

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до організації самостійної роботи студентів
з дисципліни “Інтегральна електроніка”

Освітня програма	<u>Комп'ютерна інженерія</u> <u>Комп'ютерне проектування</u> <u>інтегральних схем</u>
Спеціальність	<u>123 Комп'ютерна інженерія</u> <u>171 Електроніка</u>
Галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u> <u>17 Електроніка та комунікації</u>

УДК 621.382

Ман-23

Мандзюк В.І. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з дисципліни “Інтегральна електроніка” [Електронне видання]. – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2024. – 41 с.

Рецензент:

Яблонь Л.С. – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики і методики викладання Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Затверджено на засіданні кафедри комп’ютерної інженерії та електроніки (протокол №1 від 27 серпня 2024 р.)

Рекомендовано до друку Вченою радою фізико-технічного факультету Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (протокол №1 від 29 серпня 2024 р.)

© Мандзюк В.І.

© Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Самостійна та індивідуальна робота студентів.	8
1.1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.	8
1.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи.	9
1.3. Вибіркові види самостійної та індивідуальної роботи.	10
1.3.1. Написання реферату.	10
1.3.2. Участь у олімпіадах.	10
1.3.3. Участь у наукових дослідженнях.	11
2. Методичні рекомендації до виконання плану самостійної роботи.	12
Тема 1. Вступ. Мета і задачі дисципліни.	12
Тема 2. Інтегральні схеми та їх класифікація.	12
Тема 3. Сигнали. Перетворювачі сигналів.	14
Тема 4. Аналогові інтегральні мікросхеми.	18
Тема 5. Принципи побудови напівпровідникових цифрових схем.	21
Тема 6. Перехідні процеси в ключових схемах.	23
Тема 7. Основи теорії інтегральних цифрових пристроїв.	25
Тема 8. Мікроелектронні функціональні цифрові пристрої комбінаційного типу.	27
Тема 9. Мікроелектронні функціональні цифрові пристрої послідовнісного типу.	30
Тема 10. Елементна база інтегральних схем.	32
Тема 11. Логічні інтегральні схеми на транзисторах.	35
Список рекомендованої літератури	40

ВСТУП

На даний час інтегральна електроніка базується на досягненнях мікроелектроніки, для якої характерна органічна єдність фізичних, конструкторсько-технічних і схемотехнічних аспектів. Мікроелектроніка – це науково-технічний напрям, який динамічно розвивається і охоплює питання дослідження, розробки і принципів застосування інтегральних мікросхем.

Інтегральна мікросхема – це сукупність електрично пов'язаних компонентів (транзисторів, діодів, резисторів та ін.), виготовлених в єдиному технологічному циклі на єдиній напівпровідниковій основі (підкладці). Інтегральна мікросхема виконує певні функції обробки (перетворення) інформації, заданої у вигляді електричних сигналів: напруг або струмів. Електричні сигнали можуть представляти інформацію в неперервній (аналоговій), дискретній і цифровій формі. Аналогові й дискретні сигнали обробляються аналоговими або лінійними мікросхемами, цифрові сигнали – цифровими мікросхемами. Існує цілий клас пристроїв і відповідно мікросхем, які називаються аналого-цифровими чи цифро-аналоговими і, служать для перетворення сигналів з однієї форми в іншу.

Метою вивчення навчальної дисципліни “Інтегральна електроніка” є оволодіння основами побудови і схемотехніки напівпровідникових аналогових і цифрових інтегральних схем, а також розрахунку типових електричних схем, які використовуються в обчислювальній техніці, автоматичних пристроях, комп'ютерних системах та аналогових і цифрових пристроях.

Основним **завданням** навчальної дисципліни є вивчення принципів побудови, аналізу та розрахунку аналогових і цифрових інтегральних схем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

– принципи дії, основні характеристики, параметри і особливості застосування електронних напівпровідникових приладів та інтегральних схем, широко використовуваних в обчислювальній техніці і автоматичних пристроях;

- особливості формування інтегральних діодів, конденсаторів і резисторів, їх основні параметри та способи ізоляції елементів інтегральних схем;
- особливості схемотехніки аналогових та цифрових інтегральних мікросхем;
- принципи побудови напівпровідникових ключових схем на транзисторах, причини виникнення перехідних процесів в таких схемах та способи їх усунення;
- основи цифрової електроніки, способи кодування сигналів в цифрових пристроях, класифікацію та основні характеристики і параметри логічних елементів, що використовуються в інтегральній електроніці.

вміти:

- використовувати елементну базу мікроелектроніки для проектування електронних пристроїв;
- складати та моделювати ключові схеми на основі напівпровідникових біполярних, МОН- і КМОН-транзисторів;
- проводити розрахунок схем на основі інтегральних аналогових і цифрових пристроїв;
- на базі основних логічних елементів цифрової логіки створювати складніші логічні схеми;
- – самостійно вибирати необхідні електронні прилади при проектуванні елементів, пристроїв автоматики та обчислювальної техніки, використовувати та забезпечити їх грамотне застосування, експлуатацію в сучасній апаратурі.

У результаті вивчення дисципліни “Інтегральна електроніка” студенти набувають наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі електроніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електроніки.

Загальні компетентності

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Спеціальні (фахові) компетентності

1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

2. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.

3. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

4. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

5. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

6. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

За результатами навчання студенти повинні:

1. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.

2. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

3. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.

4. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

5. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

1. Самостійна та індивідуальна робота студентів

1.1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу

Студенти повинні регулярно опрацьовувати теоретичні питання, передбачені робочою програмою. Для повного засвоєння матеріалу дисципліни необхідним елементом є його самостійне опанування студентами, зокрема, й додаткових теоретичних питань, які не розглядаються на лекціях (табл. 1.1). Опрацювання теоретичних питань, зазначених у табл. 1.1, є обов'язковим видом самостійної роботи студента. Утруднення, що виникають під час самостійного розгляду теоретичних питань, розв'язуються під час індивідуально-консультативних занять, які проводить лектор. Графік індивідуально-консультативних занять складається та доводиться до студентів на початку кожного семестру. Контроль за опрацюванням теоретичних питань, що виносяться на самостійний розгляд, здійснюється шляхом включення цих питань (поряд з теоретичними питаннями, що розглядаються під час лекцій) до екзаменаційних білетів.

Таблиця 1.1

Теми для самостійного опрацювання теоретичного матеріалу

№ теми	Найменування тем, що виносяться на самостійне вивчення	Обсяг годин
Змістовий модуль 1. Основи інтегральної електроніки.		
1	Місце електроніки в сфері високих технологій.	4
2	Від мікро- до наноелектроніки.	4
3	Застосування та експлуатація інтегральних схем.	4
4	Аналогові компаратори напруги.	4
5	Структура інтегральних операційних підсилювачів та їх основні параметри і характеристики.	10
6	Ключові схеми на діодах.	4
7	Причини виникнення перехідних процесів в ключових схемах на біполярних і польових транзисторах та способи їх зменшення.	10

Змістовий модуль 2. Цифрові інтегральні схеми.		
8	Цифрові компаратори.	4
9	Генератори числових послідовностей.	4
10	Способи ізоляції елементів інтегральних схем.	10
11	Технологічні маршрути виготовлення інтегральних діодів, резисторів та конденсаторів.	12
12	Інтегральні транзисторні структури.	12
13	Логічні елементи на арсенід-галієвих транзисторах.	8
14	Напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої.	8
15	Інтегральні схеми НВЧ-діапазону.	8
16	Принципи створення великих цифрових інтегральних схем.	4
Разом на самостійну роботу		110

1.2. Підготовка до виконання лабораторної роботи

Підготовка до лабораторної роботи є обов'язковим етапом самостійної діяльності студента і виконується ним до початку лабораторного заняття. Оцінка готовності студента до виконання лабораторної роботи покладена на викладача, який проводить це заняття. Викладач визначає, чи може студент приступити до виконання завдання шляхом встановлення допуску. Для цього студент повинен відповісти на контрольні питання, сформулювати мету роботи, описати необхідне обладнання, ознайомитися з послідовністю виконання завдання та методами обробки отриманих результатів. У випадку, якщо виникають труднощі при підготовці, студент має можливість обговорити їх з викладачем на індивідуальних консультаціях. Студент, який не склав допуску, не допускається до виконання лабораторної роботи, повинен належним чином підготуватися до її виконання і відпрацювати лабораторну роботу під час індивідуально-консультаційних занять.

1.3. Вибіркові види самостійної та індивідуальної роботи.

Студент, який виявляє інтерес до глибшого вивчення дисципліни, має бажання займатися науковою роботою в області радіотехніки та радіоелектроніки або прагне підвищити загальний академічний рейтинг, може додатково виконати завдання з вибіркового виду самостійної та індивідуальної роботи. Серед цих завдань, які наведені нижче, студент може обрати ті, що сприятимуть його особистому та професійному зростанню: написання реферату, участь в олімпіадах, або залучення до наукових досліджень в області електроніки.

1.3.1. Написання реферату.

Протягом семестру студент має можливість написати один або кілька рефератів на теми, які визначає викладач, що проводить лекційні заняття. Темі рефератів обираються з огляду на необхідність поглибленого вивчення студентами певних аспектів радіотехніки. Студент спільно з викладачем формулюють перелік питань, які мають бути висвітлені в рефераті. Після оформлення реферату він перевіряється викладачем на відповідність змісту. Захист реферату відбувається під час лабораторних або індивідуальних занять. Студент виступає з доповіддю на тему свого реферату, в якій висвітлює основні пункти та висновки. Цей захист дозволяє не тільки перевірити рівень розуміння та осмислення студентом матеріалу, але й підвищує академічну взаємодію між студентом і викладачем.

1.3.2. Участь у олімпіадах.

Студенти мають можливість брати участь у олімпіадах, що стосуються радіотехніки, які проводяться вищими навчальними закладами України. Якщо студент бере участь у відбірковому етапі олімпіади, він отримує додаткові бали тільки при отриманні призового місця. У випадку, коли студент бере участь у турах олімпіади, вищих за відбірний, він отримує додаткові бали на підставі документа, який підтверджує його участь у даній олімпіаді. Цей документ може

бути дипломом учасника, дипломом за призове місце, подякою оргкомітету за участь у змаганні тощо.

1.3.3. Участь у наукових дослідженнях.

Студенти, які проявляють зацікавленість науковою діяльністю у сфері радіотехніки, мають можливість брати участь у наукових дослідженнях, що проводяться викладачами кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки. Після з'ясування наукових інтересів студента, йому призначають наукового керівника з числа викладачів кафедри, які працюють над дослідженнями в тій сфері, що цікавить студента. На завершення кожного семестру студент може отримати додаткові бали за роботу, виконану в рамках наукового дослідження. Ці бали можуть бути отримані на підставі відгуку наукового керівника про продуктивність та якість роботи студента, або ж на основі внеску студента у важливі наукові праці, такі як статті, доповіді на конференціях, де студент виступає співавтором.

2. Методичні рекомендації до виконання плану самостійної роботи

Тема 1. Вступ. Мета і задачі дисципліни.

1. Мета і задачі дисципліни.
2. Історія розвитку електроніки та мікроелектроніки.
3. Електроніка вчора і сьогодні.
4. Місце електроніки в сфері високих технологій (**самостійна робота**).
5. Від мікро- до наноелектроніки (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Вкажіть основну мету та задачі мікроелектроніки.
2. Що називається інтегральною схемою? Чим інтегральна схема відрізняється від дискретних схем. Що називається елементом та компонентом інтегральної схеми?
3. Назвіть основні етапи розвитку електроніки. Дайте їм коротку характеристику.
4. Які ідеї та відкриття зумовили перехід від одного етапу розвитку електроніки до іншого?
5. Які технологічні процеси є обмежуючим фактором при переході від мікро- до наноелектроніки?

Тема 2. Інтегральні схеми та їх класифікація.

1. Класифікація інтегральних схем.
2. Основні параметри інтегральних схем.
3. Застосування та експлуатація інтегральних схем (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Що являє собою інтегральна схема як виріб електронної техніки?
2. Для чого призначені інтегральні схеми?

3. За якими ознаками проводиться класифікація інтегральних схем?

Коротко охарактеризуйте кожну із класифікацій.

4. Назвіть основні види параметрів інтегральних схем. Яким основним параметром визначається їх якість?

5. Вкажіть основні сфери та середовища застосування інтегральних схем.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Конструктивно завершений виріб електронної техніки, що містить сукупність електрично зв'язаних у функціональну схему транзисторів, діодів, конденсаторів, резисторів та інших електрорадіоелементів, виготовлених в єдиному технологічному циклі, називається:

- А) дискретною електричною схемою Б) друкованою платою
В) інтегральною схемою Г) напівпровідниковим елементом

2. Вкажіть зайве у класифікації інтегральних схем за конструктивно-технологічним виконанням.

- А) монолітні Б) аналогові
В) гібридні Г) комбіновані

3. Для порівняння різних типів мікросхем використовують такий параметр, як добуток ... на

- А) затримки перемикавання, ємність Б) часу наростання сигналу, потужність
В) тривалість перехідних процесів, потужність Г) затримки перемикавання, потужність

4. Значення напруги постійного струму на вході ІС, при якому вихідна напруга рівна нулю, називається:

- А) напругою зміщення Б) чутливістю
В) напругою спрацьовування Г) напругою відпуску

5. Значення низького рівня напруги для “додатної логіки” і значення високого рівня напруги для “від’ємної логіки” називається:

- А) напругою логічного нуля
- Б) максимальною зворотною напругою на перехода
- В) мінімальною зворотною напругою на переходах
- Г) напругою логічної одиниці

6. Значення струму, який споживається ІС при закороченому виході, називається струмом:

- А) холостого ходу
- Б) короткого замикання
- В) втрат
- Г) споживання

7. Значення потужності, яке рівне півсумі потужностей, що споживаються логічною ІС від джерел живлення в двох різних стійких станах, називається:

- А) потужністю споживання
- Б) розсіюваною потужністю
- В) середньою споживаною потужністю
- Г) вихідною потужністю

8. Інтервал часу між фронтами вхідного і вихідного імпульсів ІС, вимірний на заданому рівні напруги або струму, називається:

- А) часом наростання імпульсу
- Б) часом зберігання
- В) часом переходу від стану логічного нуля в стан логічної одиниці
- Г) часом затримки імпульсу

9. Число входів ІС, по яких реалізується логічна функція, називається:

- А) коефіцієнтом об’єднання за виходом
- Б) коефіцієнтом розгалуження за входом
- В) коефіцієнтом об’єднання за входом
- Г) коефіцієнтом розгалуження за виходом

Тема 3. Сигнали. Перетворювачі сигналів.

1. Класифікація сигналів.
2. Перетворення неперервних сигналів у дискретні.
3. Основні характеристики і параметри АЦП і ЦАП.
4. Аналогові компаратори напруги (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Назвіть основні види сигналів. Чим вони відрізняються?
2. Які пристрої використовуються для перетворення сигналів?
3. Опишіть послідовно етапи перетворення аналогового сигналу в цифровий. Якими параметрами характеризується кожен з етапів?
4. Вкажіть класифікацію АЦП і ЦАП.
5. Назвіть основні статичні та динамічні параметри АЦП і ЦАП.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Зміна фізичної величини, що використовується для пересилання даних, називається:

- | | |
|-------------|-----------|
| А) процесом | Б) явищем |
| В) сигналом | Г) дією |

2. Сигнал у вигляді механічної дії твердого тіла, у якого дієвою величиною є сила, момент сили або переміщення, називається ... сигналом.

- | | |
|----------------|---------------|
| А) електричним | Б) механічним |
| В) оптичним | Г) акустичним |

3. Сигнал, який заданий аналітичною функцією і приймає цілком визначені значення у будь-який момент часу, називається:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| А) випадковим | Б) хаотичним |
| В) невизначеним | Г) детермінованим |

4. Форма подання інформації, яка характеризує нерозривний в часі процес, що може змінюватись в будь-який момент часу і теоретично на будь-яку величину, називається:

- А) аналоговою
- Б) цифровою
- В) дискретною
- Г) детермінованою

5. Пристрій, призначений для перетворення числа у вигляді коду у напругу або струм, пропорційний значенню цифрового коду, називається

- А) аналого-цифровим перетворювачем
- Б) цифро-аналоговим перетворювачем
- В) арифметико-логічним пристроєм
- Г) аналого-обчислювальним пристроєм

6. Число розрядів цифрового коду, який формується на виході АЦП або подається на вхід ЦАП, називається:

- А) максимальною кількістю кодових комбінацій
- Б) роздільною здатністю
- В) розрядністю
- Г) чутливістю

7. Найменше змінне значення вхідної величини, що розрізняється пристроєм і фіксується на виході, називається:

- А) абсолютною похибкою перетворення
- Б) чутливістю
- В) пороговим значенням
- Г) роздільною здатністю

8. Максимальна частота перетворення ЦАП і АЦП – це:

- А) найбільша частота квантування, при якій задані параметри відповідають встановленим нормам
- Б) найбільша частота дискретизації, при якій задані параметри відповідають встановленим нормам

- В) найменша частота дискретизації, при якій задані параметри не відповідають встановленим нормам
- Г) найбільша частота квантування, при якій задані параметри перевищують встановлені норми

9. Виберіть правильну послідовність перетворення аналогового сигналу у цифровий.

- А) вибірка, кодування, квантування, цифровий сигнал
- Б) вибірка, квантування, кодування, цифровий сигнал
- В) кодування, квантування, вибірка, цифровий сигнал
- Г) цифровий сигнал, кодування, квантування, вибірка

10. Процес квантування полягає в:

- А) округленні до деяких відомих величин (рівнів квантування), отриманих у дискретні моменти часу, значень аналогової величини
- Б) округленні до деяких відомих величин (рівнів кодування), отриманих у неперервні моменти часу, значень аналогової величини
- В) округленні до деяких відомих величин (рівнів дискретизації), отриманих у дискретні моменти часу, значень цифрової величини
- Г) округленні до деяких відомих величин (рівнів квантування), отриманих у дискретні моменти часу, значень цифрової величини

11. Частота дискретизації, при якій можливо отримати уявлення про форму сигналу, називається частотою ... і повинна бути ... за

- А) Котельнікова, більшою, f
- Б) Найквіста-Шенона, меншою, $2f$
- В) Найквіста, більшою, $2f$
- Г) Шенона, меншою, f

Тема 4. Аналогові інтегральні мікросхеми.

1. Загальні відомості.
2. Особливості мікросхемотехніки диференціальних підсилювачів.
3. Структура інтегральних операційних підсилювачів та їх основні параметри і характеристики (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Назвіть основні призначення аналогових інтегральних мікросхем.
2. Дайте класифікацію аналогових інтегральних мікросхем.
3. Поясніть принцип дії диференціального підсилювача та вкажіть його основні параметри.
4. Опишіть особливості мікросхемотехніки інтегральних операційних підсилювачів?

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Аналогова інтегральна мікросхема – це інтегральна схема, вхідні і вихідні сигнали якої змінюються за законом ... функції:

- | | |
|---------------|-------------------|
| А) дискретної | Б) неперервної |
| В) випадкової | Г) квазірозривної |

2. В ідеальному диференціальному підсилювачі дрейф вихідної напруги:

- | | |
|--|---|
| А) прямо пропорційний різниці вхідних напруг | Б) прямує до нескінченності |
| В) відсутній | Г) обернено пропорційний різниці вхідних напруг |

3. Умова ідеальності джерела струму має вигляд:

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| А) $R_i \rightarrow 0$ | Б) $R_i \rightarrow 1$ |
| В) $R_i = R_{load}$ | Г) $R_i \rightarrow \infty$ |

4. Коефіцієнт підсилення синфазного сигналу диференціального підсилювача задається рівністю:

A)	$K_c = \frac{\Delta U_{outc}}{U_{inc}}$	Б)	$K_c = \frac{\Delta U_{inc}}{U_{outc}}$
В)	$K_c = \frac{U_{outc}}{U_{inc}}$	Г)	$K_c = \frac{\Delta U_{inc}}{U_{outc}}$

5. Максимальне значення крутизни ВАХ диференціального підсилювача рівне:

A)	$S_{max} = \frac{2\phi_T}{I_0}$	Б)	$S_{max} = 2\phi_T I_0$
В)	$S_{max} = \frac{I_0}{2\phi_T}$	Г)	$S_{max} = \sqrt{2\phi_T I_0}$

6. Зв'язок між вхідною і вихідною напругами зсуву диференціального підсилювача задається рівністю:

A)	$U_{inzs} = K_d U_{outzs}$	Б)	$U_{outzs} = K_d U_{inzs}$
В)	$U_{inzs} = \frac{K_d}{U_{outzs}}$	Г)	$K_d = \frac{U_{inzs}}{U_{outzs}}$

7. Диференціальна вхідна напруга операційного підсилювача обчислюється за формулою:

A)	$U_d = U_1 + U_2$	Б)	$U_d = \frac{U_1 + U_2}{2}$
В)	$U_d = U_2 - U_1$	Г)	$U_d = \frac{U_1 - U_2}{2}$

8. Коефіцієнт підсилення операційного підсилювача за диференціальною вхідною напругою визначається рівністю:

A) $K_d = \frac{U_{out}}{U_d}$ Б) $K_d = \frac{U_{in}}{U_d}$

В) $K_d = \frac{U_d}{U_{out}}$ Г) $K_c = \frac{U_{out}}{U_c}$

9. Для ідеального операційного підсилювача коефіцієнт підсилення за диференціальною вхідною напругою відповідає рівності:

A) $K_d \rightarrow 0$ Б) $K_d \rightarrow \infty$

В) $K_d \rightarrow 1$ Г) $K_c \rightarrow \infty$

10. В ідеальному операційному підсилювачі для вихідного опору виконується наступне співвідношення:

A) $R_{out} \rightarrow \infty$ Б) $R_{out} = R_{in}$

В) $R_{out} \rightarrow 0$ Г) $R_{out} \rightarrow 1$

11. Значення диференціальної вхідної напруги, яку необхідно подати на входи операційного підсилювача, щоб напруга на його виході була рівна нулю, називається напругою:

A) послаблення Б) зміщення

В) інжекції Г) підсилення

12. Швидкість наростання вихідної напруги ОП задається рівністю:

A) $v_{U_{out}} = \frac{U_{out}}{t}$ Б) $v_{U_{in}} = \frac{U_{in}}{t}$

В) $v_{U_{out}} = U_{out} \cdot t$ Г) $v_{U_{out}} = \frac{t}{U_{out}}$

13. Для інвертуючого підсилювача коефіцієнт підсилення схеми рівний:

A) $K_U = \frac{R_2}{R_1}$ Б) $K_U = 1 + \frac{R_2}{R_1}$

В) $K_U = -\frac{R_2}{R_1}$ Г) $K_U = 1 - \frac{R_2}{R_1}$

Тема 5. Принципи побудови напівпровідникових цифрових схем.

1. Ключова схема на біполярному транзисторі.
2. Ключова схема на польових транзисторах.
3. Ключова схема на комплементарних транзисторах.
4. Перемикач струму.
5. Ключові схеми на діодах (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Яке призначення ключових схем в цифровій електроніці?
2. Поясніть принцип дії ключової схеми на біполярному транзистор.

Який режим є найбільш ергономічно затратним, чому?

3. Назвіть переваги ключових схем на польовому транзисторі.
4. У чому особливість ключової схеми на комплементарних транзисторах?
5. Поясніть принцип роботи перемикача струму.
6. Вкажіть особливості роботи ключових схем на діодах.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. У цифровій електроніці ключова схема призначена для ... струму в навантаженні і створення двох ... рівнів напруги на навантаженні, що відповідають

- А) перемикання, різко відмінних, Б) підсилення, однакових, логічному логічному нулю і логічній нулю одиниці
- В) послаблення, симетричних, 1 В і -1 В Г) сумування, різко відмінних, 1 В і -1 В

2. В інтегральних мікросхемах, виконаних на біполярних транзисторах, роль ключа виконує..., включений за схемою... .

- А) діод, двохпівперіодною Б) резистор, паралельного з'єднання
- В) транзистор, із загальним емітером Г) діодний міст, шунта

3. У режимі насичення потужність, що виділяється на транзисторі і викликає його нагрівання, визначається виразом:

- А) $P_{nas} = \frac{U_{kenas}}{I_{k nas}}$ Б) $P_{nas} = U_{kbnas} \cdot I_{kbnas}$
 В) $P_{nas} = U_{kenas} \cdot R_{k nas}$ Г) $P_{nas} = U_{kenas} \cdot I_{k nas}$

4. Рівняння динамічного режиму роботи транзистора має вигляд:

- А) $U_{ke}(t) = \frac{E_k}{R_k} - i_k(t)$ Б) $U_{ke}(t) = E_k + i_k(t) R_k$
 В) $U_{ke}(t) = E_k - i_k(t) R_k$ Г) $E_k = U_{ke}(t) - i_k(t) R_k$

5. Найбільш енергоємним режимом роботи транзисторного ключа є

- А) режим відсічки Б) режим перемикання
 В) режим насичення Г) активний режим

6. Ключова схема на транзисторі з навантаженням в колі колектора, з якого знімається вихідна напруга, є..., який реалізує функцію

- А) інвертором, НЕ Б) рефлексором, І-НЕ
 В) статором, АБО-НЕ Г) гіратором, НЕ

7. У ключовій схемі на МДН-транзисторі роль резистора навантаження відіграє:

- А) резистор Б) діод Шотткі
 В) МДН-транзистор того ж типу провідності Г) МДН-транзистор іншого типу провідності

8. Ключова схема на комплементарних транзисторах побудована на:

- А) на біполярному і МДН-транзисторі Б) МДН-транзисторі і транзисторі Шотткі

- В) двох МДН-транзисторах з каналами одного типу провідності
- Г) двох МДН-транзисторах з каналами різного типу провідності

9. Симетричну схему, в якій заданий струм протікає через ту чи іншу її вітку в залежності від потенціалу на одному з входів при незмінній опорній напрузі на другому вході, називають:

- А) диференціальним підсилювачем
- Б) перемикачем струму
- В) струмовим дзеркалом
- Г) інвертором

Тема 6. Перехідні процеси в ключових схемах.

1. Перехідні процеси біполярного ключа.
2. Ключова схема на транзисторі Шоттки.
3. Перехідні процеси в ключовій схемі на МДН-транзисторі.
4. Причини виникнення перехідних процесів в ключових схемах на біполярних і польових транзисторах та способи їх зменшення (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Поясніть часові діаграми роботи ключа на біполярному транзисторі.
2. Назвіть основні причини, які призводять до появи перехідних процесів в ключовій схемі на біполярному транзисторі.
3. Яким чином можна зменшити вплив перехідних процесів при роботі ключа на біполярному транзисторі?
4. Вкажіть основні причини виникнення перехідних процесів в ключовій схемі на польовому транзисторі.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Вкажіть основні фактори, які зумовлюють перехідні процеси ключа на біполярному транзисторі:

- А) накопичення і розсмоктування основних носіїв в базі, що формують струм емітера; наявність ємностей емітерного і колекторного переходів, які перезаряджаються при перемиканні
- Б) накопичення неосновних носіїв в базі, що формують струм колектора; наявність ємностей емітерного і базового переходів, які перезаряджаються при перемиканні
- В) накопичення і розсмоктування неосновних носіїв в базі, що формують струм колектора; наявність ємностей емітерного і колекторного переходів, які перезаряджаються при перемиканні
- Г) накопичення і розсмоктування неосновних носіїв в базі, що формують струм емітера; наявність ємностей емітерного і колекторного переходів, які перезаряджаються при перемиканні

2. Процес розсмоктування носіїв заряду в базі можна усунути, якщо транзистору відразу ж після відмикання створити режим, коли б він знаходився на межі між:

- А) станом насичення та інверсним режимом роботи
- Б) станом насичення і режимом відсічки
- В) активним режимом роботи і режимом відсічки
- Г) станом насичення та активним режимом роботи

3. В інтегральному виконанні діод Шотткі являє собою:

- А) контакт металу з колекторною областю транзистора
- Б) контакт металу з емітерною областю транзистора
- В) контакт діелектрика з базовою областю транзистора
- Г) контакт напівпровідника з колекторною областю транзистора

4. Провідний стан каналу в ключовій схемі на МДН-транзисторі формується впродовж часу затримки:

A) $t_{delay} \approx \frac{C_{gd} \cdot U_{thresh}}{I_{in}}$ Б) $t_{delay} \approx \frac{C_{gs} \cdot U_{thresh}}{I_{in}}$

В) $t_{delay} \approx \frac{C_{gs} \cdot U_{out}}{I_{out}}$ Г) $t_{delay} \approx \frac{C_{ds} \cdot U_{thresh}}{I_{out}}$

Тема 7. Основи теорії інтегральних цифрових пристроїв.

1. Логічні основи цифрової інтегральної електроніки.
2. Кодування сигналів в цифрових пристроях.
3. Класифікація логічних елементів.
4. Основні характеристики логічних елементів.

Контрольні запитання до теми

1. Що лежить в основі функціонування будь-якої цифрової системи?
2. Що розуміють під поняттям логічного елемента інтегральної схеми?
3. Який математичний апарат лежить в основі роботи цифрових пристроїв?
4. Яким чином здійснюється кодування сигналів у цифрових пристроях?
5. За якими критеріями здійснюється класифікація логічних елементів?
6. Чим відрізняються комбінаційні і послідовнісні логічні елементи?
7. Які пристрої належать до комбінаційних і послідовнісних логічних елементів?
8. Назвіть основні характеристики і параметри логічних елементів.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Логічні елементи за режимом роботи поділяються на:
А) статичні і динамічні Б) імпульсні і динамічні
В) статичні та кінематичні Г) статистичні і динамічні

2. Послідовнісними логічними схемами називають схеми:

- А) без запам'ятовування змінних Б) із запам'ятовуванням змінних
В) стан виходів яких залежить від послідовності зміни станів на їх входах Г) стан виходів яких не залежить від послідовності зміни станів на їх входах

3. Дешифратор – операційний елемент, який:

- А) перетворює одиничний сигнал на одному з n входів в m -розрядний вихідний код Б) здійснює адресне перемикання заданого числа вхідних сигналів на один вихід
В) здійснює адресне підключення одного вхідного сигналу до одного з множини виходів Г) перетворює n -розрядний вхідний код в сигнал тільки на одному з своїх m виходів

4. Мультиплексор – операційний елемент, який:

- А) перетворює одиничний сигнал на одному з n входів в m -розрядний вихідний код Б) перетворює n -розрядний вхідний код в сигнал тільки на одному з своїх m виходів
В) здійснює адресне перемикання заданого числа вхідних сигналів на один вихід Г) здійснює адресне підключення одного вхідного сигналу до одного з множини виходів

5. Регістр – це:

- А) комбінаційний елемент з двома стійкими вихідними станами Б) послідовнісний операційний елемент, призначений для зберігання і (або) перетворення багаторозрядних двійкових чисел
В) послідовнісний елемент з одним стійким вихідним станом Г) послідовнісний операційний елемент, призначений для рахунку імпульсів, що поступають на вхід

6. Вхідні напруги, які визначають межі ділянок передавальної характеристики, називаються ... і вони визначають ширину

- А) порогоми перемикання, перехідної області
Б) порогоми перемикання, логічного перепаду
В) порогоми стабілізації, перехідної області
Г) порогоми стабілізації, логічного перепаду

7. Швидкодія логічного елемента оцінюється:

- А) сумарним часом розповсюдження сигналу по логічній схемі
Б) середнім часом розповсюдження сигналу в логічній схемі
В) середнім часом затримки розповсюдження сигналу
Г) узагальненим часом виконання логічної операції

8. Таблиці, що показують взаємозв'язок між вхідними та вихідними змінними комбінаційних пристроїв, називають таблицями:

- А) переходу станів
Б) істинності
В) сумісності
Г) тотожності

9. Функція виходу автомата Мура має вигляд:

- А) $y_i^{t+1} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n; z_1, z_2, \dots, z_s)^{t+1}$
Б) $y_i^{t+1} = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n)^{t+1}$
В) $y_i^{t+1} = f_i(z_1, z_2, \dots, z_s)^{t+1}$
Г) $y_i^t = f_i(z_1, z_2, \dots, z_s)^{t+1}$

Тема 8. Мікроелектронні функціональні цифрові пристрої комбінаційного типу.

1. Шифратор.
2. Дешифратор.
3. Мультиплексор.
4. Демультиплексор.
5. Суматор.
6. Цифрові компаратори (самостійна робота).

Контрольні запитання до теми

1. Що називається логічним елементом комбінаційного типу?
2. Назвіть основні логічні пристрої комбінаційного типу.
3. У чому полягає принцип роботи шифратора і дешифратора?
4. У чому полягає принцип роботи мультиплексора та демультиплексора?
5. Поясніть принцип роботи напівсуматора суматора.
6. Назвіть особливості роботи цифрового компаратора.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Логічний пристрій, що перетворює позиційний n -розрядний код в m -розрядний двійковий, трійковий чи k -ий вихідний код, називається:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| А) дешифратором | Б) мультиплексором |
| В) шифратором | Г) демультиплексором |

2. Число входів n і виходів m в повному двійковому шифраторі пов'язане співвідношенням:

- | | |
|------------------|--------------|
| А) $n = 2^{m+1}$ | Б) $n = 2^m$ |
| В) $n = 2^{2m}$ | Г) $n = 2m$ |

3. Шифратор, який відрізняється від шифратора наявністю додаткової логічної схеми виділення активного рівня старшого входу для забезпечення умови працездатності шифратора (тільки один рівень на вході активний), а рівні сигналів на інших входах схемою ігноруються, називається:

- | | |
|-----------------|------------------|
| А) пріоритетним | Б) повним |
| В) неповним | Г) універсальним |

4. Комбінаційний пристрій, що дозволяє перетворити n -розрядний двійковий вхідний код в позиційний 2^n -розрядний вихідний код, називається:

- | | |
|----------------------|-----------------|
| А) компаратором | Б) шифратором |
| В) демультиплексором | Г) дешифратором |

5. За принципом дії дешифратори поділяються на:

- A) лінійні, прямокутні, пірамідальні
- Б) послідовні, паралельні, послідовно-паралельні
- В) одно-, двух- та багатоступеневі
- Г) синхронні, асинхронні, стаціонарні

6. Дешифратори, в яких n змінних представляють собою сукупність не пов'язаних між собою 2^n систем збігу на n входах, кожна з яких реалізує відповідну конститuentу одиниці, називаються:

- A) прямокутними
- Б) послідовними
- В) лінійними
- Г) паралельними

7. Операційний елемент, який здійснює адресне перемикання заданого числа вхідних сигналів на один вихід, називається:

- A) шифратором
- Б) мультиплексором
- В) демультиплексором
- Г) компаратором

8. Пристрій, який здійснює комутацію одного інформаційного входу до одного з декількох виходів, адреса якого задана, називається:

- A) демультиплексором
- Б) дешифратором
- В) суматором
- Г) лічильником

9. Цифрові функціональні пристрої, призначені для виконання операції додавання чисел, представлених в різних кодах, називаються:

- A) компараторами
- Б) шифраторами
- В) мультиплексорами
- Г) суматорами

10. За організацією зберігання результату додавання суматори поділяються на:

- A) лінійні, прямокутні, пірамідальні
- Б) напівсуматори, однорозрядні, багаторозрядні

- В) комбінаційні, накопичувальні, комбіновані Г) паралельні, послідовні, паралельно-послідовні

11. Суматори, в яких інтервал часу для додавання визначається моментом фактичного закінчення операції, називаються:

- А) синхронними Б) аперіодичними
В) динамічними Г) асинхронними

12. Пристрій, який використовується для порівняння кодів декількох чисел, називається:

- А) компаратором Б) мультиплексором
В) суматором Г) шифратором

Тема 9. Мікроелектронні функціональні цифрові пристрої послідовнісного типу.

1. Інтегральні тригери.
2. Інтегральні лічильники.
3. Цифрові регістри.
4. Генератори числових послідовностей (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Які цифрові пристрої називаються послідовнісними? Яка їх основна відмінність від комбінаційних пристроїв?
2. Поясніть принцип дії RS-, D-, T- і JK-тригерів.
3. У чому полягає принципова відмінність роботи синхронних тригерів від асинхронних?
4. Охарактеризуйте основні принципи функціонування лічильників.
5. У чому полягає суть роботи цифрових регістрів.
6. Опишіть принцип роботи генераторів випадкових послідовностей?

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Пристрій, що має два стійких стани і здатний під дією керуючих сигналів стрибкоподібно переходити з одного стану в інший, називається:

- A) регістром
- Б) тригером
- В) лічильником
- Г) суматором

2. Входи тригера, які керуються перепадами потенціалів, називаються:

- A) статичними
- Б) імпульсними
- В) динамічними
- Г) тактованими

3. Вкажіть, за яких умов стан асинхронного RS-тригера на елементах АБО-НЕ є невизначеним:

- A) $S = 0, R = 1, Q = 0$ або $Q = 1$
- Б) $S = 1, R = 0, Q = 0$ або $Q = 1$
- В) $S = 0, R = 0, Q = 0$ або $Q = 1$
- Г) $S = 1, R = 1, Q = 0$ або $Q = 1$

4. Тимчасове стробування для уникнення помилкових станів в синхронному RS-тригері забезпечується ..., які подаються на

- A) імпульсами затримки, С-вхід
- Б) імпульсами затримки, R-вхід
- В) синхронізуючими імпульсами, С-вхід
- Г) синхронізуючими імпульсами, R-вхід

5. Для D-тригера не має змісту поняття його як:

- A) асинхронного
- Б) тактованого
- В) керуючого
- Г) синхронного

6. Особливістю JK-тригерів є те, що вони:

- A) мають невизначені стани
- Б) діють як T-тригери
- В) не мають невизначених станів
- Г) діють як D-тригери

7. Найпростішим лічильником є:

- A) D-тригер
- Б) RS-тригер
- В) JK-тригер
- Г) T-тригер

8. Кількість тригерів, необхідна для реалізації лічильника, рівна:

- A) $m = \log_2 K_{count}$ Б) $m = \log_2 (K_{count} + 2)$
В) $m = \frac{\log_2 K_{count}}{2}$ Г) $2^m = \log_2 K_{count}$

9. Лічильники, для яких $K_{count} = 10$, називаються:

- A) недвійковими Б) реверсивними
В) двійково-десятковими Г) лічильниками з паралельним перенесенням

10. Пристрої, функцією яких є зберігання і перетворення багаторозрядних двійкових чисел, називаються:

- A) суматорами Б) лічильниками
В) компараторами Г) регістрами

11. За способом введення-виведення інформації регістри поділяються на:

- A) синхронні та асинхронні Б) послідовні і паралельні
В) однофазні та парафазні Г) тактуючі і нетактуючі

12. Регістри зсуву зазвичай реалізуються на:

- A) асинхронних D-тригерах Б) синхронних T-тригерах
В) асинхронних RS-тригерах Г) синхронних D-тригерах

Тема 10. Елементна база інтегральних схем.

1. Інтегральні діоди.
2. Інтегральні резистори.
3. Інтегральні конденсатори.
4. Ізоляція елементів інтегральних схем (**самостійна робота**).
5. Технологічні маршрути виготовлення інтегральних діодів, резисторів та конденсаторів (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Які елементи інтегральних схем відносяться до пасивних? Чому?
2. Назвіть основні параметри інтегральних діодів. Від чого залежить їх значення? Які функції діодів в інтегральних схемах?
3. Назвіть схеми діодного увімкнення транзистора.
4. Дайте визначення інтегрального резистора. Як пов'язаний опір резистора із коефіцієнтом форми?
5. Що називається дифузійним резистором і пінч-резистором?
6. Якою є конструкція інтегрального резистора МОН-структури?
7. Дайте визначення інтегрального конденсатора. Як розрахувати ємність інтегрального конденсатора?
8. Що називається добротністю інтегрального конденсатора?
9. Назвіть способи ізоляції транзисторних структур, вкажіть їх основні переваги і недоліки.

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. Під елементами інтегральних схем розуміють ... частини інтегральної схеми, які ... автономно специфікувати і поставляти.

- А) подільні і складові, не можна Б) неподільні і складові, не можна
В) неподільні і складові, можна Г) подільні і складові, можна

2. Опір інтегрального резистора можна розрахувати за формулою:

- А) $R = \frac{\rho d}{bl} = k_f R_s$ Б) $R = \frac{bd}{\rho l} = \frac{k_f}{R_s}$
В) $R = \frac{\rho l}{bd} = k_f R_s$ Г) $R = \frac{\rho l}{bd} = \frac{R_s}{k_f}$

3. Частіше за все дифузійний резистор формують у ... області транзисторної біполярної структури.

- А) емітерній Б) колекторній
В) прихованій Г) базовій

4. В інтегральних схемах роль конденсаторів відіграють ... виконані на основі транзисторної структури в єдиному технологічному процесі.

- A) оборотно-зміщені $p-n$ -переходи Б) прямо-зміщені $p-n$ -переходи
В) ізольовані області Г) міжелектродні області

5. Величина бар'єрної ємності може бути визначена із співвідношення:

- A) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0}{S}(x_n - x_p)$ Б) $C = \frac{S}{\epsilon\epsilon_0}(x_n - x_p)$
В) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{\sqrt{x_n - x_p}}$ Г) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{x_n - x_p}$

6. Добротність Q інтегрального конденсатора визначається співвідношенням:

- A) $Q = \frac{1}{2\pi fCR}$ Б) $Q = \frac{2\pi}{fCR}$
В) $Q = \frac{CR}{2\pi f}$ Г) $Q = \frac{1}{2\pi\omega CR}$

7. Основні недоліки інтегрального конденсатора, сформованого на основі біполярної транзисторної структури:

- A) неможливо сформувати конденсатор великої ємності, мають малий опір, їх ємність не залежить від прикладеної напруги
Б) неможливо сформувати конденсатор великої ємності, мають малу добротність, їх ємність залежить від прикладеної напруги
В) неможливо сформувати конденсатор великої потужності, мають високу добротність, їх опір залежить від прикладеної напруги
Г) неможливо сформувати конденсатор малої ємності, мають високу добротність, їх ємність не залежить від прикладеної напруги

8. Основні методи ізоляції елементів інтегральних схем:

- А) прямо-зміщеним $p-n$ -переходом; ізоляція напівпровідником; комбінований метод
- Б) оборотно-зміщеним $p-n$ -переходом; ізоляція діелектриком; метод заміщення
- В) оборотно-зміщеним $p-n$ -переходом; ізоляція діелектриком; комбінований метод
- Г) прямо-зміщеним $p-n$ -переходом; ізоляція діамагнетиком; комбінований метод

9. Особливістю пасивних елементів інтегральних схем є те, що в них:

- А) відсутні аналоги ємностей, індуктивностей, опорів
- Б) присутні аналоги індуктивностей, але відсутні аналоги опорів і ємностей
- В) відсутні аналоги ємностей, але присутні аналоги індуктивностей та опорів
- Г) відсутні аналоги індуктивностей, дроселів, трансформаторів

Тема 11. Логічні інтегральні схеми на транзисторах.

1. Логічні інтегральні схеми на біполярних транзисторах.
 - а) логічні елементи з передачею струму або напруги.
 - б) логічні елементи з логікою на вході.
 - в) логічні схеми на перемикачах струму.
2. Логічні елементи, реалізовані на МДН-транзисторах.
 - а) схеми на транзисторах з каналами одного типу провідності.
 - б) схеми на комплементарних транзисторах.
3. Логічні елементи на БіКМОН-транзисторах.
4. Порівняльний аналіз логічних елементів.
5. Інтегральні транзисторні структури (**самостійна робота**).
6. Логічні елементи на арсенід-галієвих транзисторах (**самостійна робота**).
7. Напівпровідникові запам'ятовуючі пристрої (**самостійна робота**).

8. Інтегральні схеми НВЧ-діапазону (**самостійна робота**).

9. Принципи створення великих цифрових інтегральних схем (**самостійна робота**).

Контрольні запитання до теми

1. Поясніть принцип дії логічних схем з передачею вихідного струму або напруги на вхід елемента навантаження.

2. Поясніть переваги інтегральних пристроїв з логікою на вході та з передачею вхідного струму на вихід керуючого елемента над вказаними вище.

3. Поясніть принцип дії логічних інтегральних схем з емітерним зв'язком і струмовим перемиканням.

4. Назвіть переваги інтегральних схем на МОН-транзисторах порівняно із схемами на біполярних транзисторах.

5. Яка особливість роботи інтегральних схем на КМОН-транзисторах та їх основні переваги?

6. За якими основними параметрами здійснюється порівняльний аналіз логічних елементів інтегральних схем?

Типові тестові завдання для самоперевірки знань студента

1. На паралельному (чи послідовному) з'єднанні транзисторних ключів та використанні загального колекторного навантаження базується робота:

А) РТЛ схем

Б) ТЛБЗ схем

В) ДТЛ схем

Г) РСТЛ схем

2. Основною перевагою ТЛБЗ-елемента є його ..., а основним недоліком:

А) висока швидкодія, низька
споживана потужність

Б) незалежність процесів від
характеристик транзисторів,
складність

В) висока ступінь інтеграції, низька
швидкодія

Г) простота, сильна залежність
процесів від характеристик
транзисторів

3. РТЛ-схема реалізує функцію:

- А) АБО-НЕ $F = \overline{x_1 \vee x_2 \vee x_3}$ Б) І-НЕ $F = \overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3}$
В) АБО $F = x_1 \vee x_2 \vee x_3$ Г) І $F = x_1 \wedge x_2 \wedge x_3$

4. Основним недоліком РСТЛ-схем є:

- А) низька швидкодія Б) велика кількість резисторів і ємностей, які займали велику площу
В) мала споживана потужність Г) висока ступінь інтеграції

5. Перевагою ДТЛ-схем є:

- А) надійне замикання транзистора шляхом подачі на його емітерний перехід прямого зміщення, логічний перепад
Б) надійне замикання діода шляхом подачі на його емітерний перехід зворотного зміщення, низький логічний перепад
В) надійне замикання транзистора шляхом подачі на його колекторний перехід прямого зміщення, великий логічний перепад
Г) надійне замикання транзистора шляхом подачі на його емітерний перехід зворотного зміщення, великий логічний перепад

6. Одним з недоліків ТТЛ-схем є її ..., причиною чого є ... транзисторів.

- А) низька швидкодія, ненасичення Б) мала навантажувальна здатність, насичення
В) низька ступінь інтеграції, велика площа Г) велика споживана потужність, замикання

7. У логічних ІС, які відносяться до емітерно-зв'язної логіки, для реалізації логічних операцій та інших перетворень дискретної інформації використовуються:

- | | |
|---|---|
| А) діодні перемикачі струму із з'єднаними базами | Б) транзисторні перемикачі струму із з'єднаними колекторами |
| В) транзисторні перемикачі струму із з'єднаними емітерами | Г) транзисторні перемикачі струму із роз'єднаними колекторами |

8. Перемикачем струму називають ... схему, в якій заданий струм протікає через певну частину перемикача ... від потенціалу на одному з входів при ... потенціалі на іншому вході.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| А) симетричну, залежно, постійному | Б) симетричну, незалежно, змінному |
| В) асиметричну, незалежно, постійному | Г) асиметричну, залежно, змінному |

9. У схемах на МОН-транзисторах з каналами одного типу провідності транзисторна матриця $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ реалізує логічну функцію ... при послідовному з'єднанні транзисторів.

- | | |
|-----------|--------|
| А) АБО-НЕ | Б) І |
| В) І-НЕ | Г) АБО |

10. Швидкодія МОН-логіки обмежується швидкістю перезарядки..., яка залежить від

- | | |
|---|--|
| А) вхідної ємності, числа навантажувальних елементів логіки | Б) вихідної ємності, числа вхідних елементів логіки |
| В) вхідної ємності, числа вхідних елементів логіки | Г) вихідної ємності, числа навантажувальних елементів логіки |

11. Найперспективнішими мікросхемами логіки є інтегральні елементи на КМОН-транзисторах, оскільки вони відрізняються:

- | | |
|---|---|
| <p>А) високою потужністю споживання в статичному режимі, високою швидкодією, великою завадостійкістю, малою ефективністю використання джерел живлення</p> | <p>Б) малою потужністю споживання в статичному режимі, високою швидкодією, великою завадостійкістю, високою ефективністю використання джерел живлення</p> |
| <p>В) малою потужністю споживання в статичному режимі, невисокою швидкодією, великою завадостійкістю, високою ефективністю використання джерел живлення</p> | <p>Г) малою потужністю споживання в статичному режимі, високою швидкодією, низькою завадостійкістю, високою ефективністю використання джерел живлення</p> |

12. Середня споживана потужність логічного елемента визначається рівністю:

- | | |
|--|---|
| <p>А) $P_{sp} = \frac{P_{sp}^0 + P_{sp}^1}{2}$</p> | <p>Б) $P_{sp} = \frac{P_{sp}^0 - P_{sp}^1}{2}$</p> |
| <p>В) $P_{sp} = \frac{P_{sp}^0 + P_{sp}^1}{2t}$</p> | <p>Г) $P_{sp} = \frac{P_{sp}^0 + P_{sp}^1}{P_{sp}^0 - P_{sp}^1}$</p> |

13. Середня робота перемикавання, яка характеризує економічність і швидкодію логічного елемента, ще називається:

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <p>А) коефіцієнтом корисної дії</p> | <p>Б) клір-фактором</p> |
| <p>В) фактором якості</p> | <p>Г) показником продуктивності</p> |

Список рекомендованої літератури

Базова

1. В.М. Рябенський, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, А.В. Заграничний. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки: в 2 т.; НТУУ «КПІ». Київ, 2016. 757 с.
2. А.О. Новацький. Імпульсна та цифрова електроніка: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія»; НТУУ «КПІ». Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 385 с.
3. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. :Підручник /В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін.- 2-ге вид., допов. і переробл. Кн. 1.: Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. К.: Вища школа, 2004. 366 с.
4. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник /Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков; за ред. А.Г.Соскова. 2-е вид. Рек МОН. К.: Каравела, 2009. 416 с.
5. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка / М. С. Будіщев; Ред. Мельников О.В. Львів: Афіша, 2001. 424 с.
6. Електроніка та мікросхемотехніка / А. Буняк. К. : Київ-Тернопіль, 2001. 382 с.
7. Електроніка і мікросхемотехніка: Навч. посібник / В.Т. Дмитрів, В.М. Шиманський. Львів: Вид-во Афіша, 2004. 175 с.
8. Основи електротехніки та електроніки: Навч. посіб. для дистанційного навчання: у 2 ч. Ч.2.: Основи електроніки. / І.А. Петренко. К.: Університет "Україна", 2006. 307 с.

Додаткова

9. Мікроелектроніка. Частина 1 / М.М Погребняк В.П Прищепа. К.: Вища школа, 2004. 431 с.
10. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки: підручник / М.Г. Находкін, Д. І. Шека. Рек. МОН. К.: Київський ун-т, 2005. 431 с.
11. Основи мікроелектроніки / Л. Ткачук, Р. Закалик. Тернопіль: Медап, 1998. 350 с.

УДК 621.382
Ман-23

Володимир Ігорович Мандзюк

Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з дисципліни “Інтегральна електроніка” [Електронне видання] / Мандзюк В.І. – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2024. – 41 с.

.....

76018, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника