригерів з прямим та інверсним керуванням.
2. Як розрахувати час перемикання тригеру?
3. Поясніть функціонування асинхронного RS-, $\bar{R}\bar{S}$ -тригерів при переході вхідних сигналів з забороненої комбінації в комбінацію збереження інформації.
4. Як правильно зміряти час перемикання тригера?
5. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів тригерів побудувати часові діаграми сигналів на прямому і інверсному виходах ТС без врахування затримок логічних елементів.
6. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів RS-тригера побудувати часові діаграми сигналів на прямому і інверсному виходах ТС з врахуванням затримок ЛЕ.
7. Визначити функції збудження RS-тригерів з прямим і інверсним керуванням.
8. Визначити реакцію RS- і $\bar{R}\bar{S}$ - тригерів (рис.3.1) на заборонену комбінацію вхідних сигналів.
9. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф при перемиканні тригера з 0 в 1?
10. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф при перемиканні тригера з 1 в 0?
11. Як визначаються функції збудження RS-тригерів для реалізації заданих переходів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННИХ RS-ТРИГЕРІВ З КОМБІНОВАНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчення методики синтезу асинхронних RS-тригерів з комбінованим керуванням, дослідження функціонування асинхронних RS-тригерів з комбінованим керуванням в статичному і динамічному режимах, визначення динамічних параметрів ТС з комбінованим керуванням.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу асинхронних RS-тригерів з комбінованим керуванням, скласти функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда УМ-11 і монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів.

Для виконання лабораторної роботи необхідно згідно з заданим варіантом (табл.4.1) виконати синтез ТС з комбінованим керуванням на базі RS-тригера і \overline{RS} -тригера, виконавши перетворення отриманих схем в базис елементів стенда. В табл.4.1 знаком інверсії відзначені інверсні входи тригера, а знаком «&» – кон'юнктивні групи входів.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Згідно з заданим варіантом (табл.4.1) виконати дослідження статичного режиму асинхронного RS-тригера з комбінованим керуванням на базі RS-тригера. Побудувати таблицю переходів тригера, задаючи вхідні сигнали з тумблерного регістру стенда.

2. Виконати дослідження динамічного режиму роботи тригера. Використовуючи схему, наведену на рис.4.1, зареєструвати часові діаграми вхідних сигналів, Q , \overline{Q} і вимірити час перемикання тригера.

3. Виконати дослідження статичного режиму асинхронного RS-тригера з комбінованим керуванням на базі \overline{RS} -тригера аналогічно п.1.

4. Виконати дослідження динамічного режиму роботи асинхронного RS-тригера з комбінованим керуванням на базі \overline{RS} -тригера аналогічно п.2.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез асинхронного RS-тригера з комбінованим керуванням на базі RS- і \overline{RS} - тригерів згідно з заданим варіантом.

2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.

3. Таблиці переходів RS-тригера з комбінованим керуванням.

4. Осцилограми і результати вимірювання часу перемикання тригерів.

5. Розрахунок часу перемикання тригерів.

Таблиця 4.1 Варіанти індивідуальних завдань для синтезу RS-тригерів

R – входи	S – входи							
	S1 S2	& S1 S2	S1 $\overline{S2}$	& S1 $\overline{S2}$	$\overline{S1}$ S2	& $\overline{S1}$ S2	$\overline{S1}$ $\overline{S2}$	& $\overline{S1}$ $\overline{S2}$
R1 R2 R3	1	101	108	114	119	123	126	128
& R1 R2 R3	9	2	102	109	115	120	124	127
R1 $\overline{R2}$ R3	17	10	3	103	110	116	121	125
& R1 $\overline{R2}$ R3	25	18	11	4	104	111	117	122
$\overline{R1}$ R2 R3	33	26	19	12	5	105	112	118
& $\overline{R1}$ R2 R3	41	34	27	20	13	6	106	113
$\overline{R1}$ $\overline{R2}$ R3	49	42	35	28	21	14	7	107
& $\overline{R1}$ $\overline{R2}$ R3	57	50	43	36	29	22	15	8
R1 R2 $\overline{R3}$	65	58	51	44	37	30	23	16
& R1 R2 $\overline{R3}$	73	66	59	52	45	38	31	24
R1 $\overline{R2}$ $\overline{R3}$	80	74	67	60	53	46	39	32
& R1 $\overline{R2}$ $\overline{R3}$	86	81	75	68	61	54	47	40
$\overline{R1}$ R2 $\overline{R3}$	91	87	82	76	69	62	55	48
& $\overline{R1}$ R2 $\overline{R3}$	95	92	88	83	77	70	63	56
$\overline{R1}$ $\overline{R2}$ $\overline{R3}$	98	96	93	89	84	78	71	64
& $\overline{R1}$ $\overline{R2}$ $\overline{R3}$	100	99	97	94	90	85	79	72

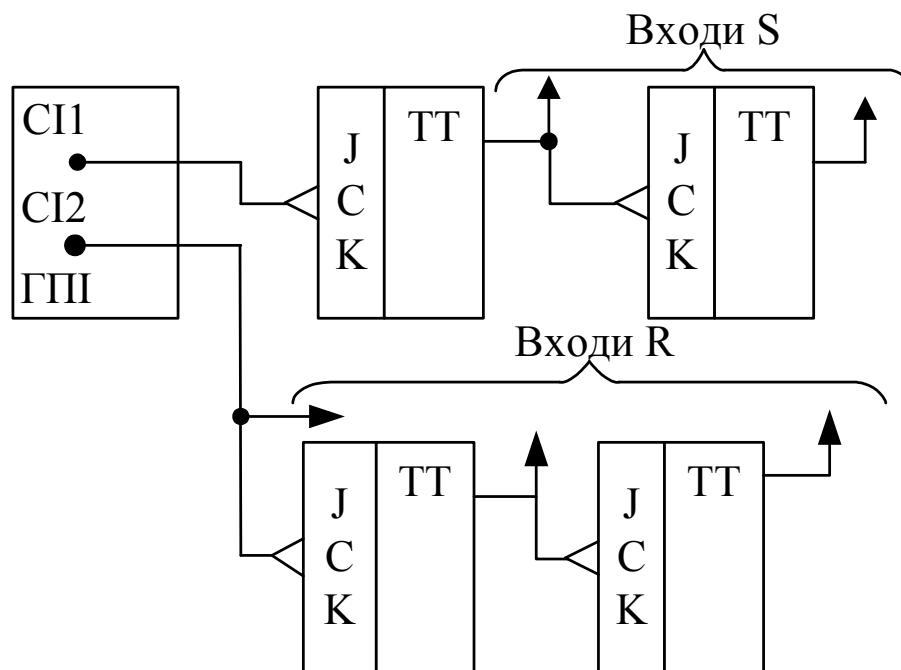


Рисунок 4.1 - Схема формувача входних сигналів для дослідження тригерних схем в динамічному режимі

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Методика синтезу асинхронного RS-тригера з комбінованим керуванням.
2. Як розрахувати час перемикання тригера?
3. Поясніть функціонування RS-тригера з комбінованим керуванням при переході вхідних сигналів з забороненої комбінації в комбінацію збереження інформації.
4. Як правильно виміряти час перемикання тригера?
5. Як визначаються функції збудження RS-тригерів з комбінованим керуванням?
6. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф при перемиканні тригера з 0 в 1?
7. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф при перемиканні тригера з 1 в 0?
8. Побудувати таблицю переходів і визначити УГП тригерів, схеми яких наведені на рис.4.2.
9. Побудувати часові діаграми ГОІ (рис.ДА.4).

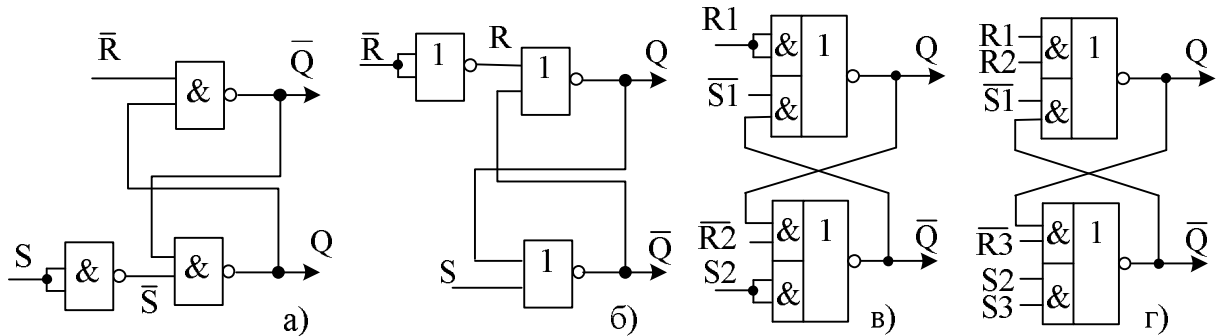


Рисунок 4.2 - Варіанти схем RS-тригерів з комбінованим керуванням в базисах І-НІ, АБО-НІ, І-АБО-НІ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОННИХ ОДНОТАКТНИХ ТРИГЕРНИХ СХЕМ

Мета роботи: вивчення принципів побудови синхронних однотоктних тригерних схем, дослідження функціонування тригерів в статичному і динамічному режимах, визначення динамічних параметрів синхронних тригерів.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити принципи побудови і функціонування синхронних тригерних схем (синхронних тригерів з керуванням по імпульсу), скласти монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів, виконати теоретичний розрахунок швидкодії тригерних схем.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати дослідження таблиці переходів синхронного RES- тригера (рис.5.1,а). Вхідні сигнали формувати за допомогою тумблерного реєстру стенда.

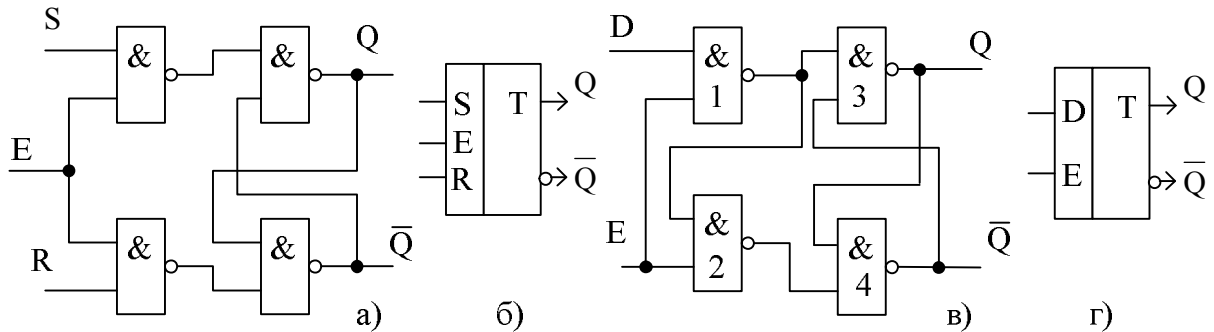


Рисунок 5.1 - Схеми та УГП синхронних одноктактих RES-тригера (а,б) і DE-тригера (в,г)

2. Дослідити динамічний режим RES-тригера. Використовуючи схему, наведену на рис.5.2, зареєструвати часові діаграми сигналів E, R, S, Q, \bar{Q} і вимірити час перемикання тригера.

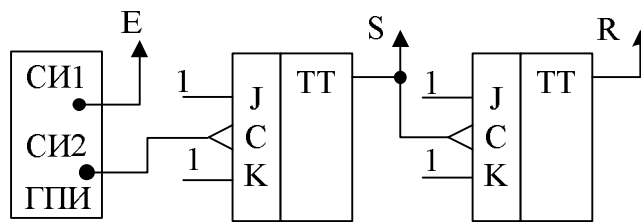


Рисунок 5.2 - Схема формування вхідних сигналів для RES-тригера

3. Виконати дослідження статичного режиму DE-тригера (рис.5.1,в). Дослід виконати аналогічно п.1.

4. В динамічному режимі за допомогою формувача вхідних сигналів одержати часову діаграму на входах D і E, наведену на рис.5.3,а. Зареєструвати часові діаграми на входах D, E і на виходах всіх елементів тригера. Вимірити час перемикання тригера. Задати на входах тригера часову діаграму, наведену на рис.5.3,б, і повторити експеримент.

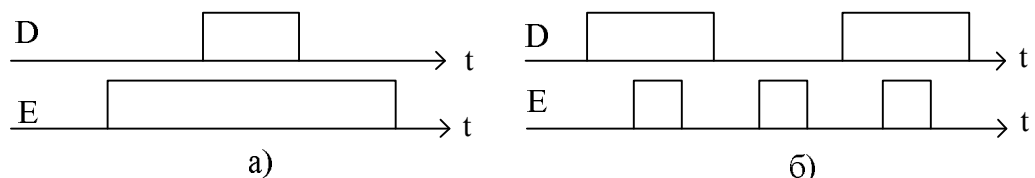


Рисунок 5.3 - Часова діаграма вхідних сигналів DE-тригера

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.
3. Таблиці переходів досліджуваних тригерів.
4. Розрахунок часу перемикання тригерів.
5. Осцилограми і результати вимірювання часу перемикання тригера.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Приведіть схему RES-тригера.
2. Як розрахувати час перемикання тригера?
3. Приведіть схему DE-тригера.
4. Як розрахувати час перемикання DE-тригера?
5. Поясніть поняття «прозорість» тригеру.
6. Як правильно вимірити час перемикання тригера?
7. Визначити тип тригера, якщо в схемах на рис.5.1,а і 5.1,б елементи І-НІ замінити елементами АБО-НІ.
8. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів RES-тригера побудувати часові діаграми сигналів на прямому і інверсному виходах ТС без врахування затримок ЛЕ.
9. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів DE-тригера побудувати часові діаграми сигналів на прямому виході ТС без врахування затримок ЛЕ.
10. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів DE-тригера побудувати часові діаграми ТС з урахуванням затримок ЛЕ.
11. В чому різниця між принципами роботи асинхронних і синхронних однотактних тригерів?
12. Визначити функцій збудження RES- і DE-тригерів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОТАКТНОГО D-ТРИГЕРА і D-ТРИГЕРА З ДИНАМІЧНИМ КЕРУВАННЯМ

Мета роботи: вивчення принципів побудови DC-тригера з динамічним керуванням, дослідження функціонування тригерів в статичному і динамічному режимах, придбання практичних навичок дослідження тригерних схем із спрацьовуванням по фронту.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити принципи функціонування тригерів з динамічним керуванням, скласти функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда УМ-11 і монтажно-

комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів, виконати розрахунок швидкодії тригерних схем.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати дослідження таблиці переходів двотактного ДС-тригера (рис.6.1) на типових режимах. Сигнали на D-вхід тригера подаються з тумблерного реєстру, а на C-вхід – з генератора одиночних імпульсів (рис.6.2). В процесі виконання досліду побудувати таблицю переходів ДС-тригера.

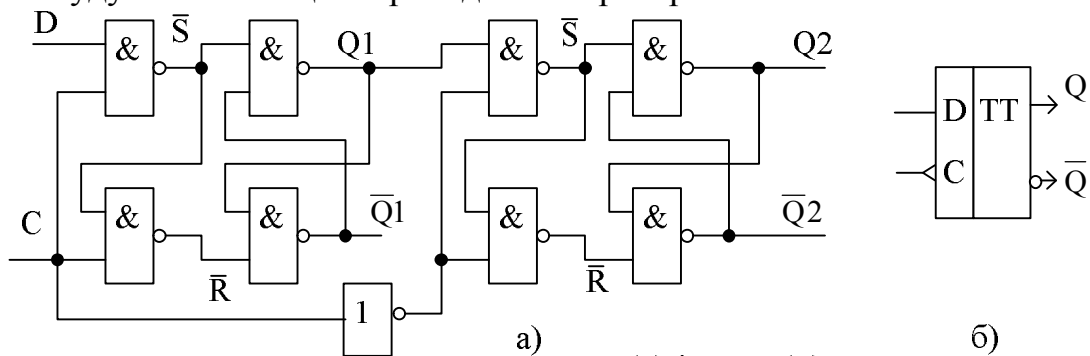


Рисунок 6.1- Функціональна схема (а) і УГП (б) двохтактного ДС-тригера з керуванням за заднім фронтом синхросигнала

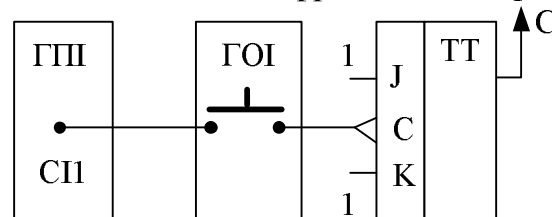


Рисунок 6.2 - Схема формування сигналу С при дослідженні ДС-тригерів в типових режимах перемикання

2. Дослідити динамічний режим роботи двотактного ДС-тригера з керуванням за заднім фронтом синхросигналу. В процесі виконання зареєструвати часові діаграми на входах D, C, на виходах першого і другого ступенів тригера. Вимірити час перемикання тригера відносно фронту сигналу C.

3. Виконати дослідження функціонування ДС-тригера з динамічним керуванням (рис.6.3) в статичному режимі аналогічно п.1.

4. Дослідити функціонування ДС-тригера в динамічному режимі. Зареєструвати часові діаграми на виводах D, C, Q тригера. Вимірити час перемикання тригера.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.
3. Розрахунок затримки перемикання тригерів.
4. Осцилограми і результати вимірювання часу перемикання тригера.

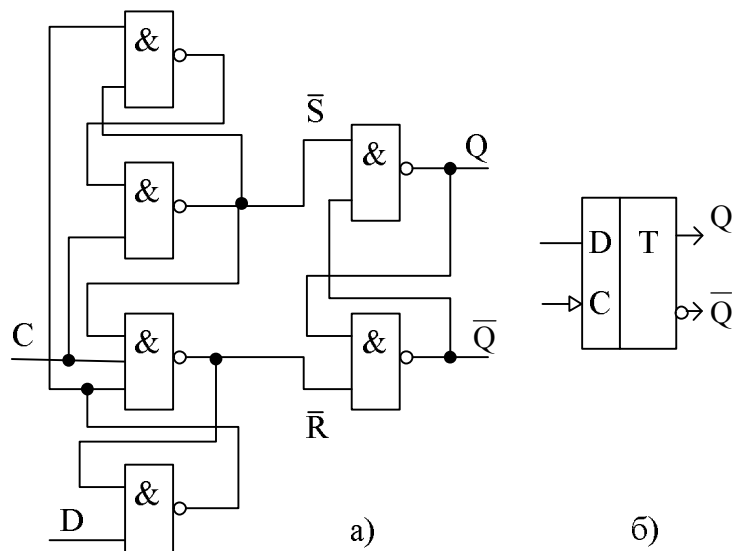


Рисунок 6.3 - Функціональна схема (а) і УГП (б) DC-тригера з керуванням за передім фронтом синхросигнала

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поясніть принцип роботи двотактних тригерів.
2. Які елементи DC-тригерів визначають час затримки відносно фронту синхросигнала?
3. Які елементи DC-тригерів визначають час підготовки тригера?
4. Що таке час підготовки тригера?
5. Для заданої часової діаграми вхідних сигналів D-тригера побудувати часові діаграми сигналів на виходах першого і другого ступенів без врахування затримок ЛЕ.
6. Що розуміється під терміном «непрозорість» тригера.
7. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання часу затримки перемикання тригера?
8. Як визначити максимальну частоту синхроімпульсів тригера f_{\max} ?
9. Як вимірити час перемикання першого ступеня тригера?
10. В яких режимах відбувається захват завад в DC-тригерах з спрацьовуванням по фронту?
11. При яких сигналах на C-вході забезпечується надійне збереження інформації в DC-тригерах?
13. Чому в двотактних DC-тригерах для збереження інформації використовується нульове значення сигналу на вході C?
14. Чому в DC-тригерах із спрацьовуванням по передньому фронту синхросигналу для збереження інформації використовується одиничне значення сигналу на вході C?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОТАКТНОГО JK-ТРИГЕРА

Мета роботи: вивчення принципів побудови двотактного JK-тригера, дослідження функціонування тригерів в статичному і динамічному режимах.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити принципи функціонування двотактних ТС, скласти функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда УМ-11 і монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів.

Для дослідження функціонування тригерів в типових режимах перемикання використовується схема, що наведена на рис.6.2.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Дослідити таблицю переходів JK- тригера (рис.7.1). При проведенні експерименту забезпечити запам'ятовування інформації за рахунок створення послідовності входних сигналів, що приводить до «захоплення сигналу».

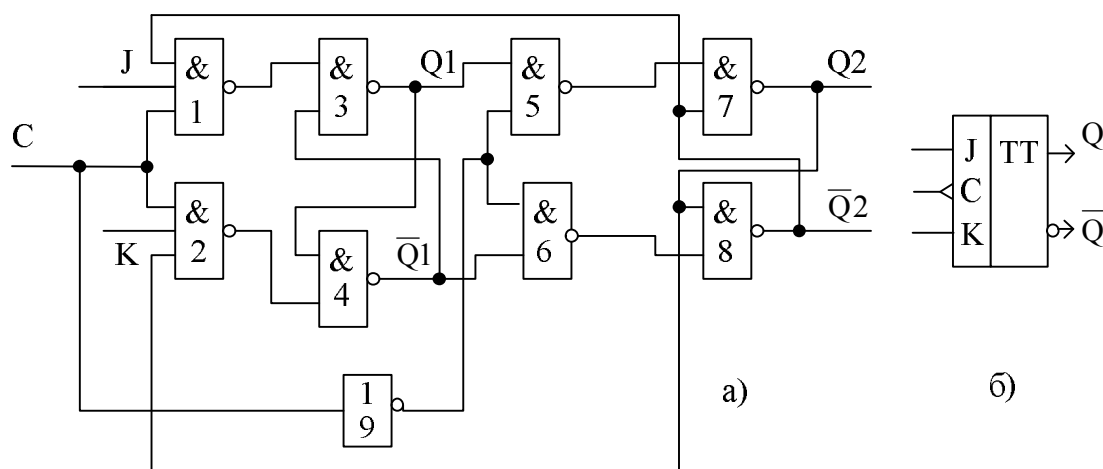


Рисунок 7.1 - Функціональна схема (а) і УГП (б) двохтактного JK-тригера з керуванням за заднім фронтом синхроімпульса

2. В динамічному режимі зареєструвати осцилограми на входах тригера, на виходах першого і другого ступенів. Вимірити час перемикання тригера і час перемикання першого ступеню.

3. Виконати дослідження таблиці переходів JK-тригера з заборонним зв'язком (рис.7.2) аналогічно п.1. При проведенні експерименту перевірити функціонування тригера при наявності послідовності входних сигналів, що приводить до ситуації «проскакування фронту».

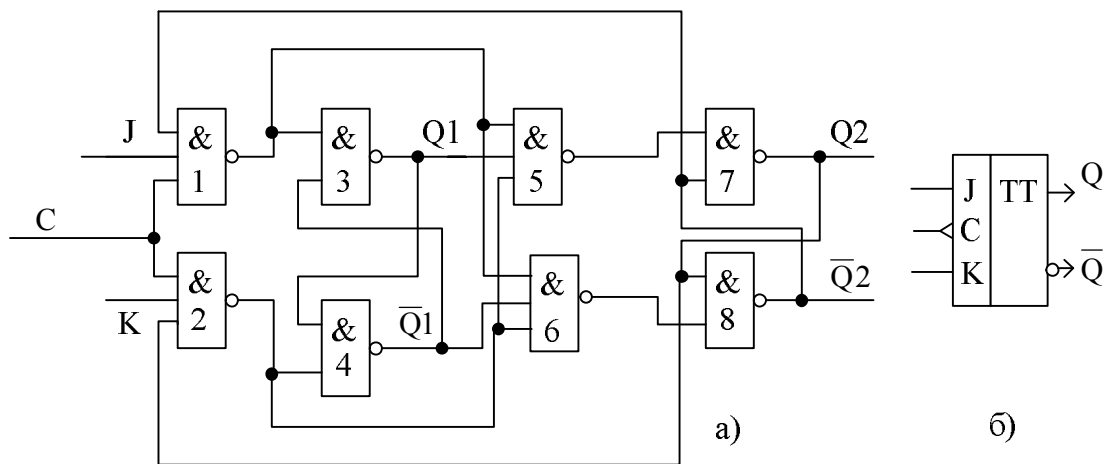


Рисунок 7.2 - Функціональна схема (а) і УГП (б) JK-тригера з заборонним зв'язком із спрацьовуванням за заднім фронтом синхроімпульса

4. В динамічному режимі зареєструвати осцилограми на входах JK-тригера з заборонним зв'язком, на виходах першого і другого ступенів.

5. Виконати дослідження JK-тригера (рис.7.3) в статичному і динамічному режимах. Дослід проводиться аналогічно п.п.3,4.

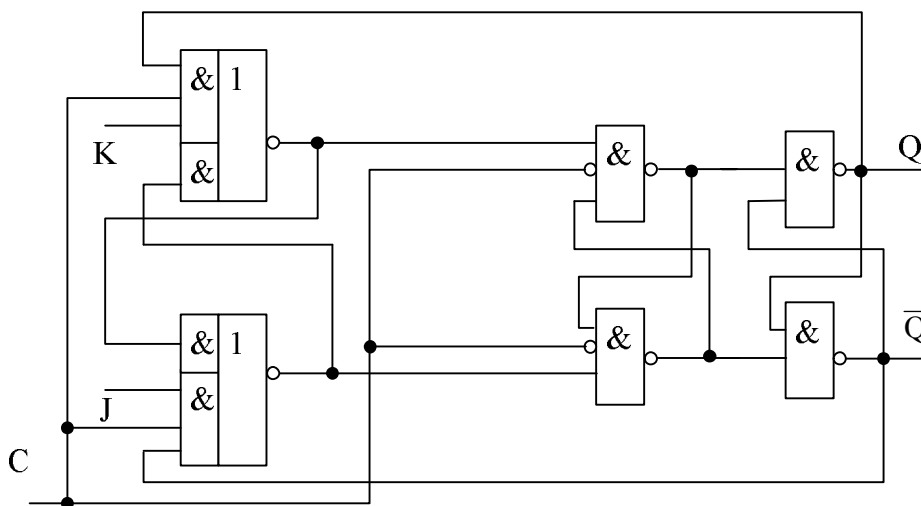


Рисунок 7.3 - Зпрощена функціональна схема JK-тригера К155ТВ1

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Функціональні схеми тригерів в базисі елементів стенда.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.
3. Таблиці переходів тригерів.
4. Розрахунок часу перемикання тригерів і часу підготовки.
5. Осцилограми і результати вимірювання часу перемикання тригера.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Поясніть принцип роботи двотактних тригерів.

2. Як розрахувати час підготовки, затримки і витримки тригерів із спрацьовуванням по фронту синхросигналу?
3. Що таке «захват сигналу»?
4. Поясніть можливість появи «проскакування» в JK- тригері з заборонним зв'язком.
5. Що таке час витримки в непрозорих JK-тригерах?
6. Чому не використовуються JK-тригери із спрацьовуванням по рівню синхросигналу?
7. Що таке час підготовки в непрозорих JK-тригерах?
8. Яка ситуація можлива при спрацьовуванні JK-тригера ІС К155ТВ1: «захват сигналу» або «проскакування сигналу»?
9. Для часової діаграми вхідних сигналів JK-тригера заданого типа побудувати часові діаграми сигналів на виходах першого і другого ступенів без врахування затримок ЛЕ.
10. Визначення функцій збудження JK-тригера.
11. Як вимірити мінімальний час підготовки і затримки в непрозорих JK-тригерах?
12. Побудувати часові діаграми ГПІ (рис.ДА.2).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

ДОСЛІДЖЕННЯ ТС НА БАЗІ ТИПОВИХ ТРИГЕРІВ

Мета роботи: вивчення методів синтезу і побудови тригерних схем на базі типових тригерів, дослідження параметрів отриманих схем.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

В процесі підготовки до лабораторної роботи студент повинен:

- вивчити методику синтезу ТС на базі типових тригерів;
- згідно з заданим варіантом (табл.8.1) на базі непрозорих тригерів (RCS-, DC-, JK- і синхронного T-тригера) синтезувати X_1X_2 -триггер із спрацьовуванням за фронтом синхросигналу (варіанти 1-80 – із спрацьовуванням за переднім фронтом; варіанти 81-160 – із спрацьовуванням за заднім фронтом);
- отримані схеми представити в базисі елементів стенда УМ-11;
- скласти монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.

Для дослідження таблиці переходів використовувати схему, що наведена на рис.6.2.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Згідно з заданим варіантом (табл.8.1) побудувати X_1X_2 -триггер на базі DC-тригера стенда УМ11. Перевірити таблицю переходів X_1X_2 -тригера.

Таблиця 8.1 Варіанти завдань для синтезу X1X2-тригера

X1	X2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	*	\bar{Q}	\bar{Q}	0	Q	1	0
0	1	0	*	1	1	\bar{Q}	0	*	0	0	0	1	1	\bar{Q}	0	*
1	0	1	1	0	*	1	0	0	\bar{Q}	1	1	*	Q	\bar{Q}	Q	Q
1	1	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	1	\bar{Q}

X1	X2	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
0	0	1	0	*	*	*	Q	0	1	1	1	1	1	0	\bar{Q}	\bar{Q}
0	1	Q	0	*	Q	1	*	\bar{Q}	Q	\bar{Q}	0	*	0	1	0	Q
1	0	*	Q	Q	\bar{Q}	0	0	1	0	Q	Q	Q	Q	1	Q	0
1	1	\bar{Q}	1	\bar{Q}	*	\bar{Q}	1	1	*	0	\bar{Q}	0	Q	Q	1	1

X1	X2	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
		111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
0	0	*	*	Q	Q	*	0	1	1	*	0	1	0	0	0	0
0	1	Q	0	0	0	1	0	1	\bar{Q}	*	0	1	1	0	1	*
1	0	\bar{Q}	1	1	1	0	1	Q	0	\bar{Q}	Q	0	1	1	0	Q
1	1	0	1	*	Q	Q	1	0	Q	Q	\bar{Q}	Q	0	*	1	1

X1	X2	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
		126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
0	0	\bar{Q}	Q	1	\bar{Q}	0	1	0	0	0	*	1	1	1	1	*
0	1	1	\bar{Q}	Q	1	0	1	0	*	1	0	0	0	0	1	Q
1	0	Q	1	0	Q	\bar{Q}	0	*	1	Q	Q	Q	1	0	Q	\bar{Q}
1	1	*	0	Q	Q	Q	0	1	1	\bar{Q}	1	*	0	1	\bar{Q}	1

X1	X2	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
		141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155
0	0	0	0	1	Q	1	1	*	*	Q	\bar{Q}	Q	*	0	0	\bar{Q}
0	1	*	1	0	\bar{Q}	Q	Q	Q	1	*	Q	*	Q	*	1	0
1	0	\bar{Q}	Q	Q	0	0	\bar{Q}	1	Q	1	1	\bar{Q}	0	0	Q	1
1	1	Q	0	1	1	0	0	0	0	0	0	Q	\bar{Q}	1	*	1

X1	X2	76	77	78	79	80
		156	157	158	159	160
0	0	Q	1	0	1	0
0	1	\bar{Q}	0	1	Q	1
1	0	Q	Q	\bar{Q}	*	Q
1	1	Q	1	Q	0	1

2. В динамічному режимі зареєструвати осцилограми на виводах X1, X2, C, Q і вимірити час перемикання тригера.

3. Побудувати схему X₁X₂-тригера на базі JK-тригера стенда УМ11. Перевірити таблицю переходів X₁X₂-тригера.

4. Виконати комутацію схеми X_1X_2 -тригера на базі синхронного Т-тригера. Перевірити таблицю переходів X_1X_2 -тригера. В якості базового Т-тригера використовувати JK-тригер стенда УМ11, об'єднавши входи J і K для утворення Т-входу.

5. Виконати комутацію двотактного RCS-тригера або реалізувати RCS-тригер на базі JK-тригера стенда УМ11. Перевірити таблицю переходів цього тригера. Виконати комутацію схеми X_1X_2 -тригера на базі RCS-тригера. Перевірити таблицю переходів X_1X_2 -тригера.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез заданого X_1X_2 -тригера на базі заданих типових тригерів.
2. Функціональні і монтажно-комутаційні схеми досліджуваних тригерів в базисі елементів стенда УМ11.
3. Розрахунок часу перемикання досліджуваних тригерів.
4. Осцилограми і таблиці результатів вимірів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Методика синтезу тригерних схем на базі типових тригерів.
2. Як вимірити час перемикання тригера?
3. Як визначається мінімальний період синхросигналів непрозорого X_1X_2 -тригера?
4. Як розрахувати час затримки перемикання тригера?
5. Виконати синтез асинхронного Т-тригера на базі непрозорого D-тригера.
6. Виконати синтез непрозорого JK-тригера на базі непрозорого RCS-тригера.
7. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання часу перемикання тригерів?
8. Визначення функцій збудження синхронного Т-тригера.
9. Виконайте синтез непрозорого JK-тригера на базі синхронного Т-тригера.
10. Як визначається час підготовки непрозорого X_1X_2 -тригера на базі типових тригерів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕГІСТРІВ

Мета роботи: вивчення методики синтезу багатофункціональних регістрів і дослідження їх функціонування в різних режимах, придбання практичних навичок у дослідженні схем регістрів.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

В процесі підготовки до лабораторної роботи студент повинен згідно індивідуальному завданню (табл.9.1) синтезувати багатофункціональний регістр,

згідно з умовними графічними позначеннями регістру (рис.9.1,б), скласти монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів. Структурну схему регістру прийняти згідно з рис.9.1,а.

Таблиця 9.1 Варіанти індивідуальних завдань

Логічна операція	Тип тригера	Вид зсуву						
		L1.0	L1.1	L1C	1.R1	0.R1	R1C	AR1
Q ^t +D	D	1	22	60	95	126	138	146
	JK	40	2	23	61	96	127	139
	TC	75	41	3	24	62	97	128
Q ^t &D	D	107	76	42	4	25	63	98
	JK	129	108	77	43	5	26	64
	TC	140	130	109	78	44	6	27
$\overline{\overline{Q^t + D}}$	D	147	141	131	110	79	45	7
	JK	8	28	65	99	111	80	46
	TC	47	9	29	66	100	112	81
$\overline{Q^t + \overline{D}}$	D	82	48	10	30	67	101	113
	JK	114	83	49	11	31	68	102
	TC	132	115	84	50	12	32	69
$\overline{Q^t \& \overline{D}}$	D	142	133	116	85	51	13	33
	JK	89	143	134	117	86	52	14
	TC	15	34	70	103	118	87	53
$\overline{Q^t} \& \overline{D}$	D	54	16	35	71	104	119	88
	JK	90	55	17	36	72	105	120
	TC	122	91	56	18	37	73	106
$\overline{\overline{Q^t} \& D}$	D	135	123	92	57	19	38	74
	JK	144	136	124	93	58	20	39
	TC	121	145	137	125	94	59	21

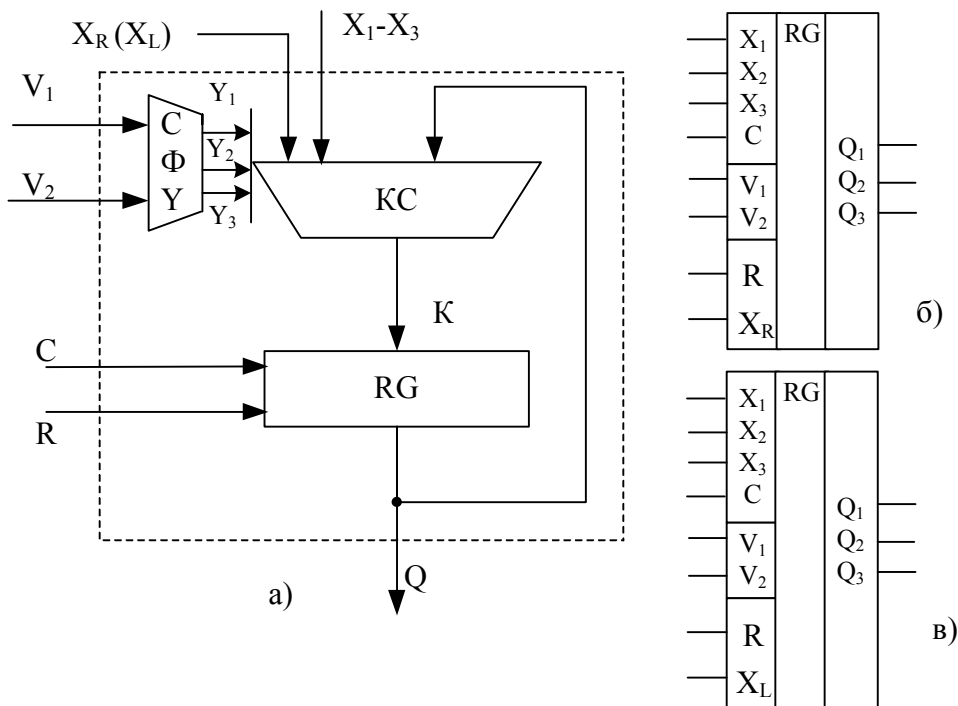


Рисунок 9.1 - Узагальнена структурна схема (а) і УГП багатofункціонального регістра із зсувом інформації праворуч (б) і ліворуч (в)

Згідно із структурною схемою (рис.9.1,а) регістр складається з сукупності базових тригерів БТ, комбінаційного комутатора сигналів (КС) для формування функцій збудження (ФЗ) базових тригерів, схеми керування СФУ, що формує сигнали Y_1, Y_2, Y_3 для керування роботою КС. Зворотний зв'язок забезпечує реалізацію логічної операції над вмістом Q регістру і зовнішнім операндом X. Входи $X_R (X_L)$ використовуються для запису інформації в розряди, що звільнилися при зсуві праворуч (ліворуч).

В табл.9.1 використовуються наступні позначення: L1.0(L1.1) – зсув ліворуч на один біт з заповненням розряду, що звільнився, нулем (одиницею); 0.R1(1.R1) – зсув праворуч на один біт з заповненням розряду, що звільнився, нулем (одиницею); L1C (R1C) – циклічний зсув ліворуч (праворуч) на один біт; AR1 – арифметичний зсув праворуч на один біт (старший біт регістру є знаковим).

Багатофункціональний регістр виконує наступні мікрооперації (МО):

- а) скид: $Q^{t+1} := 0$;
- б) паралельне завантаження операнда X: $Q^{t+1} := X$;
- в) зсув (згідно варіанту): $Q^{t+1} := L1(Q^t)$ або $Q^{t+1} := R1(Q^t)$;
- г) логічна операція Z: $Q^{t+1} := (Q^t) Z (X)$.

Мікрооперації в регістрі виконуються в залежності від комбінації вхідних сигналів R, V_1, V_2 (табл.9.2). Передбачається, що мікрооперація «скид» виконується асинхронно при появі активного сигналу на вході R. Інші мікрооперації виконуються в момент появи активного фронту сигналу на вході C. При неактивному значенні сигналів на входах C і R здійснюється збереження вмісту регістру.

Таблиця 9.2 Призначення керуючих входів регістра

R	V1	V2	Мікрооперація
1	*	*	Скид
0	0	*	Завантаження
0	1	0	Зсув (відповідно з табл.9.1)
0	1	1	Логічна операція

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Згідно з заданим варіантом (табл.9.1) синтезувати регістр і виконати комутацію схеми регістру. Дослідити функціонування регістра в різних режимах роботи. В якості базових тригерів необхідно використовувати тригери стенда. При проведенні експерименту вхідні сигнали R, $V_1, V_2, X_1-X_3, X_R(X_L)$ задаються з тумблерного регістру, а на вхід C – з генератора одиночних імпульсів (рис.6.2).

2. Виконати дослідження регістру в динамічному режимі. Для завдання сигналів V_1, V_2, C використовувати формувач, схема якого наведена на рис.9.2. Сигнали R, $X_1-X_3, X_R (X_L)$ задавати за допомогою тумблерного регістру. Вимірити час перемикання регістру при виконанні різних мікрооперацій.

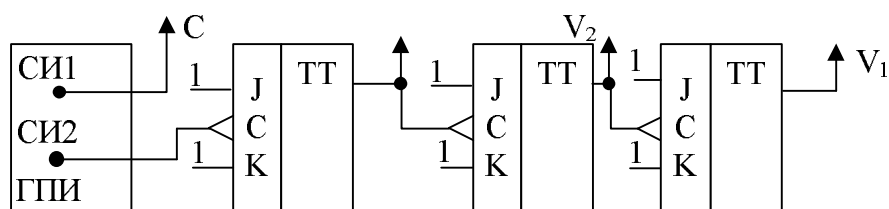


Рисунок 9.2 - Схема формування синхсигнала С і керуючих сигналів V_1, V_2

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Структурна схема регістру і опис мікрооперацій.
2. Синтез функцій збудження регістру в заданому базисі.
3. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів.
4. Функціональна схема регістру в базисі елементів стенда УМ11.
5. Теоретичний розрахунок часу виконання всіх мікрооперацій в регістрі.
6. Осцилограми роботи регістру і результати вимірів перехідних процесів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які функції виконує регістр?
2. Які етапи включає синтез багатофункціонального регістру.
3. Використання асинхронних входів тригерів для реалізації мікрооперацій.
4. Яке призначення системи синхронізації багатофункціональних регістрів?
5. Різновиди регістрів і їх структурних організацій.
6. Побудувати часові діаграми заданого регістру.
7. Як розраховуються тривалості імпульсу і паузи сигналів C, V_1 і V_2 ?
8. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання часу перемикання регістру при виконанні мікрооперації зсуву?
9. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання часу перемикання регістру при виконанні мікрооперації паралельного завантаження?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ АСИНХРОННИХ ДВІЙКОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Мета роботи: вивчення способів організації асинхронних двійкових лічильників, дослідження параметрів асинхронних лічильників з різними типами перенесень між розрядами, вивчення методики синтезу лічильників, придбання практичних навичок дослідження схем асинхронних лічильників.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу і принципи роботи асинхронних лічильників, вивчити способи організації перенесень між розрядами, формування функцій тригерів лічильника, скласти монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.

Під час виконання лабораторної роботи при дослідженні статичних режимів функціонування лічильника сигнал X_0 необхідно задавати з виходу генератора одиночних імпульсів стенда, а виходи лічильника підключити до елементів індикації стенда. Використовуючи ГОІ, скласти таблицю переходів лічильника.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати комутацію схеми асинхронного підсумовувального двійкового лічильника (модуль 16) з безпосереднім зв'язком на базі асинхронного Т-тригера (рис.10.1). Для цього на базі JK-тригера стенда реалізувати асинхронний Т-триггер (рис.10.2,а). Дослідження лічильника виконати в статичному і динамічному режимах. В динамічному режимі сигнал X_0 задати з виходу ГПІ (CI_1, CI_2), а виходи лічильника по черзі підключати до осцилографу. В результаті виконати наступні вимірювання:

а) зареєструвати осцилограми X_0, Q_0-Q_3 . Осцилограф синхронізувати сигналом Q_3 (спочатку встановити перемикач запуску розгортки в положення «←», а потім – в положення «+»);

б) вимірити час перемикання лічильника (t_n). Осцилограф синхронізувати згідно схеми на рис.10.3. Перемикач тривалості розгортки встановити в положення мінімальної тривалості розгортки.

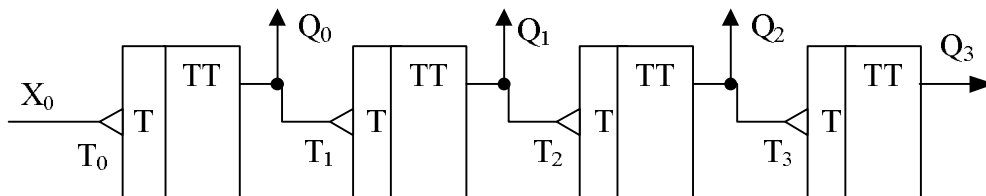


Рисунок 10.1 - Асинхронний лічильник з безпосереднім зв'язком

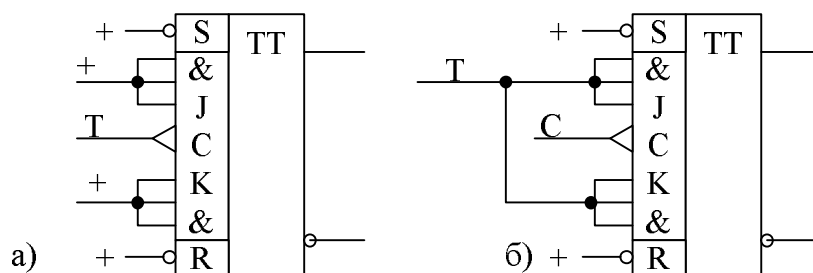


Рисунок 10.2 - Реалізація асинхронного (а) і синхронного (б) Т-тригера на базі JK-тригера

2. Дослідити асинхронний лічильник з послідовним трактом розповсюдження перенесення (рис.10.4) в статичному і динамічному режимах. Дослідження в статичному режимі в цьому і наступних дослідіах проводиться аналогічно п.1. В динамічному режимі зареєструвати осцилограми X_0, Q_0-Q_3, I_1-I_3, P , вимірити час

перемикання лічильника (t_n), час формування перенесення $t_{фп}$, тривалість імпульсів на виходах схем І.

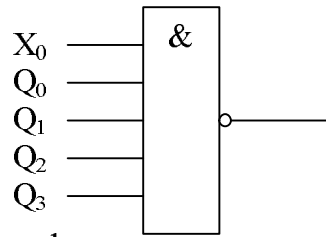


Рисунок 10.3 - Схема формування сигналу синхронізації осцилографа при дослідженні затримки переповнення лічильника

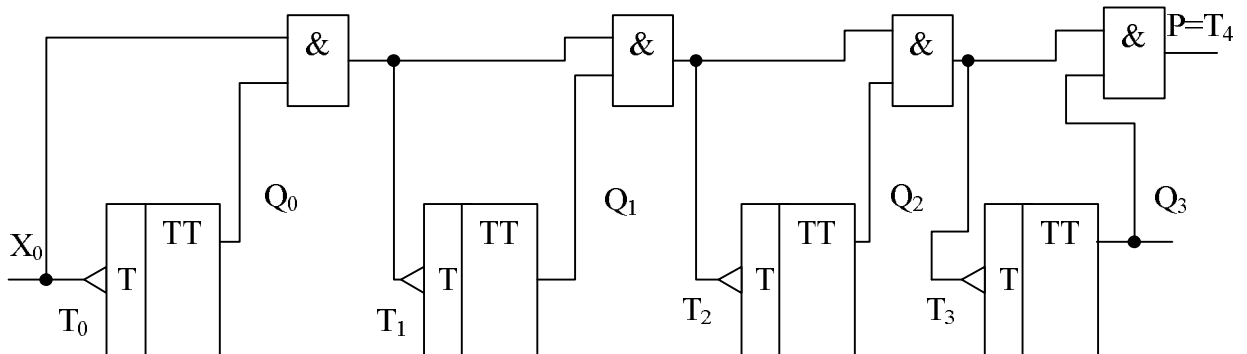


Рисунок 10.4 - Асинхронний лічильник з послідовним трактом розповсюдження перенесення

3. Виконати дослідження асинхронного лічильника з паралельним трактом розповсюдження перенесення (рис.10.5). За допомогою осцилографа вимірити динамічні параметри лічильника.

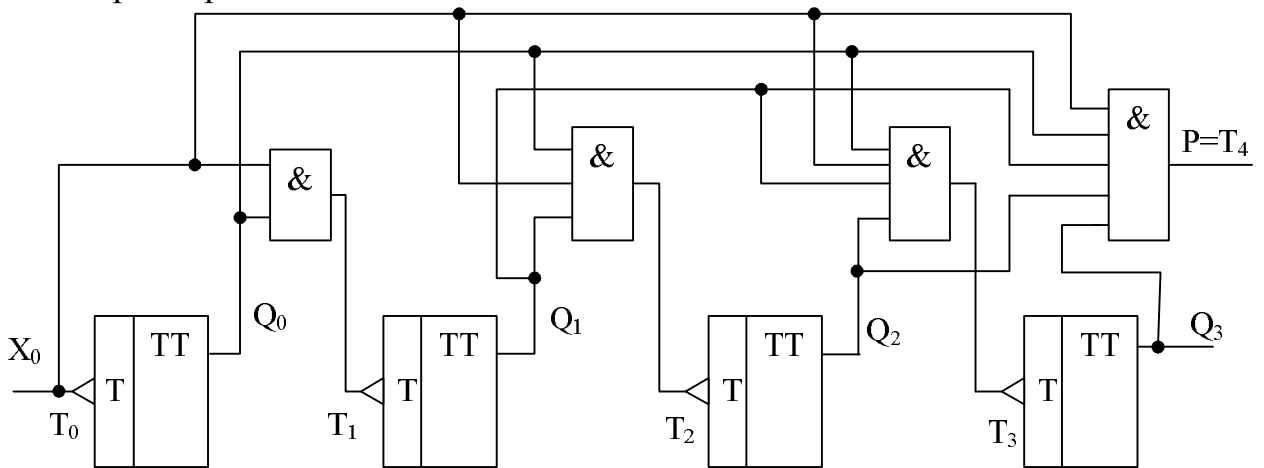


Рисунок 10.5 - Асинхронний лічильник з паралельним трактом розповсюдження перенесення

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез лічильників.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.
3. Осцилограми та результати вимірів.
4. Аналіз результатів досліджень в статичному і динамічному режимах.
5. Розрахунок часу перемикавання лічильника.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть етапи синтезу асинхронного лічильника з паралельним трактом розповсюдження перенесення?
2. Недоліки лічильників з паралельним трактом розповсюдження перенесення.
3. Динамічні параметри лічильників.
4. Режими роботи лічильників.
5. Синтез асинхронних лічильників з послідовним трактом розповсюдження перенесення.
6. Як вимірюється швидкодія лічильників з послідовним трактом розповсюдження перенесення.
7. Чим характеризується швидкодія лічильників з безпосереднім зв'язком.
8. Як визначити максимальну частоту спрацьовування лічильника?
9. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання затримки лічильника і чому?
10. Як вимірюється час затримки сигналу переповнення лічильника?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ СИНХРОННИХ ДВІЙКОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Мета роботи: вивчення способів організації синхронних двійкових лічильників, дослідження параметрів синхронних лічильників з різними типами перенесень між розрядами, вивчення методики синтезу синхронних лічильників, придбання практичних навичок дослідження схем лічильників.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу, способи організації синхронних двійкових лічильників, скласти монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних дослідів.

При дослідженні лічильника в статичному режимі необхідно задати сигнал X_0 з виходу ГОІ, а виходи лічильника підключити до елементів індикації стенда. Використовуючи ГОІ, переконатися в правильності таблиці переходів лічильника.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Виконати комутацію схеми синхронного підсумовувального двійкового лічильника з безпосереднім зв'язком на базі синхронного Т-тригера (рис.11.1). Для цього на базі JK-тригера стенда реалізувати синхронний Т-тригер (рис.10.2,б). Експеримент проводити тільки в статичному режимі. Визначити модуль ліку.

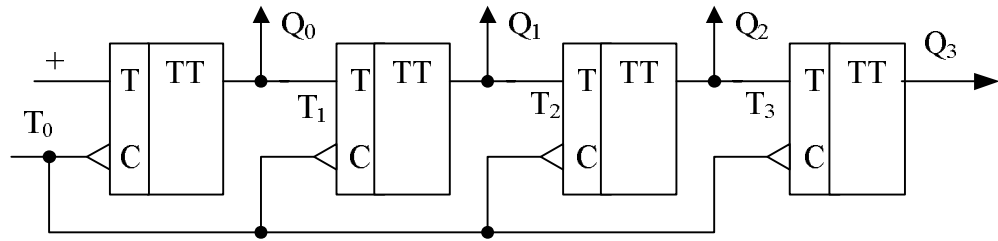


Рисунок 11.1 - Синхронний лічильник з безпосереднім зв'язком

2. Виконати дослідження синхронного лічильника з послідовним трактом розповсюдження перенесення (рис.11.2). Виконати дослідження лічильника в статичному і динамічному режимах. В динамічному режимі зареєструвати осцилограми сигналів X_0 , Q_0 - Q_3 , I_1 - I_3 , P . Вимірити динамічні параметри, тривалість імпульсів на виходах I_2 , I_3 , P . Звернути увагу на можливість появи завад на виходах елементів I .

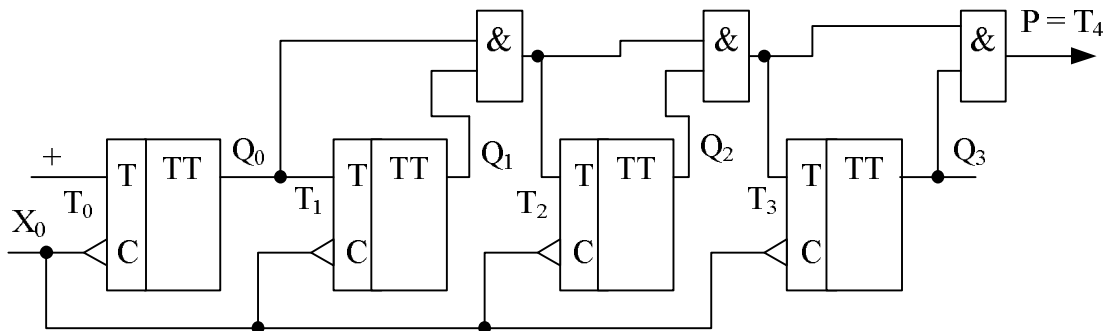


Рисунок 11.2 - Синхронний лічильник з послідовним трактом розповсюдження перенесення

3. В статичному і динамічному режимах дослідити синхронний лічильник з паралельним трактом розповсюдження перенесення (рис.11.3). В динамічному режимі експеримент проводиться аналогічно п.2.

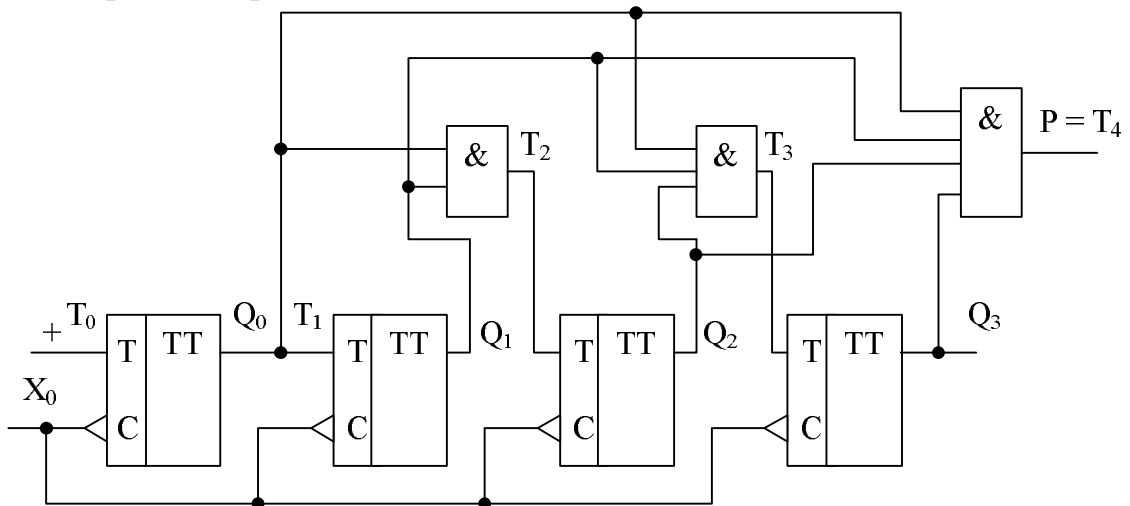


Рисунок 11.3 - Синхронний лічильник з паралельним трактом розповсюдження перенесення

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез лічильників.
2. Монтажно-комутаційні схеми для виконання лабораторних експериментів.

3. Осцилограми і результати вимірів.
4. Аналіз результатів досліджень в статичному і динамічному режимах.
5. Розрахунок часу перемикання лічильника.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Як синтезувати синхронний лічильник з паралельним трактом розповсюдження перенесення?
2. Назвіть режими роботи лічильників.
3. Синтез синхронних лічильників з паралельним трактом розповсюдження перенесення.
4. Як розраховується період синхронізації синхроімпульсів синхронних лічильників?
5. Чому можлива поява перешкод в лічильниках з послідовним трактом розповсюдження перенесення?
6. Визначити модуль ліку чотирьохрозрядного лічильника (рис.11.1).
7. Як визначити максимальну частоту спрацьовування лічильника?
8. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання затримки сигналу переповнення лічильника?
9. Яким сигналом необхідно синхронізувати осцилограф для вимірювання часу формування функцій збудження тригерів лічильника?
10. Чому не використовуються синхронні лічильники з безпосереднім зв'язком?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ З ДОВІЛЬНИМ МОДУЛЕМ ЛІКУ

Мета роботи: вивчення принципів побудови лічильників з довільним модулем ліку, придбання практичних навичок дослідження схем і вимірювання динамічних параметрів лічильників з довільним модулем ліку.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу лічильників з довільним модулем ліку, принципи побудови лічильників з модулем ліку 2^n+1 , вивчити принципи побудови лічильників з асинхронним скидом, скласти монтажні схеми проведення експериментів.

При дослідженні лічильника в статичному режимі необхідно задати сигнал X_0 з виходу ГОІ, а виходи лічильника підключити до елементів індикації стенда. Використовуючи ГОІ, переконатися в правильності таблиці переходів лічильника.

Для виконання лабораторної роботи студент повинен згідно з заданим варіантом синтезувати лічильник з асинхронним скидом (табл.12.1) і каскадний лічильник з заданим модулем ліку (табл.12.2).

Таблиця 12.1 Варіанти для дослідження лічильників з асинхронним скидом

Тип лічильника	Модуль ліку										
	3	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Підсумовувальний	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
Віднімальний	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

Таблиця 12.2 Варіанти для дослідження модуля ліку при каскадному з'єднанні лічильників

Модуль ліку M_2	Базовий тригер	Модуль ліку M_1						
		Підсумовувальний лічильник			Віднімальний лічильник			
		4	8	16	4	8	16	
Підсумовувальний лічильник	3	JK	1	23	63	99	120	122
		TC	42	2	24	64	100	121
	5	JK	79	43	3	25	65	101
		TC	102	80	44	4	26	66
	6	JK	123	103	81	45	5	27
		TC	125	124	104	82	46	6
	7	JK	7	28	67	105	83	47
		TC	48	8	29	68	106	84
	9	JK	85	49	9	30	69	107
		TC	108	86	50	10	31	70
	10	JK	126	109	87	51	11	32
		TC	128	127	110	88	52	12
	11	JK	13	33	71	111	89	53
		TC	54	14	34	72	112	90
	12	JK	91	55	15	35	73	113
		TC	114	92	56	16	36	74
	13	JK	129	115	93	57	17	37
		TC	131	130	116	94	58	18
	14	JK	19	38	75	117	95	59
		TC	60	20	39	76	118	96
	15	JK	97	61	21	40	77	119
		TC	132	98	62	22	41	78

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. В статичному і динамічному режимах виконати дослідження лічильника з модулем 9, побудованого за структурою лічильника з модулем ліку 2^n+1 . При вимірі затримок лічильника врахувати, що найбільшою затримкою лічильник володіє при переключенні з стану 0111 в 1000 і, отже, осцилограф необхідно синхронізувати кон'юнкцією сигналів X_0, Q_0-Q_2 .

2. Згідно з заданим варіантом (табл.12.1) реалізувати і дослідити лічильник з асинхронним скидом в статичному і динамічному режимах. Модуль ліку задається викладачем. Дослідження в динамічному режимі виконується в два етапи. Спочатку реєструються осцилограми зі всіх виходів лічильника. Потім реєструються часові

діаграми в момент спрацьовування схеми корекції. Для цього необхідно синхронізувати осцилограф сигналом, який відповідає стану лічильника, попередньому стану, при якому відбувається асинхронний скид. Наприклад, якщо асинхронний скид відбувається при стані 1100, то синхронізацію осцилографа необхідно виконувати сигналом, відповідному стану 1011 (кон'юнкцією сигналів X_0 , Q_3 , $\overline{Q_2}$, Q_1 , Q_0). При цьому осцилограми реєструються з виходів X_0 , Q_0 - Q_3 , K , де K – вихід схеми корекції. Визначити тривалість сигналу на виході схеми корекції.

3. Виконати дослідження послідовного з'єднання лічильників. Для цього згідно з заданим варіантом (табл.12.2) в статичному режимі виконати комутацію і дослідження двох лічильників з модулем ліку M_1 і M_2 . З'єднати лічильники згідно з рис.12.1,а, 12.1,б, де СТ1 (СТ2) – лічильник з модулем ліку M_1 (M_2). Для кожної схеми зареєструвати послідовність станів лічильника.

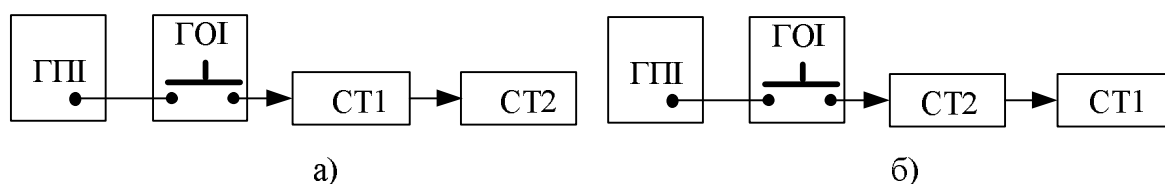


Рисунок 12.1 - Схеми для дослідження каскадних схем лічильників

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез лічильника з асинхронним скидом.
2. Синтез лічильників з модулями ліку M_1 і M_2 .
3. Схеми досліджуваних лічильників (з вказівкою сигналів синхронізації осцилографа).
4. Часові діаграми.
5. Результати експериментів в статичному і динамічному режимах.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Синтезувати підсумовувальний лічильник з модулем 5 на базі JK-тригера.
2. Синтезувати віднімальний лічильник з модулем 5 на базі JK-тригера.
3. Як побудувати лічильник з довільним модулем ліку на базі двійкового лічильника і лічильника з модулем ліку 2^n+1 ?
4. Як визначити модуль ліку при послідовному з'єднанні лічильників?
5. Методика побудови лічильників з асинхронним скидом.
6. Яка різниця в режимі роботи лічильників на рис.12.1,а і рис.12.1,б?
7. Як визначити модуль ліку при паралельному з'єднанні лічильників і об'єднанні сигналів перенесення з старших розрядів за допомогою ЛЕ АБО?
8. Побудувати часові діаграми лічильника з асинхронним скидом із заданим модулем ліку.
9. Перелічіть недоліки лічильників з асинхронним скидом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕВЕРСИВНИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

Мета роботи: вивчення принципів побудови багатофункціональних лічильників, придбання практичних навичок дослідження лічильників.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу багатофункціональних лічильників, скласти монтажні схеми проведення експериментів.

При дослідженні лічильника в статичному режимі необхідно задати сигнал X_0 з виходу ГОІ, а виходи лічильника підключити до елементів індикації стенда. Використовуючи ГОІ, переконатися в правильності зміни станів лічильника.

Для виконання лабораторної роботи студент повинен згідно з заданим варіантом синтезувати реверсивний лічильник (табл.13.1) в базисі елементів стенда УМ-11.

Таблиця 13.1 Варіанти індивідуальних завдань для синтезу реверсивного лічильника

		Модуль ліку підсумовувального лічильника									
		5	6	7	9	10	11	12	13	14	15
Модуль ліку віднімального	9	1	51	69	85	99	111	121	129	135	139
		11	2	52	70	86	100	112	122	130	136
	10	21	12	3	53	71	87	101	113	123	131
		31	22	13	4	54	72	88	102	114	124
	11	41	32	23	14	5	55	73	89	103	115
		60	42	33	24	15	6	56	74	90	104
	12	77	61	43	34	25	16	7	57	75	91
		92	78	62	44	35	26	17	8	58	76
	13	105	93	79	63	45	36	27	18	9	59
		116	106	94	80	64	46	37	28	19	10
	14	125	117	107	95	81	65	47	38	29	20
		132	126	118	108	96	82	66	48	39	30
	15	137	133	127	119	109	97	83	67	49	40
		140	138	134	128	120	110	98	84	68	50

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Згідно з заданим варіантом (табл.13.1) виконати дослідження реверсивного лічильника в статичному режимі. Для варіантів, зазначених в верхній частині клітини таблиці 13.1, синтез лічильника виконується на базі синхронного Т-тригера, для варіантів в нижній частині клітини – на базі JK-тригера стенда. При синтезі лічильника на базі JK-тригера функції збудження представляти у вигляді: $J = A_1 \& A_2 \& A_3$; $K = B_1 \& B_2 \& B_3$ тому, що JK-тригер має по три кон'юнктивно об'єднаних входи J, K.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез реверсивного лічильника.
2. Монтажно-комутаційна схема реверсивного лічильника.
3. Результати експериментів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть етапи синтезу багатофункціональних лічильників.
2. Як визначити затримку перемикачів лічильника?
3. Які вимоги пред'являються до керуючих сигналів реверсивного лічильника?
4. Побудувати часові діаграми заданого лічильника.
5. Чому не використовуються «прозорі тригери» в якості базових тригерів лічильника?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ НА БАЗІ ЛІЧИЛЬНОЇ СХЕМИ

Мета роботи: вивчення принципів побудови лічильників, побудованих на базі лічильної схеми, придбання практичних навичок дослідження схем лічильників і вимірювання динамічних параметрів лічильників.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на дві академічні години.

Під час підготовки до лабораторної роботи студент повинен вивчити методику синтезу лічильників на базі лічильної схем, скласти монтажні схеми проведення експериментів.

При дослідженні лічильника в статичному режимі необхідно задати сигнал X_0 з виходу ГОІ, а виходи лічильника підключити до елементів індикації стенда. Використовуючи ГОІ, переконатися в правильності таблиці переходів лічильника.

Для виконання лабораторної роботи студент повинен згідно з заданим варіантом синтезувати лічильник (табл.14.1). Структурна схема лічильника приведена на рис.14.1.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Згідно з заданим варіантом (табл.14.1) виконати дослідження лічильника на базі лічильної схеми в статичному режимі.
2. Виконати дослідження лічильника в динамічному режимі. Вимірити затримку формування сигналу переповнення лічильника і зареєструвати осцилограми сигналів з виходів лічильника.

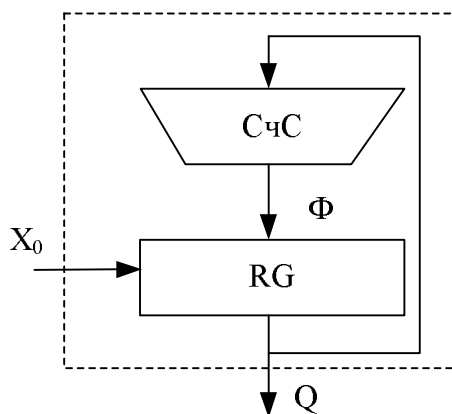


Рисунок 14.1 - Структурно-функціональна схема лічильника на базі лічильної схеми

Таблиця 14.1 Варіанти індивідуальних завдань для синтезу лічильника з заданим модулем на базі лічильної схеми

Тип тригера	Тип лічильника	Модуль ліку											
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
JK	Підсумовувальний	1	9	17	25	33	48	61	72	81	88	93	96
	Віднімальний	41	2	10	18	26	34	49	62	73	82	89	94
TC	Підсумовувальний	55	42	3	11	19	27	35	50	63	74	83	90
	Віднімальний	67	56	43	4	12	20	28	36	51	64	75	84
D	Підсумовувальний	77	68	57	44	5	13	21	29	37	52	65	76
	Віднімальний	85	78	69	58	45	6	14	22	30	38	53	66
RCS	Підсумовувальний	91	86	79	70	59	46	7	15	23	31	39	54
	Віднімальний	95	92	87	80	71	60	47	8	16	24	32	40

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Синтез лічильника на базі лічильної схеми.
2. Схема лічильника (с указівкою сигналів синхронізації осцилографа).
3. Результати експериментів в статичному і динамічному режимах.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Виконати синтез заданої лічильної схеми.
2. Як визначити затримку формування сигналу переповнення лічильника?
3. В яких випадках доцільно використовувати лічильники на базі лікувальної схеми?
4. Чому не можна використовувати «прозорі тригери» в якості базових тригерів в регістрі лічильника?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15

СИНТЕЗ І ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ КОМП'ЮТЕРІВ

Мета роботи: вивчення принципів побудови комбінаційних схем типових комбінаційних пристроїв комп'ютерів і дослідження їх функціонування в статичному і динамічному режимах.

Лабораторна робота виконується на стенді УМ-11 і розрахована на чотири академічні години.

В процесі підготовки до лабораторної роботи студенту необхідно вивчити принципи побудови і методи синтезу комбінаційних пристроїв.

Згідно з заданим варіантом (табл.15.1) виконати синтез комбінаційних пристроїв. В процесі синтезу пристроїв мінімізувати апаратні витрати, враховуючи невикористані двійкові комбінації.

Таблиця 15.1 Варіанти індивідуальних завдань для синтезу типових комбінаційних схем

		Система кодування для дешифратора									
		3321	4321	4421	2841	3241	5321	6221	3512	2612	7421
Система кодування для МХ	8421	1	15	42	68	89	108	118	138	134	140
	7421	28	2	16	43	69	90	109	119	129	135
	6421	54	29	3	17	44	70	91	110	120	130
	5421	79	55	30	4	18	45	71	92	111	121
	4421	98	80	56	31	5	19	46	72	93	112
	3421	113	99	81	57	32	6	20	47	73	94
	2421	122	114	100	82	58	33	7	21	48	74
	4261	131	123	115	101	83	59	34	8	22	49
	2514	137	132	124	116	102	84	60	35	9	23
	2431	139	138	133	125	117	103	85	61	36	10
	2714	11	24	38	50	64	75	104	86	62	37
	3124	95	12	25	38	51	65	76	105	87	63
	2814	126	96	13	26	40	52	66	77	106	88
	5123	136	127	97	14	27	41	53	67	78	107
		2612	3512	6321	5321	2841	3241	4821	4321	7321	6421
		Система кодування для пріоритетного шифратора									

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Дослідження в статичному і динамічному режимах схеми пріоритетного десяткового шифратора. Шифратор має десять входів і чотири виходи. В статичному режимі вхідний код задається за допомогою тумблерного реєстру, в динамічному режимі використовується розподілювач імпульсів. На виході пристрою повинен сформуватися чотирьохрозрядний позиційний двійково-десятковий код в системі числення (кодування ваги розрядів), зазначений в відповідній позиції табл.15.1. В статичному режимі вихідні коди реєструються за допомогою світлодіодних індикаторів стенда, а в динамічному режимі – осцилографом.

Розподільвач імпульсів реалізується на базі D-тригерів стенда у вигляді лічильника Джонсона (рис.15.1). При цьому на виході розподільвача формуються коди Джонсона, які використовуються для перевірки пріоритетного шифратора. Початкове завантаження унітарного одиничного коду в регістр здійснюється через асинхронні установлювальні входи R і S при відсутності синхросигналу СІ.

Відсутні розряди розподільвача імпульсів замінюються статичними сигналами з тумблерів, а при відсутності необхідної кількості тумблерів (при дослідженні схеми в статичному режимі) – потенційними сигналами 0, 1 з гнізд "⊥", "+".

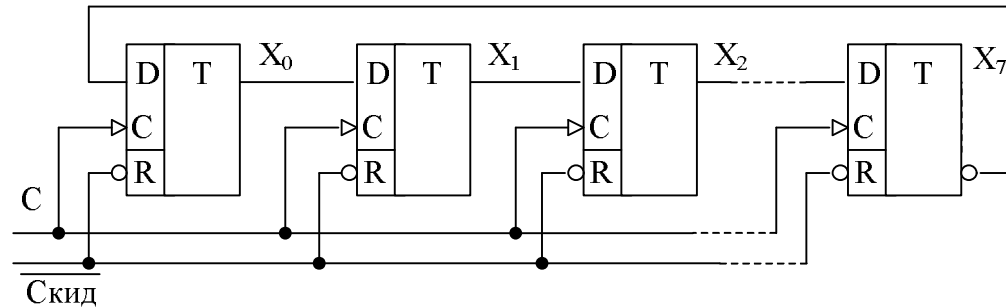


Рисунок 15.1 - Схема розподільвача імпульсів

2. Виконати синтез за індивідуальним варіантом (табл.15.1) і дослідити в статичному та динамічному режимах схему двійково-десятькового дешифратора, що перетворює позиційний код, заданий відповідною системою числення, в унітарний десятковий код 0,...,9.

При дослідженні схеми в динамічному режимі на вхід дешифратора необхідно подавати сигнали з виходу двійкового чотирьохрозрядного лічильника (рис.10.1), що формує комбінації 0000,...,1111.

При реєстрації вихідних сигналів, необхідно звернути увагу на реакцію схеми на невикористані для кодування вхідні комбінації, а також на наявність пікових сигналів, що обумовлені змаганнями сигналів в комбінаційних схемах.

3. Виконати синтез за індивідуальним варіантом (табл.15.1) і дослідити в статичному і динамічному режимах схему десяткового мультиплексора (10 → 1), адресні шини (4 розряди) якого сприймають двійкові коди у відповідній системі числення, що обумовлена індивідуальним варіантом.

З чотирьохрозрядного лічильника вихідні сигнали подаються на адресні входи мультиплексору, а на його інформаційні входи надходять потенційні сигнали 0, 1 з виходу тумблерного регістру. Подача одиниці на j-й вхід мультиплексору повинна приводити до появи прямокутного імпульсу в j-ом такті періоду осцилографа, розташування якого на екрані відповідає j-му адресу, що надходить в заданій системі кодування з виходу адресного лічильника.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Опис принципів функціонування кодувальних пристроїв, їх структури.
2. Етапи синтезу пристроїв.
3. Схеми пристроїв з указівкою номерів логічних елементів, що використовуються.
4. Монтажно-комутаційні схеми експериментів.

5. Результати досліджень схем в статичному і динамічному режимах та їх аналіз.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Призначення дешифратора, його принцип роботи?
2. Приведіть варіанти структурної побудови дешифраторів. Проведіть їх порівняльний аналіз.
3. Назвіть методи синтезу дешифраторів.
4. Приведіть призначення шифраторів, їх різновиди і принцип роботи.
5. Виконайте синтез заданого неповного дешифратора.
6. Приведіть варіанти структурної побудови шифраторів.
7. Приведіть структуру пріоритетного шифратора.
8. Виконайте синтез схеми виділення пріоритету.
9. В чому полягає методика синтезу шифратора?
10. В чому полягає призначення мультиплексору, його структурний склад і принцип роботи?
11. Приведіть варіанти структурної побудови мультиплексорів.
12. Виконайте синтез мультиплексорів.

ДОДАТОК А

ОПИС ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ УМ11

Лабораторний стенд УМ11 використовується для виконання лабораторних робіт по дослідженню статичних і динамічних режимів роботи цифрових пристроїв і вузлів. Зовнішній вид лицьової панелі стенда приведений на рис.ДА.1. В склад лицьової панелі стенда входять:

- задавальна частина;
- виконавча частина;
- поле індикації;
- набірне поле.

Задаюча частина призначена для формування вхідних впливів на досліджувану на стенді схему і включає:

- генератор прямокутних імпульсів;
- генератор одиночних імпульсів;
- елемент затримки;
- тумблерний реєстр.

Генератор прямокутних імпульсів (ГПІ) виробляє серію імпульсів з частотою 1МГц, дві серії імпульсів з частотою 500кГц CI_1 і CI_2 (CI_2 затримана відносно CI_1 на половину періоду). До кожного виходу генератора можна підключати до 30 входів різних логічних елементів (ЛЕ). На гнізда панелі стенда виводяться як прямі, так і інверсні значення імпульсів (вихід ГПІ є пара фазним). Схема ГПІ і часові діаграми його функціонування приведені відповідно на рис.ДА.2 і рис.ДА.3.

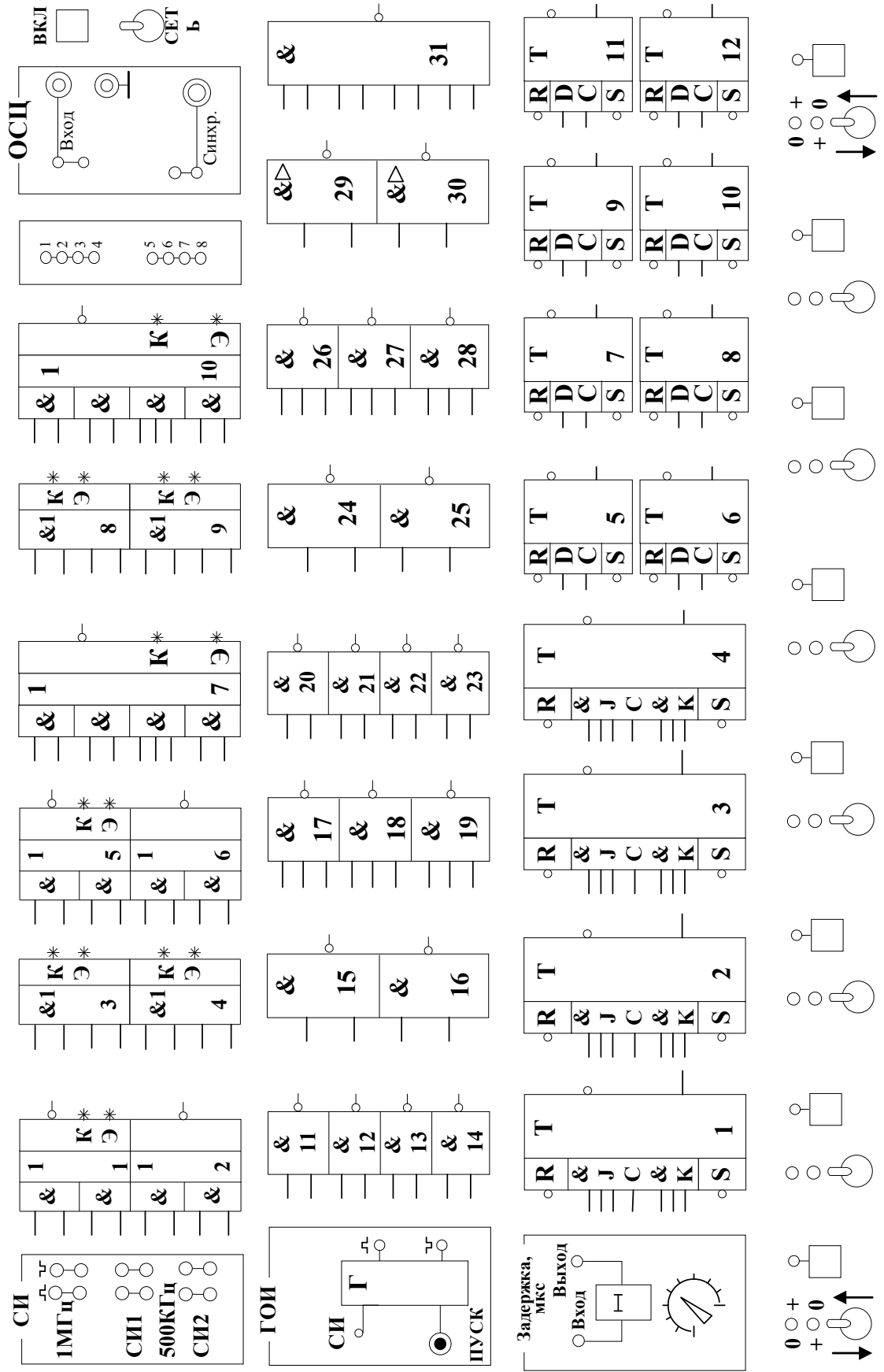


Рис. ДА.1 Розташування елементів на лицьовій панелі стенда

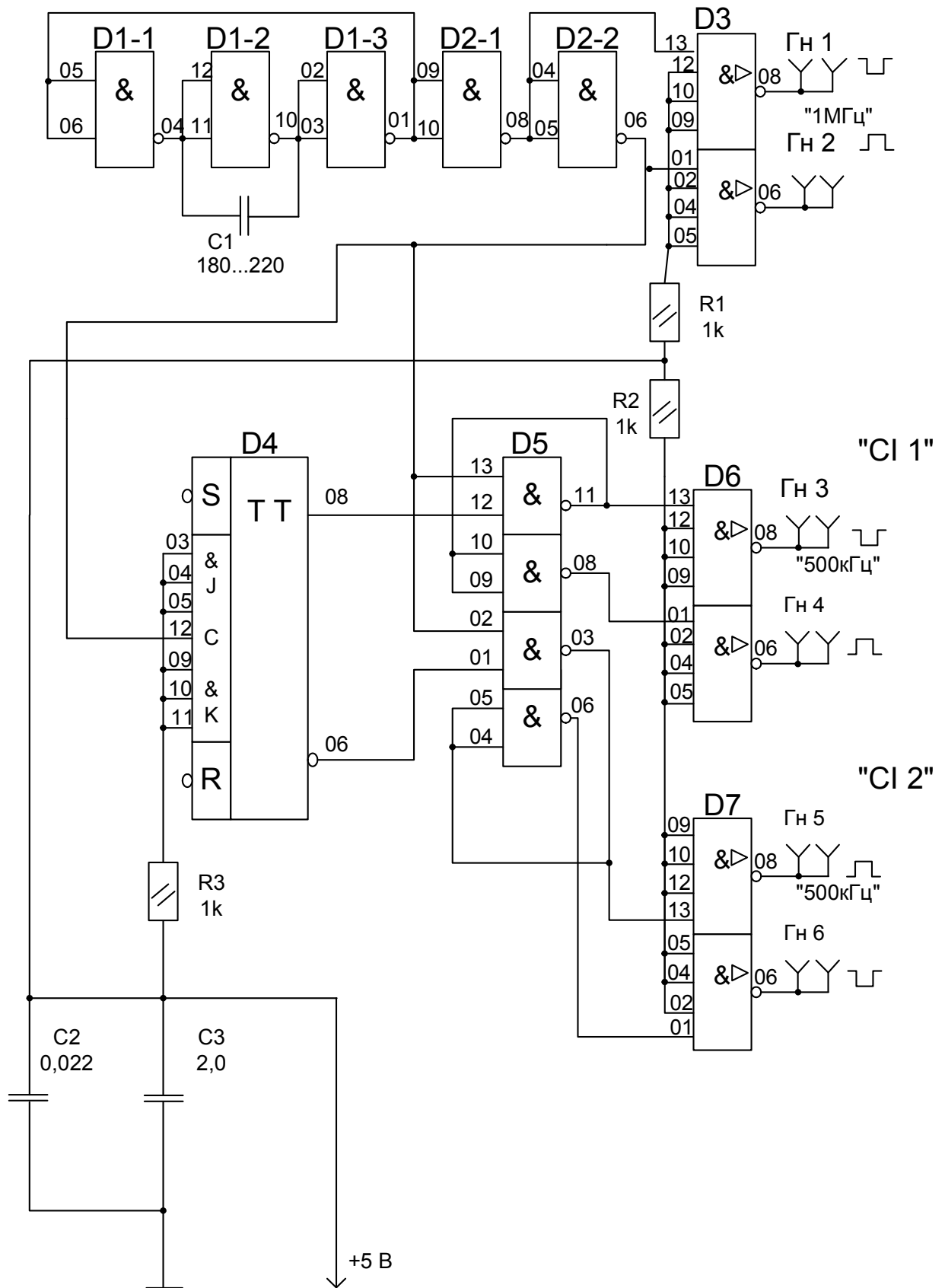


Рис. ДА.2 Генератор синхроімпульсів

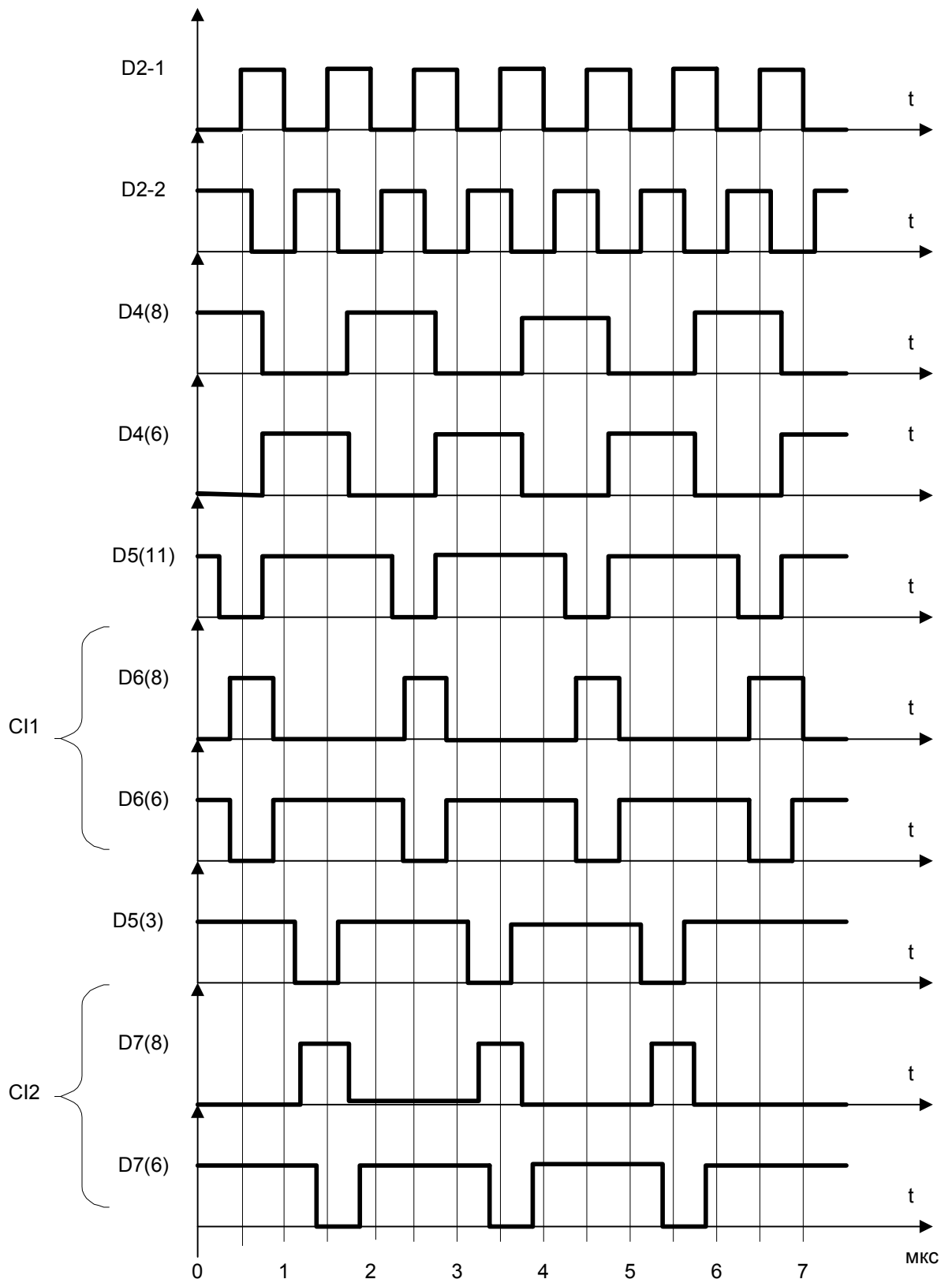


Рис. ДА.3 Часові діаграми генератора синхроімпульсів

Генератор одиночних імпульсів (ГОІ) виробляє імпульс при натисканні кнопки «Пуск» і наявності синхроімпульсів на вході ГОІ, які подаються на гніздо «Вхід» за допомогою комутації на лицьовій панелі установки. Вихід ГОІ теж є парафазним. Схема ГОІ приведена на рис.ДА.4.

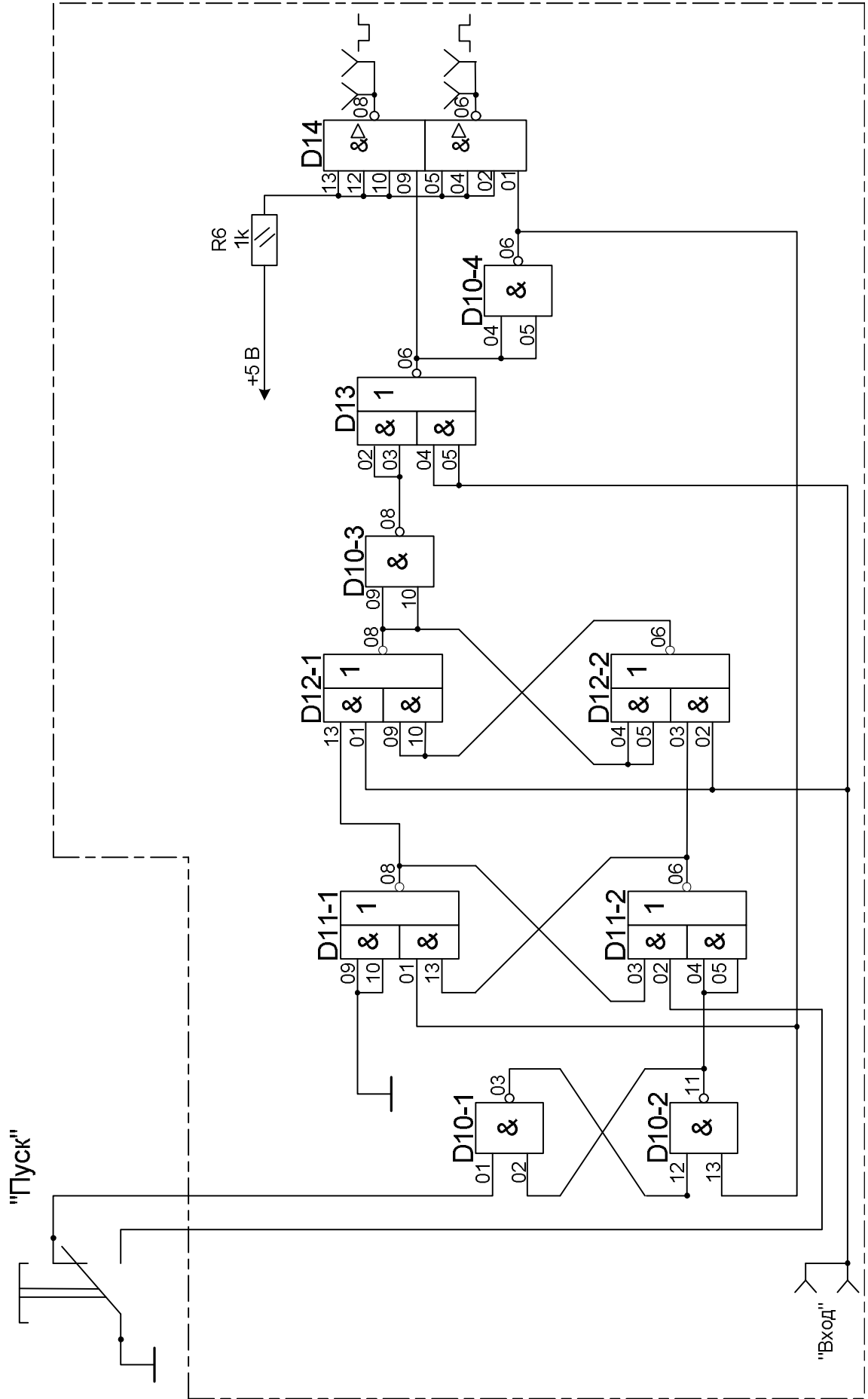


Рис. ДА-4 Генератор одиночных импульсов

Елемент затримки (лінія затримки) в залежності від положення перемикача на панелі стенда дозволяє одержувати затримки імпульсів дискретно від 0,1мкс до 1,0мкс з кроком 0,1мкс. До виходу лінії затримки (ЛЗ) можна підключати не більш 10 входів ЛЕ.

Тумблерний реєстр призначений для завдання логічних рівнів «1» і «0» парафазним кодом. Всього на стенді встановлено 8 тумблерів. Розподіл потенціалів на вихідних гніздах виконано наступним чином:

- якщо тумблер знаходиться в верхньому положенні, то на верхнє гніздо подається логічна «1», а на нижнє гніздо – «0»;
- якщо тумблер знаходиться в нижньому положенні, то на верхнє гніздо подається логічний «0», а на нижнє гніздо – «1»;

Виконавча частина стенда УМ11 складається з набору дискретних логічних елементів, що представляють інтегральні мікросхеми транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ) серії К155. Ці елементи не зв'язані між собою і використовуються для зборки і наладки спроектованою схеми.

Логічні елементи «І-НІ» (рис.ДА.1, елементи 11-31) реалізують функцію інверсії кон'юнкції для двох, трьох, чотирьох і восьми змінних. При цьому рівень логічної «1» представляється потенціалами 2,4В-4,5В, а рівень логічного «0» – 0В-0,8В. Наявність незадіяного входу в елементі «І-НІ» рівносильно подачі на нього «1». Якщо число невикористаних входів елемента не більше двох, то допускається оставляти їх вільними. При цьому затримка розповсюдження сигналу збільшується на 3нс на кожний вхід. Рекомендується невикористані входи схем «І-НІ» підключати до джерела +5 В через опір 1 кОм. Для цього на панелі стенда передбачені гнізда «+». До кожного гнізду «+» може бути підключено не більше 20 входів ЛЕ. Крім того, невикористані входи схем «І-НІ» можуть бути об'єднані з одним з інформаційних сигналів, що подаються на ЛЕ, або підключені до виходів невикористаних інверторів, входи яких заземлені.

Логічні елементи «І-АБО-НІ» реалізують функції:

$X_1 \cdot X_2 + X_3 \cdot X_4$ — для елементів 1,2,5,6 (рис.ДА.1);

$X_1 \cdot X_2 + X_3 \cdot X_4 + X_5 \cdot X_6 + X_7 \cdot X_8 \cdot X_9$ — для елементів 7, 10 (рис.ДА.1),

де $X_1, X_2 \dots X_9$ – вхідні сигнали.

В цих елементах входи невикористаних схем «І» необхідно заземляти. Для цього на панелі передбачені гнізда з нульовим потенціалом «⊥».

Функції елементів 1, 5, 7, 10 (рис.ДА.1) можна розширити за рахунок підключення спеціальних елементів (рис.ДА.1, елементи 3, 4, 8, 9). Такі ЛЕ називаються розширювачами. При підключенні одного розширювача до базового ЛЕ час перемикачання збільшується приблизно на 5нс. Максимальне число входів «АБО» (разом з підключеними розширювачами) не повинно перевищувати 8. Підключення розширювача припускає з'єднання контактів «К» і «Э» з однойменними контактами базового елемента.

Підсилювальні елементи (рис.ДА.1, елементи 29, 30) служать для збільшення коефіцієнта розгалуження логічних елементів. До виходу таких елементів можна підключати до 30 ЛЕ.

В нижній частині панелі стенда розташовані тригерні схеми: Вісім DC-тригерів із спрацьовуванням по передньому фронту синхросигналу і чотири JK-тригери із

спрацьовуванням по задньому фронту синхросигналу. У всіх тригерів є асинхронні S- і R-входи з інверсним керуванням.

Перелік елементів виконавчої частини стенда УМ11 наведено в табл.ДА.1.

Таблиця ДА.1. Зведена таблиця елементів виконавчої частини

Тип логічного елемента	Кількість ЛЕ	Мікросхема	Кількість мікросхем	Коефіцієнт розгалуження	Номер на панелі стенда
2І-НІ	8	К155ЛА3	2	10	11-14, 20-23
3І-НІ	6	К155ЛА4	2	10	17-19, 26-28
4І-НІ	4	К155ЛА1	2	10	15, 16, 24, 25
4І-НІ	2	К155ЛА6	1	30	29, 30
8І-НІ	1	К155ЛА2	1	10	31
2І-2І-АБО-НІ	4	К155ЛР1	2	10	1, 2, 5, 6,
2І-2І-2І-3І-АБО-НІ	2	К155ЛР3	2	10	7, 10
Розширювач 4-І-АБО	4	К155ЛД1	2	-	3, 4, 8, 9
JK- тригер	4	К155ТВ1	4	10	1, 2, 3, 4
D- тригер	8	К155ТМ2	4	10	5-12

Поле індикації складається з 8 елементів індикації. Ці елементи можуть бути підключені до виходу любого ЛЕ з допомогою комутаційних провідників. Для індикації використовуються лампи накаливання або світлодіоди, які загоряються від сигналу “1”.

Набірне поле лабораторного стенда служить для комутації елементів виконавчої частини при допомозі з'єднувальних провідників згідно зі схемою спроектованого пристрою, подачі вхідних впливів на досліджуваний пристрій і видачі результатів роботи схеми на індикацію або вимірювальні прилади. До того ж набірне поле містить ланку гнізд, що служать для полегшення комутації і дослідження схеми пристроїв.

Блок живлення стенду УМ11 виробляє стабілізоване постійне напругу “+5В”. Живлення цього блока здійснюється від сети перемінного струму з частотою 50 Гц, напруги 220В.

Для включення установки необхідно: вставити вилку в мережу, включити тумблер “СЕТЬ” на лицьовій панелі (при цьому повинен включитися індикатор), перевірити наявність напруги (+5В) на контрольних гніздах, розташованих на задній стінці приладу, включити тумблер “+5В” цепи живлення мікросхем на задній стінці установки. Відключення електроживлення провадиться послідовним вимиканням тумблерів “+5В” і “СЕТЬ”.

ОПИС ОСЦИЛОГРАФА С1-73

Однопроменевий малогабаритний універсальний електронний осцилограф С1-73 призначений для дослідження імпульсних і потенційних сигналів в діапазоні частот від 0 до 5 МГц шляхом візуального спостереження і вимірювання їх амплітуд в діапазоні від 0,02 до 120В і часових інтервалів від 0,02мкс до 0,5с.

Зовнішній вид передньої панелі осцилографа показано на рис.ДБ.1.

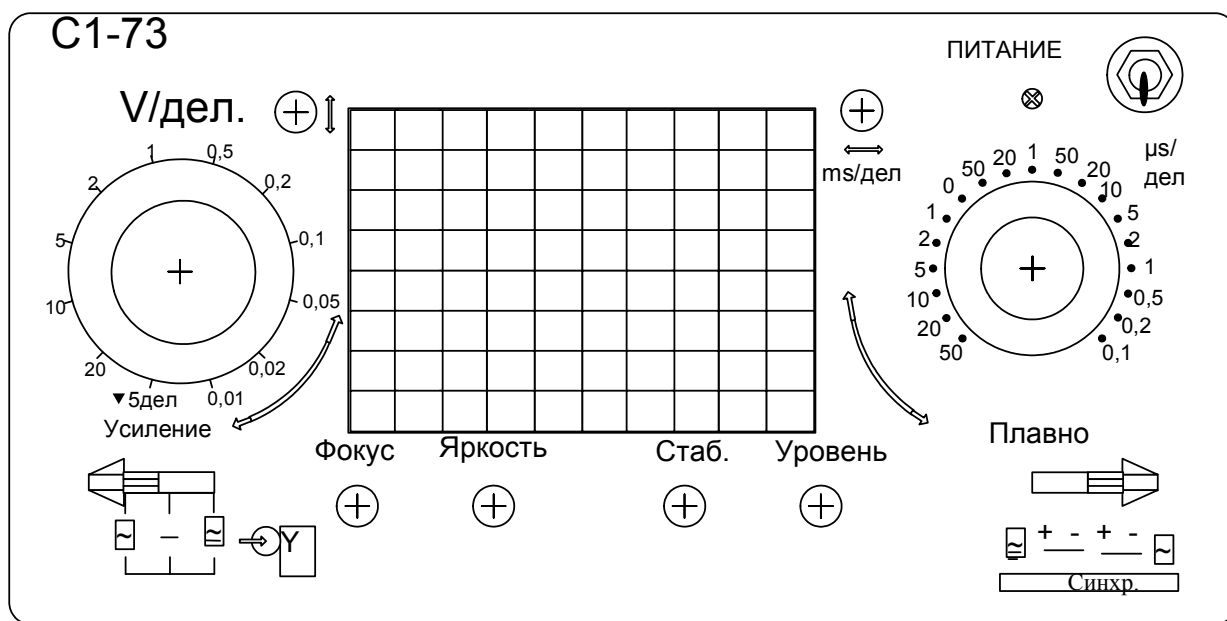


Рис.ДБ.1 Лицьова панель осцилографа С1-73

Для керування роботою осцилографа служать наступні органи керування:

потенціометри " \leftrightarrow " і " \updownarrow " для зсуву променя по горизонталі і вертикалі відповідно;

потенціометри "Фокус" і "Яркость" для настройки чіткого зображення променя;

потенціометри "Стабильность" і "Рівень" для плавної настройки режиму запуску і рівня напруги запуску розгортки;

перемикач "У" для вибору режиму роботи вхідного атенюатора;

перемикач "Синхронізація" для вибору полярності і режиму синхросигналу;

перемикач "V/дел." і регулятор "Усиление" для завдання необхідної амплітуди досліджуваного сигналу за допомогою зміни чутливості вхідного підсилювача;

перемикач "mS/дел.", "μ/дел." і регулятор "Плавно" для вибору тривалості розгортки;

тумблер і контрольна лампочка "Живлення".

Досліджуваний сигнал подається на вхід " \rightarrow ОУ", розташований на лівій боковій стінці осцилографа.

На правій боковій стінці осцилографа розташовані (рис.ДБ.2):

перемикач «Синхр.», що встановлює режим запуску генератора розгортки (ГР). В осцилографі використовується два режиму запуску ГР: запуск розгортки

зовнішнім сигналом U_z (нижнє положення перемикача («□»)); запуск розгортки внутрішнім сигналом (верхнє положення перемикача «▣»);

гнізда "1:1" і "1:10" для підключення джерела зовнішньої синхронізації U_z . Вхід "1:10" послаблює амплітуду сигналу, що подається, в 10 разів;

тумблер «Развер.», що дозволяє переключати синхронізацію осцилографа шляхом комутації на вхід пластин X, що відхиляють горизонтально, напруги від внутрішнього генератора розгортки (верхнє положення тумблера) або напруги розгортки (нижнє положення тумблера), поданого на гнізда «→OX» і «⊥».

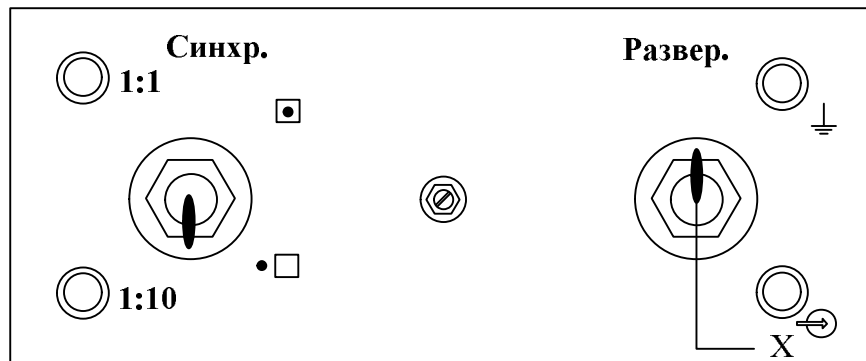


Рис.ДБ.2. Панель синхронізації осцилографа С1-73 (бокова сторона)

Спрощена блок-схема осцилографа показана на рис.ДБ.3 (У – підсилювач; ЛЗ – лінія затримки; УС – підсилювач сигналу, ЕЛТ – електронно-променева трубка).

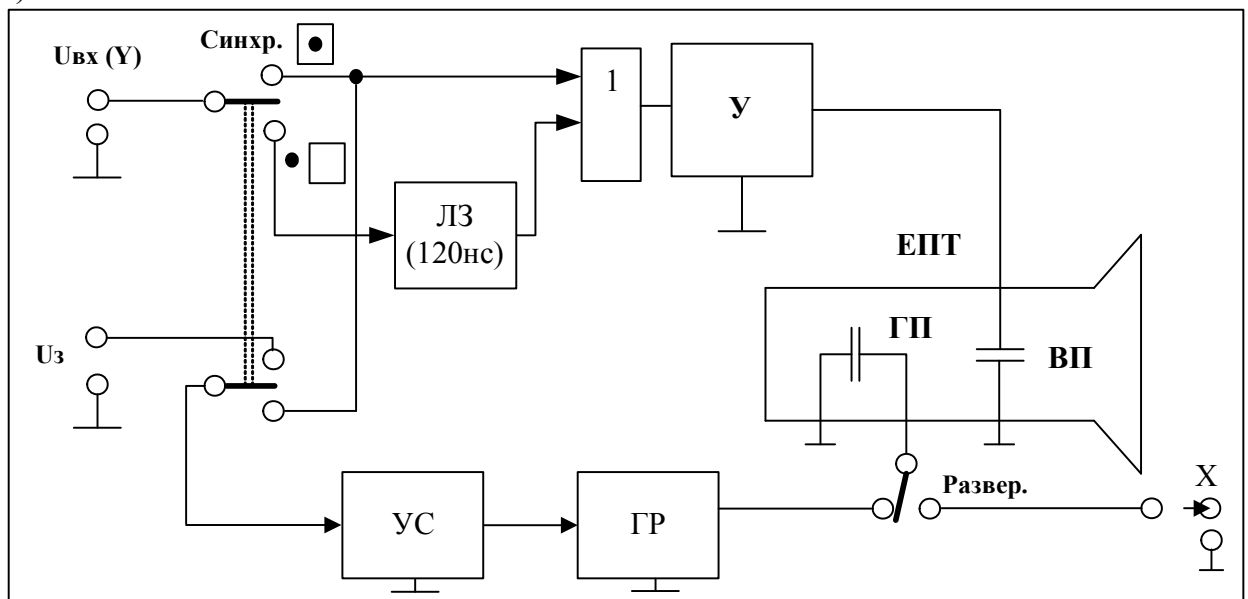


Рис.ДБ.3. Структурна схема осцилографа С1-73
ЛЗ - лінія затримки; У - підсилювач; ГР - генератор розгортки;
ВП (ГП) - вертикальні (горизонтальні) пластини

Для вимірювання параметрів імпульсних сигналів використовуються три режими: автоколивальний режим, режим з запуском ГР досліджуванним сигналом, режим з запуском ГР від зовнішнього синхросигналу (зовнішня синхронізація).

В автоколивальному режимі генератор розгортки запускається автоматично, про цьому для одержання стійкого зображення регулятором "Плавно" частота

запуску генератора настроюється на частоту досліджуваного сигналу. Достатньо точно підстроїти частоту трудно, тому зображення буде нестійким. В зв'язку з цим автоколивальний режим роботи осцилографа використовується в основному при пошуку променя і при визначенні наявності на вході осцилографа імпульсних сигналів. Автоколивальний режим встановлюється поворотом потенціометра «Стаб.» в крайнє праве положення.

В чекальному режимі з запуском ГР досліджуваним сигналом (на рис.ДБ.3 зв'язки для цього режиму показані пунктиром) на пластини (У), що відхиляють вертикально, досліджуваний сигнал поступає через лінію затримки 120нс. Часу затримки 120нс достатньо для того, щоб досліджуваний сигнал достиг рівня запуску ГР і луч почав одночасно двигатись по горизонталі і вертикалі. Для роботи осцилографа в даному режимі тумблер «Синхр.» переключується в положенні «□», тумблер «Развер» – в верхнє положення. Налаштування проводиться наступним чином. Потенціометр «Стаб.» переводиться в крайнє праве положення, а «Рівень» – в крайнє ліве. Перемикач "→ОУ" встановлюється в положення « – », а регулятор «Стаб.» обертається вслід до зникнення променя. Потім перемикач «→ОУ» переключується в необхідне положення « ~ » (вимір перемінної частини сигналу) або « ≍ » (вимір як постійної, так і перемінної частини сигналу) і регулятором «Рівень» встановлюється стійке зображення досліджуваного сигналу.

Основним недоліком цього режиму є неможливість вимірювання зсуву по часу між різними сигналами.

В режимі з запуском ГР від зовнішнього синхросигналу ланцюг запуску ГР з'єднується через підсилювач синхронізації з зовнішнім джерелом Уз, як показано на рис.ДБ.4. Для цього тумблер «Синхр.» переключується в положення «□·». Потенціометр «Стаб.» встановлюється вправо до упору, а «Рівень» – вліво до упору. Обертаючи регулятор «Стаб.», необхідно добитися зникнення променя з екрана осцилографа, на вхід «Синхр.» підключити синхросигнал. Обертаючи потенціометр "Рівень", необхідно добитися стійкого зображення на екрані.

Для збільшення гнучкості при відображенні імпульсів існує можливість запуску ГР переднім або заднім фронтом зовнішнього синхросигналу Уз. З цією ціллю перемикач «Синхр.» на лицьовій панелі встановлюється в положення « + » або « – » для запуску ГР відповідно переднім (⌚) або заднім (⌚) фронтом синхросигналу. На рис.П2.4 приведені осцилограми, які можна побачити на екрані осцилографа при заданому співвідношенні вхідного сигналу і синхросигналу, а також в залежності від запуску ГР переднім (рис.ДБ.4,б) або заднім (рис.ДБ.4,а) фронтом синхросигналу. Так, на рис.ДБ.4,а показано, що при запуску заднім фронтом Уз відбувається втрата зображення частини 1-2 досліджуваного імпульсу.

Під час проведення експериментів при використанні чекального режиму з зовнішньою синхронізацією важно правильно вибрати сигнал, який буде використовуватися в якості синхросигналу. Наприклад, для одержання осцилограми функціонування будь-якого пристрою необхідно в якості сигналів зовнішньої синхронізації вибрати по можливості сигнали з мінімальною частотою. При цьому краще використовувати найбільш короткі прямокутні імпульси. Таким чином, період зовнішніх сигналів синхронізації T_z повинен бути більше періоду досліджуваного сигналу T_y (рис. П2.5): $T_z \gg T_y$.

При вимірі часу перемикання того чи іншого пристрою необхідно вимірити часовий зсув між вхідним сигналом, який викликав перемикання цього пристрою, і вихідним сигналом. В якості сигналу синхронізації в цьому випадку необхідно вибрати вхідний сигнал, що викликав перемикання пристрою.

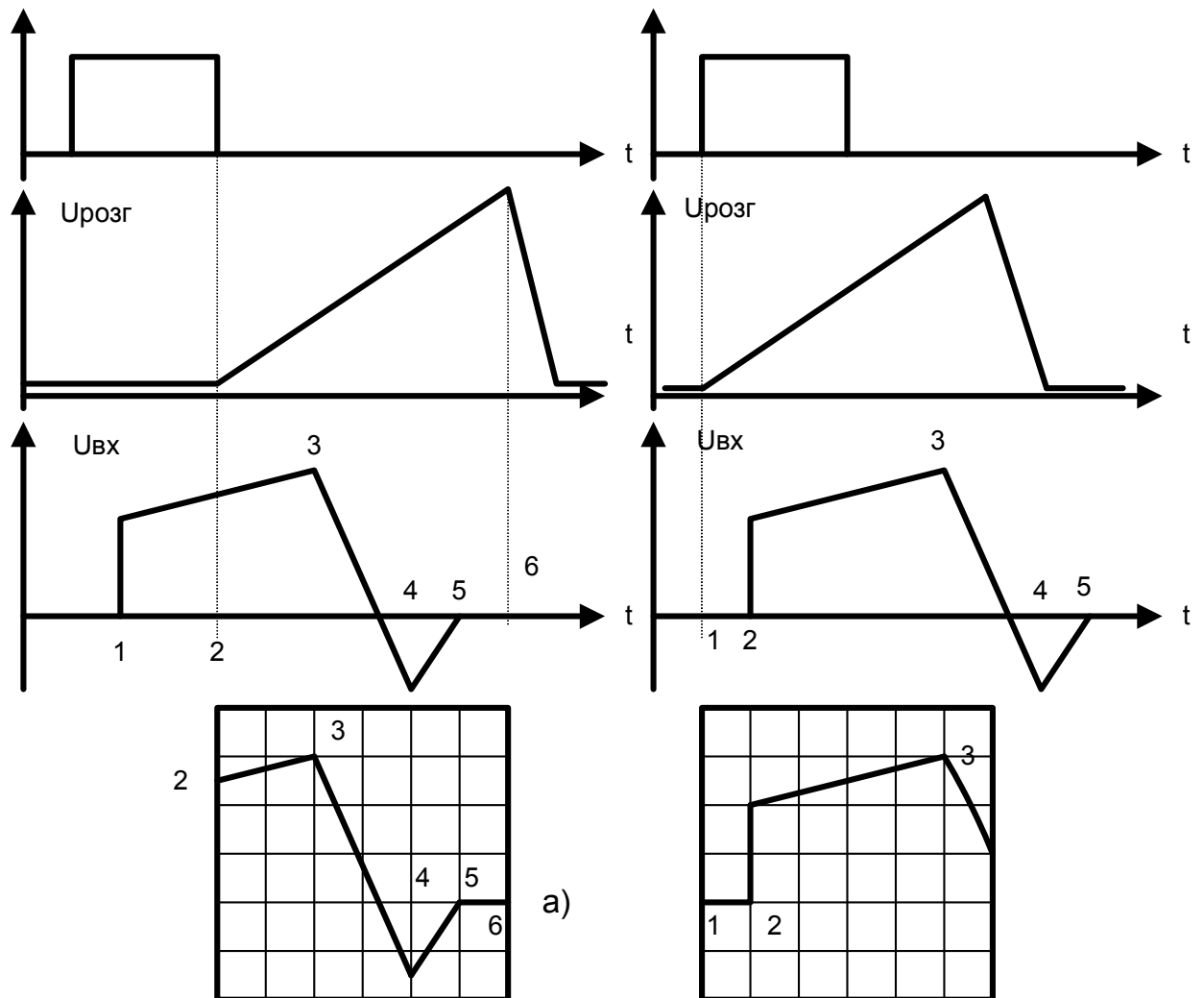


Рис.ДБ.4. Часові діаграми і осцилограми в режимі запуску розгортки заднім (а) і переднім (б) фронтами сигналу U_3

Тривалість розгортки вибирається виходячи з цілей осцилографування:

- при необхідності дослідження всій періодично повторюваної послідовності імпульсів тривалість розгортки повинна бути не менше тривалості інтервалу досліджуваних сигналів (рис.ДБ.5,а);

- у випадку необхідності детального дослідження фронту імпульсу величина тривалості розгортки вибирається порядку тривалості досліджуваного імпульсу (рис.ДБ.5,б).

Перемикач « \rightarrow ОУ» на лицьовій панелі в положенні « \sim » використовується для одержання тільки перемінної складової вхідного сигналу. Постійна складова вхідного сигналу відфільтровується вхідною розділювальною ємністю («закритий вхід»), а в положенні « \sim » – на екрані можна побачити обидві складові сигналу («відкритий вхід»).

При вимірі амплітуди сигналу за допомогою осцилографа необхідно вимірити висоту імпульсу, використовуючи великі ділення шкали екрана і помножити на коефіцієнт, зазначений перемикачем «V/дел». При цьому потенціометр плавної регулювання амплітуди повинен бути повернутий в крайнє праве положення.

При вимірі часових параметрів необхідно визначити кількість великих ділень шкали екрана між двома моментами часу і помножити на коефіцієнт, зазначений на перемикачі «mS/дел.» або «μ/дел.» При цьому регулятор «Повільно» перемикача тривалості розгортки необхідно повернути вправо до упору.

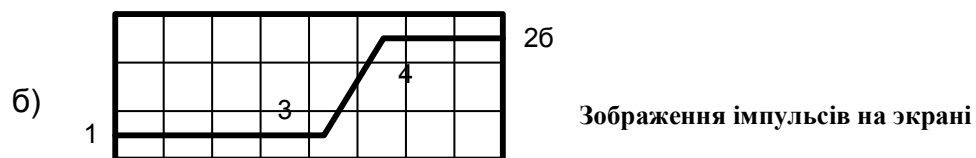
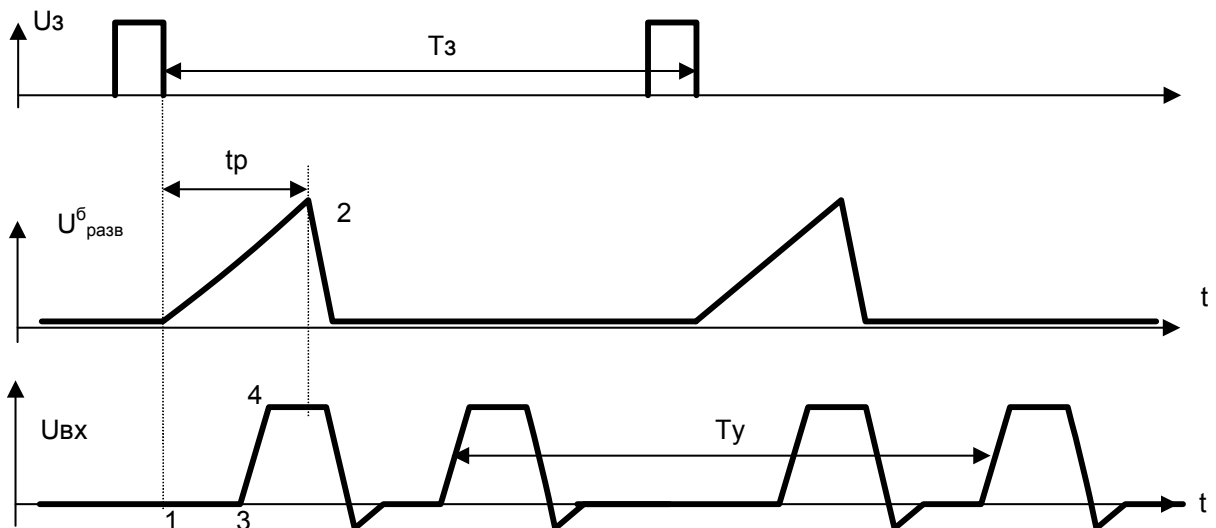
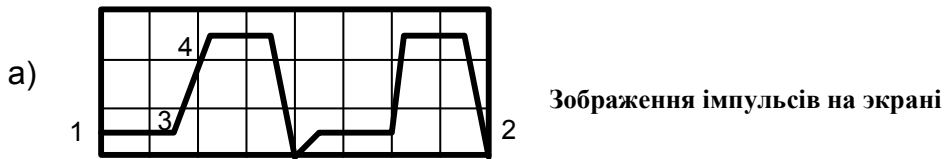
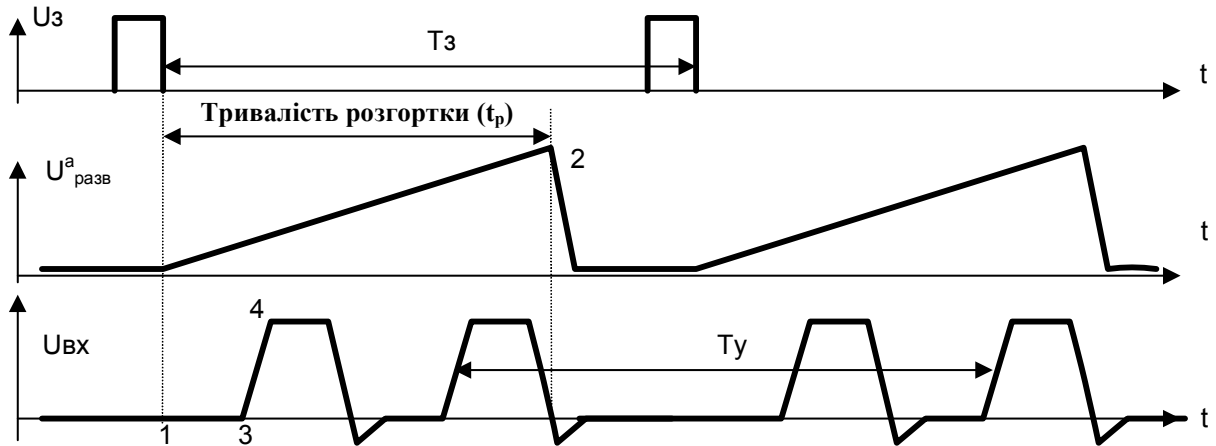


Рис.ДБ.5. Осцилограми при різній тривалості розгортки (запуск заднім фронтом U_3)

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт з курсу
«Комп'ютерна схемотехніка»
для студентів напряму підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»

Укладачі:

Лапко Володимир Васильович
Гусєв Борис Семенович