

*Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет  
Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю. М. Потєбні  
Кафедра: Електроніки, інформаційних систем та програмного  
забезпечення*

**Практичне заняття №6**

з дисципліни Цифрові логічні автомати

**СИНТЕЗ КОНТОЛЬНОГО ЦИФРОВОГО АВТОМАТА**

Студента (ки) 4 курсу, групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Викладач \_\_\_\_\_ Верьовкін Л.Л. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала \_\_\_\_\_

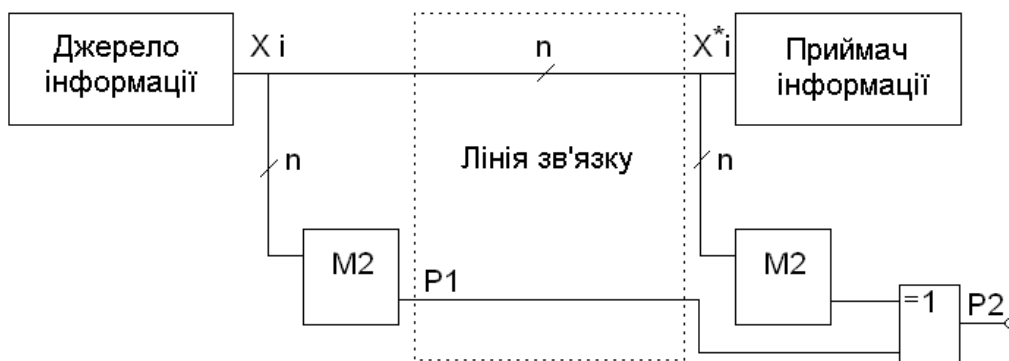
Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка: ECTS \_\_\_\_\_

м. Запоріжжя – 2022 рік

## 6.1 Методичні вказівки до виконання завдання

Схема контролю парності

По  $n$ -провідній лінії зв'язку (рис. 6.1) передається паралельний двійковий код  $x(n-1), x(n-2), \dots, x_1, x_0$ , а приймається код  $x'(n-1), x'(n-2), \dots, x'_1, x'_0$ .

Контроль парності в  $n$ -провідній лінії зв'язку

Тоді величина  $P1 = x_0 \oplus x_1 \oplus \dots \oplus x(n-1)$ . На приймальному кінці лінії зв'язку  $P2 = x'_0 \oplus x'_1 \oplus \dots \oplus x'(n-1) \oplus P1$ . Підставляючи в останню формулу вираз для  $P1$  і групуючи змінні в однойменні пари, отримуємо:  $P2 = (x_0 \oplus x'_0) \oplus (x_1 \oplus x'_1) \oplus (x_2 \oplus x'_2) \oplus \dots$  З останнього виразу виходить, що якщо передача пройшла без спотворень, то  $x_i = x'_i$  та  $x_i \oplus x'_i = 0$ , а  $P2 = 0$ . При спотворенні одного і в загальному випадку непарного числа біт функція  $P2 = 1$ . Аналогічно протікає процес контролю і при послідовній передачі по одній лінії зв'язку  $n$ -біт інформаційних сигналів і одного біта парності.

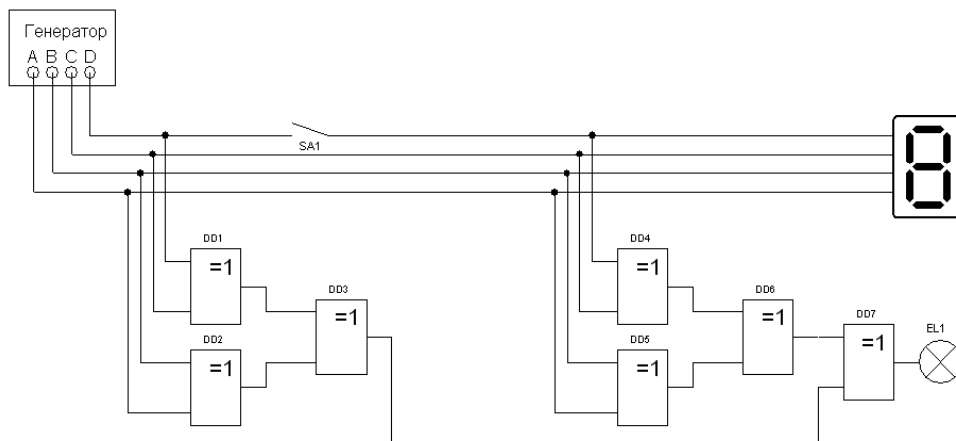


Рисунок 6.2 – Експериментальна схема контролю парності

## Мажоритарні елементи

Мажоритарний закон це «Закон більшості». Вирішальний елемент зазвичай називають мажоритарним елементом. Мажоритарний елемент – це логічний пристрій з непарним числом входів  $m = 2k + 1$  (де  $k = 1, 2, 3, \dots$ ) і одним виходом. Робота мажоритарного елемента полягає в наступному: на входи елемента поступають двійкові сигнали від непарної кількості ідентичних елементів. Вихідний сигнал елемента набуває значення, рівного значенню, яке приймає більшість вхідних сигналів. Найчастіше використовують мажоритарні елементи, які працюють за законом «2 з 3». У цих елементах значення вихідного сигналу дорівнює значенню двох однакових вхідних сигналів. Крім того, відомі мажоритарні елементи, що працюють за законом «3 з 5», «4 з 7» і так далі.

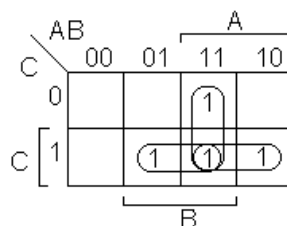
Таблиця функціонування мажоритарного елемента

Входи			Вихід
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Рівняння функціонування:

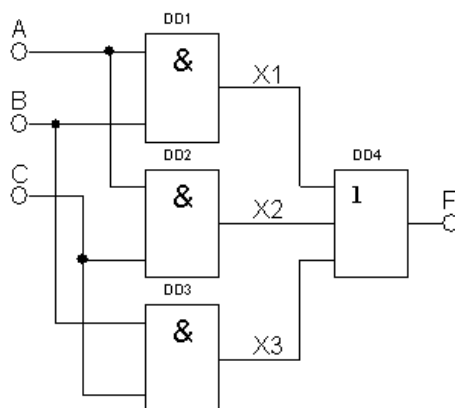
$$F = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

Спростимо вираз за допомогою карти Карно:

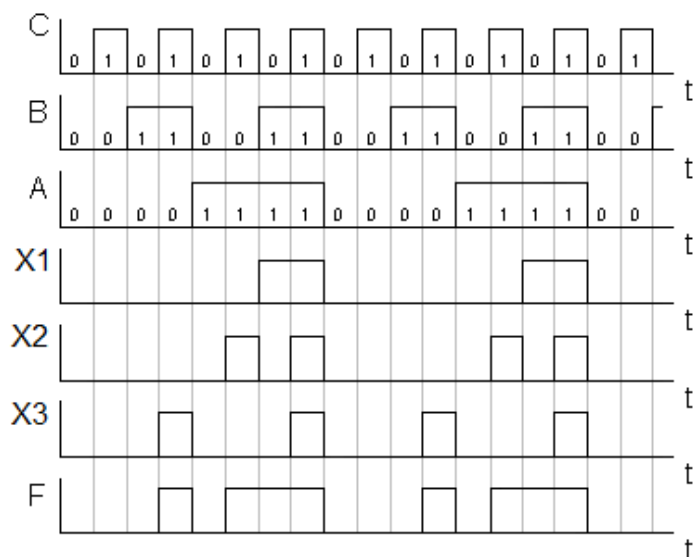


$$F = AB + AC + BC$$

Схема мажоритарного елемента, який працює за законом «2 з 3» і побудованого з логічних елементів І і АБО має вигляда

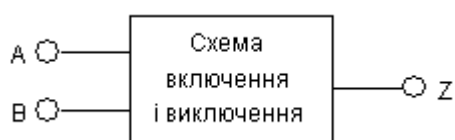


Діаграма функціонування в динамічному режимі



### Цифрова схема включення і виключення з декількох місць

Вихідний стан схеми включення і виключення з декількох місць змінюється лише в разі, якщо змінюється стан одного з входів. Якщо обидва входи змінюють свій стан, то вихідний стан не змінюється. Схема має два входи А і В і один вихід Z.



Таблиця істинності схеми з двома вхідними змінними має 4 варіанта

Варіанти	Входи		Вихід
	A	B	Z
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

Вихідний стан  $Z$  для першого варіанту може встановлюватися будь-яким чином. Вибране  $Z = 0$ . При переході від варіанту 1 до варіанту 2 змінна  $B$  змінює свій стан. Змінна  $A$  стан не змінює. Якщо лише один з входів змінює стан, то, згідно визначення, вихід  $Z$  повинен поміняти свій стан.  $Z$  має дорівнювати 1. При переході від варіанту 2 до варіанту 3 змінні  $A$  і  $B$  змінюють свої стани.  $Z$  не повинне змінитися. При переході від варіанту 3 до варіанту 4 змінна  $B$  змінює свій стан з 0 на 1.  $A$  залишається в стані 1. Таким чином,  $Z$  повинне поміняти стан з 1 на 0. Таблиця істинності могла б виглядати інакше, якби у варіанті 1 було обрано  $Z = 1$ .

Рівняння функціонування:

$$Z = (A\bar{B}) + (\bar{A}B).$$

Якщо нанести функцію на карту Карно, то видно, що подальше спрощення неможливе.

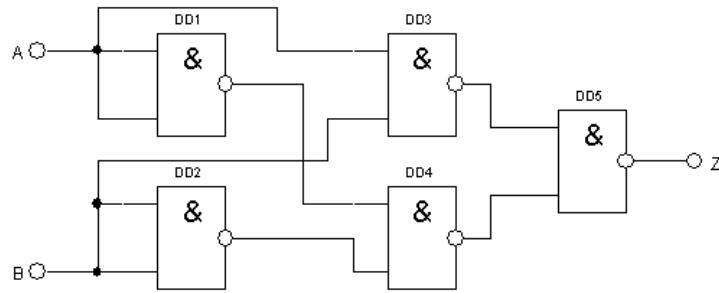
		A	
		0	1
B	0		1
	1	1	

Побудуємо схему на елементах І-НІ:

$$Z = (A\bar{B}) + (\bar{A}B) = \overline{\overline{(A\bar{B}) + (\bar{A}B)}} = \overline{\overline{(A\bar{B})} \cdot \overline{\overline{(\bar{A}B)}}} = \overline{\overline{(A\bar{B})} \cdot (\bar{A}B)}.$$

Схема, побудована згідно перетвореному рівнянню, показана на рисунку

Цифрова схема включення і виключення з декількох місць



### Порогова логічна схема

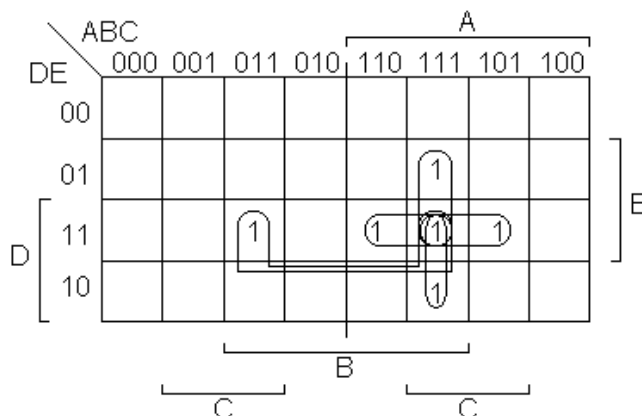
Пороговою логічною схемою називається схема, в якій певна мінімальна кількість вхідних змінних повинна мати стан 1, аби на виході з'явилася логічна 1. Наприклад, потрібно розрахувати схему з п'ятьма вхідними змінними. На виході має бути 1 лише тоді, коли, щонайменше, на чотирьох входах присутня 1.

Вхідні змінні A, B, C, D, E. Вихідна змінна – Z. Спочатку потрібно визначити таблицю істинності. При п'яти змінних величинах можливі 32 варіанти.

Таблиця істинності порогової логічної схеми

Входи					Вихід
A	B	C	D	E	Z
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1

Досконала диз'юнктивна нормальна форма складається з шести повних кон'юнкцій. ДДНФ спрощується за допомогою карти Карно.



$$F = \bar{A}BCDE + A\bar{B}CDE + AB\bar{C}DE + ABC\bar{D}E + ABCDE\bar{E} + ABCDE$$

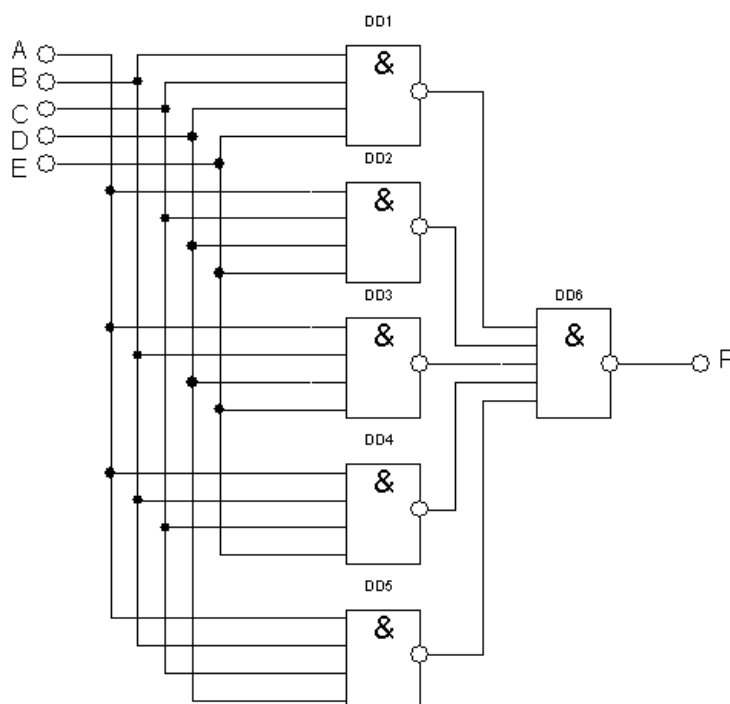
Можна утворити 5 подвійних груп. Виходить наступна спрощена логічна функція:

$$F = BCDE + ACDE + ABDE + ABCE + ABCD.$$

У базисі І-НІ:

$$\begin{aligned} F &= \overline{\overline{BCDE + ACDE + ABDE + ABCE + ABCD}} = \\ &= \overline{\overline{BCDE} \cdot \overline{ACDE} \cdot \overline{ABDE} \cdot \overline{ABCE} \cdot \overline{ABCD}} \end{aligned}$$

### Порогова логічна схема



## 6.2 Виконання практичної роботи

В ході практичної роботи необхідно синтезувати схему контрольного автомата.

Для вирішення поставленого завдання необхідно виконати завдання згідно з приведеним прикладом.

Номер варіанту обирається згідно з порядковим номером студента в академічному журналі.

Робота оформлюється у паперовому вигляді, на листах формату А4, з стандартним титульним листом.

Для позитивної оцінки розрахунки та схеми повинні бути виконані у повному обсязі.

### Варіанти завдання

#### Варіант 1

Розробити логічну схему пристрою мажоритарного контролю шестирозрядних слів, які поступають на мажоруючий елемент з трьох ідентичних вузлів. Реалізацію схеми виконати на елементах базису Пірса.

#### Варіант 2

Розробити порогову логічну схему з п'ятью вхідними змінними. На виході має бути 1 лише тоді, коли щонайменше на 4 входах присутня 1. Реалізацію схеми виконати на елементах базису Пірса.

#### Варіант 3

Розробити логічну схему пристрою мажоритарного контролю шестирозрядних слів, які поступають на мажоруючий елемент з трьох ідентичних вузлів. Реалізацію схеми виконати на елементах базису Шеффера.



#### Варіант 4

Розробити логічну схему мажоритарного елемента що працює за законом «3 з 5» у базисі Шеффера.

#### Варіант 5

Розробити логічну схему контролю парності, для виявлення одиночних похибок при передачі чотирьохрозрядного коду і біта парності по паралельній лінії зв'язку.