

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра «Транспортний зв'язок»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять

з дисципліни

***«СПЕЦІАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ
В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»***

Харків - 2012

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Транспортний зв'язок" 25 червня 2010 р., протокол № 12.

Рекомендуються для студентів факультету АТЗ спеціальності "Телекомунікаційні системи та мережі" та спеціалізації "Автоматизовані системи технологічного зв'язку на залізничному транспорті" всіх форм навчання

Укладачі:

доценти М.П. Кириченко,
К.А. Трубочанінова,
інж. Г.С. Панарін

Рецензент

доц. С.О. Жученко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
з дисципліни

*«СПЕЦІАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ
В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»*

Відповідальний за випуск Трубочанінова К.А.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 08.07.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Міністерство транспорту України
Українська державна академія залізничного транспорту
Кафедра "Транспортний зв'язок"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни „СПЕЦІАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ В СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ”

для студентів усіх форм навчання факультету АТЗ
спеціальності „Телекомунікаційні системи та мережі”
спеціалізації „Автоматизовані системи технологічного зв’язку на
залізничному транспорті”

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Транспортний зв'язок" 25 червня 2010 р., протокол № 12.

Укладачі:

доценти М.П. Кириченко,
К.А. Трубчанінова,
інж. Г.С. Панарін

Рецензент

доц. С.О. Жученко

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Динамічна цифрова індикація	5
2 Індикатори	9
3 Блок лічильників з коефіцієнтом відліку, рівним десяти	11
4 Дешифратор для семисегментного індикатора	14
5 Дешифратор для індикаторів лампового типу	19
6 Контрольні завдання	24
Список літератури	29

ВСТУП

Розвиток і впровадження нових технологій не можливий без використання високоякісного обладнання, призначеного для контролю та ремонту існуючої й перспективної апаратури. Це диктує необхідність застосування сучасних цифрових вимірювальних приладів. Теперішні вимірювачі мають досить складну структуру, але функціонально можуть бути поділені на дві частини: цифровий вимірювач електричних параметрів та система відображення результатів вимірювання. Саме системі індикації результатів вимірювання і присвячена ця контрольна робота.

При взаємодії оператора з електронними системами повсякчасно виникає потреба відображення відомостей про роботу системи і значення контрольованих параметрів. Ці відомості в електронній системі зазвичай представлені у вигляді електричних сигналів, для перетворення яких у зрозумілу форму використовуються різноманітні пристрої візуального відображення інформації. У залежності від розв'язуваної задачі пристрої відображення інформації можуть мати різний ступінь складності. Наприклад, сигнал про вмикання живлення системи зазвичай відображають світінням відповідного показника («Ввімкнено», «Живлення», «Напруга» і т. ін.), а для відображення інформації про програму, на якій працює система (наприклад ЕОМ), потрібний більш складний та універсальний пристрій – дисплей на основі електронно-променевої трубки або рідкокристалічний дисплей.

Основу пристроїв відображення інформації складають індикатори пристроїв або елементи індикації, які можуть базуватися на різних фізичних принципах.

Індикаторні пристрої зручно класифікувати за фізичними явищами, на яких засновані їх принципи дії. У відповідності до них розрізняють:

- 1) розжарювальні індикатори, в яких використовується світіння розігрітої електричним струмом металевої нитки розжарювання;

- 2) електролюмінесцентні індикатори, у яких використовується світіння деяких кристалічних речовин під дією електричного поля;

3) електронно-променеві та вакуумно-променеві індикатори, засновані на свіщенні люмінофора при бомбардуванні електронами;

4) газорозрядні індикатори, у яких використовується світіння газу при електричному розряді;

5) напівпровідникові індикатори, в яких використовується випромінювання квантов світла при рекомбінації неосновних носіїв заряду у р-n-переході;

6) рідкокристалічні індикатори, засновані на зміні оптичних властивостей рідких кристалів під дією електричного поля.

У даний час для відображення знакової інформації найчастіше використовують напівпровідникові, вакуумно-люмінісцентні, газорозрядні та рідкокристалічні індикатори, для відображення знакової і графічної інформації – електронно-променеві та рідкокристалічні індикатори, більш складні пристрої з широкими можливостями [1].

1 Динамічна цифрова індикація

Динамічна індикація – це метод відображення цілісної картини через швидке послідовне відображення окремих елементів цієї картини. Людське око характеризується інерційністю, і якщо змусити індикатори відображати інформацію по черзі достатньо великою швидкістю, то людині здаватиметься, що всі індикатори відображають свою інформацію безперервно. Динамічна індикація – наявність декількох індикаторів, які засвічуються поодиноці. Причому інформаційні входи всіх індикаторів приєднані до одного інформаційного шлейфа, а вибір потрібного забезпечується підключенням або відключенням живильного виходу потрібного індикатора. У результаті можна по одних і тих же провідниках по черзі передавати інформацію, що відображається.

На рисунку 1 наведена структурна схема вмикання семисегментних світлодіодних індикаторів. Ця схема може забезпечити динамічну індикацію видаваної цифрової інформації.

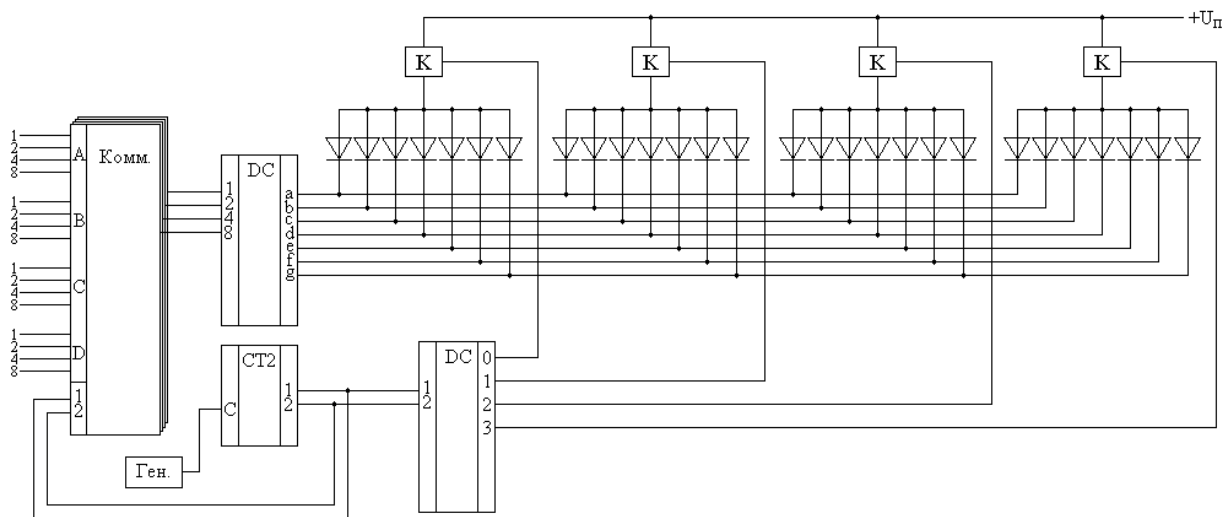


Рисунок 1 – Структурна схема динамічної індикації

У схемі, наведеній на рисунку 1, відображаються чотири цифрові розряди. Кожен розряд короткочасно підключається до свого входу комутатора. Генератор служить для задання швидкості оновлення інформації на індикаторах. Двійковий лічильник послідовно формує чотири стани схеми, а дешифратор через ключі забезпечує почергову подачу живлення на семисегментні індикатори.

У результаті, коли комутатор подає двійково-десятковий код з входу А на входи семисегментного дешифратора, то цей код відображається на першому індикаторі. Коли комутатор подає на входи семисегментного дешифратора двійково-десятковий код з входу В, то цей код відображається на другому індикаторі, і так далі, по циклу.

Для того, щоб весь дисплей сприймався як такий, що світиться безперервно, слід перемикає розряди швидко – частіше 25 разів у секунду. Швидкість оновлення інформації в розглянутій схемі буде в чотири рази менше частоти генератора. Тобто для того, щоб отримати частоту мерехтіння індикаторів 100 Гц, потрібна частота генератора 400 Гц.

Для реалізації динамічної індикації на семи сегментних індикаторах необхідно з'єднати виводи (анооди) сегментів усіх індикаторів між собою, а катоди індикаторів підключити до розподільника імпульсів. Тепер, якщо потрібно вивести

інформацію в перше знакомісце, слід подати на лінії сегментів потрібні рівні, а загальне виведення першого індикатора з'єднати із виходом схеми. На катодах усіх інших індикаторів мають бути наявні високі рівні. Очевидно, що потрібні сегменти першого індикатора засвітяться. Для відображення на другий, третій і так далі індикатори слід діяти аналогічно, тобто подаючи на один з катодів логічний «0», ми вибираємо поточний розряд, що відображається, а стан ліній сегментів визначає видимий символ.

Також можливо використовувати як індикатори газорозрядні цифрові лампи. Розглянемо систему індикації, побудовану на довільному дешифраторі та газорозрядних лампах.

Кожна з ламп має загальний анод і 10 катодів, які відповідають цифрам від 0 до 9. Конструктивно ці лампи являють собою скляний балон, наповнений неонам, усередині якого знаходяться катоди з дроту (ніхром), вигнуті у формі цифр. Катоди розташовані один за одним у вигляді пакета.

Анод являє собою дротяну сітку, яка охоплює цей пакет. Якщо прикласти напругу 150 – 299 В між анодом і одним з катодів, то навколо цього катода з'явиться жовто-червоне випромінювання, яке має форму відповідної цифри. Окрім газорозрядних ламп, як індикатори у сучасних цифрових приладах використовуються індикатори електролюмінесцентні, катодно-люмінесцентні, на світловипромінювальних діодах, рідких кристалах і т.ін.

Спрощена функціональна схема цифрового відлікового пристрою наведена на рисунку 2. Позначений на ній регістр КО конструктивно відноситься до лічильного блока; катодний дешифратор побудований на логічних схемах «І», «ІІІ», кодоперетворювачі X/Y двійкового коду у десятковий.

Цифровий лічильний пристрій працює у динамічному режимі, при якому кодоперетворювач послідовно перемикає усі декади, й можливість одночасного підсвічування більш ніж однієї лампи виключена. Через інерційність зору мерехтіння цифри стає непомітним (стробувальний ефект).

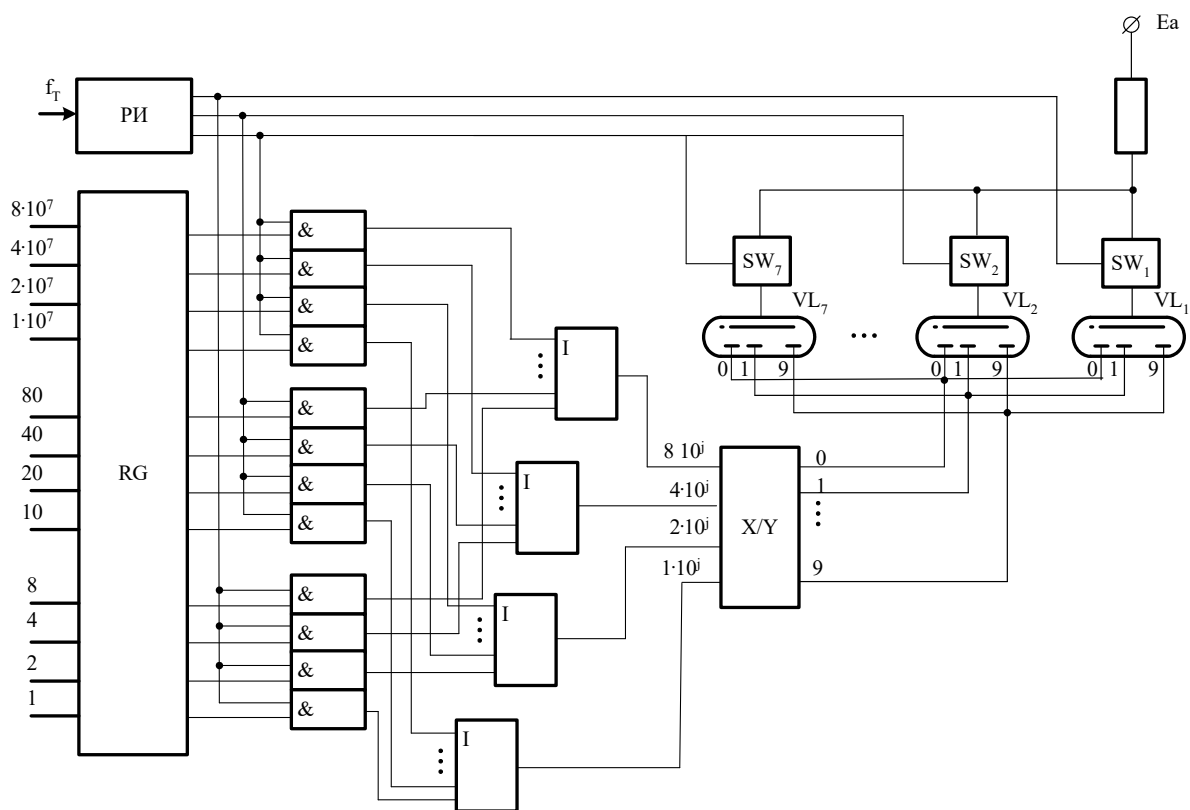


Рисунок 2 – Схема індикації

Анодна напруга подається на лампи через ключі $SW_1 \dots SW_7$ (високовольтні транзистори у ключовому режимі), керовані від розподільника імпульсів (PI). На вхід PI надходить послідовність прямокутних імпульсів з тактовою частотою f_1 (рисунок 3). Функція PI полягає у перетворенні часових послідовностей вхідних імпульсів у просторово-часову вихідну, PI має один вхід й сім виходів. Код, який фіксується в регістрі, надходить з елемента «I»; на інші входи цих елементів надходять теж імпульси від PI, які управляють ключами $SW_1 \dots SW_7$. Ці імпульси забезпечують послідовне, тетрада за тетрадою, проходження коду, який зберігається в КО, крізь групи елементів «I» й «II» на перетворювач коду X/Y.

Основна ідея полягає в тому, що імпульс анодної напруги надходить на цифрову лампу саме в той момент, коли на виході X/Y подається код даного десяткового розряду. У результаті цього в індикаторних лампах послідовно засвічуються відповідні цифри. Оскільки ці спалахи циклічно повторюються, при належному виборі частоти f_t уся сукупність цифр бачиться так само, як і при неперервному світінні.

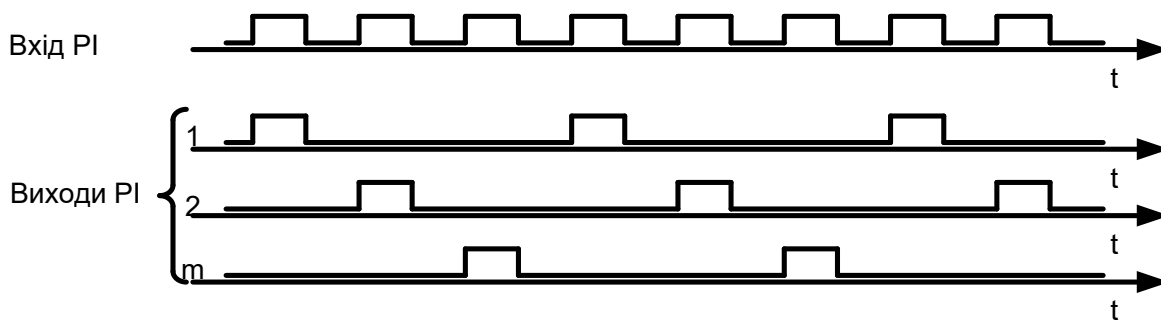


Рисунок 3 – Діаграма роботи розподільника імпульсів

2 Індикатори

При розробленні системи індикації цифрової інформації якнайкраще підходять напівпровідникові та рідкокристалічні індикатори. Вони є одними з найпростіших у використанні та підключенні до логічних мікросхем.

Принцип дії напівпровідникових індикаторів засновано на випромінюванні кванта світла при рекомбінації носіїв заряду в області р-n-переходу, до якого прикладена пряма напруга.

Розрізняють напівпровідникові індикатори дискретні (точкові), призначені для відображення кольорової точки, та знакові – для відображення цифр та букв. У знакових сегментних індикаторах кожен сегмент являє собою окремий діод або навіть окрему панель з діодів (рисунок 2). Із семи сегментів можна синтезувати цифри від 0 до 9 та 12 букв кириличного алфавіту.

Більші можливості для відображення інформації є у напівпровідникових знакових індикаторів у вигляді матриці точкових елементів. Наприклад, точечний індикатор АЛС340А, який складений з 36 точечних елементів, має ті самі габаритні розміри, що і сегментні індикатори АЛ305. Елементи згруповані у п'ять колонок і сім рядів (плюс одна точка у сьомому ряді для індикації десяткового поділу). Катоди елементів кожного ряду поєднані між собою і мають загальний вивід, так само як і аноди елементів кожної колонки. Подаючи напругу між виводами обраних ряду і колонки, можна викликати світіння заданого елемента матриці. Чергуванням імпульсів напруги між виводами по черзі вмикають визначені елементи, які створюють у сукупності необхідні знаки. Елементи перемикаються циклічно з

частотою, при якій їх мерехтіння непомітне через інерційність ока.

Матричні елементи дають змогу відображати всі цифри та букви кириличного та латинського алфавіту. На їх основі можна створювати буквено-цифрові дисплеї.

Світлодіоди працюють при прямій напрузі 2-6 В і струмі 10-40 мА.

Семисегментний індикатор – пристрій відображення цифрової інформації. Це найбільш проста реалізація індикатора, який може відображати арабські цифри. На рисунку 4 наведена схема стандартного розташування індикаторів семисегментного індикатора, його принципова схема і типовий зовнішній вигляд.

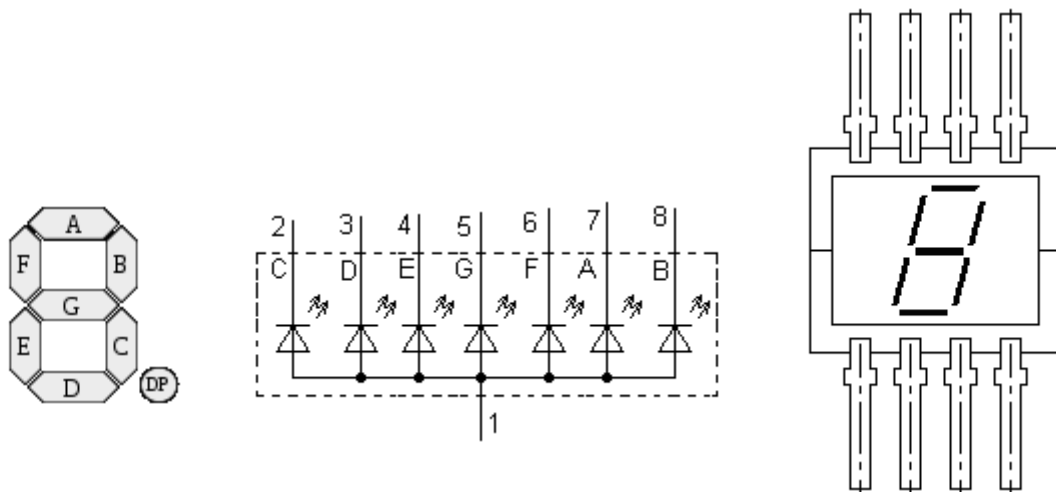


Рисунок 4 – Схема стандартного розташування індикаторів семисегментного індикатора, його принципова схема і типовий зовнішній вигляд

Сегменти позначаються від А до G; восьмий сегмент – десяткова кома, призначена для відображення дробових чисел.

У звичайному світлодіодному індикаторі дев'ять виводів: один іде до катодів усіх сегментів і останні вісім – до анода кожного із сегментів. Ця схема називається «Схема із катодом», існують також схеми з анодом.

3 Блок лічильників із коефіцієнтом відліку, рівним десяти

Лічильник – це цифровий пристрій, який фіксує, скільки разів на його вході з’явився деякий визначений логічний рівень.

При входному сигналі, що має форму послідовності імпульсів, лічильник веде рахунок імпульсів, що надходять на вхід. Числа в лічильнику подаються деякими комбінаціями станів тригерів. Під час вступу на вхід чергового рівня логічної 1 в лічильнику встановлюється нова комбінація станів тригерів, відповідна числу, більшому на одиницю від попереднього числа. Таким чином, лічильником є логічний пристрій послідовного типу, у якому новий стан визначається попереднім перебуванням і значенням логічної змінної на вході.

Для подання чисел у лічильнику можуть використовуватися двійкова або десяткова системи числення. При використанні двійкової системи стану тригерів і відповідні їм логічні рівні на прямих виходах тригерів визначають цифри двійкових розрядів числа. Якщо для реєстрації двійкового числа в лічильнику використовується p тригерів, то максимальне значення числа, до якого може вестися рахунок, $N = 2^p - 1$. Так, при $p = 4$ $N=15$.

На рисунку 5 показані вхід і виходи лічильника, а в таблиці 1 наведений стан тригерів, відповідний різному числу імпульсів, що надійшли на вхід.

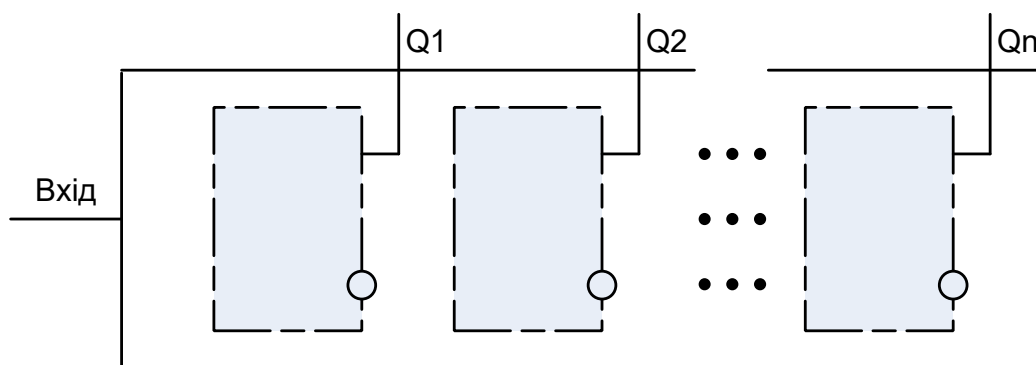


Рисунок 5 – Теоретична схема лічильника

Таблиця 1 – Стан тригерів лічильника

Кількість імпульсів	Стан тригерів				Кількість імпульсів	Стан тригерів			
	Q4	Q3	Q2	Q1		Q4	Q3	Q2	Q1

0	0	0	0	0	8	1	0	0	0
1	0	0	0	1	9	1	0	0	1
2	0	0	1	0	10	1	0	1	0
3	0	0	1	1	11	1	0	1	1
4	0	1	0	0	12	1	1	0	0
5	0	1	0	1	13	1	1	0	1
6	0	1	1	0	14	1	1	1	0
7	0	1	1	1	15	1	1	1	1

При використанні десяткової системи числення цифри розрядів десяткового числа в лічильнику подаються в чотирирозрядній двійковій формі, тобто використовується двійково-кодована десяткова система числення. Таким чином, для подання цифр кожного розряду десяткового числа (кожної декади) потрібно чотири тригери, і якщо число десяткових розрядів k , то число тригерів, необхідне для реєстрації чисел у лічильнику, рівне $4k$, а максимальне значення чисел $N = 10^k - 1$. У таблиці 1 показана послідовність станів тригерів у дворозрядному десятковому лічильнику, наведеному на рисунку 6 [2].

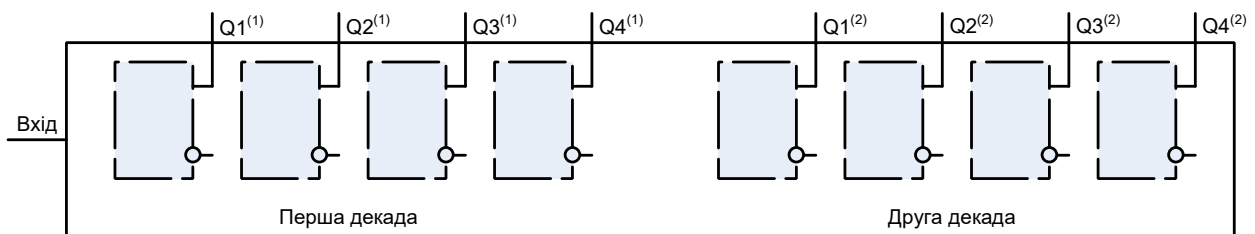


Рисунок 6 – Лічильник з відображеними декадами

При відображенні результатів вимірювання необхідна десяткова індикація. Тому треба розрахувати і побудувати лічильник із коефіцієнтом перерахунку, рівним десяти. Далі наводиться коротка інструкція з побудови такого лічильника.

Лічильники з модулем переліку, рівним десяти, будують використовуючи таку методику:

- а) задаємося модулем переліку, рівним $m=10$;
- б) записуємо $m=10_{10}=1010_2$;
- в) за двійковим кодом визначаємо кількість необхідних тригерів $n=4$;

г) додатково використовуємо схему І-НІ з кількістю виходів, рівною кількості одиниць у коді модуля переліку (дорівнює 2) + один вихід для генератора квантованих імпульсів. Виходом лічильника є вихід схеми І-НІ.

Після підрахунку результатів вимірювання їх треба помістити у буфер, з якого вони будуть виводитися на табло. Як буфер використовується зазвичай регістр, який легше за все побудувати на тригерах. Найпростіший паралельний регістр будується на тригерах типу RS (рисунок 7).

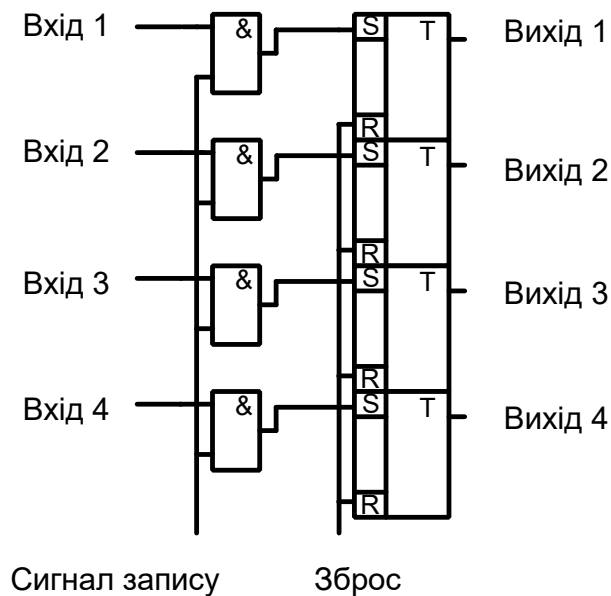


Рисунок 7 – Паралельний регістр на тригерах типу RS

Принцип роботи такого регістра базується на такому. На один вхід елементів «І» подається деяка комбінація двійкового коду, яка може змінюватися протягом рахункового періоду. Коли настає час записувати данні в регістр, на другі входи елементів «І», з'єднані між собою, подається імпульс для запису даних в RS-тригер – ті елементи «І», на які припадали дві одиниці, передають її в комірку регістру. Одразу після запису на виході регістра з'являється результат запису і зберігається там аж до тих пір, доки на поєднані між собою входи «R» тригерів не буде подано сигнал для скидання.

4 Дешифратор для семисегментного індикатора

Відображення інформації прямо з регістра на табло можливе, але не буде зручним та інформативним. Це пов'язано з тим, що у регістрі інформація зберігається у двійковому коді, і для зручності розуміння та використання цю інформацію треба перетворити в десятковий. Операцію перекодування з одного коду відліку в інший виконують дешифратори, або декодери.

Декодери (дешифратори) дозволяють перетворювати одні види бінарних кодів в інші. Наприклад, перетворювати позиційний двійковий код у лінійний вісімковий або шістнадцятковий. Перетворення проводиться за правилами, описаними в таблиці 2.

За таблицею істинності отримаємо принципову схему семисегментного декодера, зображену на рисунку 8.

Таблиця 2 – Таблиця істинності двійкового коду – семисегментного коду

Входи				Виходи						
8	4	2	1	a	b	з	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Для полегшення розуміння принципів роботи схеми на виході логічних елементів «І» показані номери рядків таблиці істинності, що реалізуються ними.

Наприклад, на виході сегмента а логічна «1» з'явиться при подачі на вхід комбінації двійкових сигналів 0001 (1) і 0100 (4). Це здійснюється об'єднанням відповідних ланцюгів елементом

«2ІІІ». На виході сегмента b логічна «1» з'явиться при подачі на вхід комбінації двійкових сигналів 0101 (5) і 0110 (6) і т. д.

У даний час семисегментні дешифратори випускаються у вигляді окремих мікросхем або використовуються у вигляді готових блоків у складі інших мікросхем. Умовно-графічне позначення мікросхеми семисегментного дешифратора наведено на рисунку 9.

Як приклад семисегментних дешифраторів можна назвати такі мікросхеми вітчизняного виробництва, як К176ИД(1, 2, 3), 564ИД(4, 5). У сучасних цифрових схемах семисегментні дешифратори зазвичай входять до складу великих інтегральних схем.

Мікросхема К176ИД2 (рисунок 10) – перетворювач двійково-десятьового коду в код семисегментного індикатора включає також тригери, що дозволяють запам'ятати вхідний код. Мікросхема має чотири інформаційні входи для подачі коду 1-2-4-8 і три керуючих входи. Вхід S, так само як і в мікросхемі К176ИД4, визначає полярність вихідних сигналів: при логічній «1» на вході S на виходах логічний «0» для засвічування сегментів; при логічному «0» на вході S – логічна «1» для засвічування. При подачі логічної «1» на вхід k відбувається гасіння знака, що відображається логічним «0» на вході k. Вхід управляє роботою пам'яті – при подачі на вхід С логічної «1» перетворюються на повторювачі і зміну вхідних сигналів на входах 1-2-4-8 викликає відповідну зміну вихідних сигналів. Якщо ж на вхід подати логічний «0», запам'ятовуються сигнали, що були на входах перед подачею логічного «0», мікросхема на зміну сигналів на входах 1-2-4-8 не реагує.

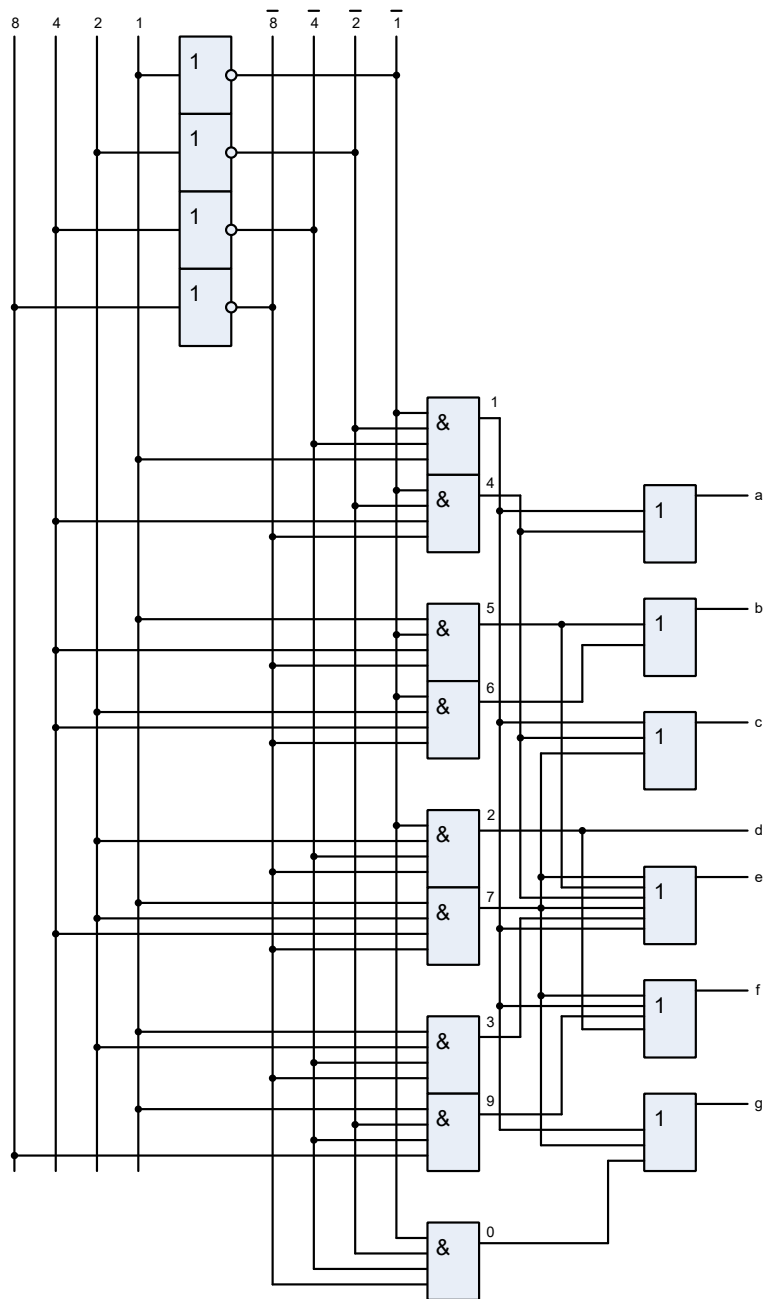


Рисунок 8 – Принципова схема семисегментного декодера

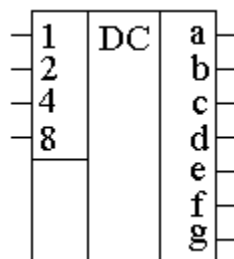


Рисунок 9 – Умовно-графічне позначення семисегментного дешифратора

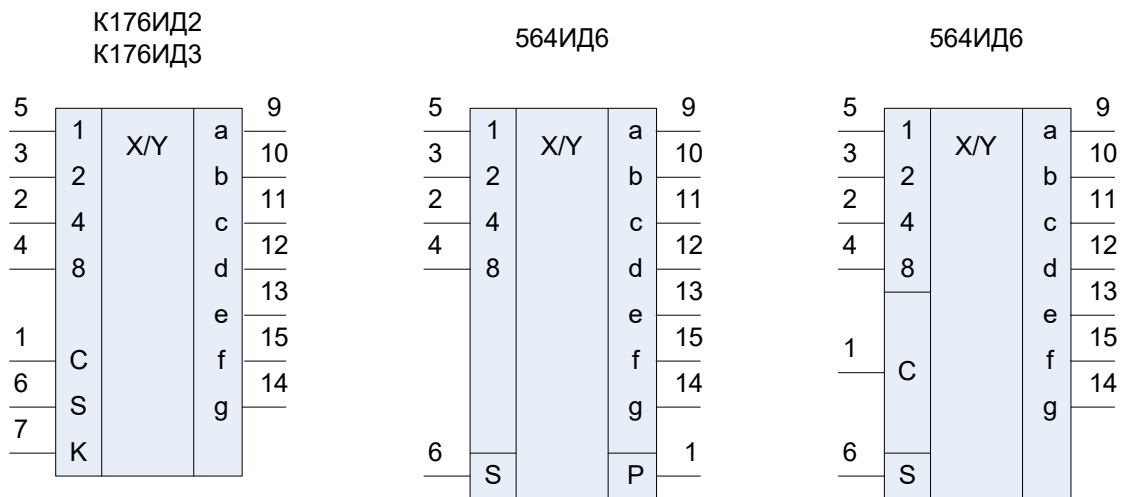


Рисунок 10 – Мікросхеми перетворювачів кодів для семисегментних індикаторів

Узгодження виходів мікросхем К176ИД2 семисегментними індикаторами може проводитися так само, як і виходів лічильників К176ИД1 і К176ИД4. Струм короткого замикання мікросхем К176ИД2 вищий, ніж у лічильників, і чисельно в міліамперах приблизно дорівнює напрузі живлення у вольтах. Тому можна безпосередньо підключати виходи мікросхем К176ИД2 до електродів напівпровідникових семисегментних індикаторів серії АЛ305, АЛС321, АЛС324, пам'ятаючи, звичайно, про те, що розкид яскравості світіння при цьому може бути помітний, а сама яскравість може бути менше номінальної. Мікросхема К176ИД1 має ту ж розводку виводів і ту ж логіку роботи, що і К176ИД2. Відмінність полягає в тому, що вихідні каскади мікросхеми виконані з «відкритим» стоком, тому їх можна підключати безпосередньо до анодів вакуумних люмінесцентних індикаторів.

Мікросхема 564ИД4 – перетворювач двійково-десятькового коду в код семисегментного індикатора (рисунок 10), призначена перш за все для управління рідкокристалічними індикаторами. Так само, як і мікросхема К176ИД2, перетворювач дозволяє змінювати полярність вихідних сигналів подачею сигналу управління на вхід S – при логічному «0» увімкненню сегментів відповідає логічна «1» на виходах а - g, при логічній «1» на вході S увімкненню сегментів відповідає логічний «0». Так само, як і

мікросхема 564УМ1, мікросхема має три виведення живлення і збільшену амплітуду вихідних сигналів. Це дозволяє при напрузі живлення більшої частини мікросхем 3...5 В управляти і такими індикаторами, які вимагають напругу 10-15 В.

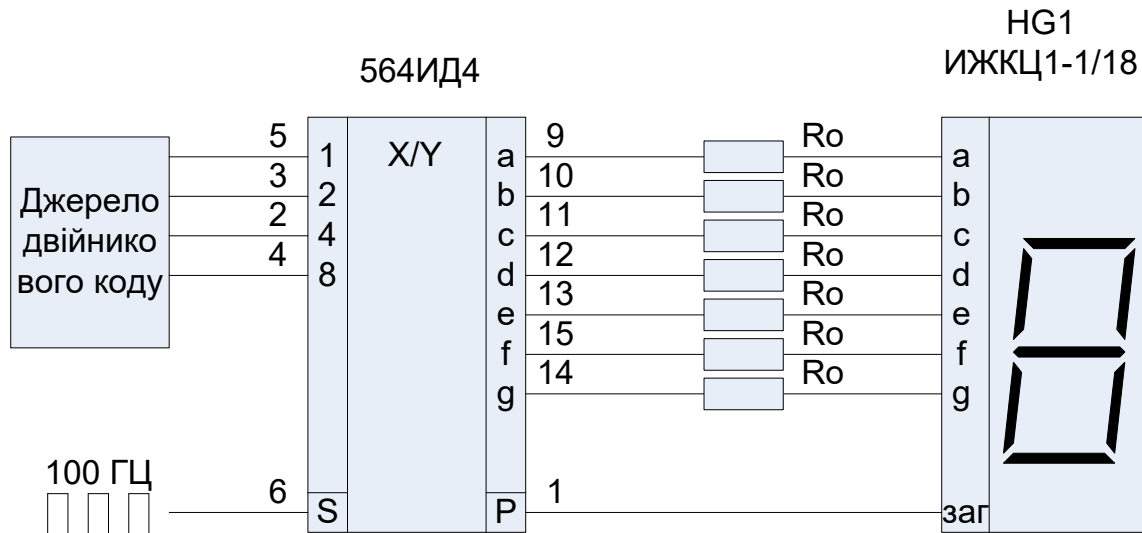


Рисунок 11 – Підключення рідкокристалічного індикатора

Підключення рідкокристалічного індикатора до мікросхеми 564ИД4 проілюстровано на рисунку 10. На вхід S мікросхеми подається меандр з частотою 30...200 Гц, цей сигнал проходить без інверсії на вихід P, збільшуючись за амплітудою. При подачі на входи 1-8 двійкового коду знака на виходах, відповідних сегментам, які треба відобразити, напруга починає мінятися в протифазі з напругою на виході P, і ці сегменти стають темними. На тих же виходах, які відповідають сегментам, що не відображаються, напруга змінюється синфазно з напругою на виході P, і сегменти невідмітні від фону. При подачі на входи кодів чисел 0...9 на індикаторі формується зображення відповідних цифр, для кодів 10...13 відображаються «L», «H», «P», «A», для коду 14 – знак «мінус», при подачі коду 15 відбувається гасіння індикатора.

Послідовно із світлодіодом кожного сегмента увімкнений резистор для обмеження струму: не можна вмикати один загальний резистор через змінне навантаження, яке залежить від кількості увімкнених у даний час сегментів[3].

Здатність навантаження мікросхеми така ж, як у 564УМ1, що дозволяє використовувати мікросхему для управління світлодіодними індикаторами як з анодом, так і з катодом без струмообмежувальних резисторів при напрузі живлення 5...10 В і обмежувальними резисторами при 10...15 В.

Мікросхема 564ИД5 відрізняється від 564ИД4 наявністю на її входах 1-2-4-8 статичного регістра для зберігання інформації входом запису С і відсутністю виходу Р (рисунок 9). Запис у регістр відбувається так само, як і в регістр мікросхем К176ИД2 і К176ИД1, при подачі на вхід С імпульсу позитивної полярності, регістр при цьому «прозорий» і пропускає на свої виходи (на входи перетворювача коду) інформацію з входів. У режим зберігання регістр переходить у момент спаду вхідного імпульсу.

Одноїменні входи і виходи мікросхем К176ИД2, К176ИД1, 564ИД4, 564ИД5 розведені на виводи однаковими номерами.

Схема індикації, побудована на подібних дешифраторах та семисегментних індикаторах, наведена на рисунку 12.

5 Дешифратор для індикаторів лампового типу

У попередньому розділі розглянутий дешифратор, який у залежності від вхідної комбінації може видавати рівень логічної «1» одразу на декількох входах. Проте іноді потрібні дешифратори, які розпізнають кодові сигнали та видають результат лише на одному з виходів. Саме такий дешифратор і потрібен, коли як індикатор використовується ламповий індикатор з десятьма сітками, кожна з яких при вмиканні відображає певну цифру.

Принципово такі дешифратори можна поділити на два класи: побудовані на основі діодних ключів та побудовані на основі логічних мікросхем. У даному розділі ми розглянемо обидва варіанти.

Побудова дешифратора починається із складання таблиці залежностей вхідних і вихідних кодових комбінацій. У таблиці 3 наведені усі потрібні комбінації для випадку перекодування двійкового коду у десятковий.

Таблиця 3 – Залежність вхідних та вихідних кодових комбінацій

m	Входи				Виходи									
	X1	X2	X3	X4	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

За таблицею 3 можна побудувати логічні вирази для кожного виходу дешифратора. Вони будуть мати вигляд:

$$F_0 = \overline{X_1} \overline{X_2} \overline{X_3} \overline{X_4};$$

$$F_1 = X_1 \overline{X_2} \overline{X_3} \overline{X_4};$$

$$F_2 = \overline{X_1} X_2 \overline{X_3} \overline{X_4};$$

$$F_3 = X_1 X_2 \overline{X_3} \overline{X_4};$$

$$F_4 = \overline{X_1} X_2 X_3 \overline{X_4};$$

$$F_5 = X_1 \overline{X_2} X_3 \overline{X_4};$$

$$F_6 = \overline{X_1} X_2 X_3 \overline{X_4};$$

$$F_7 = X_1 X_2 X_3 \overline{X_4};$$

$$F_8 = \overline{X_1} X_2 X_3 X_4;$$

$$F_9 = X_1 \overline{X_2} X_3 X_4.$$

За цими логічними виразами будується матриця дешифратора, враховуючи пряме та інверсне використання виходів тригерів.

Розглянемо принцип побудови дешифратора на діодах. Детально робота дешифратора пояснюється на прикладі схеми «I», побудованої на діодах (рисунок 13).

До тих пір, поки до всіх діодів не буде прикладена напруга, на виході буде рівень логічного «0». Прикладена до всіх діодів напруга запирає їх. З цього моменту на виході з'являється рівень логічної «1».

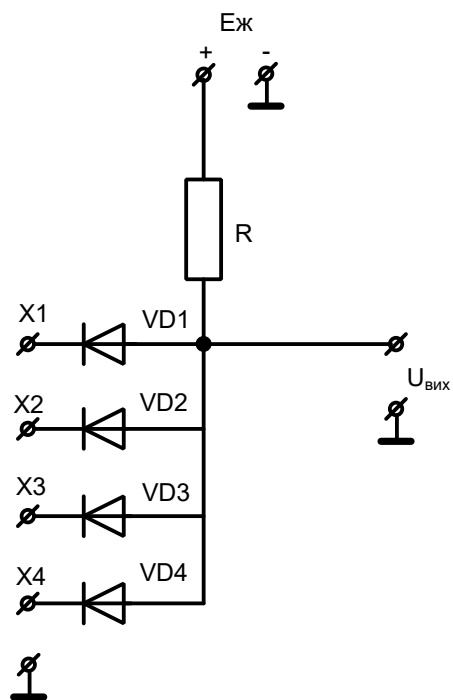


Рисунок 13 – Схема «I», побудована на діодах

Розглянутий дешифратор наводиться на рисунку 14.

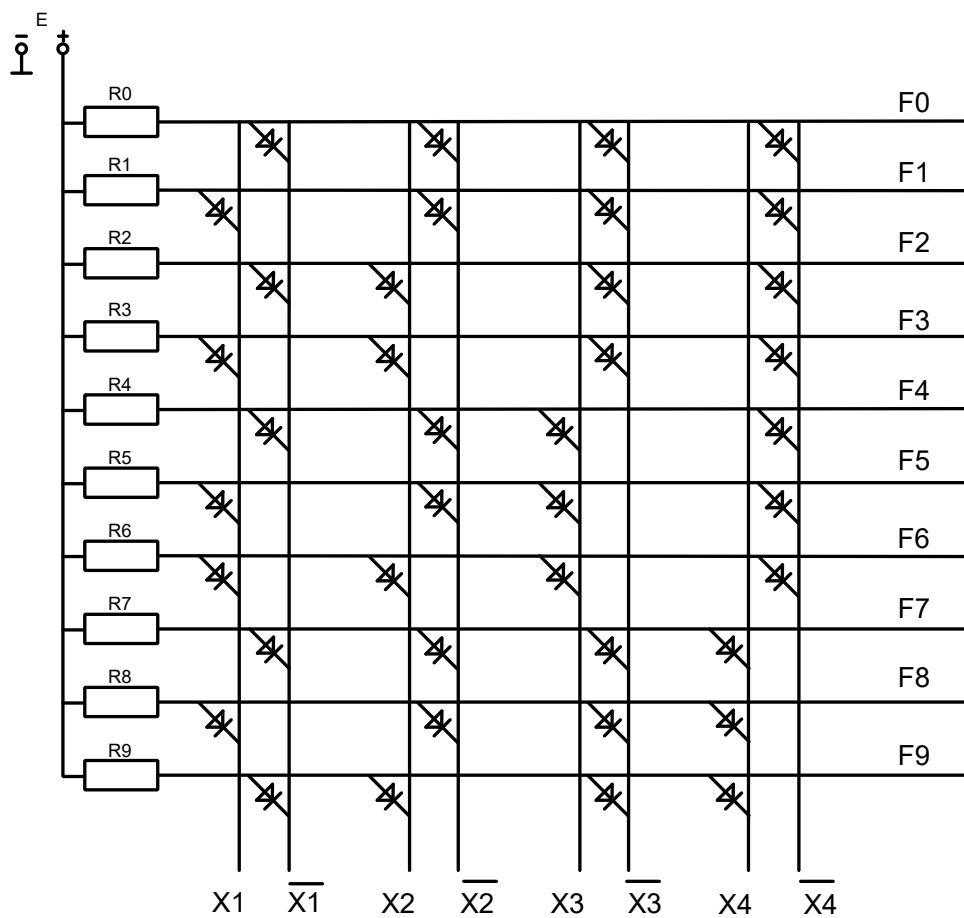


Рисунок 14 – Дешифратор

Тепер розглянемо побудову дешифратора на логічних мікросхемах. Так само, як і в попередньому варіанті дешифратора, пояснення принципу роботи розглянемо на прикладі логічного елемента «І», який приймає рішення про перекодування коду в тому випадку, коли на всі його входи буде прикладено рівень логічної «1» (рисунок 15).

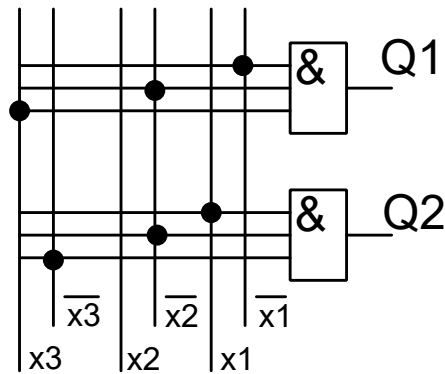


Рисунок 15 – Дешифраторний елемент на схемах «І»

До тих пір, поки на всіх входах схеми «І» не буде прикладений рівень логічної «1», на виході буде рівень логічного «0». Прикладена до всіх входів напруга відкриває відповідну схему «І». З цього моменту на виході з'являється рівень логічної «1».

Розглянутий дешифратор наводиться на рисунку 16.

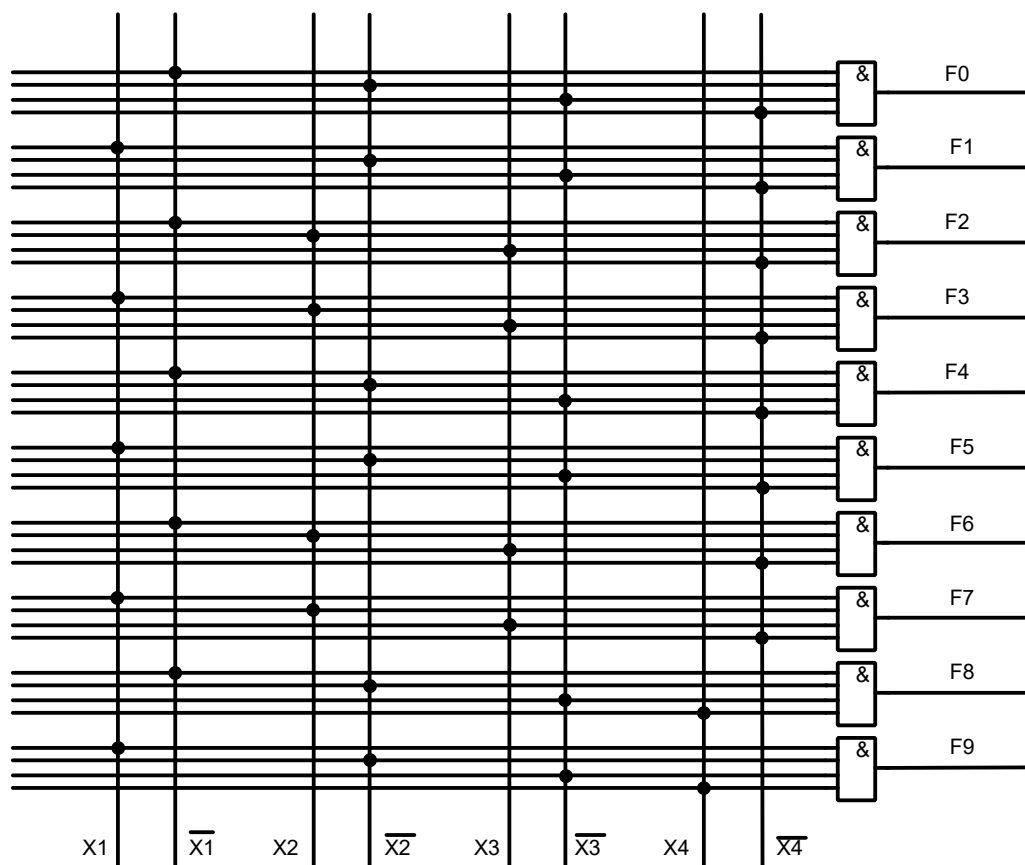


Рисунок 16 – Дешифратор на логічних елементах

6 Контрольні завдання

Завдання для самостійної роботи полягає у розробленні елементів схеми динамічної індикації з довільними параметрами та складанні схеми індикації з параметрами, описаними у завданні.

Завдання 1. Розробити блок лічильників з довільним коефіцієнтом перерахунку.

Опираючись на матеріали 4-го розділу цих методичних вказівок, розробити схему й дати розгорнутий опис дії лічильника з коефіцієнтами відліку, вказаними для кожного варіанта у таблиці 4.

Варіант обирається за порядковим номером прізвища студента у журналі. Для студентів з порядковим номером більше 16 обираються варіанти за схемою [номер варіанта] = [номер у журналі] – 16.

Таблиця 4 – Варіанти даних для самостійного розрахунку

Варіант	Коефіцієнт перерахунку лічильника	Варіант	Коефіцієнт перерахунку лічильника
1	16	9	24
2	17	10	25
3	18	11	26
4	19	12	27
5	20	13	28
6	21	14	29
7	22	15	30
8	23	16	31

Завдання 2. Розробити принципову схему дешифратора.

За матеріалами 5-го та 6-го розділів побудувати дешифратор заданого типу для п'яти двійкових комбінацій. Дешифратор має вмикати один з індикаторів при прийнятті і розкодуванні необхідної комбінації. На рисунку 17 наведений шаблон, який може стати опорним при побудові дешифратора. У шаблоні вже наведені прямі й інверсні входи дешифратора та виходи з підключеними індикаторами. Необхідно вирисувати схему дешифратора, дати розгорнуте пояснення принципу роботи, навести таблицю відповідності вхідних і вихідних кодів дешифратора. Параметри схеми обираються за таблицею 5.

Варіант обирається так само, як і в першому завданні.

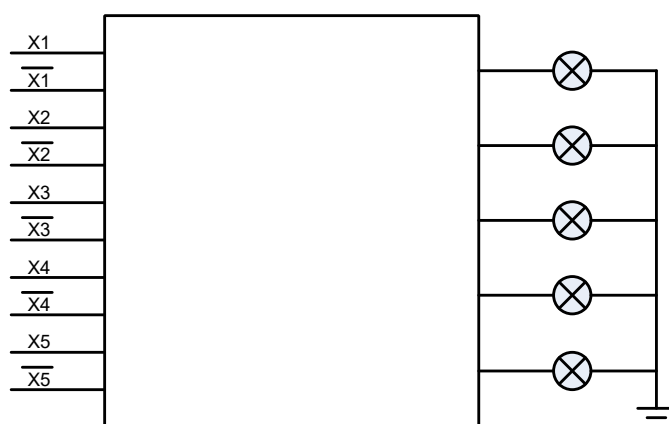


Рисунок 17 – Шаблон дешифратора

Таблиця 5 – варіанти даних для самостійного розрахунку

Варіант	Тип дешифратора	Комбінації, які розрізняє дешифратор				
1	На діодах	1110 0	1111 0	1000 0	0001 1	1000 1
2	На мікросхемах	1011 1	1101 1	0000 1	1001 1	1001 0
3	На діодах	0011 0	1000 0	1110 1	0110 1	0100 0
4	На мікросхемах	1101 0	0010 0	0101 0	1000 0	1100 1
5	На діодах	1101 0	0000 0	1100 0	1110 1	1110 1
6	На мікросхемах	0110 0	1101 1	0100 0	0001 0	0000 0
7	На діодах	1111 1	1001 0	1110 1	1000 0	1101 0
8	На мікросхемах	0100 1	1110 0	1111 0	0110 1	1100 0
9	На діодах	0110 1	0000 0	0010 0	0000 1	0101 0
10	На мікросхемах	0010 0	1111 0	1110 1	0111 1	1101 0
11	На діодах	0001 1	0100 0	0101 1	1010 1	1111 1
12	На мікросхемах	0000 1	1110 1	0000 1	1000 0	0100 1
13	На діодах	0010 1	0000 0	0101 0	1011 1	0001 0
14	На мікросхемах	0010 0	0101 0	0101 1	0111 1	1001 0
15	На діодах	1010 0	0011 0	0101 0	1001 1	1101 1
16	На мікросхемах	1110 0	1000 0	0100 0	1100 0	0011 0

Завдання 3. Розробити схему індикації.

Розробити й дати стислий опис роботи схеми індикації цифрового вимірювального приладу. На схемі мають бути: лічильник, реєстр для зберігання даних, дешифратор, індикатори. Розкриття всієї схеми не обов'язкове, потрібно відобразити лише ті розряди лічильника та реєстра, які вказані у варіанті, інші можуть бути позначені у вигляді прямокутника з позначеними входами та виходами. Тип індикації обирається за типом дешифратора. Можна показати лише обрані розряди індикації, позначивши тільки місця та загальні принципи підключення інших. Параметри схеми обираються за таблицею 6.

Варіант обирається так само, як і в першому завданні.

Таблиця 6 – варіанти даних для самостійного розрахунку

Варіант	Тип дешифратора	Розряди лічильника та реєстра	Варіант	Тип дешифратора	Розряди лічильника та реєстра
1	На логічних елементах	1,3	9	На логічних елементах	3,5
2	На діодах	2,4	10	На діодах	1,3
3	Дешифратор для семисегментних індикаторів	2,5	11	Дешифратор для семисегментних індикаторів	1,2
4	На логічних елементах	1,4	12	На логічних елементах	1,3
5	На діодах	3,4	13	На діодах	2,5
6	Дешифратор для семисегментних індикаторів	1,5	14	Дешифратор для семисегментних індикаторів	2,3
7	На логічних	2,3	15	На логічних	1,5

	елементах			елементах	
8	На діодах	1,4	16	На діодах	3,5

Приклад загальної схеми наведений на рисунку 18.

Список літератури

- 1 Основы промышленной электроники: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов / В.Г. Герасимов, О.М. Князьков, А.Е. Краснопольский, В.В. Сухоруков; под ред. В.Г. Герасимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 336 с.
2. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы: Учеб. для техникумов связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 336 с.
3. Джонс Электроника М.Х. – практический курс. – М.: Постмаркет, 1999. – 528 с.

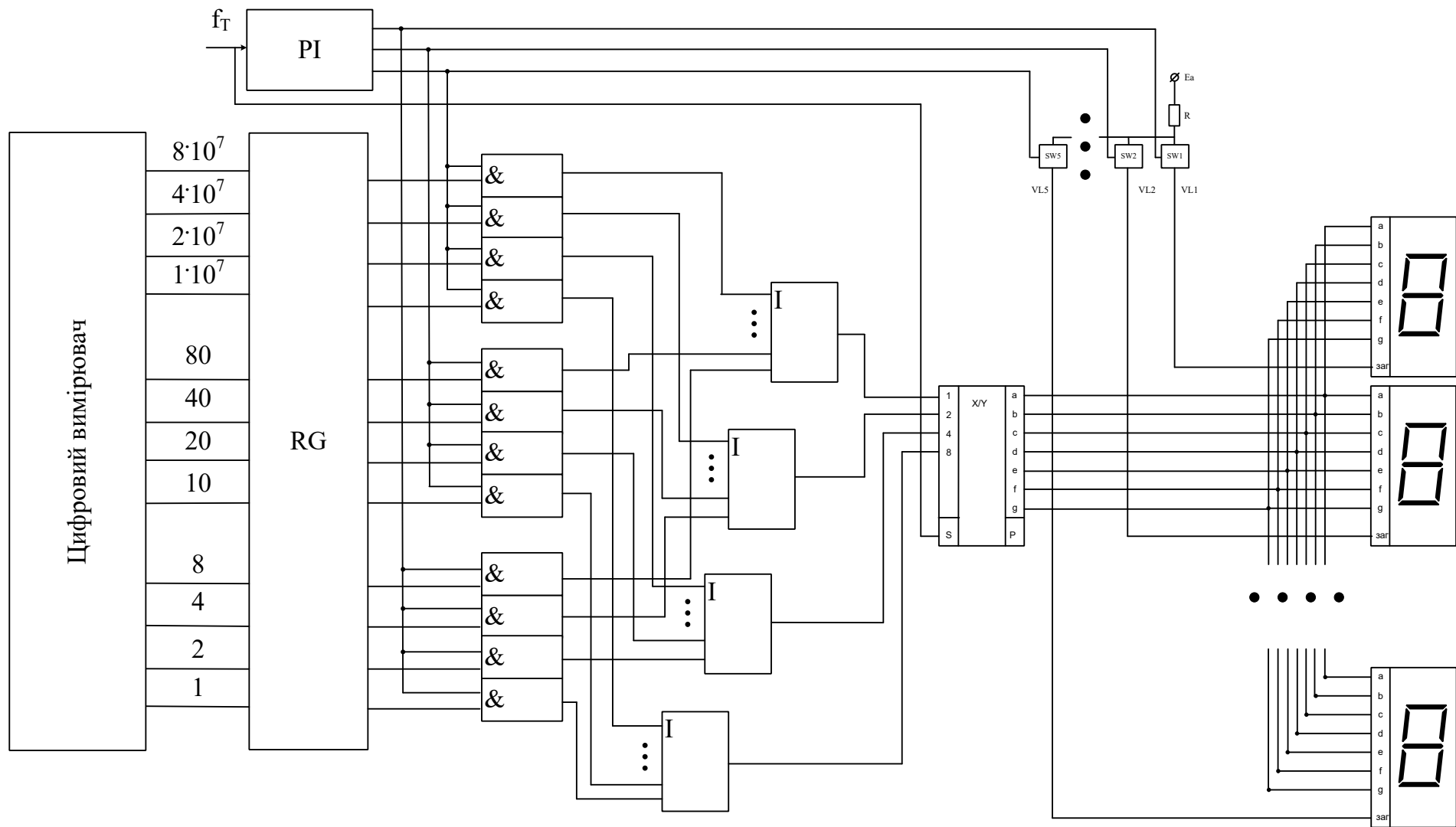


Рисунок 12 – Схеми індикації цифрового вимірювача миттєвих значень фазових зсувів

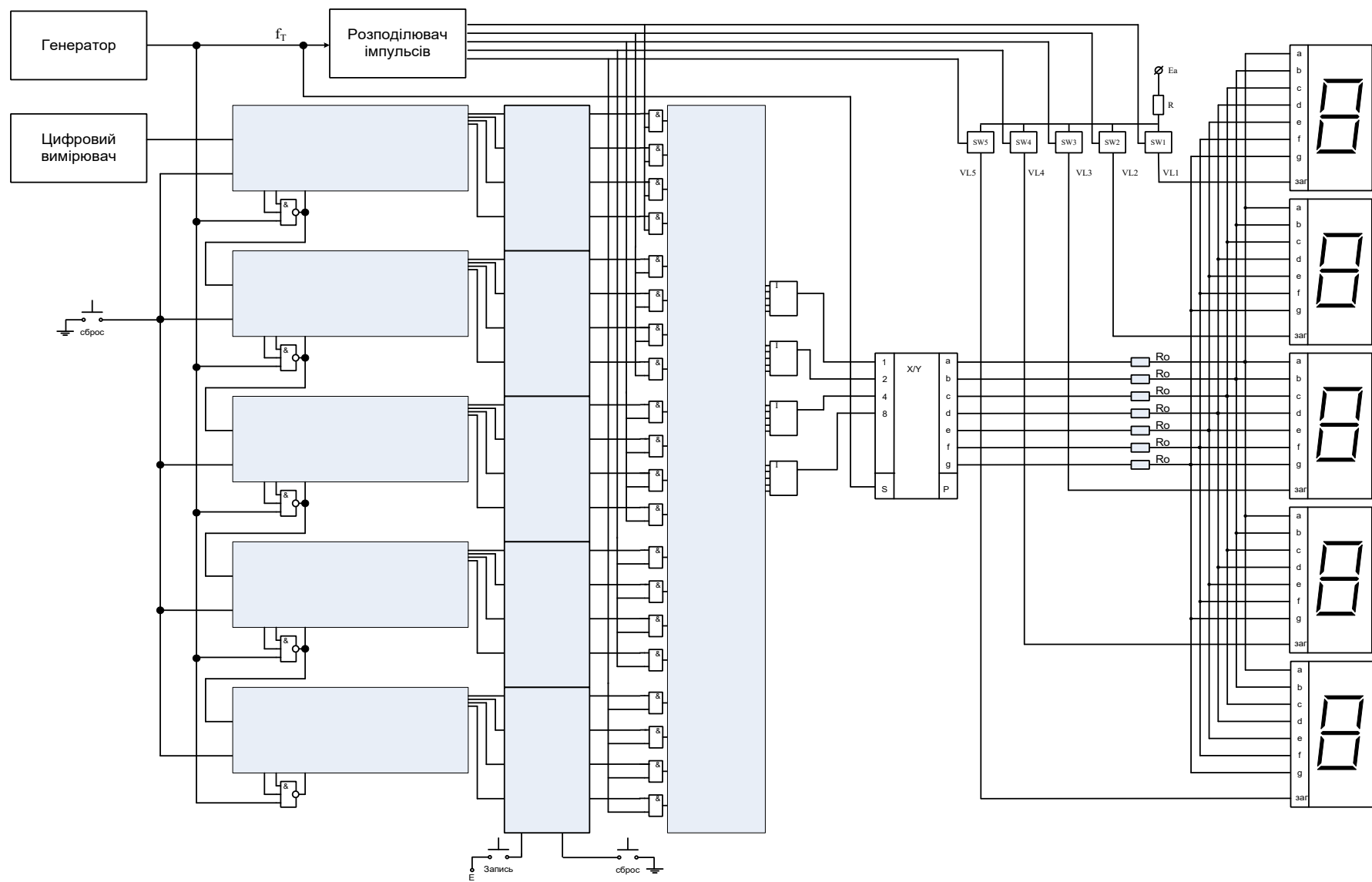


Рисунок 18 – Схема індикації цифрового вимірювального приладу

