



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра обчислювальної техніки

04-04-207

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни

"Комп'ютерна схемотехніка"

Частина 2. Схемотехніка послідовністих пристроїв

студентами галузі знань 12 "Інформаційні технології"

денної та заочної форм навчання



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рекомендовано науково-
методичною комісією
за спеціальністю 123
"Комп'ютерна інженерія"
протокол № 1 від 12.09.2017 р.

Рівне 2017

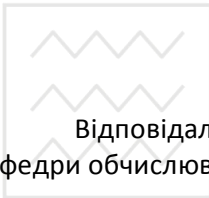


Національний університет

водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з предмету "Комп'ютерна схемотехніка" Частина 2. Схемотехніка послідовністих пристроїв для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" денної та заочної форм навчання / Круліковський Б.Б. – Рівне : НУВГП. 2017. – 25 с.

Укладач: Б.Б. Круліковський, кандидат технічних наук, доцент.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Відповідальний за випуск: Б.Б. Круліковський, завідувач кафедри обчислювальної техніки.

© Круліковський Б.Б., 2017
© НУВГП, 2017



Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Лабораторна робота № 1.	5
2. Лабораторна робота № 2.	7
3. Лабораторна робота № 3.	8
4. Лабораторна робота № 4.	10
5. Лабораторна робота № 5.	12
6. Лабораторна робота № 6	14
7. Лабораторна робота № 7.	16
8. Лабораторна робота № 8.	18
9. Лабораторна робота № 9.	20
10. Лабораторна робота № 10.	22
Література	25



Національний університет
водного господарства
та природокористування



ВСТУП

Навчальна дисципліна "Комп'ютерна схемотехніка" призначена для формування у студентів базових знань з типових електронних засобів обробки інформації в комп'ютерних системах на основі двійкових логічних схем. Метою даного лабораторного циклу є формування у студентів здатності розуміти процеси запам'ятовування значень двійкових кодів, та принципи їх використання в апаратних засобах обчислювальної техніки.

Тому в частині 2 лабораторного циклу студенти мають опанувати принципи побудови та роботи послідовнісних пристроїв, що відрізняються від комбінаційних здатністю запам'ятовувати значення двійкових сигналів. До таких пристроїв з пам'яттю відносяться тригери, побудовані на їх основі реєстри та лічильники різного типу.

Цикл складається з 10 лабораторних робіт і охоплює вивчення всіх основних типів послідовнісних схем. В методичних вказівках до кожної роботи наведено опис порядку досліджень, рекомендований зміст звіту про результати проведених експериментів та перелік типових контролюючих запитань для закріплення знань.



Лабораторна робота № 1

Тема. Дослідження роботи асинхронних RS-тригерів

Мета роботи. Опанування схемотехніки, принципів роботи, основних параметрів і характеристик асинхронних RS-тригерів, дослідження таблиць відповідності різних схемотехнічних реалізацій тригерів.

1. Порядок виконання роботи

Студенти виконують лабораторні роботи за допомогою лабораторних стендів LOGIC та TRIGGER.

1. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 1) розробити логічну схему асинхронного тригера за №1 і замалювати в робочий зошит, де вказати номери задіяних в схемі логічних елементів та ліній зв'язку. Зібрати схему №1 асинхронного тригера.

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування тригера у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам: спочатку замальовуються діаграми вхідних керуючих сигналів, потім – вхідних інформаційних, потім - вихідних інформаційних. Заповнити таблиці станів з вказанням функціонального призначення наборів вхідних сигналів.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваних тригерів. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикачів елементів тригера.

Таблиця 1. Завдання для реалізації асинхронних RS-тригерів.

№	Варіант завдання
1	Асинхронний RS –тригер в базисі I-NI
2	Асинхронний RS –тригер в базисі АБО-NI

4. Згідно індивідуального завдання (Табл. 1) розробити логічну схему асинхронного тригера за № 2 і повторити п.п.2, 3.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи
3. Схеми досліджуваних асинхронних тригерів, їх таблиці істинності та перехідні процеси.

4. За результатами вимірювань відобразити роботу досліджених тригерів у вигляді таблиці переходів, таблиці виходів та графу переходів.



5. Висновки про результати дослідження, де потрібно повідомити про ті стани, при яких приймається і зберігається вхідна інформація, стирається збережена інформація.

3. Орієнтовний перелік контрольних запитань

1. Дайте означення послідовнісної схеми.
2. Чим визначається швидкодія логічної схеми?
3. Дайте означення тригера.
4. Дайте означення асинхронного тригера.
5. Що означає назва сигналів RS ?
6. Яка з комбінацій вхідних сигналів називається забороненою?
7. Пояснити причину наявності забороненої комбінації вхідних сигналів.
8. Вказати засоби і методи запобігання невизначених переходів RS –тригера.
9. Поясніть особливості роботи RS -тригерів на основі логічних елементів **АБО-НІ**.
10. У чому полягає різниця між RS -тригерами, виготовленими на основі логічних елементів **АБО-НІ** та **І-НІ**.
11. Наведіть часові параметри, які характеризують тригерні схеми.
12. Чим розрізняються тригери на елементах I - $НІ$ і $АБО$ - $НІ$?
13. У якому стані буде знаходитися асинхронний RS - тригер при $S = 1, R = 0$?



2. Лабораторна робота № 2

Тема. Дослідження роботи синхронних RS-тригерів

Мета роботи - опанування принципів роботи, основних параметрів і характеристик синхронних RS-тригерів, дослідження таблиць відповідності різних схмотехнічних реалізацій синхронних RS-тригерів.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторна робота виконується за допомогою лабораторних стендів LOGIC та TRIGGER.

1. Згідно індивідуального завдання (Табл. 2) розробити принципову схему досліджуваного синхронного RS-тригера за варіантом № 1 і замалювати в робочий зошит з вказанням номерів задіяних логічних елементів та ліній зв'язку. Зібрати схему RS-тригера.

Таблиця 2. Завдання для реалізації синхронних RS-тригерів.

№	Варіант реалізації
1	Синхронний RS –тригер в базисі І-НІ
2	Синхронний RS –тригер в базисі АБО-НІ
3	RS –тригер на основі JK –тригера

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування тригера у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам. Заповнити таблицю істинності з вказанням функціонального призначення наборів вхідних сигналів.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного тригера. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикань елементів тригера. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних синхросигналів.

4. Згідно індивідуального завдання (Табл. 2) розробити логічну схему синхронного RS-тригера за № 2 і повторити п.п.2, 3.

5. Згідно індивідуального завдання (Табл. 2) розробити логічну схему синхронного RS-тригера за № 3 і повторити п.п.2, 3.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.



3. Схеми досліджуваних тригерів, їх таблиці істинності та часові діаграми перехідних процесів.

4. За результатами вимірювань відобразити роботу досліджених тригерів у вигляді таблиць переходів, таблиць виходів та графу переходів.

5. Висновки про результати дослідження, де потрібно повідомити про ті стани, при яких приймається і зберігається вхідна інформація, стирається збережена інформація.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань.

1. Дайте означення синхронної послідовнісної схеми.

2. З якою метою в схемі цифрових пристроїв вводяться сигнали синхронізації?

3. Дайте пояснення таким параметрам тригера, як *“час підготовки”* та *“час підтримки”*.

4. У чому полягає особливість MS-тригерів? Які типи MS-тригерів Вам відомі?

5. У чому полягає різниця між тригерами зі статичним та з динамічним керуванням?

6. Чим розрізняються асинхронні і синхронні тригери?

7. Пояснити, як будується часова діаграма роботи тригера.

3. Лабораторна робота № 3

Тема. Дослідження роботи синхронних D-тригерів

Мета роботи - опанування схемотехніки, принципів побудови та роботи, основних параметрів і характеристик D-тригерів, дослідження таблиць відповідності різних схемотехнічних реалізацій D-тригерів.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторна робота виконується за допомогою лабораторних стендів LOGIC та TRIGGER.

1. Згідно індивідуального завдання (Табл. 3) розробити принципovu схему D –тригера за №1 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та ліній зв'язку. Зібрати схему D –тригера згідно варіанту №1.



Таблиця 3. Завдання для реалізації D –тригерів.

№	Завдання
1	D –тригер в базисі АБО-НІ
2	D –тригер в базисі І-НІ
3	D –тригер на основі JK –тригера
4	Двоступенева схема D –тригера

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування тригера у тій послідовності, що відповідає прийнятним часовим діаграмам. Заповнити таблицю станів з вказанням функціонального призначення наборів вхідних сигналів.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного тригера. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикань елементів тригера. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних синхросигналів.

4. Зібрати схему D –тригера згідно варіанту № 2. Повторити дослідження п.2, 3.

5. Зібрати схему D –тригера згідно варіанту № 3. Повторити дослідження п.2, 3.

6. Зібрати схему D –тригера згідно варіанту №4. Повторити дослідження п.2, 3.

7*. Обчислити час зміни станів зібраних схем тригерів. Порівняти швидкодію розглянутих схем.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних тригерів, їх таблиці істинності, УГП, часові діаграми перехідних процесів.
4. Таблиці переходів, таблиці виходів та графи переходів досліджуваних схем тригерів.
5. Висновки про результати дослідження, де потрібно повідомити про ті стани, при яких приймається і зберігається вхідна інформація, стирається збережена інформація.

3. Орієнтовний перелік контрольних запитань

1. Дайте означення D –тригера.



2. З якою метою в схему D –тригера уводяться сигнали синхронізації?

3. Які методи усунення критичних змагань використовуються в тригерних схемах?

4. Які переваги надає двохтактна схема синхронізації тригерів?

5. З якою метою тригери будуються за двохкаскадною схемою?

6. З яких термінів отримав назву D –тригер?

7. Вказати область застосування D –тригерів.

8. В чому полягає основна перевага D –тригерів?

9. В чому полягає причина наскрізного керування в D – тригерах?

10. Дайте пояснення особливостям роботи D-тригера.

11. Поясніть переваги шестиелементного D-тригера.

4. Лабораторна робота № 4

Тема. Дослідження роботи лічильних Т-тригерів

Мета роботи - опанування схемотехніки, принципів побудови та роботи, основних параметрів і характеристик Т-тригерів, дослідження таблиць відповідності різних реалізацій лічильних тригерів.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторна робота виконується за допомогою лабораторних стендів LOGIC та TRIGGER.

1. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 4) розробити принципову схему Т –тригера за №1 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та ліній зв'язку. Зібрати схему Т – тригера згідно варіанту №1.

Таблиця 4. Завдання для реалізації Т–тригерів.

№	Завдання
1	Т –тригер в базисі АБО-НІ
2	Т –тригер в базисі І-НІ
3	Т –тригер на основі JK –тригера



2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування тригера у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам. Заповнити таблицю станів з вказанням функціонального призначення наборів вхідних сигналів.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного тригера. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикань елементів тригера. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних синхросигналів.

4. Зібрати схему Т –тригера згідно варіанту № 2. Повторити дослідження п.2, 3.

5. Зібрати схему Т –тригера згідно варіанту № 3. Повторити дослідження п.2, 3.

6*. Обчислити час зміни станів зібраних схем тригерів. Порівняти швидкодію розглянутих схем.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних тригерів, їх таблиці істинності, УГП, часові діаграми перехідних процесів.
4. За результатами вимірювань відобразити роботу досліджених тригерів у вигляді таблиць переходів, таблиць виходів та графу переходів.

5. Висновки про результати дослідження, де потрібно повідомити про ті стани, при яких приймається і зберігається вхідна інформація, стирається збережена інформація, здійснюється двійковий рахунок вхідних сигналів, поділяється частота вхідних імпульсів.

3. Орієнтовний перелік контрольних запитань

1. Дайте означення Т –тригера.
2. Сформулюйте алгоритм функціонування Т-тригера.
3. Поясніть, чому можливе взаємне перетворення тригерів.
4. Наведіть схеми реалізації Т-тригера на основі тригерів D, JK, RS типів.
5. Поясніть роботу синхронних тригерів, виконаних по MS - схемі.



Лабораторна робота № 5

Тема. Дослідження роботи універсальних JK-тригерів

Мета роботи - опанування схемотехніки, принципів побудови та роботи, основних параметрів і характеристик JK-тригерів, дослідження таблиць відповідності різних реалізацій універсальних тригерів.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу студенти виконують за допомогою лабораторного стенда TRIGGER.

1. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 6) розробити принципову схему JK –тригера за №1 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та ліній зв'язку. Зібрати схему JK –тригера згідно варіанту №1.

Таблиця 6. Завдання для реалізації універсального тригера.

№	Завдання
1	Двоступенева схема JK –тригера
2	D –тригер на основі JK –тригера
3	T –тригер на основі JK –тригера
4	RS –тригер на основі JK –тригера

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування тригера у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам. Заповнити таблицю станів з вказанням функціонального призначення наборів вхідних сигналів.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного тригера. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикань елементів тригера. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних синхросигналів.

4. Зібрати схему D–тригера згідно варіанту № 2. Повторити дослідження п.2, 3.

5. Зібрати схему T–тригера згідно варіанту № 3. Повторити дослідження п.2, 3.



6. Зібрати схему RS –тригера згідно варіанту № 4. Повторити дослідження п.2, 3.

7*. Обчислити час зміни станів зібраних схем тригерів. Порівняти швидкодію розглянутих схем.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних тригерів, їх таблиці істинності, УГП, часові діаграми перехідних процесів, логічні рівняння тригерів.
4. Таблиці переходів, таблиці виходів та граф переходів.
5. Висновки про результати дослідження, де потрібно повідомити про ті стани, при яких приймається і зберігається вхідна інформація, стирається збережена інформація.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань

1. Чому *JK-тригер* називається універсальним?
2. Сформулюйте алгоритм функціонування *T-тригера*.
3. Поясніть, чому можливе взаємне перетворення тригерів.
4. Наведіть схеми реалізації *T-тригера* на основі тригерів *D*, *JK*, *RS* типів.
5. Для чого використовуються входи \bar{R} і \bar{S} у мікросхемі *JK-тригера* і яку функцію вони виконують?
6. Чи можна в цифровому пристрої замінити синхронний *RS-тригер* на синхронний *JK-тригер*, не порушуючи правильності роботи пристрою?



Лабораторна робота № 6

Тема. Дослідження роботи паралельних регістрів

Мета роботи - вивчення схемотехніки, принципу роботи, основних параметрів та часових діаграм паралельних регістрів.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу студенти виконують за допомогою навчального лабораторного стенду TRIGGER.

1. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 7) розробити принципову схему чотирихрозрядного паралельного регістра за варіантом № 1 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та їх цоколювки. На схемі біля кожного входу (виходу) проставити номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідного сигналу. Скласти розроблену схему регістра.

Таблиця 7. Варіанти завдань по дослідженню паралельних регістрів.

№	Завдання
1	Паралельний регістр із дозволом по входу і виходу на основі D – T тригера
2	Паралельний регістр із дозволом по входу і виходу на основі RS – тригера
3	Паралельний регістр із дозволом по входу і виходу на основі JK – тригера

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування регістра у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам. Перший режим – скидання регістра в 0, другий – запис інформації в регістр, третій – збереження даних. До початку кожного режиму треба подати на входи потрібні для нього значення керуючих сигналів. Двійковий код, що записується в регістр, повинен відповідати номеру вашої бригади. Заповнити таблицю режимів з вказанням функціонального призначення кожного керуючого сигналу.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного регістра. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок перемикань елементів регістра. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних (керуючих) синхросигналів.

4. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 7) розробити принципову схему чотирихрозрядного паралельного регістра за



варіантом № 2 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та їх цоколювки. На схемі біля кожного входу (виходу) проставити номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідного сигналу. Скласти розроблену схему регістра. Повторити дослідження п.2, 3.

5. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 7) розробити принципову схему чотирьохрозрядного паралельного регістра за варіантом № 3 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та їх цоколювки. На схемі біля кожного входу (виходу) проставити номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідного сигналу. Скласти розроблену схему регістра. Повторити дослідження п.2, 3.

7*. Обчислити час підготовки регістра до певного режиму. Порівняти швидкодію розглянутих схем.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних регістрів, їх УГП, часові діаграми перехідних процесів в усіх режимах роботи.
4. Висновки про результати дослідження, де потрібно відобразити перелік режимів роботи регістра, необхідні значення керуючих сигналів і отримані значення вихідних сигналів, оцінку швидкодії дослідженого регістра.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань

1. Чим визначається кількість інформаційних входів паралельного регістра?
2. Чим визначається кількість керуючих входів паралельного регістра?
3. Вкажіть типові тригери для побудови паралельного регістра.
4. Чим визначається швидкодія паралельного регістра?
5. Чим визначається інформаційна ємність регістра?
6. Перелічити основні операції, виконувані регістром.
7. Чим відрізняються регістри на асинхронних і синхронних тригерах?
8. У яких випадках для побудови регістрів варто використовувати тригери з внутрішньою затримкою (двоступінчасті)?



во. 9. Що таке довжина регістра і скільки різних багаторозрядних двійкових чисел можна записати в регістр довжиною 12?

Лабораторна робота № 7

Тема. Дослідження роботи послідовних (зсувних) регістрів

Мета роботи - вивчення схемотехніки, принципу роботи, основних параметрів та часових діаграм регістрів з послідовним записом інформації.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу студенти виконують за допомогою навчального лабораторного стенду „TRIGGER”.

1. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 8) розробити принципову схему послідовного регістра за варіантом № 1-3 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та їх цоколювки. На схемі біля кожного входу (виходу) проставити номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідного сигналу. Скласти розроблену схему регістра.

Таблиця 8. Варіанти завдань по дослідженню послідовних регістрів.

№	Завдання
1	Регістр зсуву ліворуч на основі RS -тригера
2	Регістр зсуву ліворуч на основі D -тригера
3	Регістр зсуву ліворуч на основі JK -тригера
4	Регістр зсуву праворуч на основі RS -тригера
5	Регістр зсуву праворуч на основі D -тригера
6	Регістр зсуву праворуч на основі JK -тригера

2. Після перевірки схеми зробити експериментальну перевірку функціонування регістра у тій послідовності, що відповідає прийнятим часовим діаграмам. Перший режим – скидання регістра в 0, другий – запис інформації в регістр із зсувом ліворуч, третій – збереження даних. До початку кожного режиму треба подати на входи потрібні для нього значення керуючих сигналів. Двійковий код, що записується в регістр, повинен відповідати номеру вашої бригади. Заповнити таблицю режимів з вказанням функціонального призначення кожного керуючого сигналу.

3. Замалювати часові діаграми роботи досліджуваного регістра. При цьому вказати причинно-наслідкові зв'язки та порядок



перемикань елементів реєстра. Всі часові діаграми повинні бути синхронізованими з діаграмою вхідних (керуючих) синхросигналів.

4. Згідно з індивідуальним завданням (Табл. 8) розробити принципову схему послідовного реєстра за варіантом № 4 - 6 і замалювати з вказанням номерів задіяних логічних елементів та їх цоколювки. На схемі біля кожного входу (виходу) проставити номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідного сигналу. Скласти розроблену схему реєстра. Повторити дослідження пп. 2, 3.

5*. Одну з досліджуваних схем реєстрів перетворити в кільцевий реєстр та виконати його дослідження по аналогії з пп.2,3.

6*. Обчислити час підготовки реєстра до певного режиму. Оцінити швидкодію розглянутих схем.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних реєстрів, їх УГП, часові діаграми перехідних процесів в усіх режимах роботи.
4. Висновки про результати дослідження, де потрібно відобразити перелік режимів роботи реєстра, необхідні значення керуючих сигналів і отримані значення вихідних сигналів, оцінку швидкодії дослідженого реєстру.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань

1. Чим визначається кількість інформаційних входів послідовного реєстра?
2. Чим визначається кількість керуючих входів послідовного реєстра?
3. Вкажіть типові тригери для побудови послідовного реєстра.
4. Чим визначається швидкодія послідовного реєстра?
5. Вкажіть порядок з'єднання тригерів у послідовний реєстр.
6. Вкажіть порядок з'єднання тригерів у кільцевий реєстр.
7. Від чого залежить складність послідовного реєстра?
8. Яку роль у структурі реєстра виконують тригери, а яку КС?



во. 9. Які регістри називаються зсувними, і в чому полягає зсув збереженого в регістрі числа?

10. Як визначити основні часові характеристики регістрів?

11. Назвіть основні часові характеристики регістрів.

Лабораторна робота № 8

Тема. Дослідження послідовних лічильників імпульсів

Мета роботи - вивчення схемотехніки, принципу роботи, основних параметрів та часових діаграм роботи асинхронних лічильників.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу студенти виконують за допомогою навчального лабораторного стенду „TRIGGER”.

1. Розробити схему послідовного лічильника з прямим порядком лічби (додаючого) з коефіцієнтом $K_{\text{рах}} = 16$ у відповідності із завданням № 1 (2) з Табл.9. Визначити розрядність лічильника. На принциповій схемі вказати номери використаних мікросхем, найменування та номери їх виводів, номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідних сигналів.

Таблиця 9. Завдання для дослідження додаючих послідовних лічильників.

№	Завдання
1	Додаючий лічильник з прямим переносом на основі D - тригера
2	Додаючий лічильник з прямим переносом на основі JK - тригера
3	Додаючий лічильник з наскрізним переносом на основі D - тригера
4	Додаючий лічильник з наскрізним переносом на основі JK - тригера

2. Після перевірки скласти схему досліджуваного пристрою за допомогою джамперів, встановити потрібні значення керуючих сигналів і записати їх. Здійснити скидання лічильника в 0. Шляхом подачі вхідного сигналу від генератора одиночних імпульсів на вхід першого розряду лічильника виконати на всьому діапазоні лічби дослідження лічильника в статичному режимі (вхідні сигнали фор-



муються за допомогою генератора одиночних імпульсів, стани лічильника фіксуються за допомогою світлодіодних індикаторів, що підключаються до його виходів). Записати таблицю станів розрядів лічильника після надходження кожного лічильного імпульсу.

3. Дослідити зібрану схему в динамічному режимі, для чого на лічильний вхід підключається генератор імпульсів, а стан лічильників спостерігається за допомогою осцилографа. Замалювати осцилограми сигналів на виходах розрядів лічильника до протоколу і визначити реальні значення максимальної частоти перерахунку $f_{рах}$ і часу встановлення $t_{всм}$ шляхом зміни частоти вихідного сигналу генератора в сторону збільшення до моменту зникнення імпульсних сигналів на виходах лічильника. Записати отримані значення $f_{рах}$, $t_{всм}$.

4. Розробити схему послідовного лічильника з прямим порядком лічби (додаючого) з коефіцієнтом $K_{рах} = 16$ у відповідності із завданням № 3 (4) з Табл.9. На принциповій схемі вказати номери використаних мікросхем, найменування та номери їх виводів, номери інформаційних ліній, по яких планується комутація відповідних сигналів.

5. Повторити дослідження згідно пп.2,3.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання досліджень.
3. Схеми досліджуваних лічильників, їх УГП, часові діаграми перехідних процесів в усіх режимах роботи.
4. Висновки про результати дослідження, де потрібно відобразити режими роботи лічильника, необхідні значення керуючих сигналів і отримані значення вихідних сигналів після кожного лічильного імпульсу, оцінку швидкодії дослідженого лічильника.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань

1. Перелічити основні ознаки класифікації лічильників.
2. Як можна встановити у лічильника вихідний стан?
3. Скільки тригерів необхідно для лічильника з $K_{рах} = 85$?
3. Який порядок перерахунку називається прямим, а який зворотнім?



9. Лабораторна робота № 9

Тема. Дослідження віднімаючих лічильників

Мета роботи - вивчення будови, схемотехніки та принципів роботи віднімаючих лічильниківлічильників.

1. Порядок виконання роботи

Лабораторну роботу студенти виконують на лабораторному стенді TRIGGER.

1. Розробити схему віднімаючого лічильника з прямим переносом у відповідності із завданням № 1 (2) з Табл.9. Позначити на схемі використані елементи та з'єднувальні лінії стенду.

Табл.9. Завдання для дослідження віднімаючих лічильників імпульсів.

№	Завдання
1	Віднімаючий лічильник з прямим переносом на основі D - тригера
2	Віднімаючий лічильник з прямим переносом на основі JK - тригера
3	Віднімаючий лічильник з наскрізним переносом на основі D -тригера
4	Віднімаючий лічильник з наскрізним переносом на основі JK -тригера

2. Скласти схему і виконати наступні дослідження. Встановити всі розряди лічильника в стан логічної "1" (початковий стан). Перевірити працездатність лічильника в статичному режимі. Для цього підключити лічильний вхід до виходу генератора одиночних імпульсів. Однократне натискання та відпускання кнопки генератора приводить до формування на його виході одночного імпульсу TTL-рівня. Лічильник реагує на такий імпульс зменшенням свого вмісту на "1". Якщо кількість вхідних імпульсів досягне модуля лічби, то на виходаї всіх розрядів встановлюється значення "0". Наступний вхідний імпульс приводить до переповнення лічильника і переводить всі розряди лічильника в стан "1" і цикл лічби повторюється. Замалювати форму сигналів на вході та виходах лічильника.

3. Виконати дослідження лічильника в динамічному режимі з подачею вхідних лічильних імпульсів від генератора стенда. Спо-



стерезення вхідних та вихідних сигналів здійснювати за допомогою осцилографа в режимі зовнішньої синхронізації від генератора імпульсів. Для цього включити осцилограф в режим зовнішньої синхронізації, підключити вхід зовнішньої синхронізації розгортки до виходу генератора імпульсних сигналів лабораторного стенду. Часові діаграми вихідних сигналів розрядів лічильника синхронізувати з вхідними сигналами лічильника (співмістити їх початок). Вхід вертикальної розгортки Y осцилографа підключити до виходу молодшого (першого) розряду лічильника. При спостереженні вихідного сигналу першого розряду лічильника збільшувати частоту генерованих імпульсів до моменту їх зникнення. Це означає, що тригери лічильника не встигають перемикатись на цій частоті, котра перевищує швидкодію лічильника. Зменшити частоту джерела імпульсів до появи стійкого імпульсного сигналу на виході молодшого розряду лічильника. Заміряти частоту отриманого сигналу, яка і визначає максимальну швидкодію лічильника f_{max} .

4. Розробити схему віднімаючого лічильника у відповідності із завданням № 3 (4) з табл.9. Повторити експерименти пп. 2,3. Замалювати осцилограми до протоколу і визначити реальні значення максимальної частоти лічби f_{max} і часу встановлення $t_{\text{вст}}$.

5*. Порівняти швидкодію досліджених лічильників і зробити висновки.

2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.
3. Логічні схеми досліджуваних лічильників, їх УГП, часові діаграми роботи, частотні параметри. Доцільно описати характер зміни форми лічильних імпульсів на частотах, що наближені до максимальної граничної частоти.

3. Орієнтовний перелік контрольних запитань

1. У чому складаються принципи послідовного, наскрізного, паралельного і групового переносів, їхні переваги і недоліки?
2. Чим відрізняються схеми асинхронного та синхронного лічильників?
3. Чим відрізняється робота лічильника при підрахунку числа імпульсів і при поділі їхньої частоти?



4. Скільки входів повинен мати вентиль логічного елемента I для побудови паралельного переносу з 6 розряду у сьомий?

5. Скільки корпусів чотирьохрозрядних мікросхем двійкових лічильників треба для $K_{рах} = 875$?

10. Лабораторна робота №10

Тема. Дослідження реверсивних лічильників імпульсів

Мета роботи - вивчення принципів побудови, схемотехніки та параметрів лічильників імпульсів із зміною напрямків лічби.

1. Порядок виконання роботи

1. Розробити схему реверсивного лічильника у відповідності із завданням № 1 (2) табл.10.

Табл.10. Завдання для дослідження віднімаючих лічильників імпульсів.

№	Завдання
1	Лічильник реверсивний з прямим переносом на основі D - тригера
2	Лічильник реверсивний з прямим переносом на основі JK - тригера
3	Лічильник реверсивний з наскрізним переносом на основі D - тригера
4	Лічильник реверсивний з наскрізним переносом на основі JK - тригера

2. Скласти схему і виконати наступні дослідження. Перевірити працездатність лічильника в статичному режимі додавання. Визначити та встановити відповідні керуючі сигнали для забезпечення режиму додавання, вхідний сигнал подавати з виходу генератора одиночних імпульсів. Замалювати вихідні сигнали лічильника.

3. Виконати дослідження додаючого лічильника в динамічному режимі з подачею вхідних лічильних імпульсів від генератора стенда. Спостереження вхідних та вихідних сигналів здійснювати за допомогою осцилографа в режимі зовнішньої синхронізації від генератора лічильних імпульсів. Часові діаграми вихідних сигналів розрядів лічильника синхронізувати з вхідними сигналами лічильника (співмістити їх початки). При спостереженні вихідного сигналу першого розряду лічильника збільшувати частоту генерованих імпульсів до моменту їх зникнення. Це означає, що тригери лічильни-



ка не встигають перемикатись на частоті, котра перевищує швидкодію лічильника. Зменшити частоту джерела імпульсів до появи стійкого імпульсного сигналу на виході молодшого розряду лічильника. Заміряти частоту отриманого сигналу f_{max} , яка і визначає максимальну швидкодію лічильника.

4. Перевести лічильник в режим віднімання. Визначити та встановити відповідні керуючі сигнали для забезпечення такого режиму (зворотньої лічби). Перевірити працездатність лічильника в статичному режимі шляхом подачі на його лічильний вхід імпульсів від генератора одиночних імпульсів стенду. Перед проведенням експерименту треба встановити всі розряди лічильника в стан "1" (початковий стан). Після подачі кожного лічильного імпульсу замальовувати стан розрядів лічильника до наступного встановлення лічильника в початковий стан.

5. Виконати дослідження віднімаючого лічильника в динамічному режимі з подачею вхідних лічильних імпульсів від генератора стенда. Спостереження вхідних та вихідних сигналів здійснювати за допомогою осцилографа в режимі зовнішньої синхронізації від генератора імпульсів. Часові діаграми вихідних сигналів розрядів лічильника синхронізувати з вхідними сигналами лічильника (співмістити їх початок). При спостереженні вихідного сигналу першого розряду лічильника збільшувати частоту генерованих імпульсів до момента їх зникнення. Це означає, що тригери лічильника не встигають перемикатись на цій частоті, котра перевищує верхню граничну частоту лічильника. Зменшити частоту джерела імпульсів до появи стійкого імпульсного сигналу на виході молодшого розряду лічильника. Заміряти частоту отриманого сигналу, яка і визначає максимальну швидкодію віднімаючого лічильника.

6. Розробити і скласти схему реверсивного лічильника у відповідності із завданням № 3 (4) з табл.10. Повторити експерименти пп. 2, 3, 4, 5. Замалювати осцилограми до протоколу і визначити реальні значення максимальної частоти лічби $f_{рах}$ і часу встановлення $t_{всм}$.

5*. Порівняти швидкодію досліджених лічильників і зробити висновки.



2. Зміст звіту

1. Тема, мета роботи.
2. Порядок виконання роботи.
3. Логічні схеми досліджуваних лічильників, їх УГП, часові діаграми роботи, частотні параметри. Доцільно описати характер зміни форми лічильних імпульсів на частотах, що наближені до максимальної граничної частоти.

3. Орієнтовний перелік контрольних питань

1. У чому полягає принципи послідовного переносу, його переваги і недоліки?
2. У чому полягає суть наскрізного переносу? Його переваги і недоліки?
3. У чому полягає суть паралельного переносу? Його переваги і недоліки.
4. У чому полягає суть групового переносу? Його переваги і недоліки?
5. Вказати елементи схеми лічильника, що виконують функцію перемикання нарядку лічби.
6. Вказати елементи схеми лічильника, що забезпечують функцію переносу.



ЛІТЕРАТУРА

1. Кривуля Г.Ф., Рябенський В.М., Буряк В.В. Мікросхемотехніка: Навч. посібник. – Харків: ТОВ "СМІТ", 2007. – 250 с.
2. Скаржепа В.А., Новацкий А.А., Сенько В.И. Электроника и микросхемотехника - М.: Вища школа, 1989, 279с.
3. Зубчук В.И., Сигорский В.П., Шкуро А.Н. Справочник по цифровой схемотехнике. – К.: Техніка, 1990. – 448с.
4. ГОСТ 2.105–95 "Загальні вимоги до текстових документів".
5. ДСТУ 3008–95 "Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення".
6. ГОСТ 19.404–79 "Пояснювальна записка. Вимоги до змісту і оформлення".

