

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МУНІЦИПАЛЬНОГО
УПРАВЛІННЯ ТА МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Комп'ютерна логіка»**

для здобувачів 2 курсу спеціальності

122 Комп'ютерні науки

123 Комп'ютерна інженерія

ОПП «Комп'ютерні науки»

ОПП «Комп'ютерна інженерія»

Форма навчання: денна і заочна

Київ- 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут муніципального управління
та міського господарства

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи з дисципліни
«Комп'ютерна логіка»

для здобувачів 2 курсу спеціальності

122 Комп'ютерні науки

123 Комп'ютерна інженерія

ОПП «Комп'ютерні науки»

ОПП «Комп'ютерна інженерія»

Форма навчання: денна і заочна

Затверджено на засіданні кафедри
інженерних систем та технологій
Протокол № 1 від 28.08.2025 р

Київ- 2025 рік

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Комп'ютерна логіка» для здобувачів 2 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки 123 Комп'ютерна інженерія ОПП «Комп'ютерні науки» ОПП «Комп'ютерна інженерія» (перший (бакалаврський) освітній рівень) для здобувачів усіх форм навчання / Укладач: Омецинська Н. В. – Київ, ТНУ імені В. І. Вернадського, 2025. – 75 стор.

Метою даних методичних вказівок є систематизація навчально-методичних матеріалів для використання в написанні курсової роботи з дисципліни «Комп'ютерна логіка». Дані методичні вказівки описують всі кроки, необхідні для успішного виконання здобувачами розрахункових та графічних завдань.

УКЛАДАЧ: к.т.н., доцент, Н.В.Омецинська

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кисельов В.Б. директор навчально-наукового інституту муніципального управління та міського господарства Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського, д.т.н., професор

Гуйда О.Г., завідувач кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій, к.держ.упр., професор Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського

© Н.В.Омецинська 2025

©Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1.ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	6
2.ОБСЯГ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
3.ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ	8
4.ПІДГОТОВКА ДОПОВІДІ НА ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ	11
5.ОБСЯГ ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ (ПЗ)	12
5.1.Склад пояснювальної записки	12
6.ВИМОГИ ДО ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	14
6.1.Вступ	14
6.2.Теоретична частина	14
6.3.Практична (розрахункова) частина	14
БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ.....	29
<i>Додаток А. Зразок оформлення титульного аркуша</i>	<i>31</i>
<i>Додаток Б. Формування шифру курсової роботи спеціальності «Комп'ютерна інженерія»та «Комп'ютерні науки»</i>	<i>32</i>
<i>Додаток В. Зразок оформлення бланку завдання до курсової роботи.....</i>	<i>33</i>
<i>Додаток Г. Довідникові дані логічних елементів</i>	<i>35</i>

ВСТУП

Курсова робота (КР) є підсумковою перевіркою знань здобувачів, які закінчили вивчення курсу "Комп'ютерна логіка". Курсова робота систематизує, розширює та поглиблює теоретичні знання здобувачів, а також надає їм досвід самостійного розв'язання практичних завдань з аналізом поставленої задачі.

Для виконання роботи здобувачі повинні мати базові знання з вищої математики, дискретної математики, теорії графів, алгебри логіки, теорії алгоритмів, обробки та аналізу сигналів, теорії систем та програмування.

Зміст і структура посібника відповідають освітньо-професійним програмам підготовки фахівців у галузі комп'ютерної інженерії та комп'ютерних наук. Курс охоплює основний зміст дисципліни "Комп'ютерна логіка".

1.ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1. *Тема роботи* є спільною для всіх здобувачів – «Перетворення булевої функції та синтез комбінаційного пристрою».

2. Етапи виконання курсової роботи

Курсова робота складається з наступних етапів:

I етап – отримання завдання;

II етап – аналіз завдання, критичний огляд науково-технічної та довідникової літератури пов'язаної з темою роботи;

III етап - виконання курсової роботи;

IV етап - оформлення курсової роботи;

V етап – захист курсової роботи .

Календарний план виконання етапів КР наводиться в завданні до курсової роботи;.

3. Контроль за ходом розробки курсової роботи

Здобувач зобов'язаний дотримуватися графіку роботи, виконану роботу із представленням відповідних матеріалів. Якщо здобувач, не з'являється на консультації, нерегулярно звітує перед керівником роботи або систематично порушує графік, то за поданням керівника він може бути недопущеним до захисту КР.

2.ОБСЯГ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

КР складається із пояснювальної записки (ПЗ), яка відображає вирішення технічних задач, встановлених завданням на курсову роботу.

ПЗ до КР повинна стисло та аргументовано розкривати зміст та результати роботи, обґрунтування прийнятих рішень, вибір методів розрахунків.

Таблиця 2.1 – Структура КР, приблизний обсяг окремих розділів ПЗ

Структура КР	Кількість сторінок
Титульний аркуш	1
Завдання на курсову роботу	2
Анотація	1-2
Зміст	1-2
Вступ	1
Основна частина	15-20
Висновки	1-2
Список використаної літератури	1-2
Додатки	без обмежень

3.ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Завдання на КР укладається та видається керівником КР на початку семестру

Завдання містить тему роботи, початкові дані та задачі курсової роботи.

Тема роботи є спільною для всіх здобувачів – «Перетворення булевої функції та синтез комбінаційного пристрою».

Початкові дані

Початковими даними є:

- ✓ дата народження здобувача (Рік, Місяць, Чисо (011215));
- ✓ таблиця для вибору варіанту булевої функції (таблиця 3.1);
- ✓ таблиця істинності булевої функції, побудована за даними таблиці 3.2;
- ✓ елементна база, задана у таблиці 3.3.

Задачі курсової роботи:

1) отримати дев'ять молодших розрядів дати народження, представленого у двійковій системі числення ($h_9, h_8, \dots, h_1$), та підставити h_i в таблиці 3.1 – 3.3

Таблиця 3.1 – Визначення власного варіанта булевої функції

h_1	h_2	Функція
0	0	f_1
0	1	f_2
1	0	f_3
1	1	f_4

Таблиця 3.2 – Табличне подання булевої функції

x_1	x_2	x_3	x_4	f_1	f_2	f_3	f_4
0	0	0	0	1	1	h_1	0
0	0	0	1	h_1	0	h_2	1
0	0	1	0	h_2	h_1	h_3	h_3
0	0	1	1	h_3	h_2	h_4	h_4
0	1	0	0	h_4	h_3	1	0
0	1	0	1	1	h_4	h_5	h_5
0	1	1	0	h_5	1	0	0
0	1	1	1	0	h_5	h_6	h_6
1	0	0	0	h_6	0	h_7	h_7
1	0	0	1	h_7	h_6	1	1
1	0	1	0	1	h_7	h_8	h_8
1	0	1	1	h_8	1	0	h_2
1	1	0	0	0	h_8	0	1
1	1	0	1	1	0	h_9	h_9
1	1	1	0	h_9	1	0	h_1
1	1	1	1	0	h_9	1	1

Таблиця 3.3 – Тип логічних елементів та їх параметри

h_3	h_2	h_1	Тип елементів	Кількість у корпусі	Час затримки сигналів
0	0	0	3ТА-НІ, 3ТА	3, 3	20, 24
0	0	1	4ТА-НІ, 2АБО	2, 4	20, 22
0	1	0	4ТА, 2АБО-НІ	2, 4	24, 22
0	1	1	3ТА, 2АБО-НІ	3, 4	24, 22
1	0	0	2АБО-НІ, 4ТА	4, 2	22, 24
1	0	1	2ТА-НІ, 2АБО	4, 4	20, 22
1	1	0	2АБО-НІ, 3ТА	4, 3	22, 24
1	1	1	2ТА-НІ, 2АБО-НІ	4, 4	20, 22

- 2) враховуючи розряди h_1 і h_2 , обрати варіант булевої функції за таблицею 3.1;
- 3) за таблицею 3.2 побудувати таблицю істинності обраної булевої функції з використанням розрядів h_9-h_1 ;
- 4) отримати досконалу диз'юнктивну нормальну форму (ДДНФ) і досконалу кон'юнктивну нормальну форму (ДКНФ) для визначеної перемикальної функції за таблицею істинності;
- 5) виконати мінімізацію функції заданим методом:
 - а) Квайна (для f_1);
 - б) Квайна – Мак-Класкі (для f_2);
 - в) карт Карно (для f_3);
 - г) методом діаграм Вейча (для f_4);
 - б) представити МДНФ функції у восьми нормальних формах;

- 7) за таблицею 3.3 з врахуванням розрядів $h3-h1$ визначити тип елементів, їх кількість у корпусі та час затримки сигналів; враховуючи ці параметри, зробити вибір елементної бази;
- 8) одержати операторне представлення функції, яке може бути реалізоване на елементах, заданих таблицею 3.3;
- 9) побудувати схеми електричну структурну, електричну функціональну;
- 10) проаналізувати схему отриманого комбінаційного пристрою за наступними параметрами: складність за Квайном; кількість логічних елементів; кількість умовних корпусів мікросхем; усереднене значення часу затримки для кожної з використовуваних мікросхем; максимальне значення часу затримки для кожної з використовуваних мікросхем; середній та максимальний час затримки сигналів у розробленій схемі; споживана потужність кожної з використовуваних мікросхем; загальна активна потужність схеми.

4.ПІДГОТОВКА ДОПОВІДІ НА ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Для виступу на захисті курсової роботи здобувачу надається до 10 хв, протягом яких необхідно доповісти тільки істотні і принципово важливі питання практичної (розрахункової) частини роботи. У доповіді повинні бути розглянуті такі питання:

- тема роботи;
- поставлене завдання;
- порівняння з можливими іншими технічними рішеннями, обґрунтування розробки;
- суть вирішення завдання;
- особливості і перевага прийнятих рішень;
- висновки за результатами розробки.

Не рекомендується: детально зупинятися на дрібних рішеннях, не розглянувши вказані вище питання; будувати доповідь на послідовних

описах креслень і схем графічної частини; виходити за межі відведеного часу.

5.ОБСЯГ ТА ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ (ПЗ)

Обсяг ПЗ повинен складати 25–35 аркушів друкованого тексту, графічна частина ПЗ складається з двох креслень. При оформленні технічних документів обов'язково використовуються можливості комп'ютерної техніки.

ПЗ виконується на стандартних аркушах формату А4 (210 × 297 мм), оформлених за вимогами ГОСТ 2.104–2006. Перший аркуш (титульний аркуш та бланк завдання не враховуються) – з основним написом за формою 2 а наступні за формою 2а. Графічна частина ПЗ виконується на стандартних аркушах формату А2 (420 × 594 мм), оформлених за вимогами ГОСТ 2.104–2006 з основним написом за формою 1.

Для набору тексту ПЗ рекомендується використовувати редактор Microsoft Word або Open Office Writer, шрифт Times New Roman розміру 14 з міжрядковим інтервалом 1,5.

Графічний матеріал бажано виконувати з використанням спеціалізованих програмних пакетів, призначених для створення та обробки графічних зображень (ACAD, Corel Draw і т.д.) та систем автоматизованого проектування електричних схем (PCAD та інші).

Шифр курсової роботи, зазначений на всіх аркушах пояснювальної записки, формується згідно додатку Б.

<http://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1&z=%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%82%202>

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55417

5.1.Склад пояснювальної записки

—титульний аркуш (додаток А) – 1 стор.;

—заповнений бланк завдання (додаток В) – 2 стор.;

- анотація 1 стор.;
- зміст – 1-2 стор.;
- вступ – 1-2 стор.;
- теоретична частина (5-10 стор.), яка повинна містити :
 - відомості про досконалі диз'юнктивну та кон'юнктивну нормальні форми булевих функцій;
 - відомості про мінімізацію булевих функцій; відомості про заданий метод мінімізації булевих функцій
 - відомості синтез комбінаційних схем; відомості про канонічний метод синтезу комбінаційних схем; відомості про характеристики комбінаційних схем; відомості про системи (серії) логічних елементів та їх основні характеристики; відомості про аналіз комбінаційних схем;
- практична (розрахункова) частина (5-10 стор.), яка повинна містити:
 - переведення дати народження з десяткової у двійкову систему числення; вибір дев'яти молодших розрядів дати народження; таблицю істинності з початковими даними; ДДНФ та ДКНФ заданої функції;
 - мінімізацію утвореної ДДНФ заданої функції; мінімальну диз'юнктивну нормальну форму (МДНФ) заданої функції;
 - 8 нормальних форм (базисів) отриманої МДНФ функції;
 - вибір елементної бази;
 - операторне представлення функції для реалізації на заданих елементах;
 - опис схем електричної структурної, електричної функціональної;
 - аналіз схем за основними наведеними характеристиками;
- висновки – 1-2 стор.;
- список використаної літератури – 1-2 стор.;
- додатки;
- графічна частина (2 плакати формату А2):
 - схема електрична структурна комбінаційного пристрою;

- схема електрична функціональна комбінаційного пристрою;

6.ВИМОГИ ДО ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

6.1.Вступ

Вступ – початок викладення змісту ПЗ.

У вступі необхідно надати матеріал про сучасний стан проблеми, що висвітлюється, а також вказати мету і задачі роботи.

6.2.Теоретична частина

Теоретична частина представляю собою стислий огляд теорії перемикальних (булевих) функцій і синтезу комбінаційних схем. Крім текстового матеріалу теоретична частина має містити ілюстрації (рисунок, схеми, таблиці)

Після написання теоретичної частини можна приступати до практичної частини роботи.

6.3.Практична (розрахункова) частина

6.3.1.Утворення ДДНФ і ДКНФ перемикальної функції

Приклад виконання практичної частини курсової роботи

Створення досконалих диз'юнктивної та кон'юнктивної нормальних форм булевої функції

$$401 (10) = 1\ 1001\ 0001 (2)$$

$$h_9\ h_8\ h_7\ h_6\ h_5\ h_4\ h_3\ h_2\ h_1$$

$$1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1$$

$h_2 = 0$, $h_1 = 1$, отже, за таблицею 3.1 оберемо булеву функцію f_2 .

Згідно таблиці 1.2 побудуємо таблицю істинності заданої функції.

Таблиця 6.1 - Таблиця істинності булевої функції

№ набору	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	f ₂
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	h1=1
3	0	0	1	1	h2=0
4	0	1	0	0	h3=0
5	0	1	0	1	h4=0
6	0	1	1	0	1
7	0	1	1	1	h5=1
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	h6=0
10	1	0	1	0	h7=0
11	1	0	1	1	1
12	1	1	0	0	h8=1
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	h9=1

$$f_{\text{ДДНФ}} = \sum (0,2,6,7,11,12,14,15) = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2x_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2x_3x_4 \vee x_1\bar{x}_2x_3x_4 \vee x_1x_2x_3\bar{x}_4 \vee x_1x_2x_3x_4 \vee x_1x_2\bar{x}_3\bar{x}_4$$

$$f_{\text{ДКНФ}} = \sum (1,3,4,5,8,9,10,13) = (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4) \vee (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4)$$

6.3.2. Мінімізація булевої функції

Мінімізація функції, що синтезується є однією з основних задач при синтезі цифрових автоматів. Ця проблема зводиться до відшукування форми функції з мінімальною ціною. Мінімізація функції проводиться методом згідно зі своїм варіантом (Квайна (для f₁); Квайна – Мак-Класкі (для f₂); карт Карно (для f₃); методом діаграм Вейча (для f₄)).

Наведемо приклади мінімізації ДДНФ функції всіма чотирма методами.

$$f_{\text{ДДНФ}} = \sum (0,5,8,9,10,13,14) = \bar{x}_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee \bar{x}_1x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee x_1x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1\bar{x}_2x_3\bar{x}_4 \vee x_1x_2x_3\bar{x}_4 \vee x_1x_2x_3x_4$$

Мінімізація методом Квайна. Позначимо всі конституенти одиниці у ДДНФ порядковим десятковим номером та виконаємо всі можливі склеювання конститuent одиниці:

$$1-3: \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$$

$$3-4: x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$$

$$3-5: x_1 x_2 \bar{x}_4$$

$$4-6: x_1 x_3 x_4$$

$$2-6: x_2 x_3 x_4$$

$$5-7: x_1 x_3 \bar{x}_4$$

Склеювання одержаних елементарних добутків неможливі.

Елементарних добутків, що поглинаються, немає. Отже, маємо 6 простих імплікант, що складають скорочену ДНФ.

Імплікантна матриця Квайна (таблиця 5.2) має 6 рядків (6 простих імплікант) та 7 стовпців (7 конститuent одиниці). Позначимо клітинку імплікантної матриці на перетині рядка (з розглянутою простою імплікантою) і стовпця (з конститuentою одиниці) знаком "плюс".

Таблиця 6.2 - Імплікантна матриця Квайна

	$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$\bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$x_1 x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	$x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4$	$x_1 x_2 x_3 \bar{x}_4$	$x_1 \bar{x}_2 x_3 x_4$
$\bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$	+		+				
$x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$			+	+			
$x_1 x_2 \bar{x}_4$			+		+		
$x_1 x_3 x_4$				+		+	
$x_2 x_3 x_4$		+				+	
$x_1 x_3 \bar{x}_4$					+		+

Виділимо стовпці імплікантної матриці, що мають тільки одну позначку. Відповідні цим позначкам прості імпліканти називаються базисними і складають так зване ядро *булевої функції*:

$$\bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4, \dots, x_2\bar{x}_3x_4, \dots, x_1x_3\bar{x}_4.$$

Розглянемо різні варіанти вибору сукупності простих імплікант, що накриють позначками інші стовпці імплікантної матриці, і оберемо два варіанти з мінімальним сумарним числом літер у такій сукупності імплікант:

$$f_{\text{МДН}\Phi_1} = \bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1x_3\bar{x}_4 \vee x_1\bar{x}_2\bar{x}_3$$

$$f_{\text{МДН}\Phi_2} = \bar{x}_2\bar{x}_3\bar{x}_4 \vee x_2\bar{x}_3x_4 \vee x_1x_3\bar{x}_4 \vee x_1\bar{x}_3x_4$$

Мінімізація методом Квайна-Мак-Класкі. Запишемо конституенти одиниці з ДДНФ булевої функції їхніми двійковими наборами:

$$0000, 0101, 1000, 1001, 1010, 1101, 1110.$$

Розіб'ємо всі номери на групи, що не перетинаються. Ознакою утворення *i*-ї групи є наявність *i* одиниць у кожному двійковому номері конституенти одиниці. Отже, маємо 5 груп: нульова група містить 1 конституенту, яка містить 0 одиниць; перша група містить одну конституенту, яка містить 1 одиницю; друга група містить 3 конституенти, які містять по 2 одиниці; третя група містить 2 конституенти, які містять по 3 одиниці; четверта група не містить жодної конституенти, яка містить 4 одиниці. Нульова та четверта групи можуть містити або жодної, або одну конституенту.

Виконаємо склеювання тільки між номерами сусідніх груп. Номери, що склеюються, позначимо позначкою "*". На місце змінної, яка зникає під час склеювання, ставиться знак "-".

На наступному етапі виконаємо всі можливі склеювання одержаних елементарних добуток. Склеюються тільки ті добутки, що мають знаки "-" в однакових позиціях. Одержані після всіх склеювань та можливих поглинань імпліканти є простими імплікантами. Непозначені після склеювання номери є

також простими імплікантами.

0000 * -000

1000 * 100-

10-0

0101 * -101

1001 * 1-01

1010 * 1-10

1101 *

1110 *

Склеювання одержаних елементарних добутків неможливі. Елементарних добутків, що поглинаються, немає. Отже, маємо 6 простих імплікант, що складають скорочену ДНФ.

Імплікантна матриця Квайна (таблиця 6.3) має 6 рядків (6 простих імплікант) та 7 стовпців (7 конститuent одиниці). Позначимо клітинку імплікантної матриці на перетині рядка (з розглянутою простою імплікантою) і стовпця (з конститuentою одиниці) знаком "плюс".

Таблиця 6.3-Імплікантна матриця Квайна (для методу Квайна-Мак-Класкі)

	0000	1000	0101	1001	1010	1101	1110
-000	+		+				
100-			+	+			
10-0			+		+		
1-01				+		+	
-101		+				+	
1-10					+		+

Відшукаємо стовпці імплікантної матриці, що мають тільки одну позначку. Відповідні цим позначкам прості імпліканти називаються базисними і складають так зване *ядро булевої функції*: -000, -101, 1-10. Розглянемо різні варіанти вибору сукупності простих імплікант, що

накривають позначками інші стовпці імплікантної матриці, і оберемо два варіанти з мінімальним сумарним числом літер у такій сукупності імплікант:

$$f_{\text{МДН}\Phi_1} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$$

$$f_{\text{МДН}\Phi_2} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_3 x_4$$

Мінімізація методом карт Карно. Карта Карно для булевої функції чотирьох змінних має вигляд:

		$x_3 x_4$			
$x_1 x_2$		00	01	11	10
00		1			
01			1		
11			1		1
10		1	1		1

$$f_{\text{МДН}\Phi_1} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$$

$$f_{\text{МДН}\Phi_2} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_3 x_4$$

Мінімізація методом діаграм Вейча. Діаграма Вейча для булевої функції чотирьох змінних має вигляд:

		x_2		$\bar{x}_2$			
x_1			1	1	1	x_3	
	1				1		
$\bar{x}_1$						x_3	
			1		1		

$$f_{\text{МДН}\Phi_1} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$$

$$f_{\text{МДН}\Phi_2} = \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_3 x_4$$

6.3.3. Представлення перемикальної функції в різних базисах

Нормальні форми дають можливість отримати комбінаційну схему з двома рівнями (каскадами) логічних елементів, якщо елементи мають необхідну кількість входів, а аргументи представлені прямими та інверсними значеннями. Позначати відповідну нормальну форму будемо шляхом визначення їхньої внутрішньої та зовнішньої функції. Так, у ДНФ внутрішньою функцією є функція ТА, а зовнішньою – АБО, тобто ДНФ є формою типу ТА/АБО.

Застосовуючи аксіому подвійного заперечення та теорему де Моргана до вище отриманої МДНФ функції, послідовно отримуємо такі нормальні форми:

$$\begin{aligned}
 f &= \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_2 \bar{x}_3 x_4 \vee x_1 x_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 = (ТА / АБО) \\
 &= \overline{\bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \wedge x_2 \bar{x}_3 x_4 \wedge x_1 x_3 \bar{x}_4 \wedge x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3} = (ТА - НІ / ТА - НІ) \\
 &= \overline{(x_2 \vee x_3 \vee x_4)(\bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4)(\bar{x}_1 \vee x_3 \vee x_4)(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3)} = \\
 &= \overline{(АБО / ТА - НІ)} \\
 &= \overline{(x_2 \vee x_3 \vee x_4)} \vee \overline{(\bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4)} \vee \overline{(\bar{x}_1 \vee x_3 \vee x_4)} \vee \overline{(\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3)} = \\
 &= (АБО - НІ / АБО)
 \end{aligned}$$

Створимо заперечення булевої функції та мінімізуємо його за допомогою методу карт Карно:

$$\bar{f}_{ДНФ} = \sum(1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12, 15)$$

$x_1 x_2$ $x_3 x_4$	00	01	11	10
00		1	1	
01	1			
11	1	1	1	1
10	1	1		

$$\bar{f}_{МДНФ} = x_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4 \vee x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4$$

Застосовуючи аксіому подвійного заперечення та теорему де Моргана до МДНФ заперечення заданої функції, отримаємо ще чотири нормальні форми:

$$\begin{aligned} f &= \overline{x_3 x_4 \vee \bar{x}_1 x_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4 \vee x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4} = (TA / ABO - HI) \\ &= \overline{x_3 x_4} \wedge \overline{\bar{x}_1 x_3} \wedge \overline{\bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4} \wedge \overline{x_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4} = (TA - HI / TA) \\ &= (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_4)(x_1 \vee \bar{x}_3)(x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_4)(\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4) = (ABO / TA) \\ &= \overline{(\bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \vee (x_1 \vee \bar{x}_3) \vee (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4)} \\ &= (ABO - HI / ABO - HI) \end{aligned}$$

6.3.4. Представлення перемикальної функції в обраній операторній формі, вибір елементної бази, проектування комбінаційної схеми

За операторними представленнями функцій потрібно скласти комбінаційну схему. Задана система елементів дозволяє реалізувати одне або декілька операторних представлень функції. Наприклад, при наявності елементів ТА, АБО та ТА-НІ можна використати вихідну із п'яти нормальних форм (ТА/АБО, ТА-НІ/ТА-НІ, АБО/ТА-НІ, ТА-НІ/ТА, АБО/ТА) для отримання відповідних операторних представлень з врахуванням числа входів елементів.

Нехай для вищенаведеної у 8 нормальних формах функції задано наступні типи та параметри логічних елементів: 3 елементи 3ТА-НІ з часом затримки 20 нс, 3 елементи 3ТА з часом затримки 24 нс.

Оскільки схему потрібно будувати на елементах 3ТА-НІ, 3ТА, то оберемо базис ТА-НІ/ТА і створимо в ньому операторне представлення даної функції

$$f = \overline{(x_3 \cdot x_4 \cdot \bar{x}_1 \cdot x_3 \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_4) \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4}$$

Вибір елементної бази виконуємо з використанням довідникових даних, наведених у додатку Г:

- 3 елементи 3ТА-НІ з часом затримки 20 нс містить мікросхема К555ЛА4;
- 3 елементи 3ТА з часом затримки 24 нс містить мікросхема

К555ЛИЗ.

Як видно з одержаного операторного представлення функції, для реалізації комбінаційної схеми нам потрібно 4 елементи 3ТА-НІ та 2 елементи 3ТА. Комбінаційна схема за побудованою операторною формою представлена на рис.6.1.

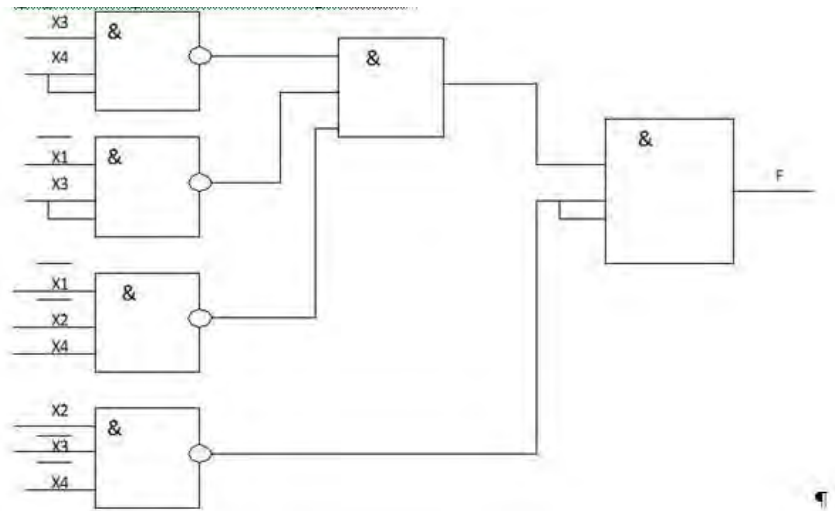


Рис.6.1 - Схема електрична принципова (комбінаційна схема)

6.3.5.Розроблення та опис схеми електричної функціональної

Схеми функціональні роз'яснюють процеси, які проходять в окремих функціональних колах пристрою. Цими схемами користуються для вивчення принципів роботи пристрою, а також при його налагоджуванні, контролі, ремонті.

Функціональна схема порівняно зі структурною більш докладно розкриває функції окремих елементів та вузлів.

При розробці схеми електричної функціональної слід уникати надмірної деталізації та надмірного узагальнення, хоча на схемі електричній функціональній окремі вузли та блоки створюваного модуля можуть наводитися більш детально, ніж на структурній, для відображення особливостей формування та перетворення сигналів в процесі його роботи.

Функціональні частини зображають прямокутниками або за допомогою

умовних графічних позначень, встановлених ГОСТ 2.708– 81.

При виконанні схем припускається повертати умовні графічні позначення на 90° , зазначати розрядність функціональних частин, суміщати умовні графічні позначення функціональних частин за більшою їх стороною, якщо виходи однієї з цих частин повністю відповідають входам іншої.

Лінії зв'язку на функціональних схемах поділяють на інформаційні та керуючі. Перші підводять до більшої сторони умовного графічного позначення, а відводять від супротивної сторони; другі підводять до меншої сторони умовного графічного позначення. Для однозначного визначення входів і виходів складових частин пристрою застосовують горизонтальні лінії з обмежувачами, розміщуючи їх над умовними графічними позначеннями приладу. На горизонтальних лініях допускається зазначати розрядність функціональної частини та її складових частин.

Якщо до умовного графічного позначення підводиться багато керуючих сигналів, можна продовжити сторони умовного графічного позначення або обмежувачі ліній, до яких їх підводять.

Для кожної функціональної частини всередині умовного графічного позначення зазначають її найменування або умовне позначення, допускається вказувати символ функції.

Як і на схемі електричній структурній найменування складових частин виробу можуть наводитись скорочено, але скорочення обов'язково повинні розшифровуватися на полі схеми.

У розділі ПЗ “Опис схеми електричної функціональної ” надається опис основних процесів, що відбуваються у пристрої, характер взаємодії його складових частин, перелік та послідовність формування сигналів, які приймають участь у перебігу зазначених процесів. Для наочності в цьому розділі також наводяться необхідні для ілюстрації принципів роботи пристрою часові діаграми.

Наприклад, схему електричну функціональну, побудовану за вищенаведеним операторним представленням можна описати наступним чином: «Схема електрична функціональна складається з 3 рівнів - r0-r2, отже, має ранг 3. Оскільки мікросхема K555ЛА4 складається з 3 елементів 3ТА-НІ, а нам потрібно 4 елементи, то знадобиться 2 таких мікросхеми. Мікросхема K555ЛИЗ складається з 3 елементів 3ТА, тому нам знадобиться 1 така мікросхема. Загальна кількість мікросхем - 3 шт. На схемі електричній функціональній мікросхеми K555ЛА4 позначені як DD1, DD2, а мікросхема K555ЛИЗ позначена як DD3».

6.3.7. Аналіз схеми: розрахунок параметрів складності, швидкодії та споживаної потужності пристрою

Існують декілька способів оцінки складності:

1) *складність за Квайном K*, яка визначається як сумарне число входів всіх логічних елементів, причому ціна інверсного входу зазвичай приймається рівною двом;

2) *кількість логічних елементів M*;

3) *кількість умовних корпусів мікросхем*, яка визначається за формулою:

$$N = \sum_{i=1}^r \frac{m_i n_i}{14}, \text{ де } r - \text{число типів мікросхем; } m_i - \text{число мікросхем } i\text{-го типу; } n_i$$

– число виводів мікросхем *i*-го типу.

Для визначення *швидкодії* схем використовують зазвичай:

1) *усереднене значення часу затримки* $t = \frac{t_{01} + t_{10}}{2}$

2) *максимальне значення часу затримки* . $t^* = \max(t_{01}, t_{10})$

Тоді для комбінаційних схем на однотипних елементах *середній час затримки сигналів* визначається як , де $T = L t$, де *L* – рівень схеми, що дорівнює числу елементів, які входять в максимальне за довжиною коло елементів.

Загальна активна потужність, що споживається схемою, P_3 обчислюється за формулою: $P_3 = \sum_{i=1}^N n_i P_i$ де P_i – потужність, що споживається i -ою мікросхемою, Вт; N – кількість різних типів мікросхем, шт; n_i – кількість однотипних мікросхем, шт.

Споживана потужність інтегральної мікросхеми P можна знайти за формулою: $P = I_{cp.ср.} U_{дж.}$, де $I_{cp.ср.}$ – середній струм споживання мікросхеми, мА (є у довіднику); $U_{дж.}$ – напруга джерела живлення, В (звичайно, +5 В). дж.

Аналіз комбінаційної схеми (рис.6.1):

1) складність за Квайном $K=6+10*2=26$, оскільки є 6 прямих та 10 інверсних входів у різних логічних елементах;

2) кількість логічних елементів $M=6$;

3) кількість умовних корпусів мікросхем:

$$N = \sum_{i=1}^2 \frac{m_i n_i}{14} = \frac{2 \cdot 14}{14} + \frac{1 \cdot 14}{14} = 3$$

4) усереднене значення часу затримки:

$$t = \frac{t_{01_1} + t_{10_1}}{2} = \frac{20 + 30}{2} = 20(нс) - \text{для мікросхеми К555ЛА4};$$

$$t = \frac{t_{01_2} + t_{10_2}}{2} = \frac{24 + 24}{2} = 24(нс) - \text{для мікросхеми К555ЛИЗ};$$

5) максимальне значення часу затримки:

$$t_1^* = \max(t_{01_1}, t_{10_1}) = \max(20, 30) = 30(нс) \text{ для мікросхеми К555ЛА4}$$

$$t_2^* = \max(t_{01_2}, t_{10_2}) = \max(24, 24) = 24(нс) \text{ для мікросхеми К555ЛИЗ};$$

6) середній час затримки сигналів:

$$T = L \quad t = t_1 + 2 \quad t_2 = 20 + 2 \quad 24 = 68(нс);$$

$$T^* = L \quad t = t_1^* + 2 \quad t_2^* = 30 + 2 \quad 24 = 68(нс);$$

оскільки максимальний шлях один раз проходить через мікросхему К555ЛА4 та двічі - через мікросхему К555ЛИЗ

7) споживана потужність мікросхем:

$$K555\text{ЛА4 } P_1 = I_{\text{сн.сер.1}} \cdot U_{\text{дж}} = \frac{I_{1\text{сн.1}} + I_{0\text{сн1}}}{2} \cdot 5 = \frac{0,8 + 3,3}{2} \cdot 5 = 10,25(\text{Вт})$$

$$K555\text{ЛИЗ } P_2 = I_{\text{сн.сер.2}} \cdot U_{\text{дж}} = \frac{I_{1\text{сн.2}} + I_{0\text{сн2}}}{2} \cdot 5 = \frac{3,6 + 6,6}{2} \cdot 5 = 25,5(\text{Вт})$$

8) загальна активна потужність схеми: (Вт),

$$P_3 = \sum_{i=1}^2 n_i P_i = 2 \cdot 10,25 + 1 \cdot 25,5 = 46(\text{Вт}), \text{ оскільки у схемі використо-}$$

вуються 2 мікросхеми K555ЛА4 та 1 мікросхема K555ЛИЗ.

6.4. Висновки

Заголовок розділу – слово “Висновки” друкується окремим рядком з великої літери. Йому порядковий номер не присвоюється.

Цей розділ повинен включати у себе оцінку результатів курсової роботи.

У висновках розглядаються такі питання:

- зазначається задача курсової роботи;
- опис роботи, що виконувались для вирішення зазначеної задачі (визначити результати, що отримані на кожному етапі курсової роботи. Хід виконання курсової роботи має супроводжуватись висновками);
- робиться загальний висновок за результатами курсової роботи.

Всі матеріали у висновках викладаються стисло.

У висновках бажано вживати словосполучення (наприклад: “У розділі виконано. У результаті визначено, що... Отриманий результат свідчить про... В подальшому показники можна покращити за рахунок...”).

6.5. Список літератури

При розробленні проектів, створенні наукових праць і т.п. широко застосовують різні літературні джерела, з яких беруть теоретичні положення,

результати експериментальних досліджень, методи розрахунку, цитати, довідкові дані тощо. Прийнято вказувати джерела інформації, тобто робити на них посилання, дозволяючи читачу ознайомитись з цим джерелом при критичному розгляді роботи або для поглиблення своїх знань у цій області.

Посилання на літературне джерело в тексті супроводжують порядковим номером, під яким це джерело включено в загальний список літератури (в алфавітному порядку або за порядком використання літератури у ПЗ). Номер джерела в тексті заключають в прямі дужки. Наприклад, “розрахунок швидкодії схеми [3] починають з визначення числа каскадів та їхніх часових параметрів”.

Якщо посилання робиться із зазначенням сторінки, то крім номера літературного джерела в дужках ставлять номер сторінки. Наприклад, [6, с. 24].

Не можна оперувати номерними посиланнями на джерела як словами для побудови фраз. Наприклад, слід писати “Розрахунок тригера ведеться загальноприйнятим методом [4]”, а не “Розрахунок тригера ведеться методом, викладеним у книзі [4]”.

Розповсюдженою помилкою в курсових роботах є відсутність посилань на літературні джерела. Але зустрічаються роботи, в яких буквально перед кожною формулою є посилання на літературне джерело. При розрахунку якої-небудь електронної схеми посилання на джерело, з якого взятий метод розрахунку, слід робити один раз, на початку розрахунку.

6.6. Оформлення додатків

У додатки виноситься допоміжна інформація до курсової роботи:

- перелік елементів до схем (якщо він не винесений безпосередньо на схему);
- специфікація;

- допоміжні таблиці (таблиці, що містять оглядову інформацію та мають обсяг більше однієї сторінки в текст ПЗ вставляти небажано) та ілюстрації;
- тексти програм ініціалізації та обслуговування виробу;
- результати, які ілюструють роботу програм або виробу;
- акти впровадження виробу.

Додатки не включаються до загальної нумерації ПЗ. Кожен додаток має свою нумерацію, яка починається з першого номера (нумерація на додатках ставиться за необхідності: додатки, які займають одну сторінку або не мають позиції для зазначення її номера, а також тексти програм не потребують нумерації сторінок).

Окрім переліку елементів та специфікації, всі додатки можуть надаватись на стандартних листках без рамки.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

Основна література

1. Бондаренко М.Ф. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник / М.Ф.Бондаренко, Н.В.Білоус, А.Г.Руткас – Харків: “Ком-панія СМІТ”, 2004. 480 с.
2. Бабич М.П. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник / М.П.Бабич, І.А.Жуков – К.: НАУ, 2002. – 508 с.
3. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.
4. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
5. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення.
6. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
7. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення.
8. ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.
9. ДСТУ 2383-94. Мікросхеми інтегровані. Терміни, визначення та літерні позначення електричних параметрів.
10. Іщеряков С.М. Комп'ютерна схемотехніка: Навчально-методичний посібник / С.М.Іщеряков - Частина 1 – Івано-Франківськ: Видавництво ІМЕ, 2004. – 100 с.
11. Іщеряков С.М. Комп'ютерна схемотехніка: Навчально-методичний посібник / С.М. Іщеряков - Частина 2 – Івано-Франківськ: Видавництво ІМЕ, 2004. – 102 с.
12. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка: Навчальний посібник /

М.П.Матвієнко - Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. - 288 с.

13. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник /

М.П.Матвієнко - Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури", 2012. - 190 с.

14. Швець В.Т. Вища математика. Операційне числення. Навч. посіб. /

В.Т. Швець. – Одеса: Грін Д.С., 2015. – 228 с. – ISBN978–617–7243–89–1.

Додаток А. Зразок оформлення титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут муніципального управління
та міського господарства
Кафедра інженерних систем та технологій

КУРСОВА РОБОТА
з «Комп'ютерної логіки»
на тему: «Перетворення булевої функції
та синтез комбінаційного пристрою»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
КР XX XXXXXX.XX.XX.XX XX

Освітньо – професійна програма: _____

Спеціальність: _____

Галузі знань _____

Здобувача(ки) II курсу, група

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник: к.т.н., доц.

Підпис

Ініціали, прізвище

Кількість балів _____

Оцінка за шкалою:

національною _____ /ЄКТС _____

Перевірів: _____

Підпис Ініціали та прізвище

Київ 2024

*Додаток Б. Формування шифру курсової роботи спеціальності
«Комп'ютерна інженерія» та «Комп'ютерні науки»*

Шифр курсової роботи повинен мати наступну форму:

1 2 3 4 5 6
КР XX XXXXXX.XX.XX.XX XX

1. КРКІ – курсова робота
КРКН – курсова робота
спеціальності КІ «Комп'ютерна інженерія», КН «Комп'ютерні науки»
2. XXXXXX. – номер залікової книжки (якщо номер п'ятирозрядний, попереду ставиться 0; якщо номер має більше шести розрядів, то пишуться останні шість цифр)
3. XX. – рік вступу до ТНУ
4. XX. – номер групи
5. XX. – порядковий номер документу (номер у списку групи)
6. XX – шифр документу: ПЗ – пояснювальна записка; Е1 – схема електрична структурна (для комбінаційної схеми); Е2 – схема електрична функціональна.

Додаток В. Зразок оформлення бланку завдання до курсової роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут муніципального управління
та міського господарства
Кафедра інженерних систем та технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології
123 Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інженерних систем та технологій
к.т.н., доц. Омецинська Н.В.
“ ____ ” _____ 202__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА КУРСОВУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

(прізвище, ім'я, по батькові в давальному відмінку)

1. Тема роботи:

«Перетворення булевої функції та синтез комбінаційного пристрою»

керівник роботи к.т.н., доцент Омецинська Н.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання здобувачем КР _____

3. Вихідні дані до КР: дата народження здобувача _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які
потрібно розробити)

Теоретична частина _____

Практична (розрахункова) частина _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень)

Схема електрична структурна (комбінаційна) _____

Схема електрична функціональна _____

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів курсової роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання досконалої диз'юнктивної (ДДНФ) і досконалої кон'юнктивної (ДКНФ) нормальних форм булевої функції		
2	Мінімізація ДДНФ		
3	Складання 8 нормальних (базисних) форм для МДНФ		
4	Побудова операторної форми та комбінаційної схеми		
5	Вибір елементної бази та побудова схеми електричної функціональної		
6	Розрахунок параметрів схеми		
7	Оформлення пояснювальної записки		

Здобувач _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

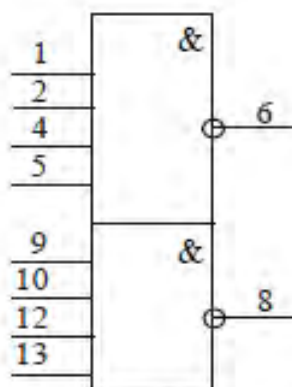
Керівник _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Додаток Г. Довідникові дані логічних елементів

Мікросхема ЛА1

Мікросхема ЛА1 виконує логічну функцію 4ТА-НІ.

Умове графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

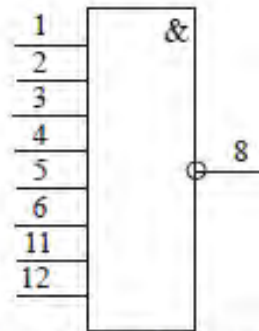
Таблиця Б.1 – Параметри мікросхеми ЛА1

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вих.}}$ мА	$I_{1\text{ вих.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ снг.}}$ мА	$I_{0\text{ снг.}}$ мА
133; KM133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	4	11
155; K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	4	11
530; K531	0,5	2,5	-2	0,05	5	4,5	8	18
533; K533	0,4	2,5	-0,36	0,02	20	20	0,8	2,2
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	0,8	2,2
KP1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	3,8	3,9	1,4	5,1
1533; KP1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	28	14	0,4	1,5

Мікросхема ЛА2

Мікросхема ЛА2 виконує логічну функцію 8ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



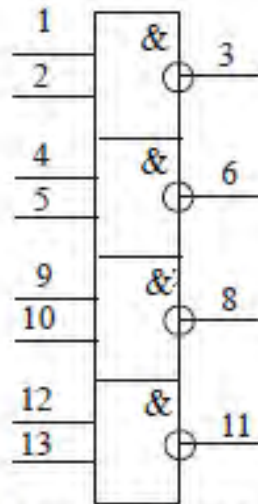
14 – живлення; 7 – загальний

Таблиця Б.2 – Параметри мікросхеми ЛА2

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ макс}}$ В	$U_{1\text{ макс}}$ В	$I_{0\text{ макс}}$ мА	$I_{1\text{ макс}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст}}$ мА	$I_{0\text{ ст}}$ мА
133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	2	6
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	2	6
530; КМ530; К531	0,5	2,5	-2	0,05	7	6	5	10
533	0,4	2,5	-0,4	0,02	35	20	0,5	1,1
К555	0,5	2,7	-0,4	0,02	35	20	0,5	1,1
1533; КР1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	28	14	0,36	0,9

Мікросхема ЛАЗ

Мікросхема ЛАЗ виконує логічну функцію 2ТА-НІ.
Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

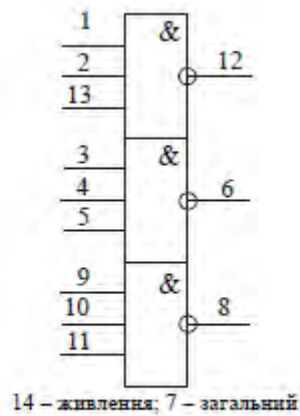
Таблиця Б.3 – Параметри мікросхем ЛАЗ

Серія	Параметр							
	$U_{0 \text{ вих.}}$ В	$U_{1 \text{ вих.}}$ В	$I_{0 \text{ вих.}}$ мА	$I_{1 \text{ вих.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1 \text{ ст.}}$ мА	$I_{0 \text{ ст.}}$ мА
133; К133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	8	12
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	8	12
530; КМ531; К530; К531	0,5	2,5	-2	-0,05	5	4,5	16	36
533; К533	0,4	2,5	-0,36	0,02	20	20	1,6	4,4
К555; КМ555	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	1,6	4,4
КР1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	3,6	3,6	2,8	10,2
1533; КР1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	14	14	0,85	3

Мікросхема ЛА4

Мікросхема ЛА4 виконує логічну функцію ЗТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



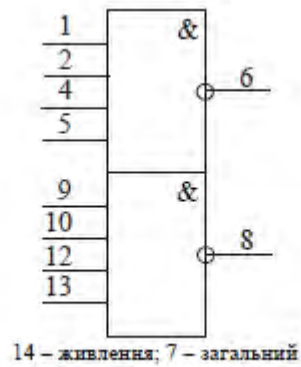
Таблиця Б.4 – Параметри мікросхеми ЛА4

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вих.}}$ мА	$I_{1\text{ вих.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст.}}$ мА	$I_{0\text{ ст.}}$ мА
133; К133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	6	16,5
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	6	16,5
530; КМ530; К531	0,5	2,5	-2	0,05	5	4,5	12	27
533; К533	0,4	2,5	-0,36	0,02	20	20	1,2	3,3
К555; КМ555; КР1531	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	0,8	3,3
1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	3,7	3,9	–	–
1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	14	21	2,1	13,5

Мікросхема ЛА6

Мікросхема ЛА6 виконує логічну функцію 4ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



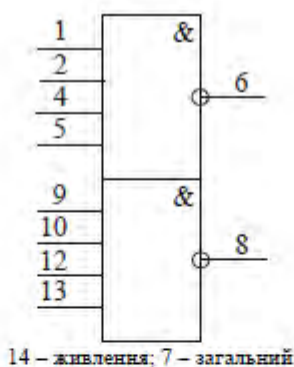
Таблиця Б.5 – Параметри мікросхеми ЛА6

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ max}}$ В	$U_{1\text{ max}}$ В	$I_{0\text{ max}}$ мА	$I_{1\text{ max}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст}}$ мА	$I_{0\text{ ст}}$ мА
133; KM133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	8	27
155; K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	8	27
533	0,4	2,5	-0,4	0,02	24	24	1	6
K555	0,5	2,7	-0,4	0,02	24	24	1	6

Мікросхема ЛА7

Мікросхема ЛА7 виконує логічну функцію 4ТА-НІ. Має виходи з відкритим колектором.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

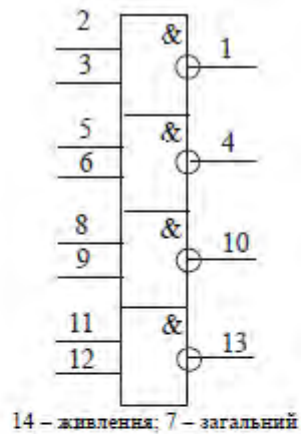
Таблиця Б.6 – Параметри мікросхем ЛА7

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ макс}}$ В	$U_{1\text{ макс}}$ В	$I_{0\text{ макс}}$ мА	$I_{1\text{ макс}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ срт}}$ мА	$I_{0\text{ срт}}$ мА
133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	18	64	8	
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	18	64	8	
КМ531	0,5	–	-2	0,05	7	7,5	6,6	
К533	0,4	–	-0,36	0,02	28	32	0,8	
К555	0,5	2,7	-0,36	0,02	28	32	0,8	
1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	–	–	–	

Мікросхема ЛА8

Мікросхема ЛА8 виконує логічну функцію 2ТА-НІ. Має виходи з відкритим колектором.

Умовне графічне зображення:



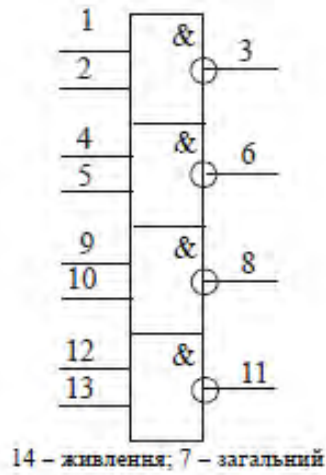
Таблиця Б.7 – Параметри мікросхеми ЛА8

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вих.}}$ мА	$I_{1\text{ вих.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст.}}$ мА	$I_{0\text{ ст.}}$ мА
133; К133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	18	60	8	22
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	18	60	8	22
1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	—	—	—	—

Мікросхема ЛА9

Мікросхема ЛА9 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:

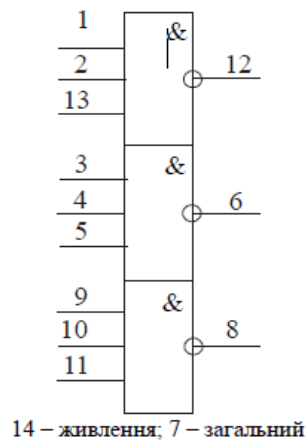


Таблиця Б.8 – Параметри мікросхеми ЛА9

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вих.}}$ мА	$I_{1\text{ вих.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст.}}$ мА	$I_{0\text{ ст.}}$ мА
530; К530	0,5	–	–2	0,05	7	7,5	13,2	36
533	0,4	–	–0,36	0,02	28	32	1,6	4,4
К555; КМ555	0,5	–	–0,36	0,02	28	32	1,6	4,4
1533	0,4	2,5	–0,2	0,02	–	–	–	–

Мікросхема ЛА10

Мікросхема ЛА10 виконує логічну функцію ЗТА-НІ.
Умовне графічне зображення:

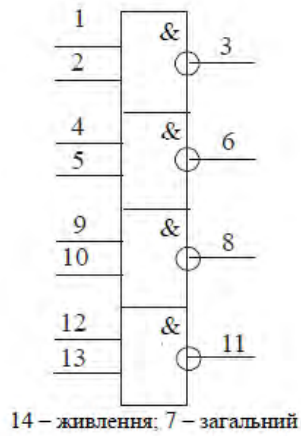


Таблиця Б.9 – Параметри мікросхеми ЛА10

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ см.}}$ мА	$I_{0\text{ см.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	45	6	16,5
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	45	6	16,5
533	0,4	—	-0,4	0,02	28	32	1,4	3,3
К555	0,4	—	-0,4	0,02	28	32	1,4	3,3

Мікросхема ЛА11

Мікросхема ЛА11 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.
Умовне графічне зображення:



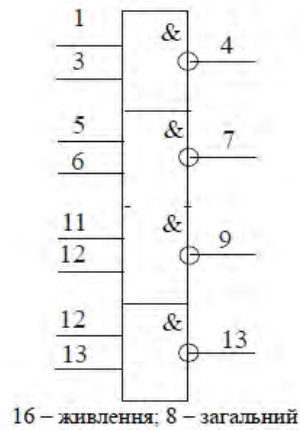
Таблиця Б.10 – Параметри мікросхеми ЛА11

Серія	Параметр							
	U_0 вих., В	U_1 вих., В	I_0 вх., мА	I_1 вх., мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	I_1 ст., мА	I_0 ст., мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,034	17	24	8	22
K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	17	24	8	22
K555	0,4	2,5	-0,4	0,02	28	32	1,6	4,4

Мікросхема ЛА12

Мікросхема ЛА12 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



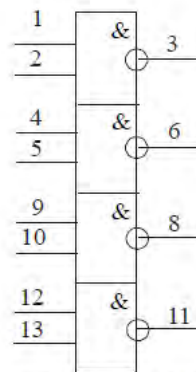
Таблиця Б.11 – Параметри мікросхеми ЛА12

Серія	Параметр							
	$U_0 \text{ вих.}$ В	$U_1 \text{ вих.}$ В	$I_0 \text{ вх.}$ мА	$I_1 \text{ вх.}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_1 \text{ сп.}$ мА	$I_0 \text{ сп.}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,034	15	22	15,5	
K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,034	15	22	15,5	54
M530; KM530; M531; KM531	0,5	2,5	-4	0,1	6,5	6,5	36	80
533	0,4	2,5	-0,4	0,02	24	24	2	12
K555; KM555	0,5	2,7	-0,4	0,02	24	24	2	12

Мікросхема ЛА13

Мікросхема ЛА13 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

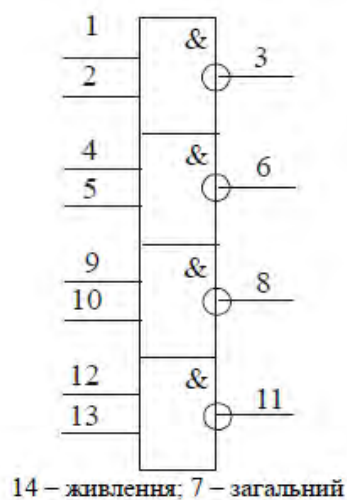
Таблиця Б.12 – Параметри мікросхеми ЛА13

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	18	22	8,5	54
531; К531	0,5	2,7	-4	0,1	10	10	36	80
533	0,4	—	-0,4	0,02	28	32	2	12
К555; КМ555	0,4	—	-0,4	0,02	28	32	2	12

Мікросхема ЛА15

Мікросхема ЛА15 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:

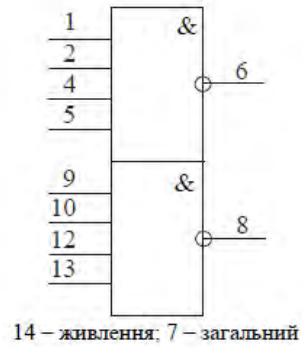


Таблиця Б.13 – Параметри мікросхеми ЛА15

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	8	22
КМ133	0,2	2,65	-1,6	0,04	15	22	8	22

Мікросхема ЛА16

Мікросхема ЛА16 виконує логічну функцію 4ТА-НІ.
Умовне графічне зображення:



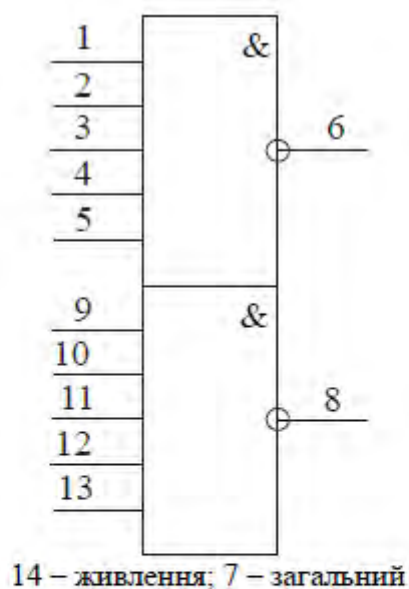
Таблиця Б.14 – Параметри мікросхеми ЛА16

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ ст.}}$ мА	$I_{0\text{ ст.}}$ мА
530; К531	0,5	2,5	-4	0,1	6,5	6,5	18	44

Мікросхема ЛА17

Мікросхема ЛА17 виконує логічну функцію 5ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



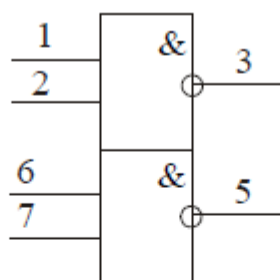
Таблиця Б.15 – Параметри мікросхеми ЛА17

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
530; К531	0,5	2,5	-4	0,1	6,5	6,5	6,5	13

Мікросхема ЛА18

Мікросхема ЛА18 виконує логічну функцію 2ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

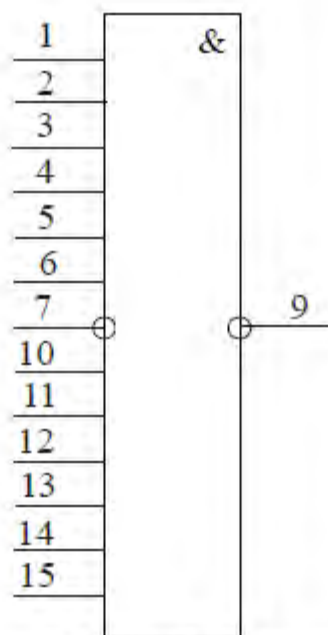
Таблиця Б.16 – Параметри мікросхеми ЛА18

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
К155	0,4	2,4	-1,6	0,04	25	25	11	

Мікросхема ЛА19

Мікросхема ЛА19 виконує логічну функцію 12ТА-НІ.

Умовне графічне зображення:



16 – живлення; 8 – загальний

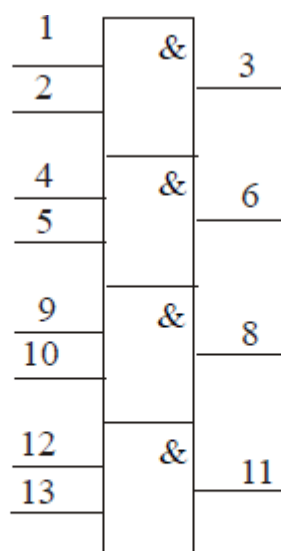
Таблиця Б.17 – Параметри мікросхеми ЛА19

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
К531	0,5	2,5	-4	0,1	7	6	5	10

Мікросхема ЛІІ

Мікросхема ЛІІ виконує логічну функцію 2ТА.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

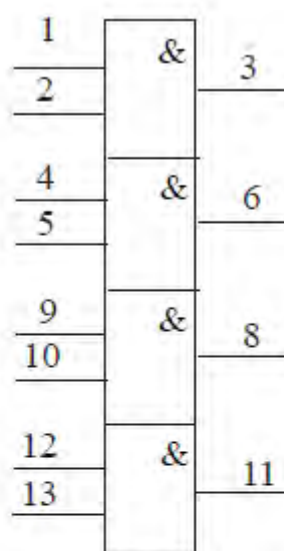
Таблиця Б.18 – Параметри мікросхеми ЛІІ

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	19	27	21	33
155; K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	19	27	21	33
KM530; KM530; KP530	0,5	2,5	-2	0,05	7,5	7	32	57
K531; KM531	0,5	2,7	-2	0,05	7,5	7	32	57
533; K533	0,4	2,5	-0,4	0,02	15	15	4	6,8
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	24	24	4,4	8,8
1533	0,4	2,4	-0,2	0,02	25	12	0,4	1

Мікросхема ЛІІ2

Мікросхема ЛІІ2 виконує логічну функцію 2ТА.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

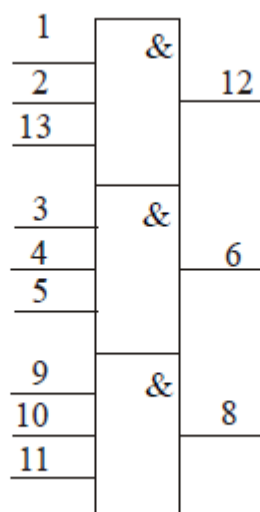
Таблиця Б.19 – Параметри мікросхеми ЛІІ2

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ см.}}$ мА	$I_{0\text{ см.}}$ мА
533	0,4	—	—0,4	0,02	35	35	4,8	8,8
К555	0,5	—	—0,4	0,02	35	35	4,8	8,8

Мікросхема ЛІЗ

Мікросхема ЛІЗ виконує логічну функцію ЗТА.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

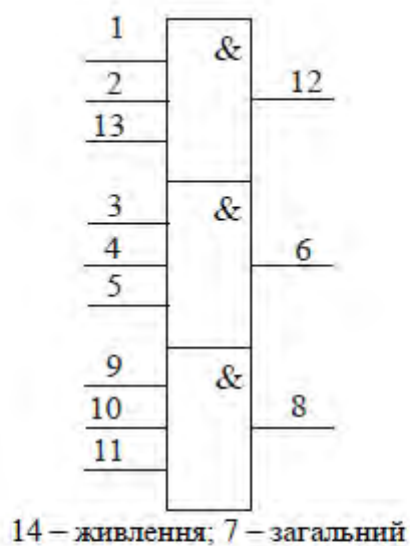
Таблиця Б.20 – Параметри мікросхеми ЛІЗ

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
530	0,5	2,5	-2	0,05	7,5	7	24	42
K531	0,5	2,7	-2	0,05	7,5	7	24	42
533	0,4	2,5	-0,4	0,02	20	15	3,6	6,6
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	24	24	3,6	6,6
KP1531	0,5	2,7	0,6	0,02	5	5,5	6,2	9,7

Мікросхема ЛІІ4

Мікросхема ЛІІ4 виконує логічну функцію ЗТА.

Умовне графічне зображення:



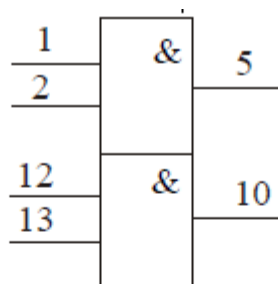
Таблиця Б.21 – Параметри мікросхеми ЛІІ4

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$, В	$U_{1\text{ вих.}}$, В	$I_{0\text{ вх.}}$, мА	$I_{1\text{ вх.}}$, мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$, мА	$I_{0\text{ сн.}}$, мА
К555; КМ555	0,5	–	–0,4	0,02	35	35	3,6	6,6

Мікросхема ЛИ5

Мікросхема ЛИ5 виконує логічну функцію 2ТА.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

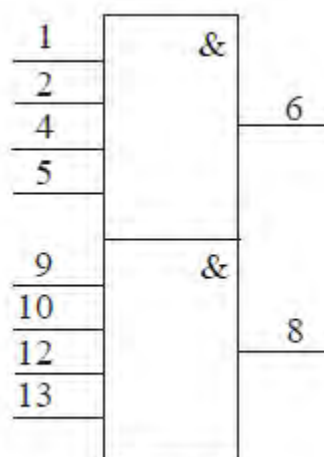
Таблиця Б.22 – Параметри мікросхеми ЛИ5

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	35	35	11	65
155; K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	25	25	11	65
533; K533	0,4	2,5	-0,36	0,02	24	24	2,4	4,4
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	24	24	2,4	4,4

Мікросхема ЛІБ

Мікросхема ЛІБ виконує логічну функцію 4ТА.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення, 7 – загальний

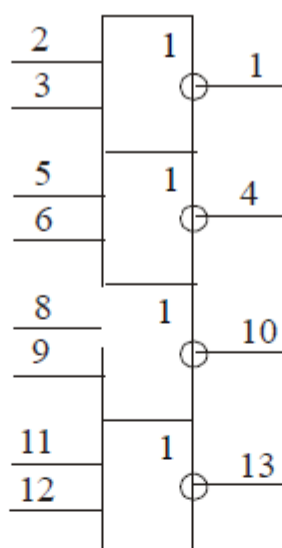
Таблиця Б.23 – Параметри мікросхеми ЛІБ

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
155; K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	25	25	11	65
533; K533	0,4	2,5	-0,36	0,02	24	24	2,4	4,4
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	24	24	2,4	4,4

Мікросхема ЛЕ1

Мікросхема ЛЕ1 виконує логічну функцію 2АБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



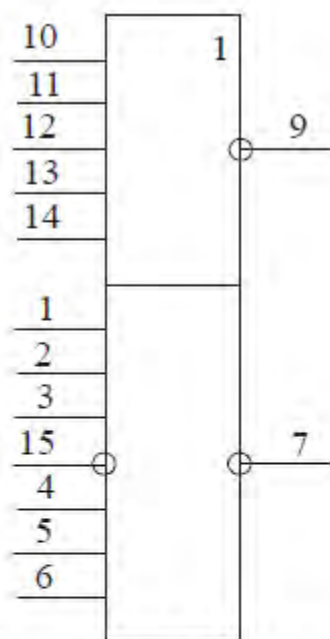
УГЗ 14 – живлення; 7 – загальний

Таблиця Б.24 – Параметри мікросхеми ЛЕ1

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133; K133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	16	27
155; K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	16	27
KM530; K530; K531	0,5	2,5	-2	0,05	5,5	5,5	29	45
533	0,4	2,5	-0,36	0,02	20	20	3,2	5,4
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	3,2	5,4
KP1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	3,5	4,8	5,6	13
1533	0,4	2,5	-0,02	0,02	14	14	0,85	3

Мікросхема ЛЕ2

Мікросхема ЛЕ2 виконує логічну функцію 5АБО-НІ та 6АБО-НІ.
Умовне графічне зображення:



16 – живлення; 8 – загальний

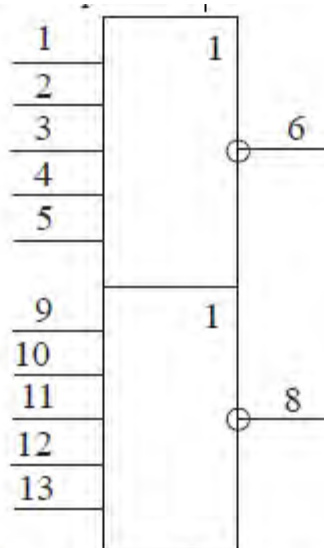
Таблиця Б.25 – Параметри мікросхеми ЛЕ2

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0, \text{ нс}}$	$t_{0,1, \text{ нс}}$	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
К155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	16	19

Мікросхема ЛЕЗ

Мікросхема ЛЕЗ виконує логічну функцію 5АБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення, 7 – загальний

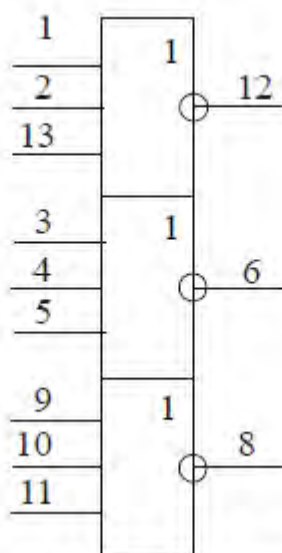
Таблиця Б.26 – Параметри мікросхеми ЛЕЗ

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих}}$ В	$U_{1\text{ вих}}$ В	$I_{0\text{ вх}}$ мА	$I_{1\text{ вх}}$ мА	$t_{1,0}$ нс	$t_{0,1}$ нс	$I_{1\text{ сп}}$ мА	$I_{0\text{ сп}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	16	19
K155; KM155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	16	19

Мікросхема ЛЕ4

Мікросхема ЛЕ4 виконує логічну функцію ЗАБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

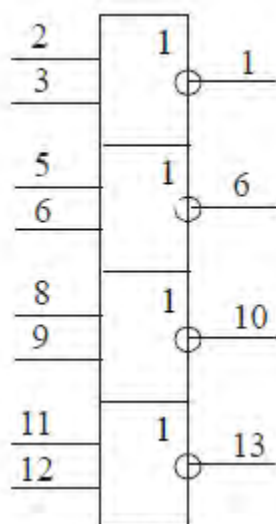
Таблиця Б.27 – Параметри мікросхеми ЛЕ4

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	11	15	16	26
533; K533	0,4	2,5	-0,4	0,02	15	15	4	6,8
K555; KM555	0,5	2,7	-0,4	0,02	15	15	4	6,8

Мікросхема ЛЕ5

Мікросхема ЛЕ5 виконує логічну функцію 2АБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

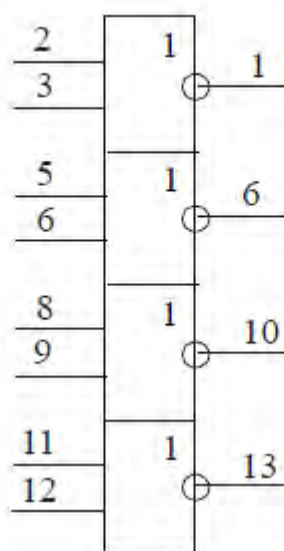
Таблиця Б.28 – Параметри мікросхеми ЛЕ5

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$ нс	$t_{0,1}$ нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	12	9	21	57
155; K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	12	9	21	57

Мікросхема ЛЕ6

Мікросхема ЛЕ6 виконує логічну функцію 2АБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

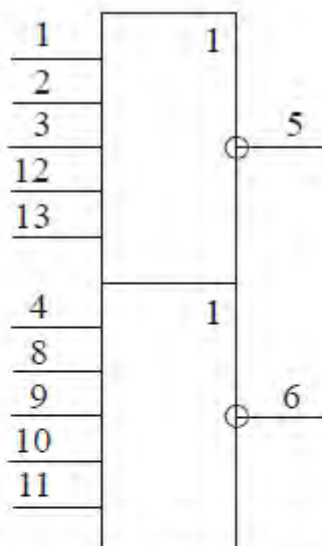
Таблиця Б.29 – Параметри мікросхеми ЛЕ6

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	12	9	21	57
155; K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	12	9	21	57

Мікросхема ЛЕ7

Мікросхема ЛЕ7 виконує логічну функцію 5АБО-НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення, 7 – загальний

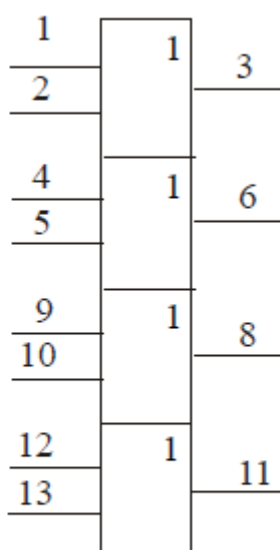
Таблиця Б.30 – Параметри мікросхеми ЛЕ7

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
К531	0,5	2,7	-2	0,05	6	5,5	29	45

Мікросхема ЛЛ1

Мікросхема ЛЛ1 виконує логічну функцію 2АБО.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

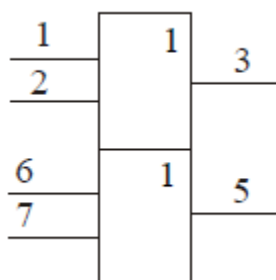
Таблиця Б.31 – Параметри мікросхеми ЛЛ1

Серія	Параметр							
	$U_{0 \text{ вих.}}$ В	$U_{1 \text{ вих.}}$ В	$I_{0 \text{ вх.}}$ мА	$I_{1 \text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1 \text{ сп.}}$ мА	$I_{0 \text{ сп.}}$ мА
133; К133	0,4	2,4	-1,6	0,04	82	15	22	38
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	82	15	22	38
КМ530; К531	0,5	2,5	-2	0,05	9	9	32	68
533; К533	0,5	2,5	-0,36	0,02	22	22	6,2	9,8
К555; КМ555	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	3,2	5,4
КР1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	5,5	50	8,3	15,5

Мікросхема ЛЛ2

Мікросхема ЛЛ2 виконує логічну функцію 2АБО.

Умовне графічне зображення:



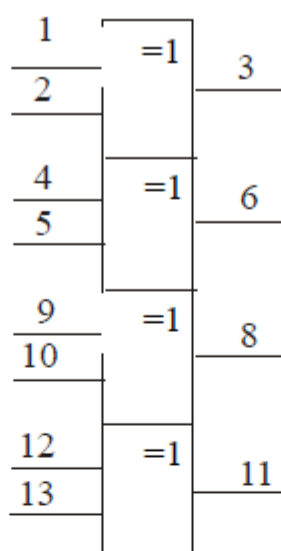
14 – живлення; 7 – загальний

Таблиця Б.32 – Параметри мікросхеми ЛЛ2

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
К155	0,4	2,4	-1,6	0,04	25	25	11	68

Мікросхема ЛП5

Мікросхема ЛП5 виконує логічну функцію “Виключаюче АБО”.
Умовне графічне зображення:



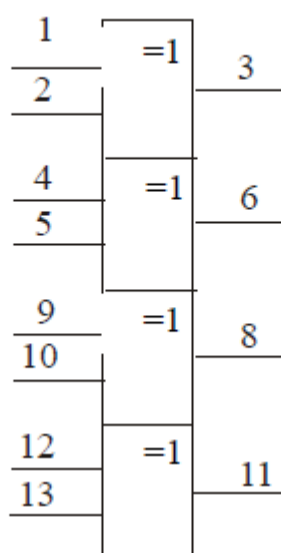
14 – живлення; 7 – загальний

Таблиця Б.33 – Параметри мікросхеми ЛП5

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	30	22	—	—
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	23	17	—	—
530; КМ530	0,5	2,5	-2	0,05	10,5	10	—	—
533	0,5	2,5	-0,8	0,04	23	17	—	—
555; К555; КМ555	0,5	2,7	-0,8	0,04	22	30	—	—
1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	27	22	—	—

Мікросхема ЛП12

Мікросхема ЛП12 виконує логічну функцію “Виключаюче АБО”.
Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

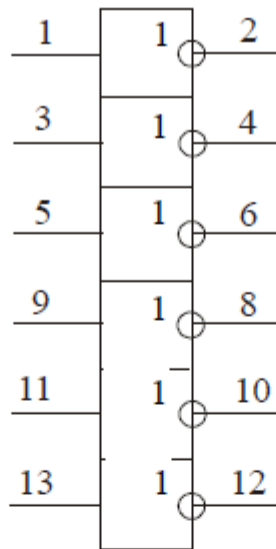
Таблиця Б.34 – Параметри мікросхеми ЛП12

Серія	Параметр							
	$U_{0 \text{ вих.}}$ В	$U_{1 \text{ вих.}}$ В	$I_{0 \text{ вх.}}$ мА	$I_{1 \text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1 \text{ ен.}}$ мА	$I_{0 \text{ ен.}}$ мА
К555; КМ555	0,4	–	–0,8	0,04	30	30	–	–

Мікросхема ЛН1

Мікросхема ЛН1 виконує логічну функцію НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення, 7 – загальний

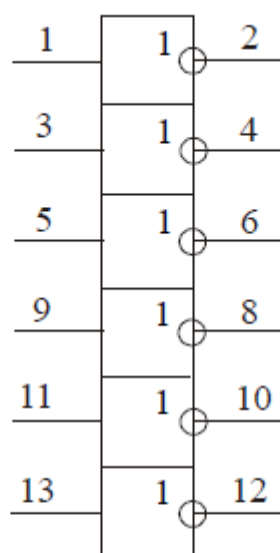
Таблиця Б.35 – Параметри мікросхеми ЛН1

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133; К133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	12	33
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	12	33
530; КМ530; К531	0,5	2,5	-2	0,05	5	4,5	2,4	54
533; К533	0,4	2,5	-0,36	0,02	20	20	2,4	6,6
К555; КМ555	0,5	2,7	-0,36	0,02	20	20	2,4	6,6
КР1531	0,5	2,7	-0,6	0,02	3,5	3,8	4,2	15,3
1533; КР1533	0,5	2,5	-0,2	0,02	12	12	1,1	3,8

Мікросхема ЛН2

Мікросхема ЛН2 виконує логічну функцію НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

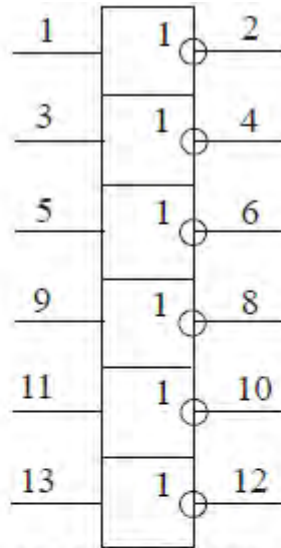
Таблиця Б.36 – Параметри мікросхеми ЛН2

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн.}}$ мА	$I_{0\text{ сн.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	12	33
K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	15	22	12	33
530; KM530; K530	0,5	–	-2	0,05	7	7,5	19,8	54
533	0,4	2,5	-0,4	0,02	28	32	2,4	6,6
555	0,5	2,7	-0,4	0,02	28	32	2,4	6,6
K555; KM555	0,5	2,7	-0,36	0,02	28	32	2,4	6,6
1533	0,4	2,5	-0,2	0,02	29	59	1,1	3,8

Мікросхема ЛНЗ

Мікросхема ЛНЗ виконує логічну функцію НІ.

Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

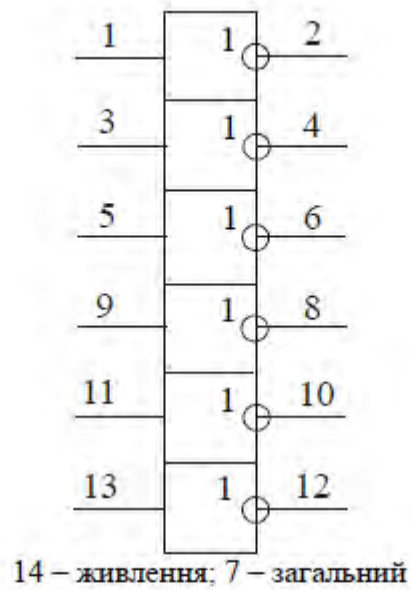
Таблиця Б.37 – Параметри мікросхеми ЛНЗ

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	23	15	48	48
155; K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	23	15	51	51

Мікросхема ЛН5

Мікросхема ЛН5 виконує логічну функцію НІ.

Умовне графічне зображення:



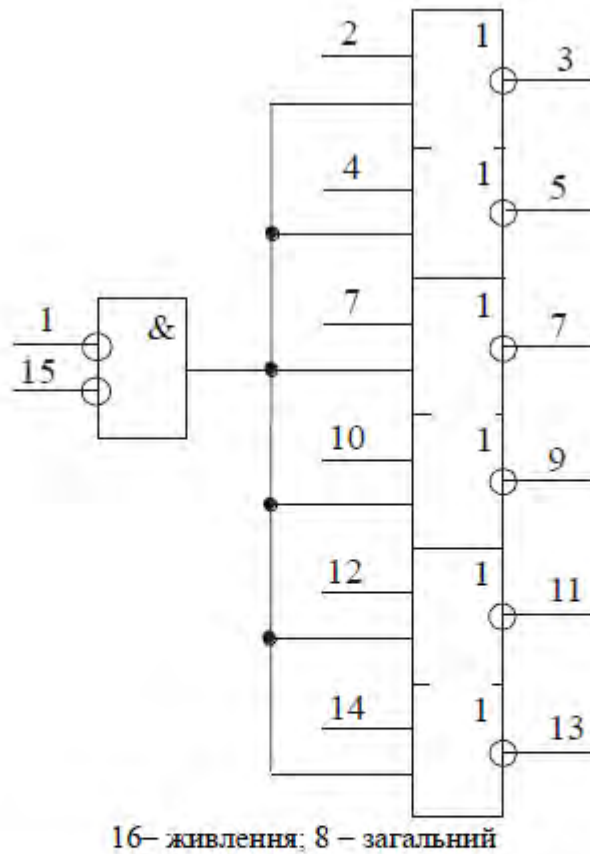
Таблиця Б.38 – Параметри мікросхеми ЛН5

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133	0,4	2,4	-1,6	0,04	23	15	48	51
155; K155	0,7	2,4	-1,6	0,04	23	15	48	51

Мікросхема ЛН6

Мікросхема ЛН6 виконує логічну функцію НІ. Також має функції дозволу з входу ЕО.

Умовне графічне зображення:

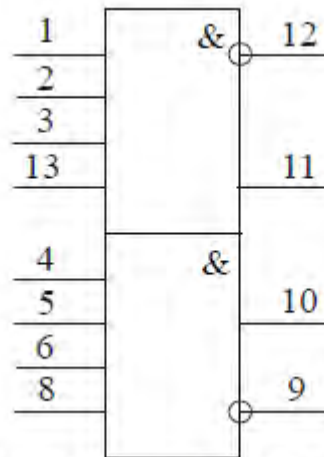


Таблиця Б.39 – Параметри мікросхеми ЛН6

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих}}$ В	$U_{1\text{ вих}}$ В	$I_{0\text{ вх}}$ мА	$I_{1\text{ вх}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сн}}$ мА	$I_{0\text{ сн}}$ мА
155; K155	0,4	2,4	-1,6	0,04	16	17	—	—

Мікросхема ЛД1

Мікросхема ЛД1 виконує функцію розширювача за АБО.
Умовне графічне зображення:



14 – живлення; 7 – загальний

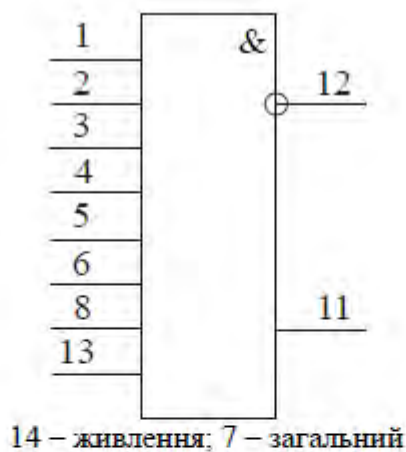
Таблиця Б.40 – Параметри мікросхеми ЛД1

Серія	Параметр							
	$U_{0\text{ вих.}}$ В	$U_{1\text{ вих.}}$ В	$I_{0\text{ вх.}}$ мА	$I_{1\text{ вх.}}$ мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	$I_{1\text{ сп.}}$ мА	$I_{0\text{ сп.}}$ мА
133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	—	—	2,5	4
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	—	—	2,5	4

Мікросхема ЛДЗ

Мікросхема ЛДЗ виконує функцію розширювача за АБО.

Умовне графічне зображення:



Таблиця Б.41 – Параметри мікросхеми ЛДЗ

Серія	Параметр							
	U_0 вих., В	U_1 вих., В	I_0 вх., мА	I_1 вх., мА	$t_{1,0}$, нс	$t_{0,1}$, нс	I_1 сп., мА	I_0 сп., мА
133; КМ133	0,4	2,4	-1,6	0,04	—	—	2,5	4
155; К155; КМ155	0,4	2,4	-1,6	0,04	—	—	2,5	4